

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

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

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



THESE

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT EN SCIENCES

Filière

Sciences Vétérinaires

Option

Maitrise des facteurs de la reproduction chez les herbivores

Présentée Par:

BELKADI Souhila

THEME

***ETUDE DE CERTAINS FACTEURS DE REPRODUCTION
CHEZ LE MALE OULED DJELLAL EN REGIONS ARIDE
ET SEMI ARIDE***

JURY Grade et Université

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

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2018/2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Tout au long de l'élaboration de cette thèse j'ai pu bénéficier de l'aide, du soutien et de l'attention de plusieurs personnes que je veux remercier et leur exprimer gratitude et sympathie.

Je voudrais tout d'abord remercier Dr. SAFSAF Boubakeur de m'avoir encadré, orienté et guidé de manière constante et efficace à mener à terme mon travail. Je veux exprimer toute ma gratitude pour son soutien indéfectible, ses conseils avisés et son accompagnement. Je suis très fière d'avoir été votre étudiante, et espère m'en être montrée digne.

Je tiens à remercier professeur TLIDJANE Madjid, pour les conseils judicieux qu'il a su me donner tout au long de ce travail doctoral. Qu'il soit aussi remercié pour sa gentillesse, sa disponibilité permanente et pour les nombreux encouragements qu'il m'a prodigués.

J'adresse mes sincères remerciements à tout l'ensemble des membres de jury : Madame DAGHNOUCHE Kahramane et Messieurs MEZIANE Toufik, BOUAZIZ Omar, BENOUNE Omar.

J'adresse toute ma gratitude à toutes mes amies et à toutes les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce travail.

Je remercie chaleureusement Mme HAFDI Wissam pour l'aide à la réalisation des analyses biochimiques et hormonales.

J'exprime aussi mes remerciements les plus respectueux envers Dr. REKIK Fouad et Mme KHLAIFIA Farida du laboratoire d'analyses fourragères de l'institut des sciences vétérinaires et des sciences agronomiques de Batna.

Je suis très reconnaissante à l'ensemble du personnel de la ferme ITELV (ZERROUG Soumia, ZAITER Smaine, Nassima, Safia, Hamza) ainsi que Dr. DEHIMI Azzouz.

Je tiens également à remercier tout le personnel du centre d'insémination artificielle CNIAAG d'Ouled Djellal surtout docteur GHRAB Zoubida pour son aide.

Je remercie également mon amie et collègue HELEILI Nouzha pour son soutien et encouragement.

Un grand merci à mes amies BELKACEM Lilia et ROUABEH Zahra.

DEDICACES

A mes parents, que dieu vous donne santé, bonheur et longue vie

A mon époux pour sa compréhension et son énorme soutien

A mes Enfants

A mes frères et sœurs

Sommaire

Sigles et acronymes	i
Liste des figures	ii
Liste des tableaux	iv

Introduction	vii
---------------------	-----

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités

1. Aperçu sur l'élevage ovin en Algérie	01
2. Caractérisation phénotypique de la race Ouled Djellal	01
2.1. Type Chellala	01
2.2. Type Ouled Nail (Hodnia)	01
2.3. Type Ouled Djellal	01

Chapitre II : Physiologie testiculaire

1. Contrôle de la fonction testiculaire	03
1.1. Contrôle neuro-endocrinien de la fonction testiculaire	03
1.2. La glande pinéale	04
1.3. Mécanisme de la puberté	04
1.3.1. La spermatogenèse	04
1.3.2. La spermatocytogenèse	05
1.3.3. La méiose	05
1.3.4. La spermiogénèse	05
1.3.5. Les cellules de Sertoli	06
1.3.6. Les cellules de Leydig	06
2. Influence des facteurs hormonaux sur la reproduction	08
2.1. La mélatonine	08
2.1.1. Synthèse et catabolisme de la mélatonine	08
2.1.2. Rôle de la mélatonine dans la reproduction	09
2.2. La gonadolibérine GnRH (Gonadotropin-releasing hormone)	10
2.3. La testostérone	10
2.3.1. Rôle de la testostérone dans la fertilité	11
2.4. Les gonadostimulines	11
2.4.1. La FSH (follicle stimulating hormone)	11
2.4.2. La LH (luteinizing hormone)	11
2.5. La leptine	12
2.6. La ghréline	12
2.7. La kisspeptine	13
3. Régulation thermique testiculaire	13
4. La saisonnalité de la reproduction chez les ovins	14

Chapitre III : Les facteurs influençant la reproduction

1. Effet de la température	15
1.1. Influence de la température sur les paramètres physiologiques de l'animal	15
1.2. Influence de la température sur l'activité sexuelle du bélier	15
1.3. Effets de l'élévation de la température testiculaire	16
1.4. Effet de la chaleur du corps sur le développement des cellules germinales mâles	16
2. Impact des facteurs nutritionnels sur la reproduction	17
2.1. Effet de la supplémentation en vitamines sur la fertilité du bélier	20
2.2. Rôle des oligo- éléments dans la reproduction	20
2.3. Effet de la balance énergétique sur la reproduction	21
2.4. Effet de la sous-nutrition sur la fertilité du bélier	23
3. Influence de la latitude sur la reproduction	23
4. L'influence de la saison sur l'activité thyroïdienne	24
5. Rôle du comportement sexuel	25

Partie expérimentale

I. Situation géographique de la région d'étude	26
I.1. Région aride (CNIAAG OuledDjellal)	26
I.1.1. Conditions climatiques	26
I.1.1.1. Température	26
I.1.1.2. Pluviométrie	26
I.2. Région semi-aride (ITELV Ain M'lila)	27
I.2. 1. Conditions climatiques	27
I.2.1.1. Température	27
I.2.1.2. Pluviométrie	27
II. Matériel et Méthodes	28
II.1. Matériel	28
II.1.1. Animaux	28
II.1.2. L'alimentation des béliers	29
II.1.3. La conduite de la reproduction	29
II.2. Méthodes	29
II.2.1. Les prélèvements sanguins	29
II.2.2. Mensuration pondérale et testiculaire des béliers	30
II.2.3. Evaluation de l'état d'embonpoint	30
II.2.4. Collecte et évaluation de la semence	30
II.2.4.1. Région aride	30
II.2.4. 2. Région semi-aride	30
II.2.5. Le volume	31
II.2.6. La motilité massale	31
II.2.7. La concentration	31
II.2.8. Test de vitalité	31
II.2.9. Les anomalies spermatiques (spermocytogramme)	32
II.2.10. Dosage hormonal	32
II.2.11. Dosages biochimiques	32

II.2.11.1. Dosage du glucose (Par la méthode GOD-POD. Liquid)	32
II.2.11.2. Dosage du Cholestérol (Par la méthode Cholestérol Oxydase/Peroxydase)	33
II.2.11.3. Dosage des triglycérides	33
II.2.11.4. Dosage de l'albumine (Vert de bromocrésol. Colorimétrie)	33
II.2.11.5. Dosage de l'urée	34
II.2.11.6. Dosage de la créatinine	34
II.2.11.7. Dosage de protéines totales (par la méthode de Biuret)	34
II.2.11.8. L'activité enzymatique	34
II.2.11.8.1. Dosage de l'enzyme ALAT	34
II.2.11.8.2. Dosage de l'enzyme ASAT	35
II.2.11.8.3. Dosage de l'enzyme PAL	35
II.2.12. Analyse de l'aliment	35
II.2.12.1. Détermination de la teneur en matière sèche (% MS)	36
II.2.12.2. Broyage des échantillons	36
II.2.12.3. Détermination de la matière sèche analytique	36
II.2.12.4. Teneurs en cendres et en matière organique	36
II.2.12.5. Détermination des teneurs en matières azotées	37
II.2.12.6. La digestibilité enzymatique de la matière sèche et organique	38
II.2.12.7. Dosage de la cellulose brute	39
II.2.13. Analyses statistiques	39

RESULTATS ET DISCUSSION

I. Composition des aliments et des rations	41
I.1. Composition chimique de l'aliment	41
I.2. Besoins recommandés et besoins couverts par les rations distribuées dans les deux régions d'étude	41
II. Variations saisonnières du poids corporel et des mensurations scrotales	47
II.1. La note de l'état corporel	47
II.2. Le poids	47
II.3. La circonférence scrotale	51
II.4. La testostéronémie	56
III. Variations saisonnières des paramètres spermatiques	63
III.1. Le volume	63
III.2. La motilité massale	67
III.3. La concentration en spermatozoïdes	71
III.4. Le taux de vitalité (= % de spermatozoïdes vivants)	78
III.5. Taux de spermatozoïdes anormaux	82
III.6. Nombre de doses de semence utilisables pour l'IA obtenues /mâle / collecte	85
IV. Résultats des dosages biochimiques	87
IV.1. Variations sériques des métabolites énergétiques	87
IV.1.1. La glycémie	87
IV.1.2. Cholestérolémie	92
IV.1.3. Triglycérides	95
IV.2. Variations sériques des métabolites azotés	98
IV.2. 1. Urée	98

IV.2.2. Créatinine	101
IV.2.3. Protéines totales	104
IV.2.4. Albumine	106
IV.3. Les variations saisonnières de l'activité enzymatique	109
IV.3.1. ASAT (Aspartate Amino Transférase)	109
IV.3.2. ALAT (Alanine Amino Transférase)	112
IV.3.3. PAL (Phosphatase Alcaline)	115
V. Les analyses des corrélations de Pearson entre les paramètres étudiés	119

Conclusion

Références Bibliographiques

Annexes

Sigles et acronymes

•ALAT :	Alanine Amino Transférase
•ASAT :	Aspartate Amino Transférase
•CB :	cellulose brute
•CS :	Circonférence scrotale
•FSH :	Follicle stimulating hormone
•GnRH:	gonadotrophine-releasing hormone
•GOD	glucose- oxydase
•IA :	insémination artificielle
•LH:	luteinizing hormone
•LH-RH :	gonadotrophine-releasing hormone
•MAT :	matière azotée totale
•MM :	matière minérale
•MO :	matière organique
•MS :	matière sèche
•ng/ml :	nanogramme/millilitre
•OD :	Ouled Djellal
•PAL	phosphatase alcaline
•PDI :	Protéines digestibles dans l'intestin
•PDIN :	Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'azote
•PDIE :	Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie
•POD	Peroxydase
•Spz :	Spermatozoïde
•UF	Unité fourragère
•VS :	Versus

Liste des figures

Figure 01	Aires de répartition des races et localisation des types d'ovins en Algérie	02
Figure 02	Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule	03
Figure 03	Etapas de la spermatogenèse	05
Figure 04	Etape de la spermiogenèse a. spermatide; b, c, d. condensation du noyau, mise en place de l'acrosome, de l'apicelle intermédiaire et du flagelle	07
Figure 05	Régulation de la sécrétion de la mélatonine par la glande pinéale	08
Figure 06	Profils de la sécrétion de la LH et de la Testostérone chez les ovins	11
Figure 07	Présentation schématique des actions potentielles de la ghréline dans le contrôle de la fonction de reproduction	13
Figure 08	Cellules germinales immunopositives à la caspase-3 (flèches) dans l'épithélium séminifère d'une souris (a) témoin et (b) traitées après 16 h suite au dernier traitement thermique (37 -38.8C° pendant 8h/ jour pendant 3 jours consécutifs)	17
Figure 09	Schéma de l'utilisation de l'énergie par les ovins	18
Figure 10	résumé de l'hypothèse générale illustrant les interactions entre le métabolisme et la régulation hormonale	19
Figure 11	Schéma simplifié de la digestion des matières azotées par le ruminant	20
Figure 12	Le modèle de Bronson : les aires grisées représentent l'évolution du degré de photosensibilité des populations animales en fonction de l'espérance de vie des espèces considérées	24
Figure 13	Variations du poids en zone aride	48
Figure 14	Variations du poids en zone semi-aride	48
Figure 15	Variations de la CS en zone aride	52
Figure 16	Variations de la CS en zone semi – aride	52
Figure 17	Variations de la testostérone en zone aride	57
Figure 18	Variations de la testostérone en zone semi-aride	57
Figure 19	Variations du volume en zone aride	64
Figure 20	Variations du volume en zone semi-aride	64
Figure 21	Variations de la motilité massale en zone aride	68
Figure 22	Variations de la motilité massale en zone semi –aride	68
Figure 23	Variations de la concentration en spz en zone aride	72
Figure 24	Variations de la concentration en spz en zone semi –aride	72

Figure 25	Variations de la vitalité en zone aride	79
Figure 26	Variations de la vitalité en zone semi-aride	79
Figure 27	Variations du taux de spz anormaux en zone aride	83
Figure 28	Variations du taux de spz anormaux en zone semi-aride	83
Figure 29	Variations des doses de semence pour IA/collecte en zone aride	86
Figure 30	Variations des doses de semence pour IA/collecte en zone semi-aride	86
Figure 31	Variations saisonnières de la glycémie en zone aride	89
Figure 32	Variations saisonnières de la glycémie en zone semi- aride	89
Figure 33	Variations saisonnières du Cholestérol en zone aride	93
Figure 34	Variations saisonnières du Cholestérol en zone semi-aride	93
Figure 35	Variations saisonnières des Triglycérides en zone aride	96
Figure 36	Variations saisonnières des Triglycérides en zone semi-aride	96
Figure 37	Variations saisonnières de l'urée en zone aride	99
Figure 38	Variations saisonnières de l'urée en zone semi-aride	99
Figure 39	Variations saisonnières de la créatinine en zone aride	102
Figure 40	Variations saisonnières de la créatinine en zone semi-aride	102
Figure 41	Variations saisonnières des Protéines totales en zone aride	105
Figure 42	Variations saisonnières des Protéines totales en zone semi-aride	105
Figure 43	Variations de l'albumine en zone aride	107
Figure 44	Variations de l'albumine en zone semi-aride	107
Figure 45	Variations de l'ASAT en zone aride	110
Figure 46	Variations de l'ASAT en zone semi-aride	110
Figure 47	Variations de l'ALAT en zone aride	113
Figure 48	Variations de l'ALAT en zone semi-aride	113
Figure 49	Variations de la phosphatase alcaline (PAL) en zone aride	116
Figure 50	Variations de la phosphatase alcaline (PAL) en zone semi- aride	116

Liste des tableaux

Tableau 01	Durée de la spermatogenèse chez quelques espèces animales	07
Tableau 02	Influence des carences alimentaires sur la reproduction chez le mâle	21
Tableau 03	Exigences nutritionnelles des béliers adultes à l'entretien et à la préparation à l'accouplement	22
Tableau 04	Répartitions mensuelles des moyennes des températures et des durées d'éclairement solaire dans la wilaya de Biskra	26
Tableau 05	Répartitions mensuelles des moyennes des températures et des durées d'éclairement solaire dans la wilaya d'Oum El Bouaghui	27
Tableau 06	Programme du suivi sanitaire prophylactique (vaccinations et traitements antiparasitaires systématiques) et conduite de la reproduction au niveau de l'ITELV.	28
Tableau 07	Résultats d'analyse de l'aliment distribué aux animaux au niveau des deux régions	41
Tableau 08	Besoins recommandés et besoins couverts par les rations distribuées en région aride	42
Tableau 09	Besoins recommandés et besoins couverts par les rations distribuées en région semi-aride	42
Tableau 10	Variations saisonnières du poids corporel des béliers en régions aride et semi-aride	48
Tableau 11	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations du poids corporel	49
Tableau 12	Variations saisonnières de la circonférence scrotale (cm) des béliers en régions aride et semi-aride	51
Tableau 13	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations de la circonférence scrotale	52
Tableau 14	Variations saisonnières de la testostéronémie (ng/ mL) en régions aride et semi-aride	57
Tableau 15	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations de la testostéronémie	58
Tableau 16	Variations saisonnières du volume spermatique (ml) en régions aride et semi-aride	63
Tableau 17	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations du volume de la semence collectée	64
Tableau 18	Variations saisonnières de la motilité massale (0-5) en régions aride et	67

	semi-aride	
Tableau 19	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations de la motilité massale	68
Tableau 20	Variations saisonnières de la concentration en spz ($\times 10^9$ /ml) en régions aride et semi-aride	72
Tableau 21	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations de la concentration en spz	73
Tableau 22	Variations saisonnières du taux (%) de spermatozoïdes vivants en régions aride et semi-aride.	79
Tableau 23	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations du taux de spz vivants	79
Tableau 24	Variations saisonnières du taux (%) de spermatozoïdes anormaux en régions aride et semi-aride	82
Tableau 25	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations du taux de spz anormaux	83
Tableau 26	Nombre moyen de doses de semence fraiche utilisables en IA par mâle et par collecte en zones aride et semi-aride	86
Tableau 27	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations du nombre moyen de doses de semence pour IA	87
Tableau 28	Variations saisonnières de la glycémie (g/L) en régions aride et semi-aride	88
Tableau 29	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations de la glycémie	89
Tableau 30	Variations saisonnières du cholestérol (g/L) en régions aride et semi-aride	93
Tableau 31	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations de la cholestérolémie	94
Tableau 32	Variations saisonnières de la Triglycéridémie (g/L) en régions aride et semi-aride	96
Tableau 33	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations de la Triglycéridémie	96
Tableau 34	Variations saisonnières de l'urémie (g/L) en régions aride et semi-aride	98
Tableau 35	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations de l'urémie	99
Tableau 36	Variations saisonnières de la créatinémie (mg/L) en zones aride et semi-	102

	aride	
Tableau 37	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations de la créatinémie	102
Tableau 38	Variations saisonnières de la protéinémie (g/L) en zones aride et semi-aride	104
Tableau 39	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations de la protéinémie	105
Tableau 40	Variations saisonnières de l'albuminémie (g/L) en régions aride et semi-aride	107
Tableau 41	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations de l'albuminémie	108
Tableau 42	Variations saisonnières de l'ASAT (UI/l) en régions aride et semi-aride	110
Tableau 43	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations du taux d'ASAT	110
Tableau 44	Variations saisonnières de l'ALAT (UI/l) en régions aride et semi-aride	112
Tableau 45	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations du taux d'ALAT	113
Tableau 46	Variations saisonnières de l'enzyme PAL (UI/l) en régions aride et semi-aride	116
Tableau 47	Analyse de variance à deux facteurs (saison-région- saison*région) des variations du taux de la phosphatase alcaline	117
Tableau 48	Matrice de corrélation de Pearson entre la concentration sérique en testostérone, poids, circonférence scrotale, les paramètres spermatiques et les paramètres biochimiques en région aride.	119
Tableau 49	Matrice de corrélation de Pearson entre la concentration sérique en testostérone, poids, circonférence scrotale, les paramètres spermatiques et les paramètres biochimiques en région semi-aride.	120
Tableau 50	Matrice de corrélation de Pearson entre la concentration sérique en testostérone, poids, circonférence scrotale, les paramètres spermatiques et les paramètres biochimiques en régions aride et semi-aride.	121

Introduction

Introduction

En Algérie, l'élevage de moutons constitue environ 80 % de la production animale et est estimée à 21.4 million de tête et fournit plus de 50% de la production en viande rouge (Harkat *et al.*, 2015). La race blanche Ouled Djellal constitue 58 % du cheptel ovin Algérien et est la race la plus adaptée au milieu steppique présentant des qualités exceptionnelles pour la production de viande et de laine (Nedjraoui, 2003). Toutefois, l'application de méthodes et techniques permettant de tirer le meilleur profit des capacités reproductives des animaux nécessite une connaissance de la fonction de reproduction (Issa *et al.*, 2001). Dès lors, la connaissance de la qualité du sperme permet d'agir sur les facteurs de reproduction en vue d'améliorer génétiquement la race et d'augmenter la productivité numérique du troupeau (Haye *et al.*, 2004). Les variations saisonnières en reproduction chez les mammifères est une adaptation aux changements annuels de l'environnement (Bronson, 1989) ; par conséquent elles constituent un facteur important qui influence la quantité et la qualité spermatique. La testostérone est l'hormone la plus importante de la reproduction chez le bélier, car elle est reliée à la spermatogénèse et au comportement sexuel de ce dernier. Par ailleurs, les niveaux sanguins varient selon la race, l'âge, la nutrition et la saison (Hassanin *et al.*, 2013).

L'élevage ovin en Algérie occupe une place importante sur le plan économique et social. Il est essentiellement extensif et très dépendant des conditions climatiques. Par conséquent les performances de reproduction chez l'agneau et le bélier sont sujettes à d'importantes variations liées à divers facteurs intrinsèques et extrinsèques. Ainsi, la photopériode constitue le principal facteur surtout dans les hautes latitudes, où il existe un rythme circannuel endogène d'accroissement d'activité, de régression et d'inactivité des testicules ; et que, la variation du volume testiculaire entre espèces peut être en rapport aussi avec les différences dans le ratio spermatogénétique du tissu interstitiel (Setchell and Breed, 2006).

Sachant que, dans les régions tempérées la saison d'activité sexuelle est plus ou moins longue du fait des conditions climatiques et nutritionnelles qui sont plus favorables (Cameron, 2008). Ainsi, les races originaires des latitudes se situant entre 35°N et 35°S, qui englobent les régions méditerranéennes, ont tendance à se reproduire toute l'année ; alors que, celles des latitudes supérieures à 35° sont normalement saisonnées et dont l'activité sexuelle est initiée par la baisse de la durée du jour (Rosa and Bryant, 2003). Le climat des régions méditerranéennes caractérisé par la saisonnalité de la disponibilité alimentaire (influencée par des hivers froids et tempérés et des étés secs), qui associée à la perte du poids par le mouton en automne favorise la saison de l'accouplement naturel. Raisons pour lesquelles, les espèces méditerranéennes sont mieux adaptées aux conduites reproductrices à cause de leur

saisonnalité reproductrice réduite, et que leur réponse à la photopériode peut être modulée par d'autres facteurs environnementaux (nutrition) (Menassol *et al.*, 2011) ou sociaux (effet bélier), leur permettant d'être adaptées aux productions intensives par accélération des mises bas (Forcada and Abecia, 2006). Etant donné que, le bélier ne montre pas de saison d'accouplement restreinte avec une plus grande activité sexuelle en automne et son déclin en fin d'hiver, printemps et été. Toutefois, diminuer (ou raccourcir) la longueur du jour stimule la sécrétion de FSH, de LH et de la testostérone et inversement (Jainudeen, Wahid and Hafez, 2000). Certaines études indiquent que les performances des béliers sont aussi modulées par les apports alimentaires avant et au cours de la lutte avec une interaction entre la saison et la nutrition. Néanmoins, il semble être accepté que les animaux sous-nourris présentent des niveaux de reproduction inférieurs à ceux correctement nourris. La sous-nutrition peut entraîner des effets sur les taux circulants des hormones ; où les carences nutritionnelles provoquent une diminution du niveau circulant de la testostérone et de la LH, chez le taureau et le bélier (Lahlou-Kassi *et al.*, 1989).

La testostérone est la principale hormone androgène chez le mâle, elle est principalement produite au niveau des cellules de Leydig des testicules chez le bélier, toute fois, son dosage associé à celui des hormones glycoprotéiques, LH et FSH permet de différencier une insuffisance testiculaire d'une insuffisance hypophysaire.

En Algérie, très peu d'études ont été menées sur le profil hormonal chez le bélier de race Ouled Djellel (Boucif *et al.*, 2007); c'est pourquoi notre travail se propose d'étudier l'influence des variations du profil hormonal en fonction de la saison et de la région sur les performances reproductives du bélier. La plupart des ovins montrent un profil saisonnier dans l'activité reproductrice. La connaissance des paramètres de reproduction des femelles et des mâles permet l'amélioration des performances de reproduction des animaux (Chafri, 2009). Les estimations biochimiques du sérum sanguin sont utilisées pour l'évaluation de la semence, car l'évaluation des caractéristiques du sperme seule n'est pas entièrement satisfaisante pour la semence utilisée en pratique actuelle de l'insémination artificielle (Gündogan et Serteser, 2005). Ainsi, notre étude s'est portée sur la relation entre l'évaluation de certains paramètres biochimiques sanguins et leur relation avec certains paramètres spermatiques des béliers Ouled Djellal sous les conditions des zones arides et semi-arides, étant donné que l'évaluation biochimique du sang de bélier et sa relation avec les caractéristiques du sperme sont inconnues.

L'étude s'est déroulée au niveau de deux régions représentatives (arides et semi arides), sur un effectif appréciable d'animaux, de différents âges et conformations.

Le présent travail s'est proposé d'étudier :

- le statut nutritionnel.
- les modifications physiques du testicule (circonférence scrotale).
- les modifications physiologiques (concentration des hormones sexuelles) par dosage de la testostérone ainsi que le dosage biochimique.
- l'évaluation des aspects qualitatifs et quantitatifs de la semence de bélier de race Ouled Djellal.
- Rechercher l'existence de particularités qui marquent la différence avec l'endocrinologie des béliers des autres races étudiées, et d'étudier les liens entre le climat de la zone aride et semi - aride et les paramètres spermatiques, hormonaux et biochimiques dans les deux différentes zones.

Synthèse
bibliographique

Chapitre I : Généralités

Chapitre I : Généralités

1. Aperçu sur l'élevage ovin en Algérie

La steppe Algérienne, située entre l'atlas tellien au nord et l'atlas saharien au sud, est considérée comme une région particulièrement pastorale qui supporte un cheptel ovin près de quinze millions de têtes. Ainsi, le pastoralisme y constitue le principal système de production, tout en étant un mode de vie caractérisé par l'utilisation des ressources naturelles (Kanoun *et al.*, 2007).

L'élevage ovin en Algérie est conduit en grande majorité d'une manière traditionnelle. En effet, des enquêtes menées auprès des éleveurs ont permis de constater une très grande variabilité entre les individus dans les élevages. En dépit des efforts et des programmes de soutien de l'Etat dans le domaine de l'élevage, la conduite extensive de la majorité du cheptel national et la faible organisation de la profession ont réduit les impacts par rapport à la productivité où très peu d'actions sont concrétisées en matière d'amélioration des performances. De plus, les quelques associations d'élevage et de protection des races qui existent sont faiblement actives et peu informées en la matière (INFO élevage, 2012).

2. Caractérisation phénotypique de la race Ouled Djellal

Parmi les huit races ovines majeures algériennes, la Ouled Djellal réputée pour être la meilleure race à viande, est largement plébiscitée (Harkat *et al.*, 2015). C'est la plus importante et la plus intéressante des races ovines algériennes. C'est une race entièrement blanche, à laine et à queue fine, de taille haute, à pattes longues et puissantes favorisant son aptitude à la marche surtout dans les vastes espaces steppiques où est concentré la majorité de l'élevage. Elle craint les grands froids (Chellig, 1986). C'est un véritable mouton de la steppe et le plus adapté au nomadisme, avec une aptitude avérée aux régions arides. Il existe trois variétés principales :

2.1. Type Chellala : Représente 5-10 % de la population de la Ouled Djellal. Taguine, Oued Touil, Boghari.

2.2. Type Ouled Nail (Hodnia): Représente 70% de la population de la Ouled Djellal, plus recherché par les éleveurs à cause de son poids corporel. Djelfa, Sidi Aissa, Boussaâda, M'Sila, Barika, Sétif, Ain M'Lila et Ain Beida.

2.3. Type Ouled Djellal : Représente 16% de la population de la Ouled Djellal. Mouton longiligne, haut sur pattes, adapté au grand nomadisme. Ce type utilise très bien les parcours Zibans, Biskra et Touggourt (CRSTRA, 2015).



Figure 01. Aires de répartition des races et localisation des types d'ovins en Algérie (Gredaal, 2008).

Chapitre II :
Physiologie de la reproduction

Chapitre II : Physiologie de la reproduction

1. Contrôle de la fonction testiculaire

1. 1. Contrôle neuro-endocrinien de la fonction testiculaire

La fonction de reproduction est régulée par l'interaction entre l'hypothalamus, l'hypophyse et les gonades, qui forment l'axe gonadotrope ou reproducteur (Tena-Sempere et Huhtaniemi, 2003). L'hormone hypothalamique GnRH stimule la synthèse et la libération des gonadostimulines hypophysaires FSH et LH dont l'action est renforcée par deux autres hormones : l'hormone de croissance et la prolactine.

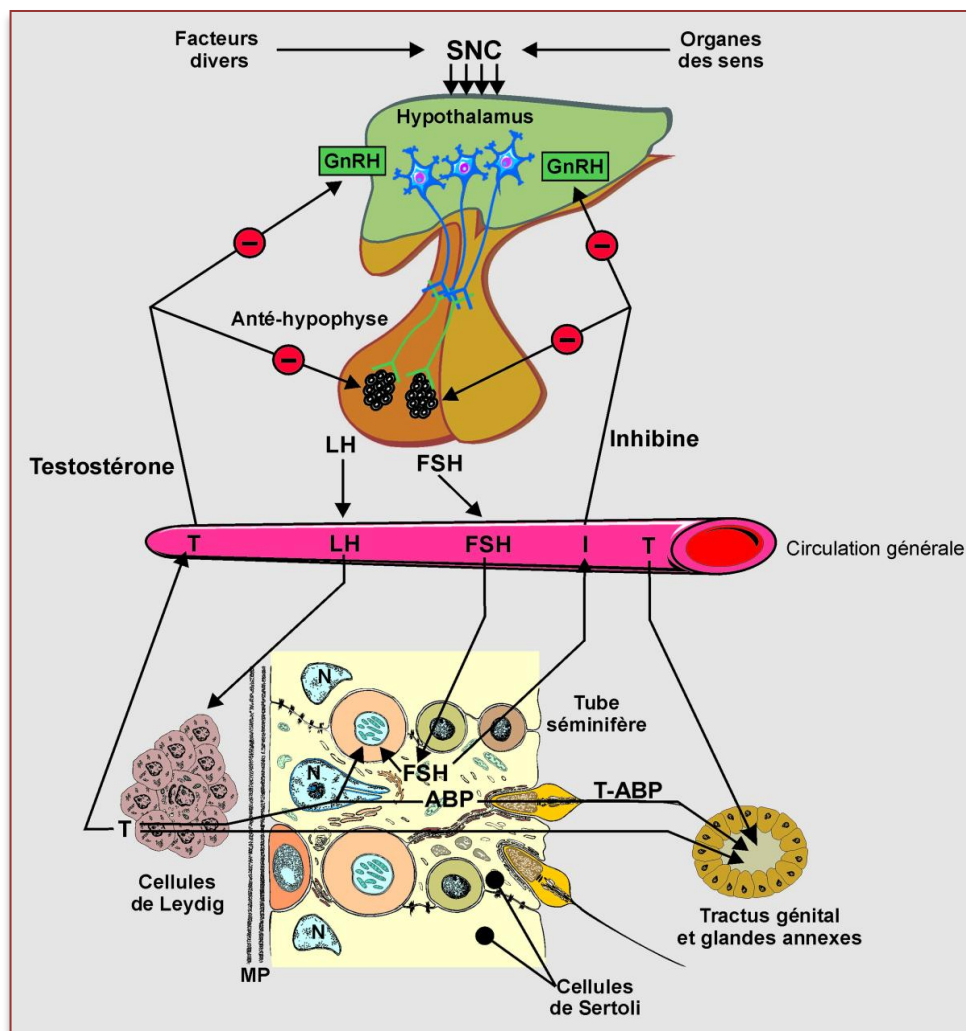


Figure 02.Complexe hypothalamus-hypophyse-testicule (SNC : système nerveux central ; T : testostérone ; I : inhibine ; ABP : Androgen Binding Protein ; MP : membrane plasmique) (Mieusset *et al.*, 1995).

1.2. La glande pinéale

La glande pinéale est un lien essentiel dans l'axe photopériodique. Il reçoit une riche innervation du système nerveux autonome, provenant principalement de cellules dans le ganglion cervical supérieur (SCG). L'interruption de cette voie bloque complètement la réponse photopériodique aux changements de longueur de jour dans un nombre d'espèces, démontrant ainsi que les informations photopériodiques traitées doivent atteindre la glande par cette voie (Hastings *et al.*, 2006).

1.3. Mécanisme de la puberté

La puberté est une phase très importante dans la vie de l'animal, souvent négligée. Une apparition précoce de la puberté chez les ovins entraîne un allongement de la carrière de reproduction, alors qu'une puberté tardive résulte d'un retard dans la production de la première progéniture et donc à une augmentation de l'intervalle entre générations, principalement en une diminution de la productivité numérique (Boussena *et al.*, 2016).

(Bonnes *et al.*, 2005) affirment que la production des spermatozoïdes et l'apparition du comportement sexuel déterminent l'initiation à la puberté à l'âge de 5 à 6 mois, qui varie selon plusieurs facteurs tels que la race et la saison de naissance. Salhab *et al.* (2002) ont rapporté que les différentes mesures testiculaires sont plus corrélées à l'âge qu'au poids chez les agneaux en croissance. En général, le développement sexuel de l'agneau semble être plus étroitement associé à la croissance corporelle qu'à l'âge des agneaux à la puberté, et est probablement lié au génotype (Belibasaki et Kouimtzis, 2000)

1.3.1. La spermatogenèse

Une fois que la puberté est établie, le premier signe est la production de spermatozoïdes. Cette production de gamètes commence, à partir de cellules souches auto-renouvelables, dans les tubes séminifères des testicules, débutant de la puberté et continue tout au long de la vie de l'animal. Ce processus complexe de développement de cellules germinales est appelé spermatogenèse et comporte des subdivisions ou des phases appelées spermatocytogenèse, méiose, spermiogenèse et spermiation. Tous ces événements se déroulent dans les tubes séminifères, qui constituent un processus chronologique par lequel les spermatogonies se divisent par mitose pour conserver leur propre nombre et subissent une méiose pour produire des spermatides haploïdes qui se différencient (sans autre division) en spermatozoïdes. La spermatogenèse dure en moyenne 49 jours chez le bélier (Holstein *et al.*, 2003).

1.3.2. La spermatocytogenèse

Cette phase correspond à la différenciation des spermatozoïdes à partir des cellules souches de renouvellement. Quatre à cinq générations de cellules germinales sont disposées en couches au niveau de l'épithélium séminal, une génération de cellules jeunes le long de la membrane basale du tube séminifère et une autre génération de cellules mûres qui bordent la lumière du tube. Ces transformations vont débiter à la puberté et les spermatogonies par mitoses donnent naissance aux spermatogonies de type A et B qui subissent les premiers stades de la méiose et prennent le nom de spermatocytes I (Dadoune et Demoulin, 2001).

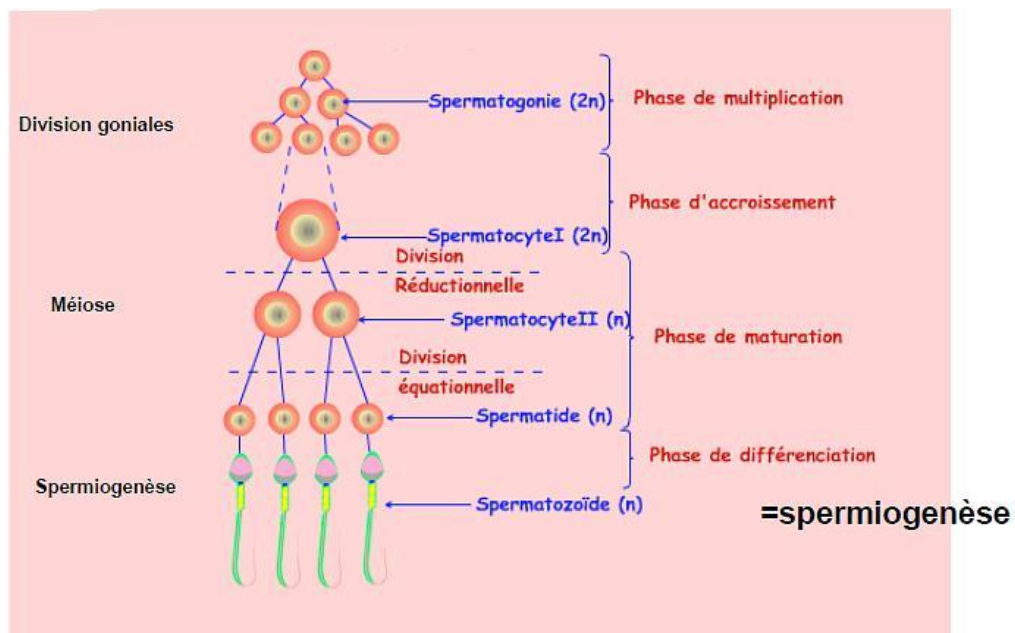


Figure 03. Etapes de la spermatogénèse (Blancou *et al.*, 2011)

1.3.3. La méiose

A la fin de la première phase de division méiotique les spermatocytes I se transforment en spermatocytes II (première méiose réductionnelle), ensuite la deuxième division donne naissance aux cellules haploïdes : spermatozoïdes, au total on aura quatre spermatozoïdes à partir de deux spermatocytes II. Cette étape de division est caractérisée par la réduction du nombre chromosomes de $2n$ à n chromosomes.

1.3.4. La spermiogénèse

C'est la phase de différenciation durant laquelle les spermatozoïdes se transforment en cellules spécialisées dans la reproduction : spermatozoïdes. Ce phénomène ne comporte pas de division cellulaire mais uniquement des transformations nucléaires et cytoplasmiques des spermatozoïdes (Sobotta, 2004). C'est une étape essentielle dont dépend, dans une large mesure, la

qualité finale des gamètes. Au niveau du noyau, les transformations essentielles sont l'élongation et l'aplatissement dorso ventral de celui-ci. Des anomalies dans la transformation du noyau produisent les anomalies observées dans le sperme éjaculé. La formation de l'acrosome, pièce essentielle du spermatozoïde, a lieu pendant la spermiogénèse et, à la fin de celle-ci, l'acrosome s'aplatit pour recouvrir environ les deux tiers du noyau, alors constitué d'ADN compacté. La dernière partie importante du spermatozoïde, l'appareil locomoteur, est également formé durant cette étape. Il est composé du cou et de la queue. La libération du spermatozoïde dans la lumière des tubes séminifères est l'étape finale de la spermatogénèse (Baril *et al.*, 1993).

1.3.5. Les cellules de Sertoli

Ces cellules font partie de l'épithélium germinale, sont prismatiques et sont reliées par des zones spécialisées de jonctions serrées de membranes cellulaires séparant l'épithélium germinale dans un compartiment basal et un compartiment adluminal. Ces zones spécialisées appelées jonctions serrées forment la barrière hémato-testiculaire du testicule, au cours de la maturation (autour de la puberté), les cellules germinales franchissent cette barrière pour pénétrer dans le compartiment adluminal (Griswold et McClean, 2006).

Les cellules de Sertoli ont une fonction de support et de nutrition des cellules germinales au cours des différentes phases. Elles participent dans le processus de spermiation, elles sont chargées de l'organisation du passage des spermatides matures dans la lumière tubulaire. Elles ont aussi pour rôle la production de substances endocrines et paracrines qui interviennent dans la régulation de la spermatogénèse. Ces cellules secrètent la protéine liant les androgènes (ABP), qui est essentielle pour le maintien de l'épithélium des canaux, où les spermatozoïdes seront transportés.

La production de sperme chez le mâle adulte exige l'implication des cellules de Sertoli et l'initiation de la première vague spermatogène, ces événements se produisent pendant la vie fœtale et postnatale précoce. Le nombre de cellules de Sertoli établies au cours de la période prépubertaire détermine la taille testiculaire finale et le nombre de spermatozoïdes produits chez des animaux sexuellement matures. Cela se produit car la division des cellules de Sertoli s'arrête et son nombre devient stable avant la puberté (Nazari-Zenouz *et al.*, 2016).

1.3.6. Les cellules de Leydig

L'augmentation prépubertaire et pubertaire du nombre de cellules de Leydig dans les testicules après naissance semble provenir de deux mécanismes, différenciation des cellules mésenchymateuses en cellules de Leydig et la division mitotique des cellules de Leydig nouvellement formées (Rana et Bilaspuri, 2004). Nazari-Zenouz *et al.* (2016) affirment que la

prolifération des cellules de Leydig et de Sertoli après la naissance est suivie par la différenciation des cellules de Leydig qui entraîne une augmentation de la synthèse de la testostérone ; diminution de la mitose et induction de la différenciation de la cellule de Sertoli.

Tableau 01. Durée de la spermatogenèse chez quelques espèces animales et l'homme (Lostro, 1992)

Espèces	Durée de spermatogenèse (jours)
Taureau	61
Etalon, Bélier	49
Bouc	34
Lapin	51
Verrat	40
Chien	54
Chat	35
Rat	35.2
Homme	74

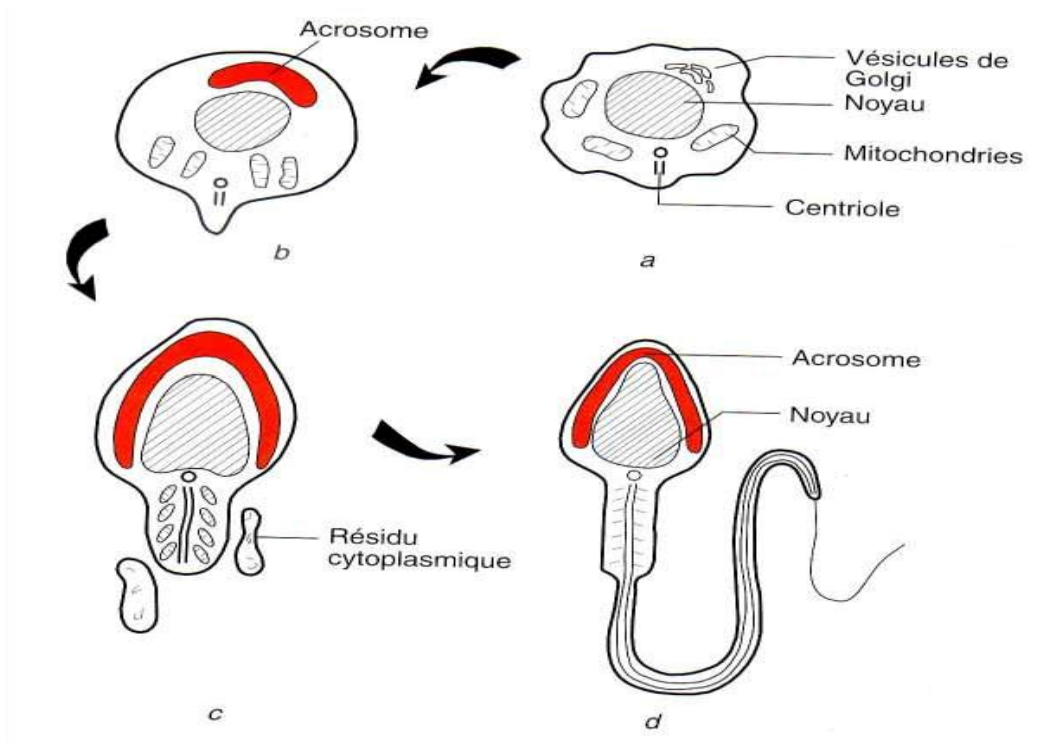


Figure 04. Etape de la spermiogenèse a. spermatide; b, c, d. condensation du noyau, mise en place de l'acrosome, de la pièce intermédiaire et du flagelle (Sobotta, 2004).

2. Influence des facteurs hormonaux sur la reproduction

2.1. La mélatonine

La mélatonine a été découverte en 1958 par le dermatologue américain Aaron Lerner et son collègue de travail comme un facteur d'éclairage de la peau des amphibiens dans des extraits de glandes pinéales bovines. Lerner avait nommé la molécule mélatonine car elle induit une contraction des mélanophores stellaires des amphibiens. Par la suite, la mélatonine a été identifiée dans un large spectre d'organismes, bactéries, champignons, plantes, protozoaires, invertébrés et vertébrés, y compris l'homme (Jolanta *et al.*, 2009).

2.1.1. Synthèse et catabolisme de la mélatonine

La mélatonine (N- acetyl-5- methoxytryptamine), sécrétée surtout par l'épiphyse, est produite aussi par les cellules du système immunitaire et par d'autres cellules, mais en petite quantité. Elle assure la régulation de la reproduction et elle est anti oxydante, anti inflammatoire. Chez les petits ruminants les taux plasmatiques de mélatonine sont faibles le jour (<5 mg/ml) et élevés la nuit (100-500 mg/ml chez les ovins, 50-150 mg/ml chez les caprins) (Meyer, 2009).

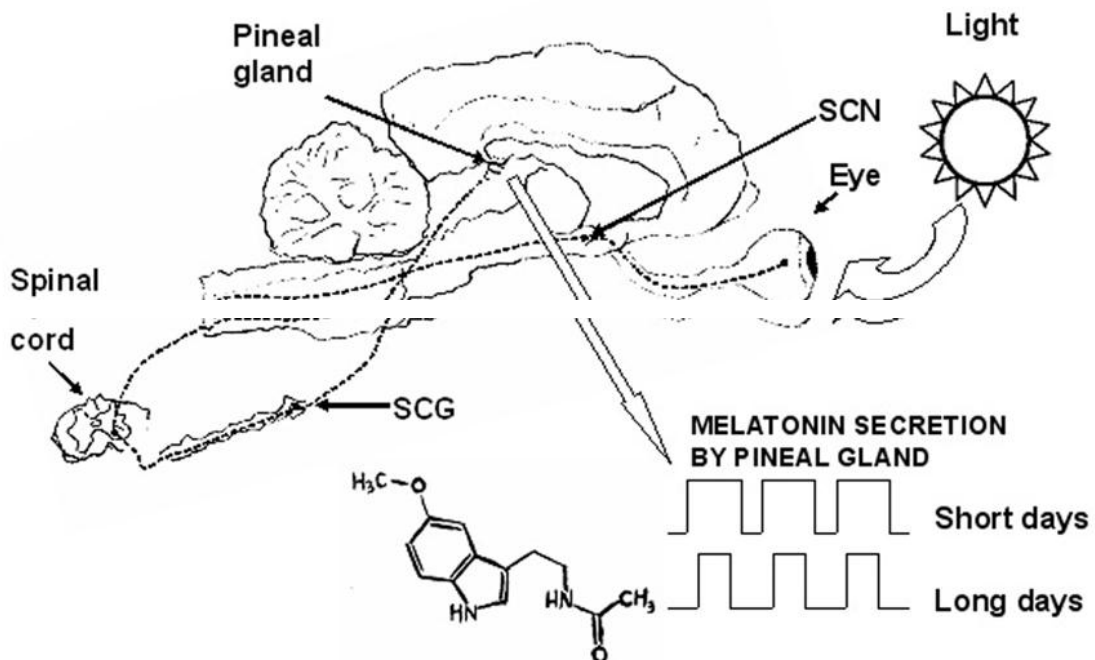


Figure 05. Régulation de la sécrétion de la mélatonine par la glande pinéale (Ungerfeld and Bielli, 2012).

2.1.2. Rôle de la mélatonine dans la reproduction

Chez les mammifères, le signal photopériodique est perçu uniquement par les yeux qui transmettent, par voie synaptique, le signal photonique à la glande pinéale, laquelle transforme ce dernier en un signal chimique : la synthèse et la sécrétion de mélatonine. Celle-ci est synthétisée uniquement pendant la nuit et essentiellement par la glande pinéale chez les mammifères, la mélatonine est délivrée au système nerveux central via le liquide cébrospinal et aux tissus périphériques via la circulation générale. Pour contrôler l'activité de reproduction chez le mouton, la mélatonine agit sur l'hypothalamus pré-mamillaire au sein duquel elle se lie à des récepteurs spécifiques puis stimule, environ 45 j après le début de l'imprégnation, l'activité pulsatile du couple LHRH-LH, lequel, à son tour, pilote l'activité gonadique, puis comportementale (Malpaux, 2006). Chez les ruminants, les taux plasmatiques de mélatonine sont faibles le jour (<5 mg/ml) et élevés la nuit (100-500 mg/ml chez les ovins, 50-150 mg/ml chez les caprins). Lorsque la durée de la nuit augmente, la mélatonine a un taux plasmatique élevé plus longtemps (Meyer, 2009).

L'information lumineuse perçue par la rétine est traduite en message nerveux qui sera acheminé jusqu'à la glande pinéale qui le traduira en un signal endocrinien par une libération de la mélatonine dans le sang et le liquide céphalo-rachidien. Cette hormone n'est sécrétée que pendant la nuit, cependant, la durée de sa sécrétion permet aux systèmes neuro endocriniens des animaux de mesurer la durée du jour (Karsch *et al.*, 1984).

Les observations rapportées dans l'étude de Rosa *et al.* (2012) suggèrent que le traitement des béliers par des implants de mélatonine à libération constante utilisés à la fin du printemps, peut être un suffisant stimuli pour activer les réponses hormonales (testostérone et LH) et comportementale (libido); mais n'a pas d'influence sur la croissance des testicules et la production de sperme.

La mélatonine produite par la glande pinéale constitue seulement une fraction de la mélatonine totale, comme elle peut également être synthétisée dans divers tissus extra pinéale, y compris le tractus gastro-intestinal dont la quantité de mélatonine élaborée est plus grande que celle produite dans la glande pinéale. D'autres tissus corporels peuvent également synthétiser de la mélatonine, tels que l'œil, lymphocytes, moelle osseuse et la peau, qui peut être considérée comme le plus grand organe dans le corps qui synthétise la mélatonine ainsi que le follicule ovarien, qui présente des niveaux plus élevés que ceux trouvés dans le plasma sanguin.

Cependant, cette mélatonine extra pinéale n'est pas libérée dans le sang et pourrait avoir une fonction antioxydante (Cebrian *et al.*, 2014)

2.2. La gonadolibérine « GnRH (Gonadotropin-releasing hormone) »

La GnRH (Gonadotropin-releasing hormone) est considérée comme l'hormone clé, car elle contrôle la sécrétion de la LH (Luteinizing Hormone) et FSH (Follicle stimulating Hormone) par l'hypophyse et qui sont impliquées dans la fonction reproductrice du mâle (Kah *et al.*, 2004). La synthèse de la GnRH a lieu dans les neurones du noyau arqué de l'hypothalamus médiobasal antérieur. La GnRH est libérée au niveau de l'imminence médiane par exocytose dans le système vasculaire porte qui lie cette partie de l'hypothalamus aux cellules hypophysaires. L'existence de ce système porte et la faible demi vie de la GnRH naturelle sont en liaison avec la pulsativité de la libération de la GnRH et la pulsativité de la réponse hypophysaire par libération de la LH (Kessler, 2001).

2.3. La testostérone

La testostérone est un médiateur clé dans l'expression de nombreux traits morphologiques et comportementaux des mammifères, mais les facteurs qui modulent la variation individuelle des niveaux circulants de testostérone sont encore mal compris (Preston *et al.*, 2012). Walkden-Brown *et al.*, 1999 ; Kridli *et al.*, 2006 ont affirmé que le niveau de testostérone dans la circulation sanguine des béliers varie selon la race, l'âge, la nutrition, la saison et les manifestations d'œstrus chez les brebis.

L'étude de Maksimovic *et al.* (2016) a montré une corrélation significative entre le niveau de testostérone dans le sérum sanguin des béliers et leur âge, avec une variabilité élevée dans le niveau de testostérone (CV de 30,91% à 100,64%). Le caractère variable des niveaux de testostérone dans le sang de béliers et l'effet significatif de l'âge entre 2 et 14 mois ont été établis dans la recherche menée par Elmaz *et al.* (2007), avec les valeurs les plus faibles enregistrées entre 80 et 100 jours, et des valeurs plus élevées entre les âges de 260 et 300 jours. Ces résultats ont été également relevés dans les travaux de Wilson et Lapwood (1979) et d'Ungerfeld et Gonzalez-Pensado (2008), qui ont montré une augmentation du niveau de testostérone avec l'âge et les fluctuations qui les accompagnent. Preston *et al.* (2012) ont rapporté que la production de testostérone a changé pendant la vie des béliers, avec des niveaux croissants d'hormones de la naissance jusqu'à leur pleine maturité sexuelle pour diminuer après. Cependant, la sécrétion de testostérone est activée par des stimuli externes comme l'odeur, cependant la sécrétion d'androgènes est directement en corrélation avec la production de phéromones (Kish, 2008).

2.3.1. Rôle de la testostérone dans la fertilité

La testostérone n'a qu'un faible effet au début du cycle spermatogénétique (production de spermatoocytes), maintient quantitativement la méiose et la spermiogenèse, mais la différenciation des spermatides dépend des informations stockées au début de la méiose et nécessite le soutien de la testostérone (Courot *et al.*, 1981).

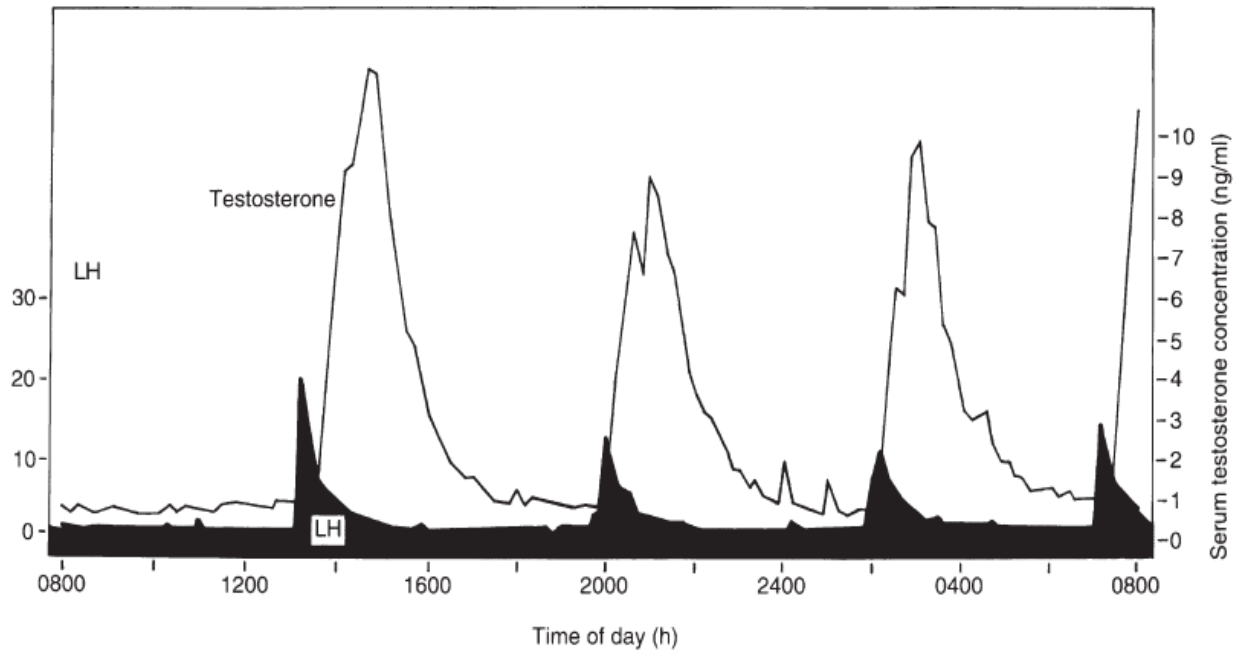


Figure 06. Profils de la sécrétion de la LH et de la Testostérone chez les ovins (Noakes *et al.*, 2001).

2.4. Les gonadostimulines

2.4.1. La FSH (follicle stimulating hormone)

La FSH et la LH stimulent des récepteurs spécifiques présents au niveau des gonades, qui, par l'intermédiaire des protéines G, activent l'adénylcyclase et favorisent notamment la transformation du cholestérol en prégnénolone. La FSH, la LH et la gonadotrophine chorionique, tout comme la thyroestimuline, sont des glycoprotéines hétérodimériques formées de deux sous-unités α et β reliées par des liaisons non covalentes, de poids moléculaire d'environ 30kDa (kilodalton). La FSH intervient dans la spermatogenèse, elle a une action gamétogénique avec peu d'effets sur l'hormonogenèse (Bensaid, 2009).

2.4.2. La LH (luteinizing hormone)

La LH, également appelée ICSH (interstitial cell stimulating hormone), stimule la synthèse et la sécrétion de testostérone par le testicule. Les variations de sécrétion des hormones gonadotropes en particulier l'hormone lutéinisante : LH sont à l'origine des modifications

saisonniers de l'activité sexuelle (Karsch *et al.*, 1984). La sécrétion de cette hormone ne se fait pas d'une manière continue mais caractérisée par une succession de décharges rapides ou pulses, correspondant à une augmentation rapide des concentrations sanguines de l'hormone suivie d'une baisse rapide causée par sa courte demi-vie (Bensaid, 2009).

La spermatogénèse est liée aux variations des taux hormonaux circulants. Cependant, il existe une corrélation positive entre le nombre de spermatogonies qui se renouvellent et les teneurs sanguines en LH chez le bélier adulte (Courot *et al.*, 1981). L'expérience de (Fernandez-Abella *et al.*, 1999) démontre que la sécrétion de LH n'est pas un bon paramètre indicateur pour prédire la production spermatique.

2.5. La leptine

Est une hormone sécrétée par le tissu adipeux, agissant par l'intermédiaire de récepteurs disséminés dans l'organisme. En plus de son rôle dans la satiété, l'équilibre énergétique et la thermorégulation, joue un rôle essentiel dans la reproduction. Elle agit sur l'hypothalamus par la régulation de la sécrétion de la LHRH (Luteinizing Hormone Releasing Hormone), module la sécrétion des gonadotrophines au niveau hypophysaire et a également une action directe sur les gonades (Bruneau *et al.*, 1999).

2.6. La ghréline

Tena-Sempere (2005) avait décrit les effets de la ghréline sur l'axe des gonadotrophines, au niveau hypothalamique et hypophysaire. Ses actions biologiques peuvent inclure la régulation de la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus, ainsi que la modulation de la libération de la gonadotrophine et la réactivité à la GnRH par l'hypophyse.

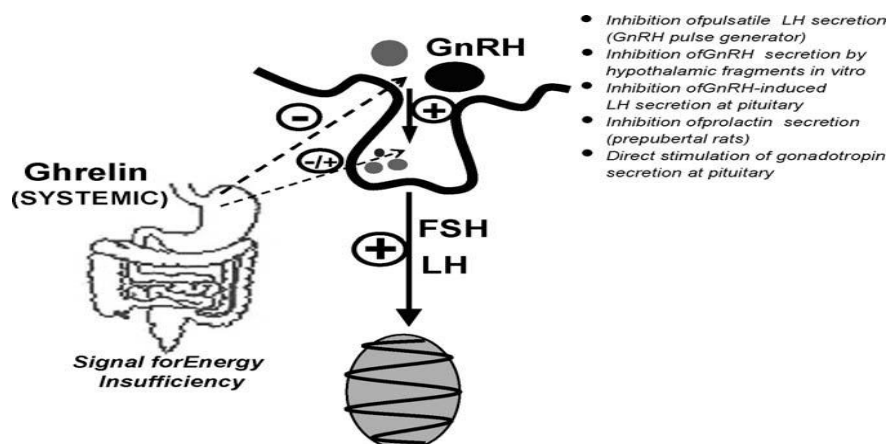


Figure 07. Présentation schématique des actions potentielles de la ghréline dans le contrôle de la fonction de reproduction (Fernandez-Fernandez *et al.*, 2006).

2.7. La kisspeptine

La sécrétion de GnRH est le facteur d'intégration final de toutes les informations qui interviennent au niveau de notre cerveau pour contrôler la reproduction (stéroïdes, statut métabolique, stress...). Parmi eux, les stéroïdes exercent un rôle prépondérant, soit stimulateur, soit inhibiteur, par des mécanismes qui sont encore à ce jour mal identifiés. Les neurones à GnRH n'expriment pratiquement pas de récepteurs aux hormones stéroïdes. Le niveau d'expression des kisspeptines augmente fortement dans le noyau arqué après castration quel que soit le sexe et chez toutes les espèces étudiées (rongeurs, ovins). Cet effet est complètement aboli par l'administration de stéroïdes (œstradiol, testostérone). Au niveau de l'aire pré-optique, une évolution inverse est observée chez les rongeurs. Ces variations d'expression des ARN messagers sont traduites dans la majorité des cas par des variations parallèles du peptide. Une large majorité des neurones à kisspeptine expriment un ou plusieurs récepteurs aux hormones stéroïdes. Ceci est particulièrement évident dans le noyau arqué puisque le récepteur à l'œstradiol alpha chez la femelle et aux androgènes chez le mâle est retrouvé dans plus de 90 % de ces neurones. Ainsi le système kisspeptine/ GPR54 constitue bien un relais majeur permettant aux neurones à GnRH d'intégrer les messages stéroïdiens (Caraty, 2008).

3. Régulation thermique testiculaire

De nombreuses données démontrent que chez de nombreuses espèces animales incluant l'homme, les testicules scrotaux sont plus froids que la cavité abdominale. La valeur de la différence thermique entre testicule et cavité abdominale est en fonction de l'espèce, les animaux à scrotum pondant comme le bélier ayant un gradient plus important (Setchell *et al.*, 1996). Chez l'adulte, les températures testiculaires varient de 30C° à 35,5C° avec une différence moyenne rectum-testicule de 4,5C°.

Chez les animaux à testicules scrotaux, le sang veineux testiculaire circule à la surface du testicule, perd de la chaleur à travers la peau scrotale, et sa température s'équilibre avec celle du tissu sous-cutané. Cependant, chez l'animal, la clé de la réduction de la température testiculaire est la peau scrotale riche en glandes sudoripares apocrines. Cette hypothermie relative (euthermie testiculaire) est maintenue grâce au système vasculaire particulier qui permet, par des échanges thermiques à contre-courant, un refroidissement du sang artériel arrivant au testicule et également grâce au système scrotal, qui par ses capacités d'adaptation, va permettre les échanges entre le scrotum et le milieu extérieur et ainsi refroidir le contenu scrotal (Mieusset *et al.*, 1995).

4. La saisonnalité de la reproduction chez les ovins

L'activité sexuelle chez les ovins présente un caractère saisonnier qui se manifeste par la succession annuelle de saisons de reproduction et de saisons de repos sexuel (Thimonier, 1989). Même si l'activité spermatogénétique et le comportement sexuel ne s'arrêtent pas complètement pendant la saison du repos sexuel, les mâles produisent environ cinq fois moins de spermatozoïdes par jour, ces derniers présentent des défauts majeurs réduisant leur fertilité ainsi qu'une baisse de la libido (Balasse *et al.*, 2017).

La photopériode est le facteur déterminant du signal environnemental dans le cycle de reproduction, car l'effet de la saison et de la durée du jour ont été étudié comme facteur principal du début de la puberté chez différentes races de jeunes béliers. Des variations saisonnières sont observées par Kafi *et al.* (2004) dans la région Karakul, située au sud de l'Iran : les agneaux nés au début du printemps sont sexuellement matures plus tôt que les agneaux nés plus tard à cause de la sensibilité des béliers à la photopériode qui est différente de celle des brebis. La saison de la reproduction peut être influencée par la date d'agnelage et la période de puberté. Au printemps et en été, on observe une hyperprolactinémie persistante chez les jeunes béliers qui provoque un retard de maturité sexuelle chez les béliers. Ceci a été constaté par Mandiki *et al.* (1998) chez la race Texel par rapport aux béliers de race Ile-de-France qui est aussi associée à de faibles concentrations circulantes de l'hormone FSH.

Chapitre III :
Les facteurs influençant la
reproduction

Chapitre III : Les facteurs influençant la reproduction

1. Effet de la température

1.1. Influence de la température sur les paramètres physiologiques de l'animal

Fadare *et al.* (2012) ont constaté une influence significative sur les paramètres physiologiques et hématologiques chez des ovins blancs et noirs de la race naine de l'Ouest d'Afrique durant la saison sèche (janvier-mars) et la saison des pluies précoces (avril-juin). Les animaux à toison noire avaient présenté des valeurs physiologiques moyennes plus élevées ($p < 0,05$) de $38,92 \pm 0,03$ °C, $65,09 \pm 1,06$ respirations / min. et $81,35 \pm 0,78$ battements / min, pour la température rectale, le taux de respiration et pouls, respectivement.

Banerjee *et al.* (2014) trouvent qu'il existe une influence significative des variations saisonnières ($p < 0,01$) sur la température rectale, la fréquence respiratoire ainsi que le pouls chez les chèvres de race locale en Inde. Ils observent une augmentation pendant l'été et une diminution durant l'hiver dans cette étude. Shinde *et al.* (2002) ont également signalé un changement saisonnier marqué dans la température rectale, le taux de respiration et la dépense d'énergie chez les chèvres dans des conditions tropicales. Le pouls et la respiration ont augmenté pendant l'été en raison de l'effet de la température ambiante (Devendra, 1987).

1.2. Influence de la température sur l'activité sexuelle du bélier

La chaleur est produite par l'organisme de l'animal par activités métaboliques et peut également être acquise de l'environnement. La chaleur est perdue du corps par convection, évaporation de l'eau par la peau et les voies respiratoires, excrétion des fèces et de l'urine. L'état d'équilibre thermique existe, lorsque le gain et la perte de chaleur sont équilibrés. Chez les homéothermes, les divers mécanismes thermorégulateurs consistent en une série d'ajustements physiologiques qui servent à établir un état d'équilibre thermique de la température normale du corps, qui par conséquent va lutter pour maintenir l'égalité entre gain et perte de chaleur. L'activation de tels ajustements est fortement dépendante de la température extérieure (Chandra *et al.*, 2012). Des températures élevées peuvent compromettre le mécanisme de la thermorégulation du corps ainsi que la dissipation de la chaleur, ce qui provoque un stress thermique pour l'animal (Marai *et al.*, 2008).

L'adaptabilité de l'animal à un climat chaud ou froid dépend de l'adaptation de différents systèmes physiologiques tels que les systèmes : respiratoire, circulatoire, excréteur, nerveux, systèmes endocriniens et enzymatiques. Cependant, les variations toujours observées non seulement entre les espèces, mais aussi entre les races et même entre les individus au sein de la race avec la coordination de tous ces systèmes pour maintenir le potentiel productif sous contrainte thermique (Marai et Haebe 2010).

Plusieurs auteurs ont prouvé l'effet néfaste qu'a l'élévation de la température de l'environnement sur l'activité sexuelle des mammifères. Selon certaines études de recherche, les moutons avec une laine longue sont moins sensibles à la chaleur que les moutons avec courte laine, car les fibres de laine dissipent la chaleur plus rapidement. Les ovins avec une laine longue seraient moins sensibles au chauffage solaire que les animaux nouvellement tondus (Cloete *et al.*, 2000 ; Piccione *et al.*, 2010).

L'augmentation de la température n'agit pas uniquement sur les spermatozoïdes en voie de formation mais également sur les spermatozoïdes en voie de maturation au niveau épидидymaire ; ainsi qu'une diminution de la motilité spermatique et l'augmentation du nombre de spermatozoïdes anormaux (Hansen *et al.*, 2009). Les changements climatiques peuvent entraîner une augmentation du stress thermique suite aux variations de la balance thermique et énergétique entre les animaux et les caractéristiques de l'environnement (rayonnement, température, humidité relative et vitesse du vent) ; ainsi que, l'échange de chaleur (conduction, rayonnement et évaporation) (Sirohi *et al.*, 2007).

1.3. Effets de l'élévation de la température testiculaire

De nombreuses recherches ont montrés qu'une élévation de la température testiculaire ou ambiante provoquait des altérations de la spermatogénèse et par conséquent diminuait la fertilité de l'animal (Setchell *et al.*, 1996).

L'épididyme est également un organe thermosensible nécessitant un environnement thermique abaissé. Les conséquences d'une élévation de la température épидидymo-testiculaire ont été étudiées chez l'animal et l'homme. Chez l'homme, une faible augmentation de la température (n'atteignant toutefois pas la température corporelle) a pour conséquence une altération quantitative de la spermatogénèse, diminution majeure de la quantité de spermatozoïdes produits avec à l'extrême une azoospermie, mais également une altération qualitative de la spermatogénèse (Mieusset *et al.*, 1995).

1.4. Effet de la chaleur du corps sur le développement des cellules germinales mâles

Les effets néfastes de la chaleur sur le développement des cellules germinales mâles et spermatozoïdes épидидymaires ont été étudiés par exposition du corps entier des animaux à la chaleur (Magal *et al.*, 1981), induisant une hyperthermie scrotale (Biggiogera *et al.*, 1996) et en exposant directement les cellules germinales testiculaires à des températures élevées *in vitro* (Zakeri *et al.*, 1990, Clark et Griswold, 1997). L'hyperthermie scrotale entraîne une diminution du poids des testicules, l'apoptose des cellules germinales (Lue *et al.*, 2000) ainsi qu'une baisse

du nombre, de la motilité et de la viabilité de spermatozoïdes (Pe'rez-Crespo *et al.* 2008) et donc de la fécondité (Mieusset *et al.*, 1992; Zhu et Setchell 2004; Zhu *et al.* 2004). En outre, dans l'étude de Wechalekar *et al* (2010) il a été suggéré que l'exposition de tout l'organisme à la chaleur réduit la motilité des spermatozoïdes et modifie les protéines membranaires du spermatozoïde, qui par conséquent peut entraîner une diminution de la fertilité de l'animal.

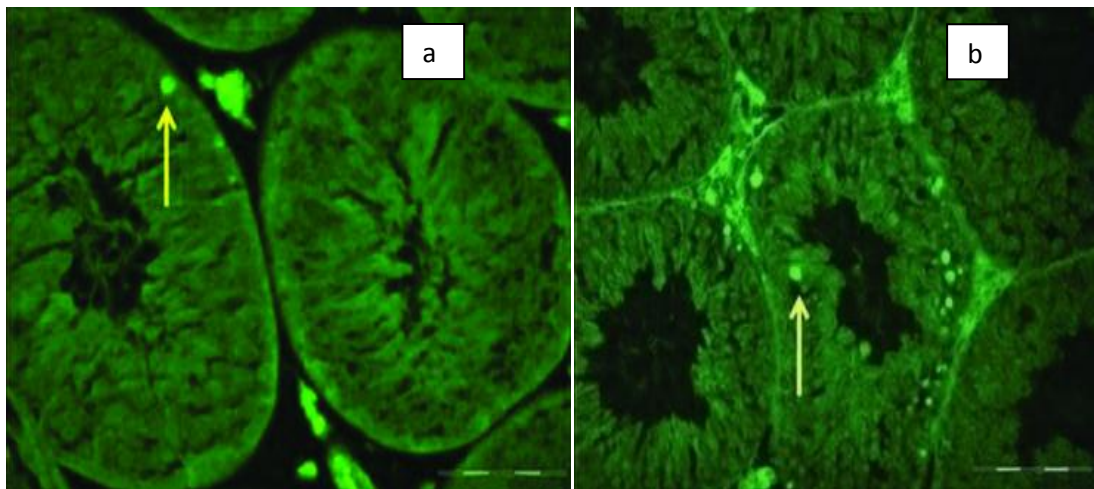


Figure 08. Cellules germinales immunopositives à la caspase-3 (flèches) dans l'épithélium séminifère d'une souris (a) témoin et (b) après 16 h suite au dernier traitement thermique (37 - 38.8C° pendant 8 h /jour pendant 3 jours consécutifs) (Wechalekar *et al.*, 2016).

2. Impact des facteurs nutritionnels sur la reproduction

L'alimentation est l'un des principaux facteurs conditionnant la production animale. Ses effets peuvent se noter aussi bien sur la quantité que la qualité des produits animaux. Etant donné que la reproduction est une fonction de luxe, la nutrition joue un rôle primordial pour sa meilleure expression. Un apport énergétique et protéique ainsi qu'un apport suffisant en vitamines et minéraux sont considérés comme indispensables pour le métabolisme, la croissance, le maintien et la reproduction (Sudhir *et al.*, 2010).

Chez le bélier adulte l'alimentation ne pose pas de problème particulier. Il faut citer néanmoins la préparation à la lutte. Un bélier actif sur le plan sexuel peut perdre beaucoup de poids pendant la lutte ; ceci est dû au fait que contrairement à celui de la brebis, le comportement alimentaire du bélier diminue alors fortement (Paquay, 2004). Chez le bélier, 13% de la ration de maintien est utilisée par les testicules qui occupent 0.4% du poids corporel. La source d'énergie principale utilisée par le testicule est le glucose. La glycémie étant normalement régulée par l'organisme, il faut que l'apport nutritionnel soit très déficient pour que des effets notoires sur la spermatogenèse apparaissent chez l'adulte (Courstens *et al.*, 1998).

L'influence de la nutrition sur les capacités de la reproduction des mammifères est connue par les éleveurs depuis longtemps, d'où l'optimisation des performances zootechniques par une parfaite maîtrise de l'alimentation. Les performances de la reproduction des animaux domestiques sont fortement perturbées si les besoins énergétiques et protéiques de l'organisme ne sont pas couverts, soit en cas de sous-nutrition ou de mal-nutrition dans les élevages extensifs, soit en cas de forte augmentation des besoins (lactation, gestations répétées) en élevage intensif (Monget *et al.*, 2004).

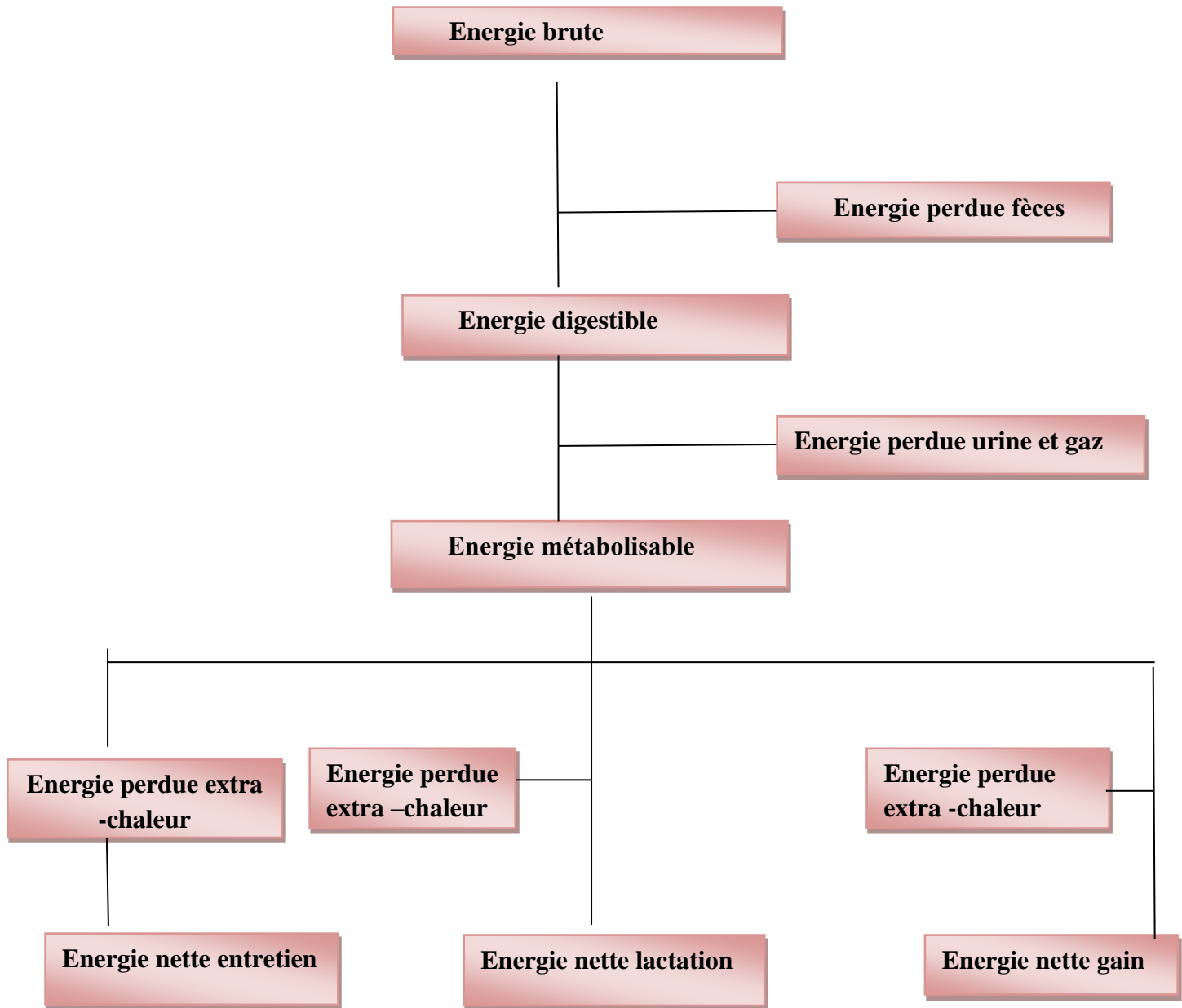


Figure 09. Schéma de l'utilisation de l'énergie par les ovins (St -Pierre et Bouchard, 1980)

Les organes reproducteurs du mâle adulte sont plus résistants aux changements alimentaires que sont ceux de l'animal immature (Leathem, 1975). En général, la plupart des

changements de la fonction reproductrice induits par la nutrition chez les taureaux et les béliers adultes sont temporaires mais leur gravité peut varier de peu d'effet sur les caractéristiques séminales ou la libido à l'infertilité. De même, la suralimentation des taureaux, comme cela est parfois pratiquée en préparation à la vente, peut également avoir des effets néfastes sur la capacité de reproduction. De toute évidence, le degré de sous-nutrition ou de suralimentation imposé ainsi que sa durée, contribuent à ces diverses réponses, mais dans la plupart des cas la fonction reproductrice revient à la normale dès la reprise d'un régime alimentaire équilibré (Skinner, 1981).

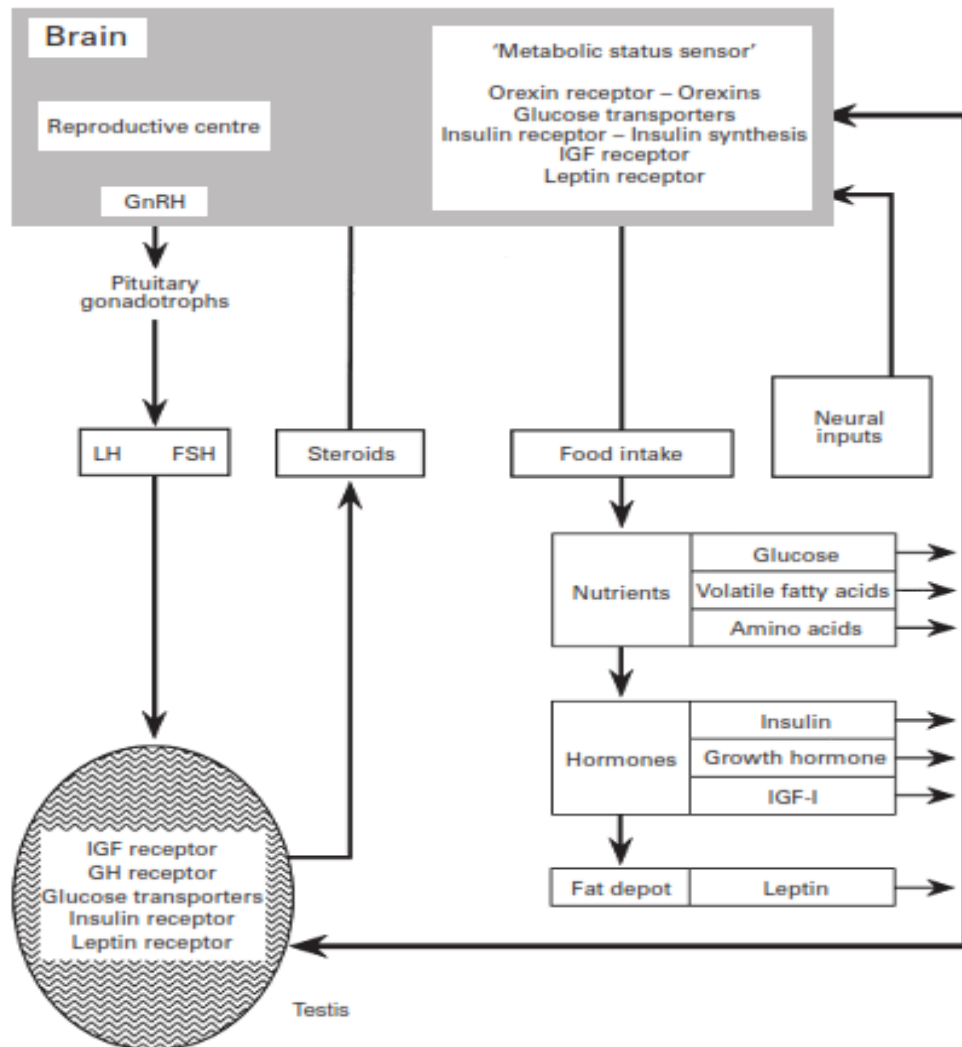


Figure 10. Résumé de l'hypothèse générale illustrant les interactions entre le métabolisme et la régulation hormonale (Blache *et al.*, 2000).

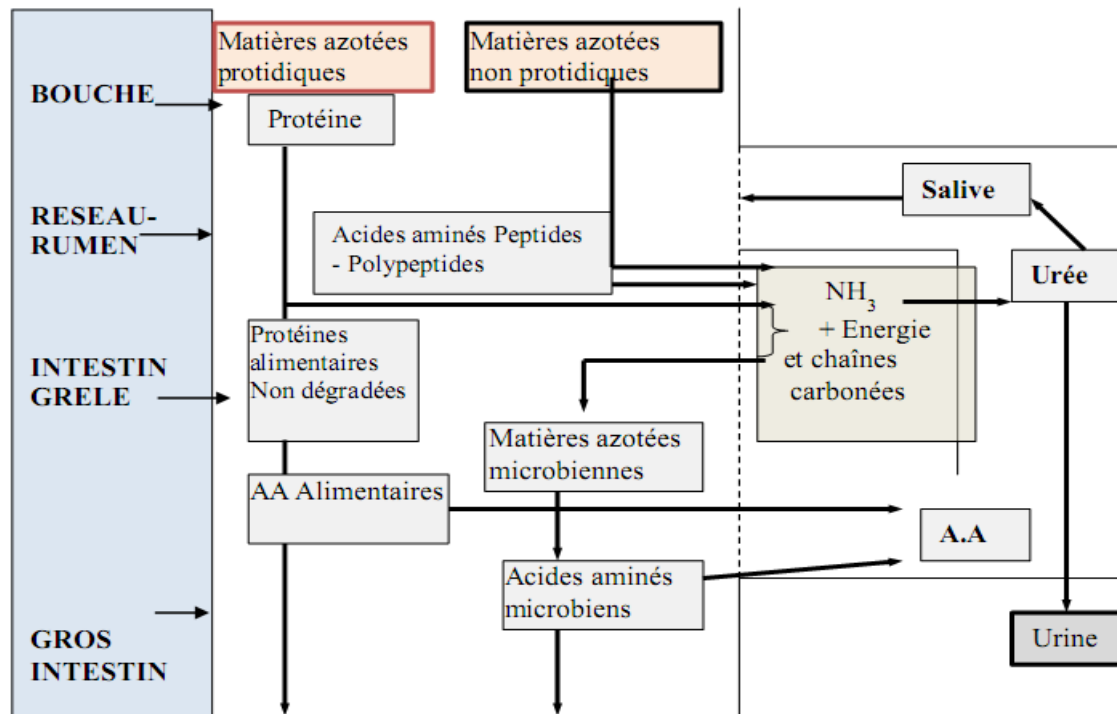


Figure 11. Schéma simplifié de la digestion des matières azotées par le ruminant (ITEB-INRAP, 1984).

2.1. Effet de la supplémentation en vitamines sur la fertilité du bélier

Des études ont montré que des suppléments massifs en vitamines liposolubles (A, D, E et K) et soluble dans l'eau (Vitamines B-complexes) qui ont été administrés aux mâles peuvent augmenter la quantité de sperme produite, surtout après les périodes de stress des collectes quotidiennes intensives (Audet *et al.*, 2002). Une étude menée par Litim *et al.* (2015) démontre que la supplémentation de la vitamine E dans l'alimentation des béliers peut améliorer la densité des cellules spermatogénétiques, les cellules de Sertoli, le diamètre du tube séminifère en particulier à un taux de 200 UI.

La supplémentation de l'aliment par la vitamine C peut avoir un impact positif sur la reproduction chez les béliers. Cet effet est observé pendant la saison hivernale (durant laquelle les béliers doivent être plus reproductifs), et est plus efficace que l'été, qui est considéré comme le début de la saison de reproduction naturelle chez les béliers (Asghari *et al.*, 2017).

2.2. Rôle des oligo-éléments dans la reproduction

Les minéraux sont essentiels à la reproduction et régulent ainsi l'activité endocrinienne. Par conséquent, leur carence affecte la production d'hormones stéroïdiennes. Ils sont aussi impliqués dans le métabolisme des hydrates de carbone, des protéines et des acides nucléiques (Amanlou *et al.*, 2012). Tout changement dans leur concentration sanguine peut altérer la

production d'hormones reproductives (Gupta *et al.*, 2005); et que, la supplémentation alimentaire améliore la reproduction (Grace et Knowles, 2012). Les oligo-éléments sont alors nécessaires pour la santé, la croissance, la production et la reproduction. Ils sont essentiels pour le fonctionnement d'un certain nombre de composants du système immunitaire. Ils agissent comme des co-facteurs pour un certain nombre d'enzymes et de protéines qui sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques et biochimiques. Ces processus physio-biochimiques auxquels sont liés la croissance, la production et la reproduction. Ainsi, les oligo-éléments affectent à la fois la santé et la production des animaux (Beigh *et al.*, 2016).

Tableau 02. Influence des carences alimentaires sur la reproduction chez le mâle (Drogoul *et* Gadoud, 2004).

Carences alimentaires	Comportement sexuel	Caractère du sperme
Carence en protéines		Azoospermie
Chez le jeune	Absent	
Chez l'adulte	Libido →	Vitalité des spermatozoïdes → Anomalies morphologiques ↗
Carence en Phosphore	Libido	Motilité des spermatozoïdes
Carence en zinc	Retard de puberté	Azoospermie
Carence en Cuivre		
Carence en Cobalt	Retard de la puberté	Motilité ↘
Carence en Magnésium	Retard de la puberté libido ↘	
Avitaminose A		Oligospermie
Chez le jeune	libido ↘	Motilité ↘
Chez l'adulte	retard de la puberté	Anomalies morphologiques ↗
Avitaminose D	Retard de la puberté	
Avitaminose E	Normal	

2.3. Effet de la balance énergétique sur la reproduction

La fonction de reproduction est régulée par l'interaction de l'hypothalamus, l'hypophyse et les gonades, qui forment l'axe gonadotrope ou reproducteur (Tena-Sempere et Huhtaniemi, 2003). Le bon fonctionnement de ce dernier, est donc traduit par la capacité de se reproduire, qui est conditionnée par le facteur nutritionnel. Cette affirmation est formulée sur une base

scientifique dans les années 1960 et 1970, par le travail de Kennedy, et plus tard par celui de Frisch et ses collègues (Kennedy et Mitra, 1963; Frisch et Revelle, 1970; Frisch et McArthur, 1974).

Malgré les expérimentations menées dans ce domaine, le contrôle neuroendocrinien ainsi que les molécules impliquées dans la relation entre l'équilibre énergétique et la reproduction, est resté mal compris pour des décennies. Une découverte majeure dans la caractérisation des mécanismes pour le contrôle de la reproduction et du métabolisme a eu lieu en 1994, avec le clonage de l'adipocyte-dérive hormone, leptine. Casanueva et Dieguez, (1999) ; Ahima *et al.* (2000) affirment que la leptine est sécrétée par le tissu adipeux blanc en proportion de la quantité de réserve d'énergie corporelle (graisse) et fonctionne comme facteur de satiété et a aussi un rôle dans la régulation du poids corporel. Peu après son identification, Wauters *et al.* (2000) avaient montré son action sur le système neuroendocrinien, y compris l'axe de reproduction.

Tableau 03. Exigences nutritionnelles des béliers adultes à l'entretien et à la préparation à l'accouplement (Cinq-Mars, 2008).

Catégorie	Poids vif	GMQ	Energie dans la ration (Mcal /kg)	EM (Mcal/j)	DIP g/j
Bélier					
Entretien					
	100	0	1,91	3,38	122
	125	0	1,91	4	144
	150	0	1,91	4,58	165
	200	0	1,91	5,69	205
Préparation à l'accouplement					
	100	47	1,91	3,72	134
	125	56	1,91	4,40	159
	150	64	1,91	5,04	182
	200	79	1,91	6,26	226

GMQ : Gain Moyen Quotidien

EM : énergie métabolisable (besoins énergétiques exprimés en UNT, en Kg et en énergie métabolisme en Mcal /j.

DIP : protéine dégradable ingérée

2.4. Effet de la sous-nutrition sur la fertilité du bélier

L'étude de Guan *et al.* (2014) a démontré l'influence de la sous-alimentation sur les paramètres de la reproduction chez des béliers adultes de race mérinos, qui a provoqué la diminution de : la circonférence scrotale, la masse testiculaire, la densité du sperme et le nombre de spermatozoïdes dans l'éjaculat, tandis que la distribution d'une alimentation au-dessus de exigences de maintien avait les effets opposés. Ces observations confirment plusieurs études et démontrent les principaux effets de la nutrition sur la spermatogenèse et le taux de production spermatique chez des béliers (Oldham *et al.*, 1978 ; Aitken *et al.*, 2012). Les réductions de la masse testiculaire et de la production de sperme causées par la sous-alimentation chez les béliers matures sont associées à la réduction de la qualité du sperme, indiquée par la diminution de la vitesse des spermatozoïdes (évaluée par CASA) causée par des dommages au niveau de l'ADN (Guan *et al.*, 2014).

3. Influence de la latitude sur la reproduction

Selon la littérature, les races des régions tempérées ou les hautes latitudes (> 35° N) sont saisonnières et dépendantes des variations annuelles de la photopériode qui est responsable de la synchronisation du cycle de reproduction annuel (Avdi *et al.*, 2004) même quand ils vivent dans de moyennes latitudes (Fuentes *et al.*, 1997).

Les hautes latitudes présentent de grandes variations annuelles de la photopériode et de la température ambiante. La plupart des animaux adaptés à ces climats ont des saisons de reproduction courtes et bien définies. Cependant, dans les régions tropicales, où la photopériode et la température varient peu tout au long de l'année, les animaux présentent de longues saisons de reproduction, et il existe même de nombreux animaux qui se reproduisent durant toute l'année (Bronson, 1988). Ainsi, pour une espèce donnée, la saison se prolonge généralement à mesure que la latitude diminue. La plupart des races ovines montrent une reproduction saisonnière, se reproduisant normalement à la fin de l'été et l'automne. En raison des différences génétiques, les différentes races ovines montrent aussi de différents niveaux de photosensibilité. C'est une raison pour laquelle les différences de période de reproduction se produisent entre les différentes races (Gómez-Brunet *et al.*, 2008).

La reproduction saisonnière est très répandue chez les races de moyenne et haute latitude, mais elle est très faible ou n'existe pas chez les races sévissant près de l'équateur. Les béliers et les brebis ont des variations saisonnières dans l'activité de reproduction, mais les femelles sont plus saisonnières que les mâles, la saison de reproduction des brebis est normalement plus courte que celle des béliers de la même race. La température, nutrition, date d'agnelage et la période de

lactation peuvent moduler les influences photopériodiques (Scaramuzzi et Martin, 2008; Forcada et Abecia, 2006). Il est possible de manipuler le calendrier de la saison de reproduction en modifiant la photopériode avec des implants de mélatonine pour simuler les concentrations sanguines de mélatonine similaires à la saison de reproduction.

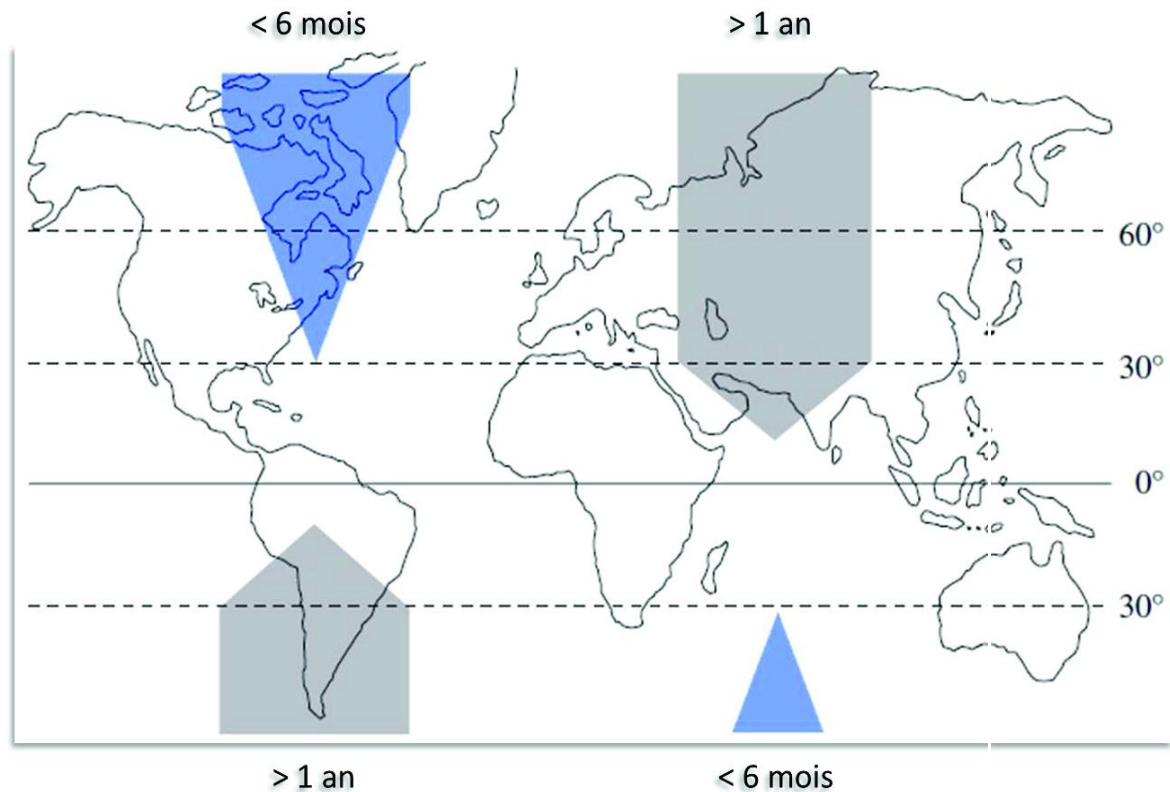


Figure 12. Le modèle de Bronson : les aires grisées représentent l'évolution du degré de photosensibilité des populations animales en fonction de l'espérance de vie des espèces considérées (Bronson, 2009 cité par Menassol, 2013).

4. L'influence de la saison sur l'activité thyroïdienne

Parmi les glandes endocrines, les glandes surrénales et thyroïdiennes qui interviennent rapidement pour apporter l'ajustement physiologique nécessaire face aux changements des conditions environnementales. Les hormones thyroïdiennes (T_3 et T_4) par leur rôle sur l'énergie, l'azote, les minéraux et le métabolisme hydrique, interviennent aussi dans l'adaptation des mammifères à leur environnement. Cependant, ce dernier paramètre influence l'activité thyroïdienne affectant l'axe hypothalamo-hypophyso-thyroïdien (Filinska -Bojanowska *et al.*, 1991). Pendant la saison d'hiver, le métabolisme oxydatif et la production de chaleur augmentent sous l'influence des hormones T_3 et T_4 , donc leur concentration sanguine augmente, tandis que le déclin de ces hormones est observé pendant l'été (Gattani et Sareen, 2011). L'exposition de l'animal à haute température ambiante diminue l'activité fonctionnelle de la glande thyroïde, qui

provoque une diminution de la concentration des hormones thyroïdiennes en été (Prakash et Rathore, 1991). L'hyperthyroïdie physiologique chez les jeunes animaux pourrait être expliquée par le rôle important des hormones thyroïdiennes durant la croissance postnatale chez les mammifères. Un taux de sécrétion thyroïdienne plus élevé s'observe chez les animaux nouveau-nés pour mieux les adapter au nouvel environnement extra-utérin (Swenson, 1990).

5. Rôle du comportement sexuel

La sélection du bélier est fondamentale pour la rentabilité d'un troupeau et repose sur les caractéristiques physiques. Ainsi, l'évaluation clinique de la capacité de reproduction des mâles fait partie intégrante des programmes de gestion de la santé ovine. Par conséquent la majorité des problèmes affectant la capacité de reproduction peuvent être facilement détectés lors de cette évaluation. Alors que, les processus de sélection prennent rarement en considération une évaluation du comportement sexuel (Alexander *et al.*, 2011).

La libido est une mesure utile de l'efficacité de la reproduction qui est influencée par l'emplacement géographique, la saison de l'année et la taille du testicule. De plus, des associations positives entre les béliers avec des scores élevés pour la performance sexuelle et la fertilité de la brebis ont été rapportées par Moghaddam *et al.* (2012). Le comportement sexuel présente aussi certaines variations entre les races. Les béliers de race Finn ont tendance à être plus actifs que les béliers de race Suffolk (Schanbacher et Lunstra 1976). Indépendamment de ces variations, les comportements masculins et l'activité physiologique a tendance à diminuer pendant la période d'anœstrus de la femelle (Dufour *et al.*, 1984).

Partie expérimentale

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE DES REGIONS D'ETUDE**I.1. Région aride (CNIAAG Ouled Djellal)**

L'expérience a été menée à la station expérimentale du Centre Régional d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique "CNIAAG" dans la commune d'Ouled Djellal, région saharienne purement pastorale, située à environ 100 km au sud-ouest du chef-lieu de la wilaya de Biskra. Elle s'étend sur un plateau d'altitude de 196m au-dessus du niveau de la mer, à une latitude de 34 ° 25' 44" Nord et à une longitude de 5 ° 3 '51 "Est.

I.1.1. Conditions climatiques**I.1.1.1. Température**

L'été à Ouled-Djellal connaît un climat très sec et chaud avec des températures variant de 35 °C à 45 °C le jour et entre 25 °C à 35 °C la nuit ; par contre, en hiver il est sec et froid avec des températures se situant entre 10 °C et 20 °C le jour et entre -2 °C et 5 °C la nuit.

I.1.1.2. Pluviométrie

La région d'Ouled Djellal est marquée par un climat désertique. La pluie est quasiment très rare au cours de l'année et que la précipitation annuelle moyenne est de 132 mm.

Tableau 04. Répartitions mensuelles des moyennes des températures et des durées d'éclairement solaire dans la wilaya de Biskra durant l'année 2016 (station météorologique de la wilaya de Biskra).

Mois	T C° (Max)	T C° (Min)	TC° (Moyenne)	Durée du jour
Janvier	16.1	5.8	10.9	10h7min
Février	18	7.6	12.8	10h56min
Mars	22.4	10.2	16.3	11h58min
Avril	26.8	13.8	20.3	13h3min
Mai	32.2	18.2	25.2	13h59min
Juin	37.2	23.7	30.4	14h27min
Juillet	40.6	26.6	33.6	14h13min
Août	39.5	26.4	32.9	13h25min
Septembre	34.4	22.5	28.4	12h23min
Octobre	28	16.4	22.2	11h18min
Novembre	21.3	11	16.1	10h21min
Décembre	17	7	12	9h58min

I.2. Région semi-aride (ITELV Ain M'lila)

Notre expérimentation a été menée au niveau de l'Institut Technique d'Elevage (ITELV) situé à Ain M'lila, wilaya d'Oum El Bouaghi. C'est une région nord-steppique semi-aride de l'est algérien, située à 775 m d'altitude, au 36 ° 2'13 " Nord de latitude et au 6 ° 34'33" Est de longitude.

L'ITELV d'Ain M'lila est chargé d'assurer les missions de promotion des techniques d'élevage, la mise en œuvre des schémas de sélection et de croisement pour l'amélioration génétique des espèces animales surtout des petits ruminants, ainsi que la préservation du patrimoine génétique animal.

I.2. 1.Conditions climatiques**I.2.1.1. Température**

La zone est caractérisée par des hivers très froids avec un minima compris entre 1 et 5C° au mois de Janvier et un été chaud et sec avec des températures comprises entre 33 et 40 C° relevées au mois d'Août.

I.2. 1.2. Pluviométrie

Les précipitations annuelles dans la région d'Ain M'lila sont régulières et varient de 250 à 350 mm/an.

Tableau 05. Répartitions mensuelles des moyennes des températures et des durées d'éclairement solaire dans la wilaya d'Oum el Bouaghi durant l'année 2015 (Station météorologique de la wilaya de Constantine).

Mois	T C°(Max)	T C°(Min)	T C°(Moy)	Durée du jour
Janvier	13.32	0.41	4.35	9h59min
Février	7.96	-0.02	3.75	10h51min
Mars	12.03	3.22	8.12	11h57min
Avril	16.57	5.01	11.39	13h7min
Mai	22.15	10.11	15.24	14h5min
Juin	25.31	14.49	19.29	14h35min
Juillet	30.02	16.38	23.31	14h20min
Août	28.56	16.01	21.71	13h29min
Septembre	21.73	12.49	17.49	12h23min
Octobre	19.79	7.84	15.02	11h15min
Novembre	14.85	3.26	9.34	10h14min
Décembre	11.54	-0.24	4.76	9h43min

Matériel et méthodes

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Matériel

II.1.1. Animaux

- Région aride

Pour notre expérience, six béliers de race Ouled Djellal ont été sélectionnés. Ils sont cliniquement sains, âgés de 02 à 04 ans et élevés en stabulation entravée avec une cour d'exercices.

Ces mâles ne sont mis en contact avec les brebis qu'au moment de la collecte de la semence.

- Région semi-aride

Huit béliers de race blanche Ouled Djellal, cliniquement sains de 03 à 04 ans d'âge, élevés au niveau de l'institut technique d'élevage (ITELV), ont été utilisés dans notre expérimentation.

Le plan de prophylaxie annuel est pratiqué suivant un schéma adapté aux besoins de l'élevage et des affections fréquentes. Les traitements de groupes sont effectuées en fonction de l'état physiologique des animaux et des situations qui s'y présentent (antibiothérapie de groupe, additifs vitaminiques,..) (voir tableau 06).

Les béliers sont totalement isolés des femelles et ne sont introduits au sein du cheptel, qu'au cours des deux périodes de lutte (Avril-Mai ; Octobre-Novembre). Après la fin de chaque période de lutte, ils sont retirés et ne sont réintroduits dans le troupeau des femelles qu'à la saison suivante. La tonte est réalisée au mois de juin.

Tableau 06. Programme du suivi sanitaire prophylactique (vaccinations et traitements antiparasitaires systématiques) et conduite de la reproduction au niveau de l'ITELV.

Opération		Mois												
		Jan	fév.	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	oct.	nov.	déc.	
Lutte					■	■							■	
repartions des naissances				■	■							■	■	
Vaccination	Anti-entérotoxémie			■										
	Anti-claveleuse					■								
traitements anti parasitaires (interne et externe)										■	■			

II.1.2. L'alimentation des béliers**-Région aride**

Les animaux reçoivent une alimentation à base de concentré (orge non broyé à raison de 1,25 kg / animal/jour en printemps, été et automne et de 1,5 kg/animal/jour en hiver) et de la paille de blé à volonté, l'abreuvement est ad libitum. Des pierres à lécher sont mises à leur disposition comme additif minéral.

- Région semi-aride

Les animaux reçoivent une alimentation composée de paille d'orge ou de blé, du foin de luzerne, du concentré et de l'eau en ad libitum. L'aliment est distribué deux fois par jour (matin et soir).

Le concentré (type ovin) est fabriqué par l'office nationale de fabrication d'aliment de bétail de Ouled Hamla (ONAB) dont la composition est comme suit:

Mais : 80 % ; Issus composés (son de blé) : 12% ; Tourteaux : 5% ; CMV : 2% ; Sel : 1%.

Les additifs sont des pierres à lécher. Pendant la période de repos sexuel la ration est composée de : 650 gr de concentré et de la paille à volonté / bélier /jour.

Le Flushing consiste en une supplémentation en nutriments énergétiques en vue d'améliorer l'état de chair avant et pendant la saison de lutte qui doit être effectué 02 mois avant la lutte par un apport de fourrage de bonne qualité ou par une supplémentation de 200 à 500 g de concentré (850 g de concentré et du foin de luzerne à volonté / tête / jour).

II.1.3. La conduite de la reproduction

La reproduction se distingue dans l'espèce ovine par son caractère plus ou moins saisonnier ; et ce, en rapport avec la latitude. La saison de reproduction, ou saison sexuelle est la période au cours de laquelle les cycles sexuels des femelles se succèdent régulièrement.

Au niveau des deux sites d'expérimentation, la saison de reproduction s'étend sur deux périodes durant lesquelles les béliers sont remis en contact avec les brebis. Chacune des périodes a une durée de deux mois (Avril-Mai et Octobre-Novembre), après quoi ls béliers sont retirés des troupeaux et restent séparés des brebis.

II.2. Méthodes**II.2.1. Les prélèvements sanguins**

Les prélèvements sanguins sont effectués, chaque mois pendant une année, à partir de la veine jugulaire à l'aide d'aiguille de faible diamètre (VENOJECT : 0,9) dans des tubes sec Vacutainer (sous vide). Les échantillons de sang sont centrifugés au niveau des fermes à une

vitesse de 3000 tour/min pendant 10 minutes. Le sérum aliquoté est immédiatement conservé à – 20°C jusqu’au moment de son analyse.

II.2.2 Mensuration pondérale et testiculaire des béliers

Les pesées sont effectuées à l’aide d’une bascule Marechalle – pèse bétail (série : 59384). La circonférence scrotale est mesurée à l’aide d’un mètre ruban à usage zootechnique au niveau du plus large diamètre des deux testicules pris ensemble qui sont préalablement poussés dans le scrotum (Langford *et al.*, 1998; Mandiki *et al.*, 1998) .

II.2.3. Evaluation de l’état d’embonpoint

L’appréciation de l’état d’embonpoint (Body Condition Scoring) a été jugée au moment des prélèvements à partir de la palpation de la région sacro-lombaire et notée de 0 à 5 selon la méthode de Dedieu (1989).

II.2.4. Collecte et évaluation de la semence

II.2.4.1. Région aride

Le sperme a été recueilli une fois par mois pendant une année à partir de tous les béliers qui ont été entraînés pendant 2 mois à la collecte par le vagin artificiel.

Principe

Le vagin artificiel utilisé est de petit format (20 cm de long, 6 cm de diamètre), muni d’un cône et d’un tube gradué collecteur en verre. La récolte de sperme se fait dans la salle de collecte à l’aide d’une brebis dite « bout en train ».

La préparation du vagin artificiel se fait juste avant chaque collecte. Après immobilisation de la femelle, les mâles sont lâchés un par un pour récolter leur sperme. L’opérateur, à côté de la brebis, place le vagin en direction du fourreau à chaque fois que le bélier chevauche la brebis. Le volume est relevé directement sur le tube après collecte. Le vagin artificiel est désinfecté après chaque opération de collecte.

II.2.4. 2. Région semi-aride

La semence a été collectée une fois par mois pendant une année à l’aide d’électro-éjaculateur à partir de tous les béliers, parallèlement aux autres paramètres étudiés.

Principe

L’Electro éjaculateur utilisé est un modèle « Medata Ram Ejaculator », sa batterie délivre 09Volt. La sonde rectale est ronde, constituée de résine synthétique dans laquelle sont inclus les composants électroniques. L’électro éjaculateur pèse 0,200 kg et mesure 16.50 cm

de long pour un diamètre d'environ 1.70cm ; il permet un contact étroit avec la muqueuse rectale.

La sonde de l'électro-éjaculateur est lubrifiée à l'huile de vaseline, et introduite dans le rectum de l'animal (après sa vidange des fèces). Lorsque la sonde rectale atteint l'entrée de l'os pelvien, juste au-dessus des glandes séminales, on effectue des pulsations électriques.

L'électro-éjaculateur a été utilisé en mode manuel, pour chaque collecte nous avons effectué des stimulations de 3 secondes suivis d'un repos de 5 secondes jusqu'à érection et éjaculation.

L'ensemble des collectes a été réalisé avec le même électro-éjaculateur et dans les mêmes conditions, (le personnel, le box, les instruments).

II.2.5. Le volume

Le volume est lu directement à l'aide d'un tube gradué.

II.2.6 La motilité massale

La motilité est appréciée au grossissement x10, pour évaluer l'intensité des vagues formées par les déplacements des spermatozoïdes, une note est ainsi attribuée allant de 0 à 5 (Baril *et al.*, 1993).

II.2.7. La concentration

En Région aride, la concentration, exprimée en nombre de spermatozoïdes par unité de volume, a été déterminée avec un photomètre BXB 840 NO140 IMV pré-étalonné pour le sperme de bélier. La concentration a été mesurée en mélangeant 10 µl de sperme frais et 3,99 ml de solution physiologique formol (9 g de NaCl / 1000 ml) en utilisant un spectrophotomètre.

En Région semi-aride, un photomètre pour ovins et caprins de marque SPERMACUE (fabriquant HEMOCUE. Référence : 12300/0500 Allemagne) a été utilisé pour déterminer la concentration des spermatozoïdes.

Une confirmation de la concentration (10^9 /ml) a été effectuée par comptage sur une lame de Malassez.

II.2.8. Test de vitalité

La vitalité est appréciée par comptage après coloration à l'Eosine d'une goutte de semence pour déterminer le nombre de spermatozoïdes morts et peut être effectuée rapidement après coloration. Le colorant est utilisé pour l'étude morphologique des spermatozoïdes grâce à sa fixation sur les spermatozoïdes ayant une membrane lésée, les

spermatozoïdes vivants apparaissent blancs alors que ceux qui sont morts sont colorés en rouge (Wessel, 2006).

II.2.9. Les anomalies spermatiques (spermocytogramme)

Ce test est très important car il existe une corrélation positive entre le pourcentage des spermatozoïdes anormaux et la fécondance du sperme chez plusieurs espèces. Les colorants de fond, comme l'éosine-nigrosine ou l'encre d'Inde, sont les colorants les plus largement employés de par leur facilité d'utilisation.

Une goutte de sperme et une goutte de colorant (éosine-nigrosine) sont mélangées sur la lame avant d'être étalées pour obtenir un frottis qui est séché à l'air puis observé au microscope avec objectif à immersion. La visualisation des détails de la structure du spermatozoïde est considérablement améliorée par fixation des cellules dans une solution tamponnée de formol (Allimant, 2010).

II.2.10. Dosage hormonal

La concentration sérique de la testostérone a été déterminée par la méthode d'enzyme immunoassay en utilisant des kits commerciaux (TOSOH ST AIA – PACK Testosterone) et exprimée en ng/mL.

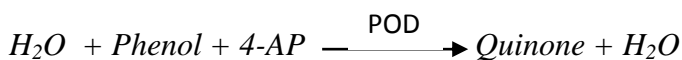
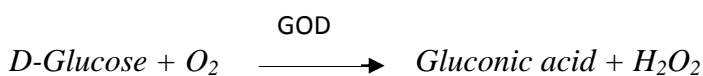
II.2.11. Dosages biochimiques

Les analyses ont été effectuées par spectrophotométrie par des kits commerciaux (SPINREACT Espagne) qui permettent le dosage des éléments organiques (glucose, triglycérides cholestérol, urée, créatinine et protéines totales) et la recherche des activités catalytiques des enzymes (ALAT, ASAT, PAL).

II.2.11.1. Dosage du glucose (Par la méthode GOD-POD. Liquid):

Principe

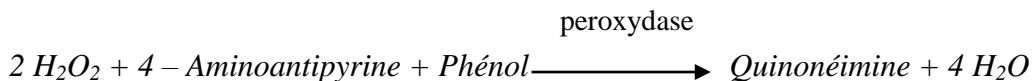
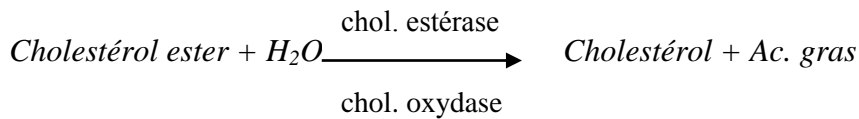
Cette méthode a pour principe le test colorimétrique enzymatique par action de la glucose- oxydase (GOD), qui en présence de l'oxygène de l'air oxyde le glucose en gluconolactone et formation de l'eau oxygénée. Cette dernière dans une réaction catalysée par la peroxydase (POD) avec l'amino-4-phénazone et le phénol assure la formation d'un dérivé coloré rouge.



II.2.11.2. Dosage du Cholestérol (par la méthode Cholestérol Oxydase/Peroxydase) :

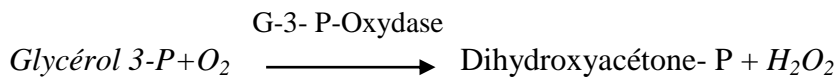
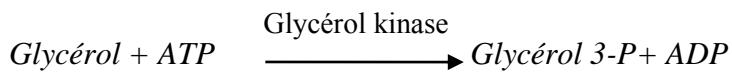
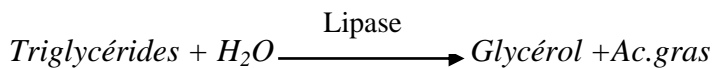
Principe

Le cholestérol libre ainsi que le cholestérol estérifié présent dans l'échantillon, donnent, selon les réactions couplées décrites ci-dessous, un complexe coloré quantifiable par spectrophotométrie.



II.2.11.3. Dosage des triglycérides

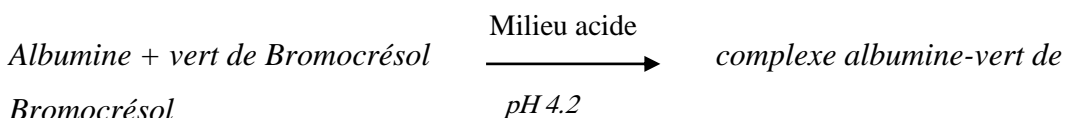
Les triglycérides présents dans l'échantillon donnent, selon les réactions décrites ci -dessous, un complexe coloré quantifiable par spectrophotométrie



II.2.11.4. Dosage de l'albumine (Vert de bromocrésol. Colorimétrique) :

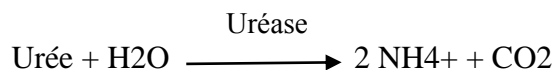
Principe

L'albumine se combine au vert de bromocrésol, à pH légèrement acide, entraînant un changement de couleur de l'indice, passant du jaune-vert au vert bleuté, et proportionnel à la concentration d'albumine présente dans l'échantillon testé.



II.2.11.5. Dosage de l'urée**Principe**

L'urée est déterminée par la méthode colorimétrique enzymatique à l'uréase. L'urée de l'échantillon est hydrolysée enzymatiquement, sous l'action catalytique de l'uréase en ammoniac et CO₂.



L'ammoniac formé, réagit ensuite avec le salicylate et l'hypochlorite de sodium, sous l'action catalytique du nitroprusside de sodium avec formation d'un dérivé coloré vert olive.

L'intensité de la coloration développée est proportionnelle à la concentration en urée dans l'échantillon qui est mesurée par photométrie à une longueur d'onde 580 nm.

II.2.11.6. Dosage de la créatinine**Principe**

En milieu alcalin, la créatinine forme avec le picrate un complexe coloré jaune-rougeâtre. On mesure la vitesse de développement de la coloration. La lecture se fait à une longueur d'onde de 512/583nm.

II.2.11.7. Dosage de protéines totales (par la méthode de Biuret)**Principe**

En milieu alcalin, les protéines donnent une couleur violette/bleue en présence de sels de cuivre; ces sels contiennent du iodure qui agit comme un antioxydant. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de protéines totales dans l'échantillon testé.

II.2.11.8. L'activité enzymatique

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

II.2.11.8.1. Dosage de l'enzyme ALAT**Principe**

La détermination de l'activité de l'ALAT par la méthode cinétique se fait selon les réactions suivantes :

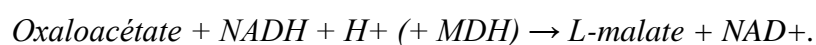


La transamination de l'alanine en pyruvate est réalisée en présence de l'alanine amino transférase (ALAT). Le pyruvate obtenu est réduit en lactate en présence du coenzyme NADH'H+ et du lactate déshydrogénase (LDH). La cinétique de cette dernière réaction permet de déterminer la concentration de l'alanine aminotransférase (ALAT).

II.2.11.8.2. Dosage de l'enzyme ASAT

Principe

La détermination de l'activité de l'ASAT par la méthode cinétique se fait selon les réactions suivantes :

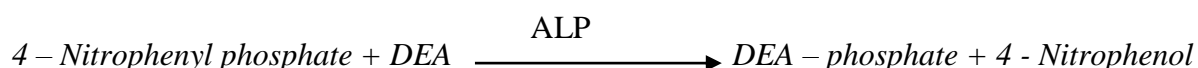


Le taux de diminution de la concentration en NADH est directement proportionnel à l'activité de l'ASAT. La réaction est réalisée à 37°C et la longueur d'onde utilisée est de 340 nm.

II.2.11.8.3. Dosage de l'enzyme PAL

Principe

La phosphatase alcaline PAL catalyse en milieu alcalin, le transfert du groupement phosphate du 4 nitrophénylphosphate à la diétanolamine (DEA), en libérant le 4- nitrophénol. La concentration catalytique est déterminée à partir de la vitesse de formation du 4-nitrophénol, mesuré à 405nm.



II.2.12. Analyse de l'aliment

Le but est de déterminer l'influence des changements saisonniers du régime alimentaire, sur les paramètres zootechniques et spermatiques étudiés (influence du flushing sur les paramètres spermatiques) par estimation des besoins et analyse des rations (analyses alimentaires).

Les teneurs en matière sèche (MS), cendres (MM), cellulose brute (CB) et matières azotées totales (MAT) ont été déterminées selon les méthodes de l'AOAC (1990). Toutes les mesures ont été effectuées en triple.

*** Echantillonnage**

Cette première étape consiste à prélever un échantillon homogène et représentatif du stock d'aliment disponible.

II.2.12.1. Détermination de la teneur en matière sèche (% MS)

Le traitement des échantillons destinés à une analyse chimique commence par la détermination de la teneur en matière sèche. Cette étape consiste à éliminer l'eau contenue dans l'échantillon afin de faciliter sa conservation.

Pour déterminer la teneur en matière sèche nous avons procédé à la dessiccation complète de notre échantillon dans l'étuve à 60C° jusqu'à un poids constant.

Mode opératoire

- Peser un plateau en aluminium numéroté (T)
- Peser dans le plateau une quantité précise d'échantillon frais
- Sécher à l'étuve jusqu'à poids constant
- Peser le plateau+ échantillon sec après refroidissement

$$\% \text{ MS} = (P_2 - P_0) / (P_1 - P_2) \times 100$$

II.2.12.2. Broyage des échantillons

L'échantillon est finement moulu au moulin équipé d'un tamis dont les mailles mesurent 1mm de chaque côté.

II.2.12.3. Détermination de la matière sèche analytique

Nous avons séché nos échantillons à l'étuve à 105 C° pendant 24 heures pour éliminer la quantité d'eau résiduelle.(AOAC, 1990, 934.01)

II.2.12.4. Teneurs en cendres et en matière organique

Cette teneur est déterminée par gravimétrie après calcination à 550 C° d'une quantité connue d'échantillon. Le résidu de calcination est apparenté à la fraction inorganique de l'échantillon. La calcination complète doit produire des cendres blanches ou grises ne renfermant plus de particules charbonneuses.(AOAC, 1990, 942.05).

Mode opératoire

- peser un creuset en porcelaine préalablement séché à l'étuve à 105C° et refroidi au dessiccateur (T).
- peser précisément environ 3 g d'échantillon (T+ PF)
- calciner au four à 550 C°(une nuit)

- peser le creuset + aliment calciné (T+ PC) après refroidissement au dessiccateur

CALCUL

$$\% \text{ CT} = [(T+PC) - T] \times 100 / [(T + PF) - T]$$

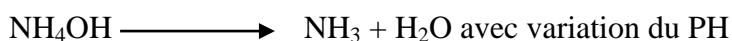
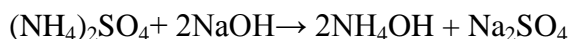
La teneur en matière organique se calcule suivant la relation

$$\% \text{ MO} = 100 - \% \text{ CT}$$

II.2.12.5. Détermination des teneurs en matières azotées

Selon la méthode Kjeldahl, la matière organique de l'échantillon est minéralisée par l'H₂SO₄ bouillant en présence d'un catalyseur. L'N est transformé quantitativement en (NH₄)₂SO₄, excepté pour l'N des nitrites et des nitrates. L'ammoniaque est ensuite déplacée par ajout de soude, entraîné par la vapeur, recueilli quantitativement dans une solution standard de réception et titré à l'aide d'un acide de normalité connue.

Matière organique + H₂SO₄ → CO₂ + H₂O + (NH₄)₂SO₄ en présence d'un catalyseur



NH₃ est entraîné par la vapeur et titré

Mode opératoire**a) Minéralisation**

- peser environ 1g d'échantillon dans un tube de kjeldahl de 250 ml (PE).
- Ajouter lentement tout en agitant 12,5 ml H₂SO₄ concentré
- Insérer les tubes dans le bac de minéralisation préchauffé à 450 °C.
- Après 40 à 60 mn de minéralisation retirer les tubes et laisser refroidir tout en laissant l'aspirateur fonctionner. Ajouter 100 ml de NaOH à 40%.

b) Distillation et titration

- Distillation, après avoir récupérer 100 ml de solution ou plus dans 25 ml de H₂SO₄ 0.1 N titré au rouge de méthyle.
- Titrer la solution avec NaOH 0,1N

$$MAT(\%) = \frac{(V_1 - V_2) \times 1.4 \times 6.25}{1000 \times PE} \times 100$$

V₁ : Volume en ml d' H₂SO₄ (0.1 normale)

V₂ : Volume en ml de NaOH (0.1 normale)

1,4: 1ml d' H₂SO₄ 0,1N Titre 1,40 mg d'N

6.25 : 1g d'azote correspond à 6.25% de MAT d'origine végétale.

PE : prise d'essais 1g.

1000 : transforme les g de la PE en mg pour travailler avec les mêmes unités.

MAT: matière azotée totale exprimée en % de la matière sèche (MS).

II.2.12.6. La digestibilité enzymatique de la matière sèche et organique

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

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

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

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

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

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

Fermer les tubes et agiter comme précédemment.

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

d) Au bout de 24h, Filtrer chaque creuset. Rincer le résidu avec environ de 250ml d'eau distillée, et terminer également par un rinçage du fond de creuset.

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

Calciner le contenu des creusets pendant 5h au four à 500°C, puis peser ; Poids du creuset + cendre = P2.

***Digestibilité de la matière sèche (MS)**

$$D_{cell MS} = \frac{E(MS) - (p_1 - p_0)}{E(MS)} \times 100$$

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

P₀: poids du creuset vide en gramme.

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

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

***Digestibilité de la matière organique (MO)**

$$D_{cell\ MO} = \frac{E(MO) - (p_1 - p_2)}{E(MO)} \times 100$$

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

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

P2: poids «creuset + cendres» en gramme.

DcellMO: digestibilité cellulasique de la matière organique en (%).

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

$$DMS = 0.706 \times D_{cellMS} + 20.4 \quad (DMS : \text{la digestibilité de la MS en } \%)$$

$$DMO = 0.656 \times D_{cellMO} + 24.33 \quad (DMO: \text{la digestibilité de la MO en } \%).$$

II.2.12.7. Dosage de la cellulose brute

Basée sur le principe de la méthode de Weende qui est considérée comme méthode officielle. Le but est de déterminer le taux de la cellulose brute de façon à pouvoir calculer la valeur fourragère des aliments.

Principe

-Hydrolyse de 1 gramme de matière organique à chaud, en milieu acide (H₂SO₄ à raison 12.5 g/l) pendant 30 min.

- Centrifugation et lavage avec de l'alcool jusqu'à neutralité (éther éthylique).

-Une deuxième hydrolyse en milieu alcalin (NaOH à raison de 12.5g/l) pendant 30 minutes afin d'avoir un premier résidu p₁.

$$\% \text{ CB} = p_1 - p_2$$

- Incinération du résidu à 55°C pendant 4 heures permettant d'avoir des cendres (deuxième résidu p₂).

II.2.13. Analyses statistiques

Les résultats sont présentés avec l'écart type, l'analyse de la variance ANOVA est utilisée afin de déterminer les variations saisonnières des paramètres spermatiques, testostéronémie, paramètres biochimiques sanguins, mensurations pondérales et testiculaires par le logiciel Graph Pad prism 5.03.

Le test T-Student a été utilisé pour la comparaison entre les paramètres des deux régions d'étude. Les résultats sont décrits sous forme de moyenne \pm écart type. Les différences dépistées sont considérées comme significatives lorsque $p < 0.05$.

La relation entre les différents paramètres étudiés a été vérifiée par le test de signification des Coefficients de corrélations de Spearman et de Pearson ($p < 0,05$) par le logiciel SYSTAT 12 software 2007.

Résultats et discussion

I. Composition des aliments et des rations

I.1. Composition chimique de l'aliment (Tableau 07)

Les résultats d'analyse de l'aliment distribué aux animaux au niveau des deux régions sont rapportés dans le tableau 07.

Au vu des résultats des analyses des aliments distribués dans les deux régions, nous avons relevé que les taux obtenus pour la paille sont presque identiques pour tous les composés analysés avec des valeurs légèrement élevées en région semi-aride qu'en région aride. Par contre, les différences de composition sont plus importantes entre le concentré distribué au niveau de l'ITELV et l'orge en grains dans la région aride (Centre régional CNIAAG).

Tableau 07. Résultats d'analyse de l'aliment distribué aux animaux au niveau des deux régions

Région semi-aride					
Composition	MS (%)	MO (%)	MM (g%)	MAT(%)	CB(%)
Foin de luzerne	92,30	88,25	11,75	17,03	32,91
Paille	92,88	93,90	6,10	4,75	44,67
Concentré	92,86	90,70	9,30	12,56	2,38
Région aride					
Paille	91,88	92,94	6,05	4,25	43,2
Orge	90,19	94,05	5,95	7,41	3,9

I.2. Besoins recommandés et besoins couverts par les rations distribuées dans les deux régions d'étude

Quant à la couverture des besoins azotés par la ration, nous avons noté un déséquilibre entre PDIN et PDIE ; ce qui a pour effet d'avoir Rmic négatif de -41,70 durant les saisons printemps, été et automne, et -38,89 durant l'hiver en région aride. Alors qu'en région semi-aride, la valeur du Rmic relevée durant le flushing est nettement inférieure à celle enregistrée en période de repos sexuel (-34,71, -46,42 respectivement). A l'observation de ces rapports Rmic, il est utile de rappeler que pour avoir une ration avec un bon équilibre azoté, il faut :

- ajouter un aliment riche en azote fermentescible (exemple : urée) ;
- changer les concentrés par ceux fournissant un rapport PDIN/PDIE plus élevé ;
- fournir un nouveau fourrage fournissant plus de PDIN (Agabriel *et al.*, 2007).

Tableau 08. Besoins recommandés et besoins couverts par les rations distribuées en région aride

Besoins calculés selon les recommandations de l'INRA <i>(ration de printemps, été et automne: 1.25kg d'orge et paille à volonté)</i>					
Périodes	Poids métabolique (= PV^{0.75})	Besoin UF	Besoin PDI	Capacité d'ingestion (CI)	Quantité de MS
Printemps	34,13	1,13	85,32	2,76	1,54
Été	32,10	1,06	80,24	2,60	1,44
Automne	32,80	1,08	82,00	2,66	1,48
Moyenne	33,01	1,09	82,53	2,67	1,49
Besoins couverts par la ration distribuée					
	MSVI	UF	PDIN	PDIE	Rmic(PDIN-PDIE)/UF
	1,762	0,98	112,04	153,05	-41,70
Besoins calculés selon les recommandations de l'INRA <i>(ration d'hiver : 1.5kg d'orge et paille à volonté)</i>					
Périodes	Poids métabolique (= PV^{0.75})	Besoin UF	Besoin PDI	Capacité d'ingestion (CI)	Quantité de MS
Hiver	30,87	1,02	77,17	2,50	1,39
Besoins couverts par la ration distribuée					
	MSVI	UF	PDIN	PDIE	Rmic(PDIN-PDIE)/UF
	1,80	1,09	127,02	169,43	-38,89

Tableau 09. Besoins recommandés et besoins couverts par les rations distribuées en région semi-aride

Besoins calculés selon les recommandations de l'INRA <i>(ration d'entretien : 0.65kg de concentré et paille à volonté)</i>					
Périodes	Poids métabolique (= PV^{0.75})	Besoin UF	Besoin PDI	Capacité d'ingestion (CI)	Quantité de MS
Hiver	30,07	0,99	75,17	2,44	1,35
Été	29,83	0,98	74,57	2,42	1,34
Moyenne	29,95	0,99	74,87	2,43	1,35
Besoins couverts par la ration distribuée					
	MSVI	UF	PDIN	PDIE	Rmic (PDIN-PDIE)/UF
	1,52	0,75	73,51	108,10	-46,42
Besoins calculés selon les recommandations de l'INRA <i>(ration Flushing : 0,85 kg concentré et foin de luzerne à volonté)</i>					
Périodes	Poids métabolique (= PV^{0.75})	Besoin UF	Besoin PDI	Capacité d'ingestion (CI)	Quantité de MS
Printemps	30,36	1,00	75,89	2,46	1,37
Automne	29,71	0,98	74,26	2,41	1,34
Moyenne	30,03	0,99	75,08	2,43	1,35
Besoins couverts par la ration distribuée					
	MSVI	UF	PDIN	PDIE	Rmic(PDIN-PDIE)/UF
	1,60	1,06	85,27	122,06	-34,71

- MSVI** : matière sèche volontairement ingérée
- PDI** : Protéines digestibles dans l'intestin
- PDIN**: Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'azote
- PDIE**: Protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie
- PV^(0.75)** = poids métabolique
- Besoin UF** = $PV^{(0.75)} \times 0.033$
- Capacité ingestion** = $I_{note} \times PV^{(0.75)}$
- Besoin PDI** = $PV^{(0.75)} \times 2.5$
- Inote** = 0,081 pour une NEC de 3- 3,5

D'après les résultats obtenus après analyses fourragères nous constatons que le taux en matière sèche du concentré est proche de celui obtenu par Houmani et Tisserand (1999), Safsaf (2014), et qui est de (91,1%). Le taux le plus élevé de MS est relevé pour la paille en zone semi-aride (92,88%) suivi par celui du concentré (92,86%). Les teneurs du foin en MS (92,30%) sont supérieures à celles trouvées par Rekik *et al.* (2010) et Dias *et al.* (2010) où les teneurs respectives étaient de 89,6 et 88,5%. Le taux de MS enregistré pour le concentré est nettement supérieur à celui relevé par Laabassi (2006) et Rekik *et al.* (2010) avec les valeurs 85 et 90,5% respectivement. Nous avons noté un pourcentage élevé de matière organique (MO) pour l'orge (CNIAAG) (94,05%), alors que la paille (ITELV) a montré un taux supérieur (93,90%) par rapport aux autres composants de la ration. Par contre la matière minérale est la plus basse pour ce nutriment (6,10%), alors que la valeur la plus élevée était observée pour le foin de luzerne. Le pourcentage le plus élevé de la matière azotée était observé pour le foin de luzerne (17,03%) suivi par celui du concentré (12,56%) qui reste un taux faible en comparaison avec le taux de 14,3% trouvé par Golmahi *et al.* (2006).

Chaque ration a deux valeurs azotées PDI : les PDIN sont les protéines digestibles dans l'intestin permises par l'azote de la ration et les PDIE sont les protéines digestibles dans l'intestin permises par l'énergie de la ration. Une ration équilibrée en protéines doit avoir des apports PDIE égaux aux besoins PDI, et des apports PDIN égaux ou supérieurs aux apports PDIE (INRA, 2007). Dans les conditions optimales un rationnement adéquat permet d'ajuster la quantité de concentré avec celle des fourrages par effet de substitution, où l'augmentation de la quantité de concentré dans la ration permet de réduire la consommation du fourrage (INRA, 1978 ; Agabriel *et al.*, 2007) cités par (Safsaf, 2014). D'après Cinq-Mars (2008), un fourrage de bonne valeur nutritive suffit pour couvrir les besoins énergétiques des béliers. Si les fourrages ne possèdent pas suffisamment d'énergie, ou que les béliers maigrissent en cours de la période de monte, il est possible de compléter avec du concentré.

Diverses causes pourraient être la cause d'une altération de la qualité du sperme chez les moutons, l'alimentation, les xénobiotiques, le rythme de la collecte de sperme, le stress, la photopériode et la pathologie (Piard *et al.*, 2002). Ainsi, certains centres d'insémination artificielle ont recours à certains composés de suppléments vitaminiques (hydrosoluble et liposoluble) et des éléments diététiques pour améliorer la qualité et la quantité de sperme des béliers, afin d'assurer une plus grande échelle de la dissémination du potentiel génétique des béliers, et aussi pour réduire les coûts de production de doses de sperme produites (Litim *et al.*, 2015). Paquay (2004) rapporte que chez le bélier adulte, l'alimentation ne pose pas de problème particulier, un bélier actif sur le plan sexuel peut perdre beaucoup de poids pendant la lutte. Ceci est dû au fait que contrairement à celui de la brebis, le comportement alimentaire du bélier diminue alors fortement. De plus, Le développement des testicules dépend plus du poids corporel que de l'âge, ceci étant le reflet de la gestion sous laquelle les béliers se développent. Les mesures testiculaires peuvent être utilisées comme un outil de détection des animaux qui ont été élevés sous régimes alimentaires pauvres (Martinez *et al.*, 2012).

En ce qui concerne les effets de la nutrition sur la reproduction des ovins, plusieurs travaux de recherche ont été menés au sujet des brebis mais il existe très peu d'études sur les performances reproductives du bélier étant donné que la masse testiculaire est perdue pendant la saison de reproduction normale car, dans de nombreux environnements, la quantité et la qualité des pâturages sont très pauvres à cette période de l'année (Martin et Walkden-Brown, 1995; Martin *et al.*, 1999). En outre, pendant la saison de reproduction, les mâles de l'espèce ovine ou caprine perdent leur appétit et leur motivation comportementale à cause de l'accouplement qui réduit le temps disponible pour l'alimentation. La combinaison de toutes ces circonstances conduit à des pertes importantes dans la masse corporelle et la masse testiculaire, donc diminution de la capacité pour la production de sperme (Martin *et al.*, 2012). Cette réduction suite à la sous-nutrition a été démontrée chez les béliers adultes (Salamon, 1964 ; Setchell *et al.* 1965; Oldham *et al.*, 1978; Cameron *et al.*, 1988). Guan *et al.* (2014) concluent que la baisse de la masse testiculaire et de la production de sperme causée par la sous-alimentation chez des béliers adultes est associée à des résultats défavorables pour la qualité des spermatozoïdes, confirmés par la vitesse réduite des spermatozoïdes (indiqué par le CASA) ainsi que des dommages de l'ADN. La nutrition affecte également tous les aspects de la chaîne des événements reproducteurs, de la gamétogenèse à la puberté chez les mâles (Scaramuzzi *et al.*, 2006). Cependant, la majorité des études était limitée aux variables telles que la concentration du sperme, la viabilité, la morphologie et la motilité subjective (Ollero *et al.*, 1998).

L'alimentation des béliers dépend avant tout de leur poids vif et on peut s'appuyer sur les relations utilisées chez la brebis adulte tarie pour calculer des rations. Compte tenu de la durée de la spermatogenèse, il faut veiller à alimenter correctement les béliers au moins deux mois avant le début de la période de lutte. En ce qui concerne les béliers d'insémination artificielle, les besoins pour l'activité physique sont moindres qu'en lutte naturelle mais il est admis que les régimes doivent rester stables pendant la période de collecte (INRA, 2007). Scaramuzzi *et al.* (2006) rapportent que la relation entre la nutrition et la reproduction est exprimée par l'équilibre énergétique. Lorsque les besoins en nutriments des animaux sont supérieurs à l'apport par la ration, les animaux utilisent leurs réserves d'énergie (glycogène, triglycérides et protéines) pour combler le déficit. Quand un animal est dans cet état, il est dans "l'équilibre énergétique négatif". De même, lorsque le besoin nutritif est inférieur à l'apport en nutriments, l'animal stocke les nutriments excédentaires (sous forme de glycogène et de triglycérides) et / ou dissipe l'excès sous forme de chaleur. Quand un animal est dans cet état, il est en «équilibre énergétique positif». Le bilan énergétique négatif a principalement un effet sur l'axe de contrôle reproductif hypothalamo-hypophysaire, se traduisant par une hypoglycémie et une hypo insulïnémie (Wade and Jones, 2005).

Dans l'étude de Lassoued *et al.* (2013) le régime alimentaire n'a eu aucun effet sur le poids corporel, ce qui peut expliquer l'absence de tout effet sur les paramètres du sperme. Comme décrit par de nombreux auteurs, les résultats suggèrent que lorsque les béliers ne sont pas en bonne condition physique, la supplémentation dans l'alimentation dans les 2 mois précédant la lutte améliore leurs performances de reproduction (Brown, 1994). Bien que Gordon (1964) ait suggéré que le cycle annuel de l'appétit qu'il a observé chez les moutons, était dû aux changements de température. De plus, Parker et Thwaites (1972) ont montré que le nombre de spermatozoïdes et la motilité sont réduits si la sous nutrition dure plus de 7 semaines, et ces effets peuvent être inversé en cas de supplémentation (Dana *et al.*, 2000, Tufarelli *et al.* 2011). En général, la plupart des changements induits par la nutrition chez les béliers adultes sont temporaires mais leur gravité peut varier de peu d'effets sur les caractéristiques séminales et ou la libido à l'infertilité. Cependant, la fertilité du bélier a été rapportée comme étroitement liée à la qualité du sperme. Les résultats obtenus par Lindsay *et al.* (1984), Bielli *et al.* (1999) et Lassoued *et al.* (2013), ne montrent aucun effet significatif d'un pâturage amélioré ou un apport alimentaire avec un taux élevé en protéines sur les dimensions testiculaires. Bien que ces résultats soient incompatibles avec ceux obtenus par Boukhliq *et al.* (1997) et Fernandez *et al.* (2004). En effet, une carence qualitative surtout en matières azotées a une grande influence sur la reproduction car elle porte sur divers acides aminés. Le manque de certains de ces éléments, particulièrement la lysine, le tryptophane,

provoque la formation de spermatozoïdes anormaux, la diminution de la mobilité des spermatozoïdes et même l'azoospermie. Les résultats de Fernandez *et al.* (2004) montrent l'effet significatif des régimes riches en protéines sur la taille des testicules sans affecter les concentrations de testostérone. Litim and Bereksi (2016) ont démontré que, la supplémentation en vitamines et minéraux a permis d'améliorer de manière significative les caractéristiques quantitatives étudiées : volume de semence, concentration en spermatozoïdes et nombre de doses produites pour les races Ouled Djellal et Hamra, volume et nombre de doses pour la race Rembi. Cependant, la motilité massale a été améliorée uniquement pour la race Ouled Djellal. En revanche, Lassoued *et al.* (2013) montrent que la complémentation énergétique et protéique quotidienne ou par intermittence des béliers au-dessus des besoins de maintien, n'a pas d'effet significatif sur les paramètres spermatiques mais améliore le comportement sexuel des béliers. L'alimentation alternée pourrait présenter une alternative intéressante pour diminuer le coût de la supplémentation avant la lutte. Par contre, d'après le même auteur, l'alimentation selon les besoins de maintien affecte le comportement sexuel des béliers (flairage anogénital flehmen, érection du pénis, approche latérale, temps de réaction et score de libido). La supplémentation des béliers un jour sur deux seulement, affecte le nombre d'approches latérales, le temps de réaction et le score de libido. Les résultats issus des travaux de Mahouachi *et al.* (2011) montrent que l'administration d'une alimentation de bonne qualité après la naissance accélère la croissance testiculaire et avance nettement la puberté chez l'agneau. Ils démontrent aussi que, les effets d'une sous-nutrition sur cette fonction se prolongent à l'âge adulte, et qu'une augmentation du niveau alimentaire, et la supplémentation par des vitamines et surtout l'utilisation de l'avoine avant la lutte améliorent les caractéristiques quantitatives et qualitatives de la semence chez le bélier.

L'effet de la nutrition sur les compartiments : endocrine et exocrine du testicule est lié aux changements au niveau du tissu testiculaire. Quelques études ont montré que le volume et le diamètre des tubes séminifères sont affectés par ce paramètre (Oldham *et al.*, 1978 ; Pomares *et al.*, 1991). Il a été démontré aussi par plusieurs chercheurs (Salamon 1964, Setchell *et al.*, 1965 ; Parker and Thwaites 1972 ; Alkass *et al.*, 1982 ; Masters and Fels 1984 ; Martin *et al.*, 1994) que la nutrition affecte la taille testiculaire. Dans le même contexte, le système endocrinien de la fonction testiculaire paraît être affecté par le régime alimentaire par diminution des concentrations de testostérone, qui fait suite aux changements de la sécrétion pulsatile en LH. De même, la variation de la taille des testicules induite par la nutrition est presque entièrement due aux changements dans le compartiment séminifère du testicule, ce qui correspond aux effets plus puissants et plus durables de la nutrition sur la FSH que sur la sécrétion de LH (Hotzel *et al.*, 1998).

II. Variations saisonnières du poids corporel et des mensurations scrotales

II.1. La note de l'état corporel

Dans notre expérience la note de l'état corporel n'a varié que durant la saison d'été ; où elle a passé de 3 en saison chaude à 3,5 pour les autres saisons dans les deux régions d'étude. Ce qui est réconfortant du point de vue reproduction, où la note requise pour la période de reproduction est de 3.5 (Maurya *et al.*, 2017) ; étant donné que la NEC est un bon indicateur de l'état nutritionnel (Ndlovu and Muchenje, 2009). Ainsi, les valeurs les plus basses obtenues en été sont le résultat de l'effet de la chaleur sur les béliers durant cette période de l'année.

Plusieurs travaux ont démontré que la note de l'état corporel (NEC) est un meilleur indicateur du niveau des réserves adipeuses corporelles que le poids ; et ce, en relation avec les dimensions du corps (Borg *et al.*, 2009). Cela est en accord avec les résultats de Purroy *et al.* (1987) et Sanson *et al.* (1993) qui ont montré que la NEC était beaucoup plus corrélée à la quantité des lipides et des protéines corporelles que le poids vif chez les ovins. Ce qui permet de mesurer l'importance du tissu adipeux sous-cutané, sachant que les changements d'état corporel reflètent donc les variations de l'état des réserves corporelles dont l'intérêt est surtout connu chez les femelles reproductrices (Mebirouk-Boudechiche *et al.*, 2015) ; et qu'il existait une relation positive entre les réserves corporelles et les taux d'ovulation, de fertilité et de prolificité chez les ovins Dedieu *et al.* (1989). En plus, si la race des béliers contribue considérablement à l'amélioration des performances de reproduction et de la possibilité génétique du troupeau ; la NEC chez le mouton affecte considérablement les manifestations du comportement sexuel, la croissance, le profil endocrinien, la qualité et la quantité du sperme chez les béliers (Maurya *et al.*, 2017). A ce titre, une différence significative dans la concentration sérique de testostérone a été obtenue entre des béliers ayant des NEC (3,0-3,5 et 4,0) et des béliers ayant une NEC de moins 2.5; et que, la sécrétion de testostérone a été plus élevée sur des animaux à NEC élevée que sur ceux ayant une NEC faible (Maurya *et al.*, 2012).

II.2. Le poids

II.2.1. Effet saison

En région aride, nous n'avons observé à l'analyse statistique aucune différence significative concernant le poids des béliers ($p > 0,05$), malgré une prise de poids graduelle durant l'année d'étude avec une moyenne minimale durant l'hiver ($96,83 \pm 13,09$) (Tableau 10 et figure 13). Alors qu'en région semi-aride, il n'y a pas eu de variation significative ($p > 0,05$) avec des moyennes maximales pendant le printemps ($94,7 \pm 3,8$ kg) et minimales durant l'automne ($92,0 \pm 4,1$) ; bien que lors d'observation des moyennes obtenues, nous

remarquons une légère baisse pendant l’hiver et l’été avec $93,5 \pm 5,8$ kg et $92,5 \pm 2,8$ kg respectivement (Tableau 10).

II.2.2. Effet région

La comparaison statistique des résultats a révélé une différence significative ($p < 0,05$) entre la région aride versus la région semi- aride en été et très significative ($p < 0,01$) durant la saison du printemps entre la région aride et semi-aride (Tableau 10 ; figure 15) ; d’ailleurs ces différences sont visibles au vue des variations du poids entre béliers des deux régions $102 \pm 11,92$ kg vs $92,5 \pm 2,8$ kg et $110,7 \pm 9,07$ kg vs $94,7 \pm 3,8$ kg en été et printemps respectivement.

Tableau 10. Variations saisonnières du poids corporel des béliers en régions aride et semi-aride

Saisons \ Régions	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signifi. Statist. entre régions
Hiver	$96,83 \pm 13,09$	$93,5 \pm 5,8$	
Printemps	$110,7 \pm 9,07$	$94,7 \pm 3,8$	A**
Eté	$102 \pm 11,92$	$92,5 \pm 2,8$	A*
Automne	$105,8 \pm 17,92$	$92,0 \pm 4,1$	

^A : région aride vs région semi-aride ; - Signif. Stat. : signification statistique
 * : $p < 0,05$, ** : $p < 0,01$

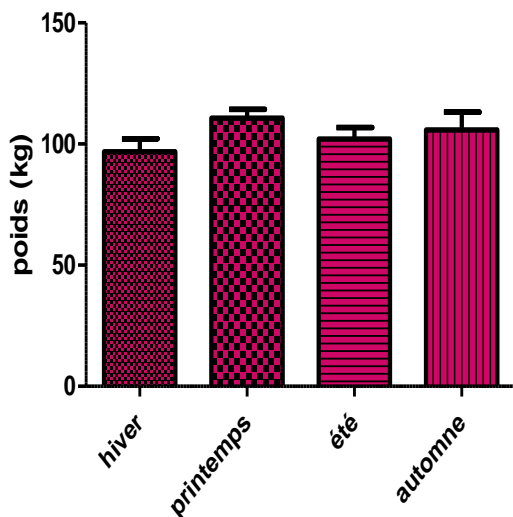


Figure 13. Variations du poids en zone aride

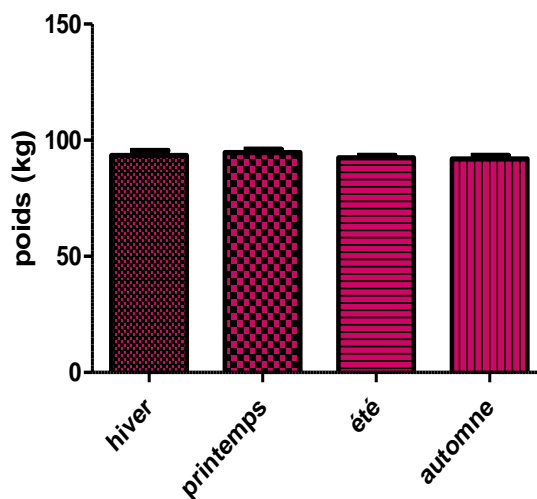


Figure 14. Variations du poids en zone semi- aride

L’analyse de variance pour déterminer les effets des facteurs saison, région et leur combinaison sur le poids vif des béliers, a révélé des influences très significative de la saison

et de la combinaison des facteurs associés et hautement significative du facteur région ($p < 0,001$) (tableau 11).

Tableau 11. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations du poids corporel

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	**	***	**

- ** : $p < 0.01$; *** : $p < 0.001$

Plusieurs auteurs ont montré l'effet de la saison sur les caractères de la reproduction chez les béliers (Kafi *et al.*, 2004 ; Zamiri *et al.*, 2010) ; et que, la méthode standard d'évaluation de la fertilité des mâles reproducteurs autre que celle reposant directement sur leur capacité de produire une gestation, est l'examen de la production du sperme (Ax *et al.*, 2000). C'est dans ce cadre que notre étude se propose d'étudier les variations saisonnières des mensurations pondérales et testiculaires.

Le poids corporel est l'un des paramètres habituellement mesuré dans le but d'avoir une évaluation des différents aspects de la production ; et c'est aussi l'un des critères de sélection les plus couramment utilisés. D'ailleurs, l'atteinte de la maturité sexuelle chez les béliers est plus conditionnée par le développement du corps que par l'âge (Dyrmundsson, 1973 ; Belibasaki *et al.*, 2000) ; et il existe une relation importante entre le volume testiculaire, le poids de l'animal et l'âge chez les béliers adultes (Schoeman *et al.*, 1987) . Selon Akpa *et al.* (2012), les mesures quantitatives tels que le poids ou les mensurations des organes sont importants et fiables et peuvent être prises en considération dans la sélection et l'amélioration génétique.

Au vu des résultats obtenus, nous n'avons observé aucune différence significative ($p > 0,05$). Quant à l'effet saison sur le poids des béliers ; ce qui pourrait s'expliquer par le fait que ces derniers soient adultes et élevés dans de bonnes conditions d'entretien au niveau de l'institut d'élevage. Par ailleurs, nos résultats rejoignent ceux de Kafi *et al.* (2004) et Kridli *et al.* (2007), obtenus sur des béliers de race Persian karakul, qui rapportent que le poids corporel n'est pas affecté par les variations saisonnières ; contrairement à Avdi *et al.* (2004) qui ont relevé des variations mensuelles du poids chez la race Chios, et Boucif *et al.* (2007) qui ont rapporté chez des béliers Ouled Djellal une tendance du poids à diminuer en hiver. De même, une diminution du poids corporel durant l'hiver était remarquée chez les béliers de race Suffolk (Mandiki *et al.*, 1998a). Cependant, Gastel *et al.* (1995) n'ont observé aucune diminution du poids vif pendant l'hiver chez les béliers de race Corriedale âgés de 15 à 18 mois

en Uruguay. Schoeman *et al.* (1987) et Fourie *et al.* (2005) trouvent une corrélation négative entre le poids et la testostéronémie chez la race Dorper ; alors que, Greyling *et al.* (1993) observent une corrélation positive entre ces deux paramètres ($p < 0,05$; $r = 0,3$).

L'étude de Skinner et Rowson (1968) sur la race Suffolk et croisée et celle de (Dyrmondsson et Lees, 1972) sur la race Clun Forest ont montré que, les agneaux nés à la fin de l'été ont un plus petit poids corporel, des testicules plus petits avec des tubes séminifères de diamètres réduits, par rapport à ceux nés au printemps. Tandis que, la spermatogenèse semble ne pas être affectée par la saison de la naissance. Ces effets étaient attribuables aux fluctuations dans les conditions nutritionnelles pendant l'élevage, avec les agneaux nés à la fin de l'été qui souffrent principalement de l'ingestion énergétique réduite affectant ainsi la précocité de la puberté. Pour Aller *et al.* (2012), le poids vif a augmenté progressivement de l'hiver à l'été les deux races Pampinta et Corriedale élevées en Argentine, et que les béliers Pampinta étaient plus lourds que les béliers Corriedale tout au long de l'expérience. Cette variation saisonnière du poids vif et de l'état corporel a été principalement expliquée par les influences nutritionnelles, suite à la baisse hivernale dans la production de pâturages ; car l'expérience a été conduite sous des conditions nutritionnelles non contrôlées.

Il a été constaté dans l'étude de Tabbaa *et al.* (2006) que les béliers adultes pèsent plus que les jeunes, surtout que ces derniers n'ont pas encore atteint leur pleine maturité. Salhab *et al.* (2003) et Mia *et al.* (2013) trouvent que le poids corporel influe significativement sur le volume et la motilité massale ; où le volume spermatique augmente significativement avec le poids corporel et inversement à la motilité massale. Dans l'étude de Courot *et al.* (1981) sur l'évolution de la LH hypophysaire et sanguine pendant la puberté chez l'agneau mâle, ils ont trouvé que pendant la période de croissance testiculaire rapide (périodes pré pubertaire et pubertaire), la concentration hypophysaire en LH qui selon la saison de naissance serait stabilisée ou même en diminution. Masters et Fels (1984) ont trouvé que, les jeunes béliers Mérinos, âgés de 13 mois et élevés de manière isolée des brebis à partir d'environ 7 mois d'âge, élevés sur pâturages sous des conditions similaires à l'environnement méditerranéen au sud-ouest de l'Australie ont montré une augmentation du poids vif et de la taille testiculaire au cours de l'hiver, du printemps et en automne, respectivement. Chella *et al.* (2017) avancent qu'il est logique que les béliers soient plus lourds au printemps et en été en raison de la disponibilité du pâturage, mais le potentiel de reproduction est plus élevé pendant l'automne et l'hiver. La diminution de 60% de la taille des testicules et la perte de poids semblait être indépendante de la photopériode et était principalement associée à une baisse de l'énergie et la teneur en protéines du pâturage au cours de l'été et l'automne. A cet effet, la teneur en azote

du pâturage peut être aussi basse de 0,7 à 2,0%, ce qui est beaucoup moins nécessaire pour une croissance maximale des testicules (Brown, 1994).

II.3. La circonférence scrotale

II.3.1. Effet saison

Aucune différence significative à l'analyse de variance n'a été observée concernant ce paramètre ($p > 0,05$) en région aride. Nous avons constaté que la moyenne la plus basse était relevée en saison chaude ($35,73 \pm 3,87$ cm) (Tableau 12 et figure 16). En observant, les variations saisonnières de la circonférence scrotale on constate que l'augmentation est plus importante en région semi-aride qu'en région aride surtout dans la transition hiver/printemps et printemps/été.

L'analyse statistique n'a fait apparaître aucune différence significative entre les mois de prélèvement ($p > 0,05$). Alors qu'en région semi-aride, l'influence de la saison sur la circonférence scrotale a été plus marquée et significativement différente entre le printemps et l'été ($p < 0,05$). En effet, les moyennes les plus élevées ont été relevées durant le printemps ($36,3 \pm 1,9$ cm) et en automne ($34,9 \pm 2,1$ cm) correspondant aux mois de la mise à la reproduction ; alors que, les moyennes les plus faibles ont été observées pendant l'été avec $35,73 \pm 3,87$ cm et $33,3 \pm 1,9$ cm en région aride et semi-aride respectivement (Tableau 12 et figures 15&16). Toutefois, l'analyse mensuelle de ce paramètre a montré une différence significative ($p < 0,05$) entre Avril versus Juillet, Novembre versus Décembre et Juin versus Septembre ; et très significative ($p < 0,01$) entre le mois d'Avril et le mois de Juin. D'ailleurs, les moyennes les plus élevées sont relevées durant le mois d'avril ($36,9 \pm 0,88$ cm) alors que les moyennes basses sont observées pendant le mois de novembre ($31,94 \pm 0,77$ cm).

II.3.2. Effet région

Seule une différence significative ($p < 0,05$) a été observée durant l'hiver entre la zone aride et semi-aride (Tableau 12).

Tableau 12. Variations saisonnières de la circonférence scrotale (cm) des béliers en régions aride et semi-aride

Régions	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signifi. entre régions	Statist.
Saisons				
Hiver	$36,48 \pm 1,37$	$34,0 \pm 2,1$	A*	
Printemps	$36,38 \pm 1,51$	$36,3 \pm 1,9$ ^{a*}		
Eté	$35,73 \pm 3,87$	$33,3 \pm 1,9$		
Automne	$36,12 \pm 1,78$	$34,9 \pm 2,1$		

^a : printemps vs été ; ^A : région aride vs région semi-aride

- Signif. Stat. : signification statistique ; * : $p < 0,05$

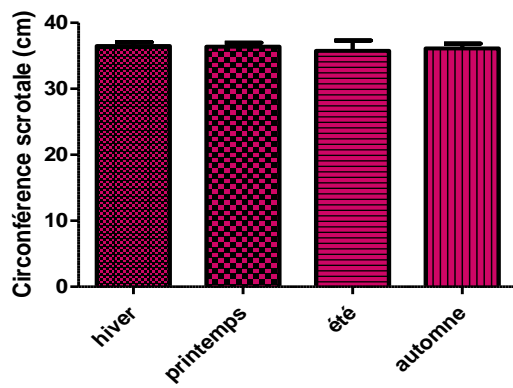


Figure 15. Variations de la circonférence scrotale en zone aride

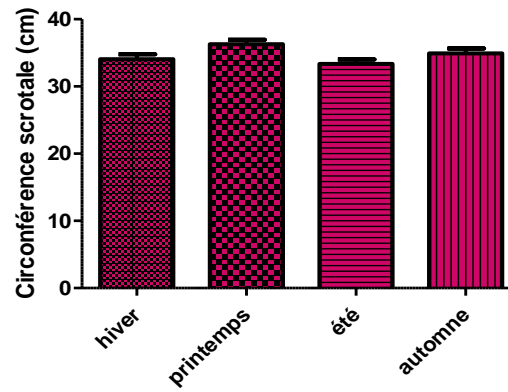


Figure 16. Variations de la circonférence scrotale en zone semi-aride

Quant à l'action des facteurs saison, région et leur association sur les variations de la circonférence scrotale, nous avons relevé à l'analyse de la variance que seul le facteur région a eu un impact hautement significatif ($p < 0,001$) sur ce paramètre (tableau 13).

Tableau 13. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations de la circonférence scrotale

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	NS	***	NS

*** : $p < 0,001$

Avec l'utilisation croissante de l'insémination artificielle chez les ovins, la qualité du sperme est le principal paramètre à limiter l'efficacité reproductive chez les mâles, qui est influencée par la taille testiculaire (Zamiri *et al.*, 2005). La masse testiculaire étant positivement corrélée à la production spermatique ; et que, la circonférence scrotale est utilisée pour évaluer la fertilité du bélier (Salhab *et al.*, 2001). Les caractéristiques morphométriques scrotales sont des indicateurs précis de la taille testiculaire ainsi que leur condition physiologique. Elles sont directement liées à la masse totale du tissu produisant des spermatozoïdes, l'intégrité des spermatozoïdes, le début de la puberté et la fertilité de la progéniture femelle. Ainsi, tout facteur qui influence le fonctionnement du scrotum affecterait directement l'efficacité de la reproduction des béliers (Etim, 2015).

Ghorbankhani *et al.* (2015) et Maksimovic *et al.* (2016) ont montré que la morphométrie testiculaire est un trait d'hérédité et qu'elle est considérée comme prédicteur de la production spermatique et est souvent utilisée pour évaluer la fertilité des béliers. Ainsi, les mensurations les plus élevées obtenues dans notre travail au printemps et en automne dans les deux zones d'étude, coïncident avec les périodes de lutte pratiquée dans ces élevages, où l'augmentation du volume testiculaire est associée à la production spermatique. Et que lors de

la reprise de la saison d'activité sexuelle, il se présente un décalage temporel au niveau de la reprise de cette activité qui débute un mois à un mois et demi plus tôt chez les mâles que chez les femelles (Chalivoix, 2010). Nos résultats, en terme poids des béliers et circonférence scrotale, sont presque équivalents à ceux rapportés par Allaoui *et al.* (2014) dans la catégorie des béliers âgés de 4 ans. La moyenne la plus faible a été observée en été inversement à celle relevée en hiver par Boucif *et al.* (2007) sur des béliers Ouled Djellal à l'Ouest Algérien. Alors que, Oberst *et al.* (2011), avancent qu'il existe une franche différence significative ($p < 0,05$) entre les valeurs des mesures d'hiver ($31,0 \pm 3,4$ cm) et celles du printemps ($34,1 \pm 2,5$ cm) ; mais sans différence significative entre les autres saisons chez la race Lacaune, et ce en concordance avec nos résultats. Le pic de mensurations observé au mois de septembre est en accord avec les observations de Kafi *et al.* (2004) et Ghorbankhani *et al.* (2015) A l'augmentation automnale et printanière, on note des diminutions significatives durant les périodes hivernale et estivale, tout en sachant que le photopériodisme est le principal facteur de variation de l'activité sexuelle des béliers, c'est à l'automne où les nuits sont plus ou moins longues et que l'activité sexuelle est maximale. En revanche, Benmoula *et al.* (2017) n'observent aucun effet de la saison sur la circonférence scrotale chez les béliers de race INRA 180 au Maroc dans l'étude menée dans une région située à une latitude de 32° N. Des résultats similaires ont été enregistrés chez la Race de bélier D'Man (origine des béliers INRA180) (Tibary *et al.*, 1988) élevés aux latitudes de $32,6^\circ$ Nord, en climat semi-aride et aussi dans une région à climat méditerranéen de latitude $36,18^\circ$ Nord (Chafri et Mahouechi, 2009), leurs résultats suggèrent que la race de bélier INRA180 a hérité le caractère de la non saisonnalité de la race D'Man.

La circonférence scrotale est le reflet de la quantité de tissu spermatogénétique testiculaire, qui indique le potentiel maximal de la production spermatique. Il est possible que, les plus volumineux testicules contiennent plus de tissus producteurs d'androgènes (cellules de Leydig), où les niveaux élevés de testostérone stimulent la croissance et le développement des tissus spermatogènes, qui affectent la taille des testicules (Preston *et al.*, 2011). L'étude de Chella *et al.* (2017) menée sur les béliers de race Zoulou a montré que la circonférence scrotale et le poids corporel augmentent chronologiquement. Les mensurations scrotales n'étaient pas significativement différentes entre les mâles âgés de 3 et 4 ans, mais le sperme collecté chez les béliers âgés de 3 ans était meilleur en termes de quantité et de qualité par rapport aux béliers de 4 ans, ce qui est en accord avec nos résultats en région aride.

Ghorbankhani *et al.* (2015) attestent qu'il existe de nombreux facteurs qui affectent la taille testiculaire (nutrition, le gain de poids quotidien). Mais dans leur expérience concluent que l'augmentation de la circonférence scrotale est due à l'augmentation du poids des béliers

étant donné qu'ils sont jeunes (08 mois). Au contraire de la circonférence scrotale, la concentration maximale de la testostérone est observée durant l'automne et diminue en hiver chez la race Sinjabi. Il existe une relation étroite entre la testostéronémie et la circonférence scrotale chez les béliers matures âgés de plus de 03 ans. Un effet significatif de la saison sur la circonférence scrotale des béliers Corriedale et Pampinta a été observé dans l'étude d'Aller *et al.* (2012). La valeur la plus augmentée était enregistrée en été et en automne chez les deux races et était positivement corrélée avec le poids corporel. En plus, les mesures de la circonférence scrotale ont suivi à peu près le même profil que la testostéronémie.

La variation saisonnière de la circonférence scrotale a été étudiée aussi chez des béliers de race Suffolk et Lincoln par Mickelsen *et al.* (1981). Les moyennes maximales relevées par ces auteurs, sont notées durant l'automne au mois d'octobre, quant aux valeurs minimales sont obtenues durant l'hiver au mois de février. Ces mêmes résultats ont été illustrés par Chemineau *et al.* (1992) qui concluent que le poids testiculaire varie avec la saison et atteint son maximum durant la saison de reproduction. Alors que, la diminution de la circonférence scrotale observée durant l'été dans les deux régions est en accord avec Yarney *et al.* (1990) ; où il a été relevé lors d'été chaud chez des races élevées dans des régions tropicales et subtropicales une diminution touchant la circonférence scrotale, la consistance, le volume et le poids testiculaires comparativement aux mêmes races élevées sous conditions climatiques modérée. Cette réduction dans les dimensions testiculaires peut être due à la dégénérescence dans l'épithélium germinale.

L'étude de Fourie *et al.* (2005) sur des béliers de race Dorper élevés en Afrique du Sud montre aussi une corrélation positive entre la circonférence scrotale et la testostéronémie, alors qu'il existe une corrélation négative entre ce paramètre et le poids des béliers. Par contre, les résultats de Greyling *et al.* (1993) montrent une corrélation positive entre le poids et la testostérone ($p < 0,05$; $r = 0,3$). Tabbaa *et al.* (2006) rapportent que les mesures de la circonférence scrotale étaient plus élevées chez les mâles matures que chez les jeunes. Ceci est similaire à ce qui a été rapporté par Toe *et al.* (1994). Normalement, les animaux avec une grande circonférence scrotale devraient avoir un volume d'éjaculat significativement plus grand.

La croissance du testicule commence avant la saison de la lutte pendant les longues journées de juin et juillet (Horváth, 1983). Dans ce même contexte, Field *et al.* (1989) ont rapporté que le poids testiculaire et les concentrations sériques de la testostérone étaient faibles en janvier et atteignent leur maximum durant le mois de juillet pour diminuer après et atteindre un minimum en hiver. Mickelsen *et al.* (1981) ont étudié l'impact de la saison sur la circonférence du scrotum chez 10 béliers Suffolk. Ils ont constaté que la circonférence

scrotale moyenne était plus élevée durant le mois d'Octobre (36 cm), tandis qu'Olah *et al.* (2013) trouvent que la valeur la plus élevée (35,8 cm) était relevée au printemps chez la même race, alors qu'elle est plus élevée en été chez les races Suffolk, Ile de France, Babolna Tetra, Prolific Mérimos, Tsigai et Barbados Blackbelly. La raison en est l'approche de la saison de reproduction; la spermatogenèse prend 49 jours chez le bélier, suivi d'un stade post-maturité de 11-14 jours dans l'épididyme. Ce qui signifie que les spermatozoïdes qui se développent à partir des spermatogonies apparaîtront dans l'éjaculat 60-63 jours plus tard (Mucsi, 1997 ; Gergátz, 2007). Kafi *et al.* (2004) ont trouvé que la circonférence scrotale présentait une valeur faible durant l'hiver (moyenne de 31,1 cm) alors qu'elle est plus élevée en automne (33,3 cm) chez des béliers de race Karakul.

Schoenian (2012), a affirmé que la circonférence scrotale varie avec la saison et la conformation du corps, et avait avancé aussi qu'elle est maximale pendant la saison de reproduction. Il a rapporté également, que les agneaux mâles avec une circonférence scrotale moins de 30 cm et des béliers adultes avec une circonférence scrotale de moins de 32 cm ne devraient probablement pas être utilisés pour la reproduction.

La taille testiculaire peut différer entre races et même au sein des races, ce qui pourrait être utilisé comme un critère pour les races de grande taille (Mukasa *et al.*, 1986). Cependant, il est à noter que la taille testiculaire peut être diminuée par la perte de poids ainsi que par les variations saisonnières de l'année ; ainsi, pour la race ovine Horro, une fourchette de 21-28 cm a été établit par (Mukassa *et al.*, 1986 ; Galmessa *et al.*, 2000).

Dans un autre volet, la reproduction saisonnée est un phénomène influencé principalement par la photopériode et qui est proportionnelle à la latitude (Abecia *et al.*, 2012). Cependant, dans les régions tropicales, d'autres facteurs ambiants tels que la température, l'humidité relative de l'air, la pluviométrie et la nutrition semblent également avoir des effets sur la physiologie de la reproduction chez les animaux saisonnés (Rosa et Bryant, 2003). Le site majeur pour les perturbations de la fonction de reproduction causées par le stress thermique semble être la lignée des cellules spermatogènes au niveau des testicules (Hansen, 2009). Martín *et al.* (2004) ; Ungerfeld *et al.*(2007) ont rapporté que, durant l'été, une diminution de la qualité du sperme, la circonférence du scrotum, poids testiculaire, et le comportement sexuel a été observée chez des béliers élevés à des latitudes dépassant 40°. La libido et la qualité du sperme sont les principaux paramètres limitant l'efficacité reproductive chez le bélier et sont influencés aussi par la race, la situation géographique et la saison (Karagiannidis *et al.*, 2000). Les races dites saisonnées ont un anæstrus saisonnier long et bien marqué, alors qu'il est plus court et moins marqué chez les races dites non saisonnières. Les variations annuelles de la durée du jour jouent un rôle

déterminant dans le contrôle de la saisonnalité de la reproduction des ovins (Educagri, 2013). L'étude de la structure des testicules des jeunes béliers Corriedale, élevés en Uruguay pendant les quatre saisons d'une année, menée par Gastel *et al.* (1995) a révélé que la circonférence scrotale varie significativement tout au long de l'année avec des valeurs plus basses en hiver. Il a été constaté également que, l'activité spermatogénétique était présente tout au long l'année avec des variations structurelles au niveau de l'épithélium séminifère. Ainsi, l'automne se présente comme la période avec le plus haut degré de normalité morphologique, coïncidant avec la saison de reproduction ; et que le passage hivernal s'accompagne d'anomalies cellulaires marquées, particulièrement au niveau des cellules de Sertoli et de Leydig. De même, Gastel *et al.* (1995) dans une étude menée sur la race Corriedale ont avancé que, la circonférence scrotale était significativement corrélée à la testostéronémie et au diamètre des tubes séminifères. Également, Perez *et al.* (1997) ont observé que la concentration plasmatique de la testostérone a diminué à la fin de l'automne chez la même race sous élevage extensif, pour qu'un mois plus tard, la circonférence scrotale diminue de façon marquée.

Les facteurs affectant les paramètres spermatiques sont importants dans certaines pratiques de gestion d'élevage comme l'insémination artificielle. De plus, la circonférence scrotale, les caractéristiques du sperme, les profils hormonaux ainsi que le liquide séminal varient également entre les différentes races (Zamiri and Khodaei, 2005). Boussena *et al.* (2014) trouvent que la race Ouled Djellal a une activité sexuelle stable durant la période d'augmentation de la durée des jours, ceci est prouvé par la stabilité des paramètres mesurés (circonférence scrotale, volume éjaculé, la longueur et le diamètre testiculaires) ; et que, la concentration en spermatozoïdes durant cette période est inférieure à celle relevée pendant la saison de reproduction. Aissaoui *et al.* (2004), approuvent que les aptitudes du bélier Ouled Djellal a des performances reproductives élevées toute l'année et que la sensibilité à la durée d'éclaircissement paraît très faible.

II.4. La testostéronémie

II.4.1. Effet saison

En région aride, nous n'avons noté pour la testostéronémie aucune différence significative ni saisonnière, ni mensuelle ($p > 0,05$) ; et que, la valeur la plus élevée a été observée durant l'hiver ($3,50 \pm 1,02$ ng/mL) (tableau 14, figure 17). Alors qu'en région semi-aride, l'analyse de variance a montré que les teneurs plasmatiques en testostérone ont été significativement affectées par les mois de reproduction. Ainsi, nous avons observé une différence significative ($p < 0,05$) à la comparaison du printemps versus été et hiver versus printemps. Quant aux moyennes saisonnières, les valeurs les plus élevées ont été observées au printemps et en automne avec $4,89 \pm 2,06$ ng/mL et $3,09 \pm 1,35$ ng/mL respectivement,

coïncidant avec les périodes d'activité sexuelle maximale (Tableau 14 ; figure 18). Les comparaisons mensuelles ont permis de relever une différence très significative ($p < 0,01$) entre le mois d'Avril versus les mois de (Juin, Juillet, Août, Octobre, Novembre et Décembre) respectivement. Sachant que, les moyennes les plus élevées sont observées pendant le mois d'Avril ($8,35 \pm 1,37$ ng/mL) et Septembre ($5,46 \pm 1,64$ ng/mL) comparativement aux autres mois de l'année ; et que, les teneurs les plus faibles sont relevées entre les mois d'Octobre à Février pour augmenter entre les mois de Février- Mars.

II.4.2. Effet région

A l'analyse statistique, nous avons relevé une différence très significative ($p < 0,01$) entre la zone aride et semi- aride durant le printemps (tableau 14).

Tableau 14. Variations saisonnières de la testostéronémie (ng/mL) en régions aride et semi-aride

Régions \ Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signif. Stat. entre régions
Hiver	3,50±1,02	2,42±1,59	
Printemps	1,62±1,69	4,89±2,06 ^{ab*}	A**
Eté	3,39±2,57	2,21±1,66	
Automne	1,89±2,28	3,09±1,35	

^a : printemps vs été ; ^b : hiver vs printemps ; ^A : région aride vs région semi-aride
 Signif. Stat. : signification statistique ; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$

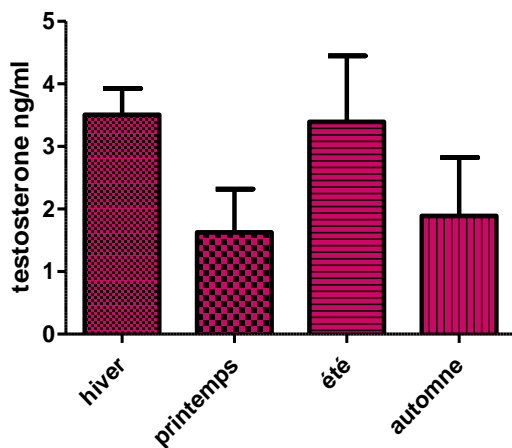


Figure 17. Variations de la testostérone en zone aride

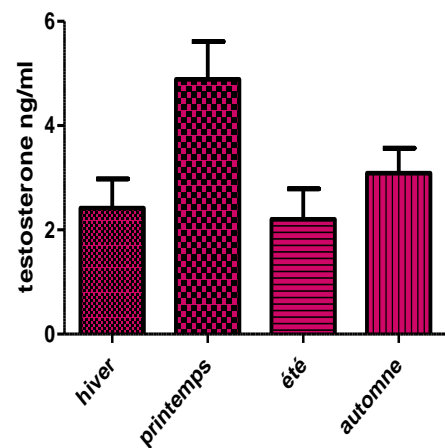


Figure 18. Variations de la testostérone en zone semi-aride

L'analyse de la variance relative à l'effet exercé par les facteurs saison, région et saison *région fait apparaître une influence très significative ($p < 0,001$) pour le facteur saison ; alors que la combinaison saison *région a un effet hautement significatif sur les variations de l'urémie (tableau 15).

Tableau 15. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations de la testostéronémie

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	**	NS	***

** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$

Les caractéristiques saisonnières de la reproduction sont exprimées avec une forte intensité chez les femelles qui présentent une période au cours de laquelle sont aptes ou non à la reproduction (saison de lutte et celle du repos); alors que, la spermatogenèse et l'activité sexuelle chez les mâles sont constantes (Pelletier et Almeida, 1987). Chez ces derniers, la saison peut avoir une influence sur le comportement sexuel (libido), la taille testiculaire, la spermatogenèse et la sécrétion hormonale (Kafi *et al.*, 2004; Zamiri and Khodaei, 2005). La sécrétion de testostérone est activée par des stimuli externes comme l'odeur et le comportement des femelles ; et qu'elle est directement corrélée avec la production de phéromones (Kish *et al.*, 2008). De plus, La capacité de la sécrétion de la testostérone par les cellules de Leydig augmente significativement chez le bélier adulte mature ; et ce, par le fait que ces cellules acquièrent plus d'organites cellulaires nécessaires pour la production de stéroïdes et une meilleure réactivité circulatoire de l'hormone LH (Mendis-Handagama and Ariyaratne, 2001).

Les variations morphométriques relevées au cours de notre travail sont bien corrélées avec les taux sériques en testostérone, qui suivent d'ailleurs la même courbe de variations saisonnières. Sachant que la testostérone est l'hormone qui contrôle l'activité testiculaire, épидидymaire et celle des glandes accessoires ; et que, plusieurs auteurs avancent que la testostéronémie est un bon marqueur de la production quantitative et qualitative de la semence ovine (Issa, *et al.* 2001; Kishk, 2008).

Darbeïda *et al.* (1980) ayant travaillé sur des béliers de race arabe Ouled Djellal, ont trouvé que la testostérone atteint son taux maximal en été et son plus bas en hiver ; alors que, Loubser *et al.*(1983) ont constaté chez la race Angora que le pic de testostéronémie (10,9 ng/mL) est atteint au début du mois de mars. Nos résultats semblent être en accord avec ceux

rapportés par Benia *et al.* (2013) qui ont trouvé que les concentrations en testostérone sont maximales durant les mois du printemps et d'automne, tout en observant que les béliers Ouled Djellal montrent une activité spermatogénétique continue durant toutes les saisons. En outre, les teneurs sériques en testostérone sont faibles durant le mois de juillet pendant lequel les écarts thermiques étaient très élevés le jour du prélèvement ; ceci est en accord avec les résultats obtenus par Maurya *et al.* (2015) chez des béliers de race Malpura soumis à de hautes températures (42°C et 55% d'humidité relative) durant six heures par jour de 10 à 16 heures. Ce qui corrobore avec les observations de Maurya (2017) stipulant qu'en cas de stress thermique, il y a réduction de la sécrétion de testostérone limitant ainsi l'efficacité de la reproduction des mâles, de même qu'une température corporelle ou ambiante plus élevée diminue le nombre de spermatozoïdes ainsi que les taux de testostérone dans le sang. C'est également ce qui a été rapporté chez les taureaux et les verrats, chez qui il a été noté une chute de la testostéronémie au cours des chaleurs élevées, mais qui a tendance à se rétablir si le stress thermique dure plus de deux semaines (Hansen, 2009). Nos résultats en région semi-aride sont en accord avec ceux relevés par Alila-Johansson *et al.*(2003) et Meza-Herrera *et al.*(2007), qui démontrent que l'effet de la diminution de la température ambiante durant la saison de reproduction peut être associé à l'augmentation de la testostéronémie chez les mâles ainsi qu'une augmentation de la libido. Étant donné que le cortisol est l'une des molécules protéiques qui entrent dans la synthèse de la testostérone, qui est principalement l'hormone stimulante de la libido (Yilmaz 1999).

Borque et Vazquez (1999) ne trouvent aucune corrélation entre les teneurs plasmatiques en testostérone et la concentration spermatique ($p > 0,05$) chez les béliers de race Manchego. Ces mêmes auteurs, avancent que les valeurs les plus élevées de testostérone libre et totale étaient enregistrées durant la deuxième semaine de septembre ($38,50 \pm 2,50$ et $7,17 \pm 0,53$ ng/mL, respectivement), ce qui est en concordance avec nos résultats. Étant donné, que l'augmentation saisonnière de la concentration plasmatique de testostérone libre s'est produite en parallèle avec l'augmentation de la testostérone totale ; ces valeurs étaient probablement associées à la décroissance photopériodique. Des résultats similaires étaient signalés chez des béliers de race Soay par Lincoln et Dadvinson (1977), Finnish Land et Managra Synthetic par Sandford *et al.* (1977) ; Romney Marsh, Dorset Horn et Australian Merino par Poulton et Robinson (1987). En outre, l'expérimentation de Yeni *et al.* (2010) a démontré une corrélation négative entre les teneurs sanguines en testostérone et les mensurations scrotales ainsi que le volume ($r : -0,967$) ; tandis qu'il existe une corrélation positive entre la testostéronémie et la motilité massale ($r : 0,946$).

Belkhiri *et al.* (2017), ayant travaillé sur la race Ouled Djellal en zone semi-aride, ont trouvé que la plus faible concentration plasmatique en testostérone était enregistrée en automne tandis que la plus élevée était relevée en hiver ($646 \pm 0,84 \text{ ng/mL}$). Ce résultat est en accord avec celui de Chella *et al.* (2017), qui constatent que la moyenne de la concentration de la testostérone plasmatique est plus élevée au cours de l'hiver chez les béliers de race Zulu ($16,3 \pm 1,9 \text{ ng / mL}$, $p < 0,05$) ; alors que, les taux relevés durant l'été, l'automne et le printemps ne sont pas significativement différents les uns des autres.

L'étude de Hussain *et al.* (2017) révèle que le taux de la testostérone est significativement plus élevé ($p < 0,05$) en automne et en été en comparaison avec les autres saisons ; et que, le plus haut niveau de cette hormone a été relevé durant le mois de novembre. Il a été montré par Fernandez-Abella *et al.* (1993) que la spermatogenèse peut changer avec la photopériode ; et que, des variations saisonnières de la production quotidienne de spermatozoïdes et des changements des caractéristiques du sperme peuvent être également observés. Il a été également démontré que la photopériode a un effet important sur la production de spermatozoïdes et la fertilité chez les béliers (Colas *et al.*, 1985). En outre, l'alimentation, la température ambiante et la latitude peuvent moduler l'effet de la photopériode (Masters *et al.*, 1984 ; Martin *et al.*, 1990).

Il y a peu d'expériences concernant l'effet de la température ambiante sur la sécrétion d'hormones et le contrôle de la fonction reproductrice chez le bélier. En effet, des travaux sur des taureaux et des verrats ont prouvés que le stress thermique provoque une baisse des concentrations circulantes de la testostérone pendant deux semaines ; mais ces concentrations se sont restaurées après cette période, malgré l'exposition continue au stress thermique (Wettemann et Desjardins, 1979). L'hyperthermie peut altérer la sécrétion de l'hormone lutéinisante (LH) chez les femelles, et provoque même l'absence de stéroïdes ovariens, et il est probable qu'un stress thermique important puisse compromettre la sécrétion de l'hormone LH chez les mâles aussi (Schillo *et al.*, 1978). L'augmentation de la température corporelle ainsi que la fréquence respiratoire sont les signes les plus importants du stress thermique chez les moutons ; augmentation qui associée à la réduction de l'apport alimentaire, à la diminution du flux sanguin et les modifications des fonctions du système endocrinien affecteront négativement les performances productives et reproductives du bélier (Sevi *et al.*, 2001 ; Srikandakumar *et al.*, 2003).

Chez le bélier, les variations artificielles ou naturelles de la photopériode peuvent induire des changements dans la sécrétion hormonale et la libido. Les taux sanguins des gonadotrophines, testostérone, prolactine et inhibine varient aussi avec la saison (Howles *et al.*, 1980 ; Lincoln *et al.*, 1990 ; Sanford *et al.*, 1993 ; Rhim *et al.*, 1993). Egalement la taille

testiculaire est liée au taux moyen de LH et de la testostérone dans le sang (Courot *et al.*, 1981), et est aussi influencée par la photopériode.

L'augmentation des concentrations de testostérone par restriction alimentaire a été signalée par Sangsritavong *et al.* (2002) et Vasconcelos *et al.* (2003) qui avaient trouvé qu'une diminution aigue ou chronique de l'apport énergétique a induit une diminution du débit sanguin hépatique qui a entraîné une augmentation des hormones stéroïdiennes circulantes. Cette augmentation hormonale semble entraîner certains changements dans la physiologie et la fertilité des béliers. Les résultats de ces mêmes auteurs avaient montré aussi une corrélation négative entre les concentrations sériques de la leptine et la testostérone ($r = -0,325$; $p < 0,042$). Ce même résultat a été rapporté par Brito *et al.* (2007) et Farooq *et al.* (2013).

Karaca *et al.* (2015) a démontré dans son étude sur les béliers de race Norduz que la relation entre le comportement sexuel et la concentration sérique en testostérone était non significative alors qu'elle était corrélée positivement à la durée et à la fréquence de l'éjaculation. Ainsi, il peut être suggéré que l'effet des concentrations de la testostérone sérique sur le comportement sexuel des béliers est limité à la saison de lutte. Par contre, Sogorescu *et al.* (2011) ont rapporté que les niveaux les plus élevés de testostérone ont été trouvés entre les mois d'août et septembre. Mandal *et al.* (2005) ont avancé que, l'hiver et le printemps favorisent l'activité de la testostérone ; alors que, Hussain *et al.* (2017) ont trouvé que les concentrations les plus élevées sont observées durant l'automne et l'été. Claus et Weiler (1985) rapportent que les changements de la durée de la lumière naturelle se produisant sur une année sont la principale raison des variations saisonnières de la fonction testiculaire et les changements de la concentration de testostérone dans le sang.

Une corrélation modérément positive a été déterminée par l'étude de Maksimovic *et al.* (2016) entre le niveau de testostérone et la circonférence du scrotum ($r = 0,52$; $p < 0,01$). Une corrélation modérément significative ($r = 0,45$) entre ces paramètres chez des béliers âgés de 2 à 14 mois a été confirmée dans une étude d'Elmaz *et al.* (2007). Alors que, Fourie *et al.* (2005) ont relevé une faible corrélation entre la circonférence scrotale et les niveaux de testostérone chez les béliers âgés de 10 à 12 mois ($r = 0,23$). Zamiri *et al.* (2005) et Elmaz *et al.* (2007) concluent que les taux sanguins de testostérone varient selon la race, le niveau nutritionnel, la saison et l'âge. Les observations de Nazari-Zenouz *et al.* (2016) n'ont révélé aucun changement significatif des taux plasmatiques de testostérone avant l'âge de 4 mois, car à la prépuberté, l'œstradiol est sécrété par les cellules de Sertoli. Ces dernières sont connectées aux cellules de Leydig et que des événements séquentiels liés à cet ensemble se produisent à partir des âges postnataux.

L'étude de Rasooli *et al.* (2010), basée sur l'évaluation des effets de stress thermique durant l'été sur les structures testiculaires, la testostérone sérique et les concentrations de cortisol des agneaux mâles en développement, a clairement montré un impact de l'exposition directe au stress thermique estival sur le poids et la structure microscopique testiculaire ; mais sans aucun effet significatif sur les concentrations sériques en testostérone.

La recherche de Milczewski *et al.* (2015) a montré que la testostéronémie et la circonférence scrotale varient tout au long de l'année chez les béliers de race Suffolk élevés au sud du Brésil avec latitude 25° 25' 40" Sud et longitude 49° 16' 23" Ouest. Ces mêmes auteurs affirment que ces paramètres ont tendance à être plus élevés en été et plus bas en automne et en hiver. Cela démontre qu'il y a un processus de synchronisation impliqué dans les tissus reproducteurs de ces animaux qui a été mis en évidence même à des latitudes plus basses de l'hémisphère sud (25° S). Les animaux utilisés dans leur expérimentation, étaient élevés sous- système intensif et nourrit par un aliment standard ad libitum, ont montré une régression testiculaire débutant en automne et se terminant vers la fin de l'hiver avec une récupération de la taille initiale durant le printemps et l'été. Les résultats de Milczewski *et al.* (2015) sont en accord avec nos observations, où les niveaux de testostérone sérique ont commencé à augmenter de façon significative au printemps dans la région semi- aride, alors qu'ils ont atteint leur taux maximum en été en région aride. Conformément aussi à nos résultats, Fernandez Abella *et al.* (1999) ont observé des concentrations élevées de testostérone et de FSH durant le printemps chez la race Mérinos, et concluent que la taille testiculaire, la testostérone et l'hormone FSH peuvent être utilisées comme prédicteur de la production spermatique en automne. En revanche, D'Occhio and Brooks (1983) ont trouvé des pics de testostérone pendant l'été chez les béliers de race Suffolk en Australie (32° Sud). D'autre part, Dufour *et al.* (1984) et Mandiki *et al.* (1998b) ont trouvé les mêmes résultats durant l'automne à des latitudes plus élevées. Toutefois, Dufour *et al.* (1984) ont observé des variations saisonnières, de la taille testiculaire et de la testostéronémie chez les béliers des zones tempérées, qui sont liées à la photopériode ; et que, le passage des jours longs vers les jours courts a stimulé le développement des testicules et la sécrétion de testostérone. L'augmentation prononcée du niveau de testostérone pendant l'automne a également été signalé dans l'étude réalisée par Kaya *et al.* (1999) et Keskin et Keçeci (2001). Ces auteurs ont suggéré que la stimulation de la glande pituitaire chez le bélier a probablement commencé en automne pendant la baisse des températures ambiantes et la réduction de la longueur de la journée.

III. Variations des paramètres spermatiques

III.1. Le volume

III.1.1. Effet saison

En région aride, l'analyse statistique a révélé une différence significative ($p < 0,05$) lors de comparaison hiver vs été et très significative entre l'été et l'automne ($p < 0,01$). La moyenne la plus élevée a été relevée en automne avec $1,53 \pm 0,22$ mL (tableau 16 ; figure 19). L'analyse de la variance des moyennes mensuelles démontre qu'il existe une différence significative ($p < 0,05$) entre les mois de juillet et d'octobre. Alors qu'en région semi-aride, la saison a influencé significativement le volume de la semence collectée ($p < 0,05$), avec une production spermatique maximale au printemps ($1,23 \pm 0,26$ mL) et plus faible en hiver avec $0,94 \pm 0,11$ mL (Tableau 16 ; figure 20). Les variations mensuelles de la moyenne du volume spermatique, bien qu'en montrant une moyenne élevée pendant le printemps au mois de Mars ($1,35 \pm 0,15$ mL) et une moyenne faible en Décembre ($0,92 \pm 0,13$ mL), ne présente pas de différence statistiquement significative ($p > 0,05$).

III.1.2. Effet région

L'analyse statistique de l'effet région a révélé une différence très significative ($p < 0,05$) en automne et en hiver entre la région aride versus la région semi-aride (tableau 16).

Tableau 16. Variations saisonnières du volume spermatique (mL) en régions aride et semi-aride

Régions \ Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signifi. entre régions	Statist.
Hiver	$1,46 \pm 0,21^{a*}$	$0,94 \pm 0,11$	A*	
Printemps	$1,38 \pm 0,25$	$1,23 \pm 0,26^{b*}$		
Eté	$1,00 \pm 0,30^{c**}$	$1,14 \pm 0,20$		
Automne	$1,53 \pm 0,22$	$1,09 \pm 0,18$	A*	

^a : hiver vs été ; ^b : hiver vs printemps ; ^c : été vs automne ; ^A : région aride vs région semi-aride ; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$;

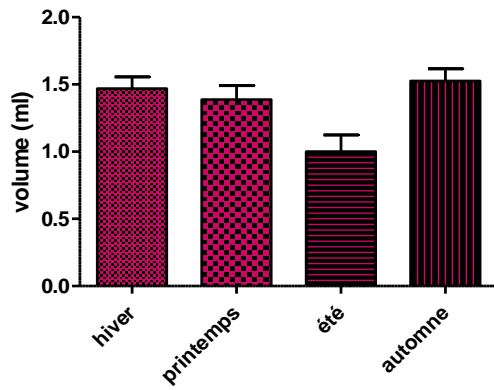


Figure 19. Variations du volume en zone aride

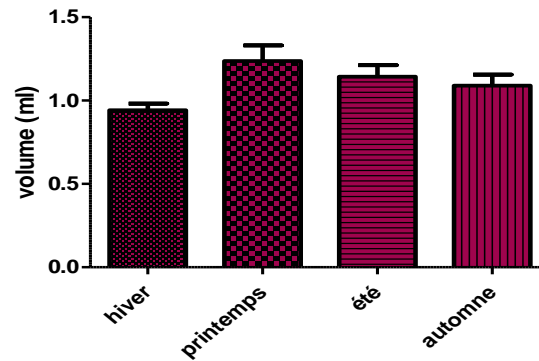


Figure 20. Variations du volume en zone semi-aride

L'analyse de la variance, en vue de savoir l'influence des facteurs étudiés (saison-région - saison*région) sur les variations du volume de la semence collectée, a révélé un effet significatif ($p < 0,05$) de la saison et un effet hautement significatif ($p < 0,001$) du facteur région ainsi que la combinaison saison*région sur ce paramètre ; (tableau 17).

Tableau 17. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations du volume de semence collectée

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	*	***	***

* : $p < 0,05$; *** : $p < 0,001$

Le processus de production de sperme varie au fil du temps et dépend de divers facteurs exogènes et endogènes. En plus de l'effet race, le facteur exogène ayant une forte influence sur le sperme est, parmi tant d'autres, principalement le facteur saisonnier (Smital *et al.*, 2004).

Plusieurs auteurs, Ivanov (1951), Salamon (1976), Menchaca *et al.* (2005) et Safdarian *et al.* (2006), ont donné un intervalle pour le volume moyen de sperme de bélier (0,5 à 2 mL) ; ce qui a été confirmé par nos résultats en zone semi-aride avec une légère différence durant les saisons. Les valeurs enregistrées pour le volume éjaculé ont été plus basses en hiver ; et ce, en accord avec les résultats obtenus par Boucif *et al.* (2007) et Pourseif *et al.* (2013). Nous avons constaté également une augmentation du volume de la fin du mois de juin jusqu'au mois de septembre pour diminuer vers la fin du mois d'octobre. Cette diminution a été maintenue jusqu'à la fin du mois de février pour s'élever progressivement et atteindre un nouveau pic au mois de mars ($1,35 \pm 0,15$ mL). Ce dernier étant inférieur à celui de 1,99 mL récupéré en utilisant le vagin artificiel par Aissaoui *et al.* (2004). Alors que, les volumes moyens obtenus dans les deux régions aride et semi-aride ($1,35 \pm 0,34$ mL et $1,12 \pm 0,43$ mL par

usage du vagin artificiel et de l'électro-éjaculation respectivement) sont inversés par rapport à ceux obtenus par Matthews *et al.* (2003) et Marco-Jiménez *et al.* (2005) qui ont trouvé que le volume était plus élevé mais moins concentré lors de collecte par électroéjaculation que par vagin artificiel.

L'augmentation du volume spermatique depuis la fin d'hiver pour atteindre son pic au printemps concorde avec les résultats de Kafi *et al.* (2004). En revanche, Aissaoui *et al.* (2004) ont montré que la quantité de sperme éjaculé atteint des valeurs maximales au mois de juin et que la quantité émise semble évoluer avec la durée quotidienne d'éclairement. Karagiannidis *et al.* (2000), ayant travaillé sur deux races de béliers (Chios et Friesian) en Grèce du Nord (latitude : 40°83'70" N, longitude :22°85'80" Est et altitude : 32 m au-dessus du niveau de la mer), dans le but d'étudier l'effet des variations saisonnières sur les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la semence récoltée, ont trouvé que la saison a significativement affecté la quantité de semence avec un volume spermatique collecté plus faible au printemps comparativement aux autres saisons chez les deux races.

Nos résultats semblent être proches de ceux trouvés par Taherti (2016), ayant mené une étude sur la race Ouled Djellal à Chlef (région semi-aride). Cet auteur a enregistré une augmentation des moyennes mensuelles du volume à partir du mois de février ($1,03 \pm 0,20$ mL) et un maximum au mois de juin ($1,40 \pm 0,43$ mL), puis il a observé une certaine diminution à partir du mois de juillet ($1,25 \pm 0,29$ mL) pour atteindre un volume minimal au mois de janvier ($0,8 \pm 0,31$ mL). Olah *et al.* (2013) ont trouvé que la saison et la race de bélier ont influencé le volume spermatique. Ainsi, la meilleure production de sperme était observée chez la race Ile de France avec une plus haute valeur en automne (1,75mL), en hiver (1,89 mL) et au printemps (1,75 mL) suivie par la race Tsigai en été. Le plus bas volume de sperme était produit par les béliers de race Suffolk en automne (1,33 mL), en hiver (1,36 mL) et en été (1,0 mL), pour la race Barbados Blackbelly c'était au printemps (1,19 mL) ; et que, la densité de semence de la race mérinos prolifique était de loin la plus élevée et la plus équilibrée. Dans l'étude d'Oberst *et al.* (2011) sur des béliers français Lacaune, le volume moyen de sperme enregistré durant les saisons était de 1,4 mL, qui est semblable aux valeurs relevées dans des travaux précédents sur cette race. Le volume éjaculé a montré de légères variations au cours des saisons. Une diminution évidente a été enregistrée en hiver ($1,10 \pm 0,4$ mL) ($p < 0,05$), avec des concentrations augmentées en été ($1,40 \pm 0,5$ mL) et en automne ($1,5 \pm 0,6$ mL) ; ce qui est en concordance avec nos résultats au moins pour la zone aride en automne avec un volume de $1,53 \pm 0,22$ ml. Les moyennes du volume de semence des béliers Ouled Djellal enregistrées au cours de l'année de notre expérimentation en zone semi- aride sont en accord avec celles montrant un volume moyen de sperme de bélier de 0,5 à 2 mL

(Salamon, 1976 ; Tibary *et al.*, 1988; Menchaca *et al.*, 2005; Olah *et al.*, 2014 ; Chella *et al.*, 2017).

Les résultats de (Gündoğan *et al.*, 2007 ; Zarazaga *et al.*, 2009 ; Suhair et Abdalla, 2010 ; Hamidi *et al.*, 2012) ont démontré que les volumes des éjaculats des béliers de la race Chios et Daglic (queue- grasse) étaient plus élevés en automne (saison de lutte) par rapport aux autres mois de l'année. La diminution du volume spermatique peut être attribuée à la baisse de la fonction de la glande pituitaire et la diminution de la taille testiculaire pendant la saison de reproduction (Hamidi *et al.*, 2010). Menchaca *et al.*(2005) et Safdarian *et al.*(2006) avaient enregistré un volume moyen plus élevé chez les béliers de race persans Karakul pendant l'automne, qui correspondait à la période d'activité sexuelle maximale des animaux. En revanche, l'expérimentation d'Al-Anazi *et al.* (2017) a montré que la plupart des valeurs des caractéristiques du sperme chez les béliers Najdi et Naimi dans la région de Riyad étaient plus élevées que celles rapportées par Ibrahim (1997) pour les croisements de race Chios aux Emirats Arabes Unies. Le volume de sperme, tel qu'illustré dans l'étude d'Al-Anazi *et al.* (2017), semble être influencé par la saison de l'année avec une valeur moyenne inférieure ($p < 0,05$) en été chez les béliers Najdi et Naimi par rapport au printemps, l'automne et l'hiver ; alors qu'il est resté significativement élevé ($p < 0,05$) au printemps. Cependant, l'étude sur les béliers Chios et Friesian en Grèce, a démontré que le volume de l'éjaculat a connu une augmentation durant l'automne et l'été tandis qu'il a diminué au printemps (Karagiannidis *et al.*, 2000).

D'après Rosa et Bryant (2003), le cycle annuel des pluies, avec les cycles de disponibilité alimentaire qui en résultent sous les climats tropicaux, joue un rôle important dans la reproduction. Ceci est plus évident avec les climats tempérés par rapport aux climats tropicaux ou subtropicaux. Chez les béliers de race Zulu étudiée par Chella *et al.*(2017), le volume de sperme était élevé pendant l'automne, l'hiver et le printemps. Oláh *et al.* (2013) ont également rapporté des résultats similaires chez des béliers de race Ile-de-France avec un volume de sperme plus élevé en automne, en hiver et au printemps alors que le plus petit volume était enregistré durant l'été. Il est bien connu que la sensibilité aux signaux photopériodiques ou la façon dont ces signaux sont véhiculés pour générer la reproduction saisonnière chez les ovins semble être différente entre les races. Cette différence peut aussi être associée à la latitude (Coelho *et al.*, 2006 ; Gómez-Brunet *et al.*, 2008).

III.2. La motilité massale

III.2.1. Effet saison

En région aride, aucune différence significative n'a été détectée entre les saisons ($p > 0,05$). La valeur moyenne la plus élevée est observée au printemps ($3,82 \pm 0,12$) (Tableau 18 ; figure 21).

L'analyse de la variance pour les relevés mensuels n'a pas fait ressortir aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les mois de l'année d'étude. Bien que, la variation saisonnière de la moyenne de ce paramètre dans la région semi-aride ne présente pas de différence statistiquement significative ($p > 0,05$) (Tableau 18 ; figure 22) ; on note des fluctuations dans la motilité se traduisant par une élévation au printemps ($3,39 \pm 1,07$), un abaissement en été ($2,16 \pm 0,84$) pour augmenter ensuite graduellement et atteindre un nouveau pic en automne ($2,83 \pm 1,33$) puis diminuer progressivement durant l'hiver.

L'analyse mensuelle a révélé que la moyenne la plus élevée est enregistrée pendant le mois d'avril ($3,85 \pm 0,55$). Alors que, la plus basse est observée pendant le mois de juillet avec une moyenne de ($0,25 \pm 0,25$), pour être suivie par une remarquable augmentation aux mois d'août et de septembre avec $2,37 \pm 0,75$ et $2,8 \pm 0,71$ respectivement. Puis elle diminue progressivement jusqu'au mois de décembre ($1,75 \pm 0,52$) et s'élever graduellement durant les mois d'hiver et de printemps. Cependant, l'analyse statistique des données révèle une différence significative ($p < 0,05$) entre les mois de février, mars et juin Versus le mois de juillet, et une différence très significative ($p < 0,01$) entre le mois d'avril et le mois de juillet.

III.2.2. Effet région

La comparaison du score moyen des mouvements en vague des spermatozoïdes des deux régions d'étude a révélé une différence très significative ($p < 0,01$) entre la zone aride et semi- aride durant les saisons d'hiver et d'été (Tableau 18).

Tableau 18. Variations saisonnières de la motilité massale (0-5) en régions aride et semi-aride

Saisons \ Régions	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signifi. Statist. entre régions
Hiver	$3,76 \pm 0,22$	$2,62 \pm 1,00$	A**
Printemps	$3,82 \pm 0,12$	$3,39 \pm 1,07$	
Eté	$3,7 \pm 0,11$	$2,16 \pm 0,84$	A**
Automne	$3,75 \pm 0,14$	$2,83 \pm 1,33$	

A : région aride vs région semi-aride ; ** : $p < 0,01$.

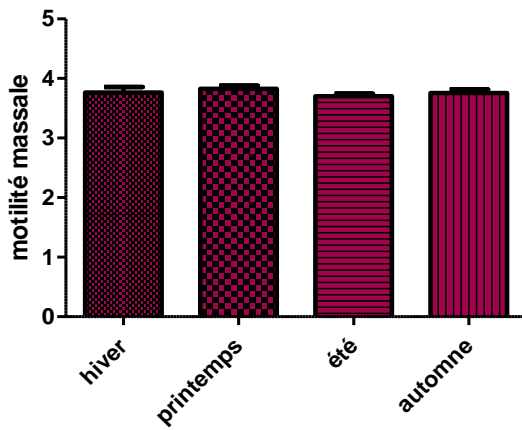


Figure 21. Variations de la motilité massale en zone aride

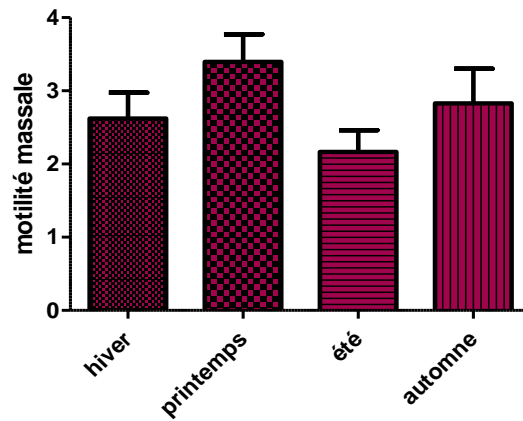


Figure 22. Variations de la motilité massale en zone semi-aride

Quant à l’analyse de la variance aux facteurs saison, région et leur association ne montre que seule l’effet région a eu une influence hautement significative sur les variations de ce paramètre (Tableau 19).

Tableau 19. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations de motilité massale

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	NS	***	NS

*** : $p < 0,001$

Plusieurs recherches dont celle de Farrell *et al.* (1998) ont montré une corrélation élevée entre la motilité des spermatozoïdes et la fertilité. Ainsi, les mouvements effectués par le spermatozoïde sont très importants pour son passage à travers les diverses barrières du tractus génital femelle jusqu’à sa pénétration dans l’ovocyte (Cox *et al.*, 2006).

Lors de l’évaluation de la qualité de sperme, la motilité est le plus souvent déterminée subjectivement (Söderquist *et al.*, 1991 ; Januskauskas *et al.*, 2000). Dans certains cas, une bonne motilité s’accompagne d’une faible fertilité ; mais une mauvaise motilité va toujours de pair avec une faible fertilité. Toutefois, il existe aussi de nombreux autres paramètres tels que le taux de viabilité des spermatozoïdes et l’intégrité de l’acrosome qui montrent une corrélation positive avec la fertilité (Zhang *et al.*, 1998).

D’après nos résultats, les fluctuations enregistrées dans la motilité massale montrent que cette dernière n’est pas vraiment affectée par la photopériode ; ce qui concorde avec les résultats de Colas (1980) et Aller *et al.* (2012). Selon Mandiki *et al.* (1998), la motilité du

sperme ne varie pas beaucoup au cours des saisons, sauf au printemps où il a été noté une diminution sporadique. Nous remarquons que la motilité suit la même tendance que celle de la testostéronémie. Toutefois, elle semble être affectée par les fortes températures car nous avons noté des valeurs très basses au mois de juillet (où la température ambiante a atteint 47C°), ce qui est en accord avec Ghozlane *et al.* (2005) qui ont montré que les fortes chaleurs affectent fortement ce paramètre. En revanche, Kafi *et al.* (2004) ont prouvé dans une étude menée sur des béliers de race Karakul en Iran que les fortes températures n'influent pas sur la motilité massale et ont conclu qu'une semence de qualité supérieure est obtenue vers la fin de l'été. En plus de la saison qui est un important facteur influençant la fertilité du mâle, une relation a été trouvée entre les facteurs environnementaux associés à la saison, comme la température ambiante (Suriyasomboon *et al.*, 2004), la durée de la lumière du jour, l'intensité du rayonnement et les propriétés du sperme (Sancho *et al.*, 2004). Une température ambiante élevée qui associée à une capacité réduite de sa régulation par les animaux peut compromettre leurs reproduction par réduction de leur activité sexuelle (Weiler *et al.*, 1996). D'ailleurs, Marai *et al.* (2006) ont utilisé chez les béliers comme indicateur de la capacité de la régulation de la température au niveau du testicule l'indice de la tunique du dartos (*TDI : tunica dartos indices*) pour mesurer la capacité du mâle à tolérer des températures ambiantes augmentées. Cet indice correspond à la distance entre les testicules et la paroi abdominale, et que ce muscle définit la magnitude d'échange de la chaleur vasculaire.

Contrairement à la règle générale qu'un sperme de meilleure qualité n'est obtenu que pendant la saison de reproduction, il a été constaté dans le travail de recherche de Karagiannidis *et al.* (2000) que, la motilité des spermatozoïdes était plus faible pendant la fin de l'été par rapport aux trois autres saisons de l'année. Ce résultat pourrait être probablement obtenu en raison des températures ambiantes élevées qui étaient enregistrées au moment de la collecte. En revanche, Hassanin *et al.*, (2013) avaient enregistrés des moyennes élevées pour les motilités massale et individuelle en été chez la race Nadji avec respectivement $4,24 \pm 0,07$ et $82,8 \pm 0,09$ par rapport à $3,6 \pm 0,07$ et $77,9 \pm 0,21$ obtenues en automne. Au contraire, Galil et Galil (1982) et Suhair et Abdalla. (2012) ont trouvé des valeurs significativement inférieures ($p < 0,01$) avec tous les niveaux d'alimentation pendant l'été par rapport aux valeurs d'hiver et ils ont attribué cette réduction à la température ambiante élevée pendant la saison estivale. Dans d'autres études l'échantillon de sperme avait une motilité massale plus élevée en automne (Kafi *et al.*, 2004 ; Gündoğan, 2007). De même, Karagiannidis *et al.* (2000) ont trouvé que la motilité des spermatozoïdes était plus faible pendant l'été par rapport aux trois autres saisons de l'année. Peris *et al.* (2004) et Piomboni *et al.* (2012) ont signalé que la motilité des spermatozoïdes est inférieure dans les éjaculats avant la saison de reproduction,

ce qui pouvait être expliqué par des changements dans la structure des mitochondries des spermatozoïdes encore immatures.

Selon Salamon (1976) et Gergátz (2007), dans un éjaculat de bonne qualité, au moins 70% des spermatozoïdes doivent effectuer un mouvement vif vers l'avant. Dans l'expérimentation d'Oláh *et al.* (2013), des béliers de races Tsigai, Ile de France et Suffolk, ont montré des valeurs de motilité massale élevées en hiver, légèrement réduites au printemps et les plus basses en été. Quant à l'effet race et saison, les résultats les plus bas ont été obtenus chez les béliers Suffolk durant les trois saisons où le pourcentage de motilité des éjaculats frais était de 37% en été. Abdelwahab *et al.* (2006) ont prouvé que la saison de la collecte de sperme a un effet significatif sur la motilité des spermatozoïdes, elle est significativement plus élevée ($p < 0,05$) au printemps qu'à l'automne. Il a été démontré aussi par Huang *et al.* (2000) que, les températures ambiantes élevées sont celles qui peuvent influencer le plus la qualité du sperme, parce qu'elles modifient le processus de maturation au niveau de l'épididyme en affectant la structure de la membrane plasmique des spermatozoïdes. Ainsi, en plus des changements morphologiques et biochimiques du sperme, la température élevée peut provoquer aussi des modifications dans le métabolisme et la production d'adénosine triphosphate dans les mitochondries de la pièce intermédiaire du spermatozoïde, et donc affecter sa mobilité (Amman et Pickett, 1987; Thomas *et al.*, 1998).

Oberst *et al.* (2011) avaient rapportés que, la motilité spermatique la plus faible a été observée au printemps ($67,3 \pm 9,9\%$) chez la race Lacaune où des variations de ce même paramètre ont été déjà détectées avant le printemps ; et par conséquent, ils ont conclu que cela ne peut pas être lié uniquement à la saison. Par contre, Colas (1980) a rapporté que les fluctuations photopériodiques n'ont aucun effet sur la motilité des spermatozoïdes chez la race Ile de France et sans doute pas non plus chez d'autres races européennes. En outre, l'étude de Hamidi *et al.* (2012) réalisée au Khuzestân (latitude $31^{\circ} 52'$ Nord - Iran) sur des béliers de race Arabe montre que les valeurs de la motilité massale augmentent durant les trois mois de la saison de reproduction (octobre, novembre, décembre). Les auteurs, ayant utilisé le CASA (Computer Assisted Sperm Analyzer) pour l'évaluation de la motilité massale du sperme, ont constaté que les mouvements les plus rapides des spermatozoïdes étaient observés durant la saison de reproduction par rapport à la saison du repos sexuel ($p < 0,01$). La dynamique des spermatozoïdes étudiée par Abadjieva *et al.* (2014) chez les béliers de race SPbM (synthetic population Bulgarian milk sheep breed), a montré que les éjaculats obtenus à partir des béliers pendant la saison de reproduction avaient de meilleures caractéristiques de la cinétique des spermatozoïdes. Ainsi, les résultats des paramètres de vitesse ($p < 0,05$), de motilité ($p < 0,05$) et des pourcentages de spermatozoïdes avec une vitesse rapide ($p < 0,01$) et

moyenne ($p < 0,001$) étaient plus élevés dans les éjaculats recueillis en saison de reproduction que dans ceux recueillis avant celle-ci. Toutefois, des variations non significatives dans les paramètres cinétiques des spermatozoïdes mobiles en fonction de la fréquence de collecte des éjaculats ont été observées par ces mêmes auteurs.

Dans l'étude de Chella *et al.* (2017) sur les béliers de race Zulu, les paramètres de la reproduction n'ont pas montré de variations saisonnières ni de différence significative ($p > 0,05$) dans la motilité (massale et progressive), le pourcentage d'anomalies spermatiques et le pH du sperme. Ces résultats sont constatés aussi par Karagiannidis *et al.* (2000) et Malejane *et al.* (2014), où une corrélation positive élevée entre la motilité massale et la motilité progressive était significative ($r = 0,970$, $p < 0,01$) et représente le mouvement de vague du nombre total de spermatozoïdes. Ceci suggère qu'il y a une proportionnalité directe entre la motilité massale et progressive. Ainsi, qu'une corrélation élevée entre le pourcentage de spermatozoïdes vivants et la motilité massale ($r = 0,788$, $p < 0,01$), ainsi que la motilité progressive ($r = 0,798$, $p < 0,01$) montre que ce paramètre dépend du pourcentage de spermatozoïdes. Par conséquent, seuls les spermatozoïdes vivants sont capables de créer de la motilité.

III.3. La concentration en spermatozoïdes

III.3.1. Effet saison

Nous avons remarqué au niveau de la région aride qu'il existe une différence très significative ($p < 0,01$) entre les moyennes du taux de concentration en spermatozoïdes lors de comparaison printemps versus été et hautement significative ($p < 0,001$) lors de comparaison été versus automne. La valeur la plus élevée a été relevée durant l'automne ($5,86 \pm 0,32 \times 10^9$ /mL) (Tableau 20 ; figure 23). La comparaison mensuelle des moyennes a révélé des différences significative ($p < 0,05$) entre les mois de janvier versus octobre, de février versus octobre et de juillet versus octobre ; très significative ($p < 0,01$) entre les mois d'avril versus juillet et de mai versus juillet, et hautement significative ($p < 0,001$) entre le mois de juillet versus mois de septembre et le mois de juillet versus mois d'octobre.

L'observation des résultats obtenus dans la région semi-aride montre des concentrations spermatiques avec la maximale durant l'automne avec $1,19 \pm 0,56 \times 10^9$ spz/mL et la plus faible au printemps avec $0,46 \pm 0,13 \times 10^9$ spz/mL. Quant à la significativité statistique, on note une différence significative ($p < 0,05$) lors de comparaisons hiver versus automne, très significative ($p < 0,01$) entre l'été versus automne et hautement significative ($p < 0,001$) pour le printemps versus automne (Tableau 20 ; figure 24).

L'analyse statistique des moyennes mensuelles révèle des concentrations maximale au mois de septembre avec $1,881 \pm 0,40 \times 10^9$ spz/mL et minimale au mois de février avec

0,273±0,547 x10⁹ spz/mL. On remarque qu’il existe une différence significative (p<0,05) entre le mois de février versus mois d’octobre et le mois de juin versus le mois de septembre, une différence très significative (p< 0,01) entre le mois de janvier versus mois de septembre ; et hautement significative (p< 0,001) entre le mois de septembre versus mois de février.

III.3.2. Effet région

L’analyse des données démontre qu’il existe une différence très significative (p<0,01) entre la concentration en spermatozoïdes durant l’hiver, alors que cette différence est hautement significative (p<0,001) entre les deux régions d’étude durant les autres saisons de l’année. Elle est beaucoup plus élevée en région aride qu’en semi-aride, et cela peut être dû à la méthode de collecte de la semence (Tableau 20).

Tableau 20. Variations saisonnières de la concentration en spz (x10⁹/mL) en régions aride et semi-aride

Saisons \ Régions	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signifi. entre régions	Statist.
Hiver	4,94±0,50	0,59±0,25 ^{c*}	A**	
Printemps	5,57±0,40 ^{a**}	0,46±0,13 ^{d***}	A***	
Été	4,13±0,93 ^{b***}	0,54±0,26 ^{b**}	A***	
Automne	5,86± 0,32	0,96 ± 0,27	A***	

^a : printemps vs été ; ^b : été vs automne ; ^c : hiver vs automne ; ^d : printemps vs automne ; A : région aride vs région semi-aride - * : p<0,05 ; ** : p<0,01 ; *** : p<0,001.

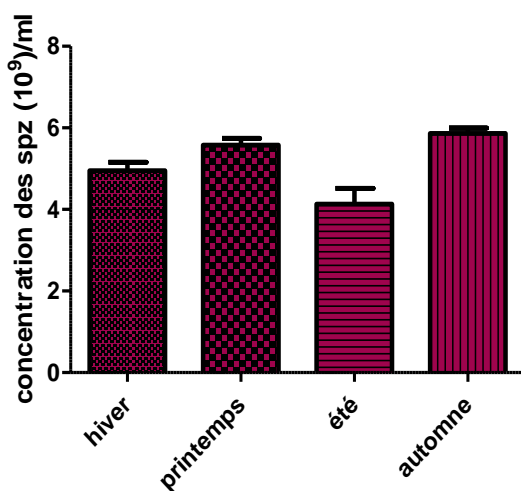


Figure 23. Variations de la concentration en spzs zone aride

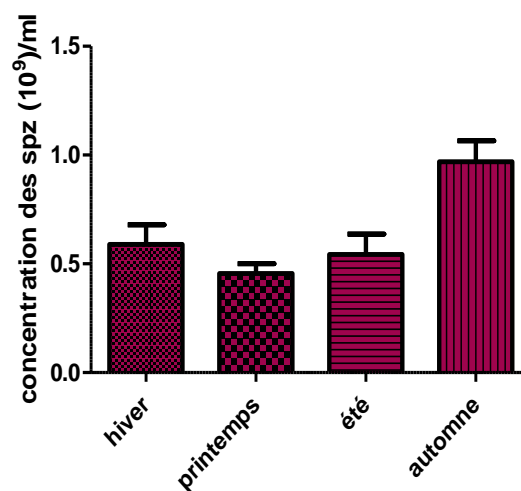


Figure 24. Variations de la concentration en spz en zone semi-aride

L'analyse de variance relative à l'influence des facteurs considérés (saison, région et saison*région) a révélé leur action hautement significative ($p < 0,001$) (tableau 21) sur les variations de la concentration en spermatozoïdes de la semence, confirmant ainsi les résultats des analyses statistiques annotés au tableau (21).

Tableau 21. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations de la concentration en spz.

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	***	***	***

*** : $p < 0,001$

Il est bien connu que l'éjaculat du bélier est faible en volume (0,7 à 2 mL) avec une forte concentration en spermatozoïdes ($2 \text{ à } 5 \times 10^9$), un pourcentage de spermatozoïdes mobiles variant de 70 à 90% et un pourcentage de spermatozoïdes anormaux de (5 à 15%) (Mann and Lutwac-Mann, 1981). L'augmentation en quantité et l'amélioration de la qualité du sperme de bélier pendant la saison de reproduction est analogue aux travaux rapportés par un certain nombre d'auteurs (Colas *et al.*, 1986; 1988; 1990; Baril *et al.*, 1993; Mandikiet *al.*, 1998).

Quant à la concentration en spermatozoïdes, c'est ce qui a le plus varié dans notre étude au niveau de la zone semi-aride, où elle est plus passée du simple au printemps pour le double en automne. Nos résultats s'avèrent comparables à ceux trouvés par Deldar *et al.* (2007), Zamiri *et al.* (2010) et Moghadam *et al.* (2012) avec des valeurs maximales en automne et diminuées en hiver. Des observations similaires ont été également rapportées chez la race Ile-de-France ; où Colas (1981) a noté que, chez le bélier adulte, le pouvoir fécondant du sperme est significativement plus faible au printemps (mars-avril) qu'en automne (septembre). Contrairement aux travaux de Taherti (2016) où la concentration en spermatozoïdes de l'éjaculat du bélier de la race Ouled Djellal élevée dans la région de Chlef, a varié entre ($2,5 \text{ et } 4,30 \times 10^9$ spz/mL pour une moyenne de $3,90 \times 10^9$ spz /mL) ; et que les moyennes mensuelles de la concentration sont plus élevées au printemps qu'en automne ($3,69 \pm 0,45 \times 10^9$ spz/mL) contre ($3,23 \pm 0,30 \times 10^9$ spz/mL). Alors que, Belkhiri *et al.* (2017) n'observent aucune différence significative entre les valeurs relevées durant toutes les saisons de l'année concernant ce paramètre chez la race Ouled Djellal. En outre, aucune variation saisonnière de la concentration en spermatozoïdes de l'éjaculat des béliers Lacaune n'a été observée par Oberst *et al.* (2011). Parallèlement à la concentration des spermatozoïdes, le

nombre total des spermatozoïdes a montré une variation saisonnière, étant donné que, ce dernier est lié au volume et à la concentration spermatique. Les observations relevées dans l'étude de Chella *et al.* (2017) montrent que la concentration en spermatozoïdes chez les moutons Zulu était positivement et fortement corrélée au pourcentage de spermatozoïdes vivants ($r = 0,626$, $p < 0,01$). Cela suggère qu'une concentration élevée en spermatozoïdes signifie l'existence d'un pourcentage plus élevé de spermatozoïdes vivants. Ce résultat est similaire aux observations de Boussena *et al.* (2014) où le pourcentage de spermatozoïdes vivants était significativement et fortement corrélé à la concentration ($r = 0,64$, $p < 0,05$). Tout comme avec le volume de sperme et la concentration en spermatozoïdes, le pourcentage de spermatozoïdes vivants en été ($48,7 \pm 4,9\%$) était plus bas et significativement différent des autres saisons.

Les concentrations relevées en zone aride ont été plus élevées durant l'automne ($5,86 \pm 0,32 \times 10^9/\text{mL}$) et faibles en été ($4,13 \pm 0,93 \times 10^9/\text{mL}$) ; ceci concorde avec les observations des variations saisonnières rapportées par Oláh *et al.* (2013). Nos résultats dans les deux régions sont aussi en accord avec ceux trouvés par Hamidi *et al.* (2011) où la concentration était plus élevée durant l'automne (saison de reproduction), tout en révélant que, même si la qualité et la quantité des paramètres spermatiques du bélier diminuent en dehors de la saison de reproduction, il reste encore capable de s'accoupler et de se reproduire. Nowakowski and Cwikla (1994) ont constaté que, la qualité du sperme était de meilleure qualité (valeur de motilité plus élevée et densité plus élevée) durant le mois de mars chez les béliers polonais Mérinos. Alors que, Chella *et al.* (2017) ont constaté que la concentration de spermatozoïdes n'a pas varié significativement durant l'hiver, printemps et automne mais semble être diminuée pendant l'été ($1,7 \pm 0,1 \times 10^9$ spz/mL). Même si l'automne, l'hiver et le printemps n'étaient pas significativement différents les uns des autres, la concentration en spermatozoïdes semble être augmentée en hiver ($3,3 \pm 0,2 \times 10^9$ spz / mL).

A partir de l'ensemble d'observations, que ce soit celles relevées sur terrain ou rapportées par la littérature, les températures élevées en saison chaude ont une influence sur le déroulement de la spermatogenèse en induisant une réduction de la concentration de la semence. Selon Maurya (2017), une température corporelle ou ambiante plus élevée diminue le nombre de spermatozoïdes ainsi que les taux de testostérone dans le sang. Ainsi, Suhair et Abdalla (2010) ont suggéré que la baisse de la concentration en spermatozoïdes pendant les saisons chaudes comme l'été et le printemps pourrait être liée à la réduction de l'activité spermatogénétique et des réserves épидидymaires. Ces suggestions ont été confirmées par des études histologiques révélant que l'exposition *in vitro* et *in vivo* des testicules à un stress thermique élevé altère la spermatogenèse par destruction des cellules germinales

spermatogoniales dans les tubes séminifères et provoquent la dégénérescence des cellules de Sertoli et de Leydig (Gomes *et al.*, 1971) avec en plus une réduction de la fertilité des spermatozoïdes (Yaeram *et al.*, 2006). Wettemann and Desjardins (1979) ont démontré aussi que, l'exposition du sanglier à des températures ambiantes élevées pendant 90 jours provoque la diminution du nombre de jeunes spermatides dans les tubes séminifères sans aucun effet sur le nombre des spermatogonies de type A ou des spermatocytes. Il se peut que la chaleur suffit pour provoquer des altérations spermatogénétiques entraînant une hypoxie au niveau testiculaire, mais ne provoque aucune modification du flux sanguin ou l'apport en glucose (Waites and Setchell, 1964). Dans certaines régions tropicales, la température ambiante s'élève à plus de 50°C pendant les mois d'été, ce qui peut augmenter l'effet suppressif de la photopériode sur la fonction testiculaire chez le bélier (Gomes *et al.*, 1971). Des températures ambiantes élevées dans certains pays (moyenne de 25C°), en particulier en liaison avec l'augmentation de la durée du jour durant les mois d'été, ont entraîné une réduction de la qualité du sperme chez la race Corriedale et Chios (Perez *et al.*, 1997).

Les effets de la saison et de la durée du jour sur la qualité de la semence ont été également étudiés par : Ibrahim (1997) chez la race locale et race croisée (locale x Chios) ; Karagiannidis *et al.*(2000) chez la race Chios et Friesian ; Kafi *et al.*(2004) chez la race Persian Karakul ; Deldar *et al.* (2007) chez la race queue –grasse et Makawi *et al.*(2007) chez la race Desert ; où il a été démontré leur action significative sur la qualité du sperme. Cependant, une augmentation du volume, de la concentration des spermatozoïdes par éjaculat et le volume testiculaire, pendant la saison de reproduction et de non reproduction, a été observée dans les deux lots de béliers Awassi utilisés dans l'expérimentation d'Azawi *et al.* (2012) menée dans le nord de l'Irak, considérée comme une région sèche avec un climat chaud (40-50C°). Les résultats obtenus montrent que le volume de sperme, la concentration de spermatozoïdes des béliers Awassi étaient supérieurs à la fin de l'été et à l'automne. Ces observations sont proches de nos résultats, car nous avons relevé des taux élevés en spermatozoïdes durant l'automne dans les deux régions aride et semi-aride ($5,86 \pm 0,32 \times 10^9$ spz/mL, $1,19 \pm 0,56 \times 10^9$ spz/mL respectivement). Dans un autre volet, L'utilisation du traitement par la GnRH dans le travail du même auteur a permis d'optimiser le nombre de spermatozoïdes dans l'éjaculat du bélier Awassi. Ce résultat est en accord avec les résultats d'Almquist (1973) qui a montré qu'il était possible d'optimiser le nombre de spermatozoïdes dans l'éjaculat du taureau par l'injection de cette hormone. Il a été révélé aussi qu'une mauvaise nutrition de la brebis pendant la gestation réduit le nombre de cellules de Sertoli chez les agneaux nouveau-nés, étant donné que, les cellules de Sertoli conditionnent les performances des futurs animaux reproducteurs, car le nombre de cellules de Sertoli est

fortement corrélé à la taille des testicules chez les adultes qui est en relation avec le taux maximum de production de spermatozoïdes (Alejandro *et al.*, 2002).

Haye *et al.* (2004) rapportent que la faiblesse de la concentration spermatique obtenue dans leur expérience pourrait être attribuée non seulement à la fréquence des récoltes, mais aussi, aux facteurs environnementaux (végétation, climat). Elle est surtout due au faible poids testiculaire de ces animaux d'une façon générale, conséquence du petit format du bélier Djallonké. En effet, il est bien établi que la production de spermatozoïdes par gramme de testicule est une caractéristique de l'espèce. Ainsi, chez les béliers, cette valeur est égale à $9,10^9$ spz/g de testicule par jour. La différence significative entre les valeurs moyennes extrêmes de concentration en spermatozoïdes en juin-juillet et en août-septembre pourrait être la conséquence des facteurs environnementaux tels que la pluviométrie et la température (Baril, 1993).

En fait, on sait que la qualité du sperme peut être modifiée chez les béliers exposés quotidiennement à une haute température ambiante (Curtis, 1983). Cela pourrait être une explication possible de la diminution soudaine de la concentration des spermatozoïdes durant la saison estivale dans notre étude dans les deux régions : aride et semi-aride. Néanmoins, les animaux peuvent souffrir dans certaines situations où les températures peuvent être au-dessus de la zone du confort pour les ovins, qui selon Baeta and Souza (1997) est entre 20 et 30°C, avec une température maximale de 34°C. Le stress thermique est considéré comme un facteur limitant pour la production ovine. Lorsque l'animal commence à souffrir de la chaleur, l'ingestion de la nourriture est réduite et le métabolisme ralentit avec une hypo-fonction de la thyroïde. Cela affecte la croissance, l'efficacité reproductive, la conversion alimentaire, entraînant des pertes économiques considérables (West 2003). De plus, Le type et la couleur de la toisons ont très importants pour la résistance à la chaleur (Turner, 1984 ; Finch *et al.*, 1984). Silva (1998) pense que les animaux avec une toison de couleur sombre, absorbent beaucoup plus les rayons solaires et sont plus sensibles au stress thermique que ceux avec une toison de couleur claire. Dans les régions tropicales semi-arides, la sensibilité à la chaleur est plus faible chez les animaux à laine foncé (Robertshaw, 1986).

Un autre point à soulever est celui relatif à la méthode de collecte qui pouvait avoir un effet surtout sur la qualité du sperme ; où la concentration et le pourcentage des spermatozoïdes vivants y sont les plus touchés (Matthews *et al.*, 2003). Ainsi, l'étude de Hulet *et al.* (1964) a montré que l'électroéjaculation entraînait une concentration diminuée car, la réponse physiologique aux stimuli électriques entraîne l'élaboration d'un volume important, probablement dû aux sécrétions des glandes séminales accessoires et de la perte urinaire causée chez les béliers par le flux rétrograde de spermatozoïdes. C'est le même

constat observé par Parvanov *et al.* (2000) qui ont trouvé que la concentration des éjaculats collectés à l'électroéjaculateur était significativement plus basse comparée à celle des éjaculats collectés au vagin artificiel chez les taureaux ($71,6 \pm 1,17$ millions vs $121,0 \pm 0,87$ millions). Ainsi, si on remplaçait le facteur région dans le tableau d'analyse de la variance par la méthode de collecte, nous relevons que tous les facteurs (saison, méthode de collecte et saison*méthode de collecte) exerçaient une influence très importante et hautement significative ($p < 0,001$) sur la concentration du sperme et le taux de survie des spermatozoïdes, rejoignant ainsi les données rapportées par Matthews *et al.* (2003) sur l'influence de la méthode de collecte sur ces deux paramètres. Ces auteurs ont obtenu sur des jeunes béliers Dorper des différences significatives ($p < 0,05$) avec des concentrations en spz de $1,67 \pm 0,43 \times 10^6/\text{ml}$ et $1,12 \pm 0,52 \times 10^6/\text{ml}$, et des taux de survie de $60,5 \pm 11\%$ et $49,9 \pm 14,8\%$ pour la collecte par vagin artificiel et par électroéjaculation respectivement.

Bertschinger (1995) a aussi rapporté que la qualité du sperme collecté par électroéjaculation est assez acceptable, mais elle ne peut être comparée à celle du sperme recueilli au moyen d'un vagin artificiel. En outre, le volume peut augmenter et la concentration peut diminuer avec l'électroéjaculation. À cela, il a été avancé que cette dernière peut être utilisée de manière satisfaisante pour l'examen de la semence ; mais pour l'utilisation du sperme en insémination artificielle, il semble que des échantillons prélevés par vagin artificiel sont meilleurs car ils présentent une concentration plus élevée (plus de doses de semence). C'est également aux mêmes résultats que Matthews *et al.* (2003) sont arrivés, où le sperme collecté au moyen d'un vagin artificiel présentait significativement ($p < 0,05$) une meilleure concentration et un pourcentage plus élevé en spermatozoïdes vivants par rapport à celui collecté par électroéjaculation. Boussena (2013) affirme que la qualité des éjaculats collectés par électroéjaculation chez les agneaux Ouled Djellal de la puberté jusqu'à l'âge d'un an, reste inférieure par rapport aux éjaculats collectés par vagin artificielle chez plusieurs races en zones tempérées, tropicales ou subtropicales, et explique cela par l'hypothèse concernant la plus forte densité en spermatozoïdes de la semence fraîche collectée par vagin artificiel par rapport à celle issue d'électroéjaculation.

Les résultats l'étude de Bopape *et al.* (2015) menée en Afrique du Sud démontrent que le succès de la conservation du sperme de bouc dépendait de la technique de collecte du sperme. Ainsi, celle du vagin artificiel semble être la technique la plus appropriée pour collecter le sperme du mâle, car elle a montré une concentration spermatique plus élevée qu'avec la technique de l'électro-éjaculateur. De plus, Jiménez-Rabadána *et al.* (2012) ont rapportés que le sperme après cryoconservation est de bonne qualité lorsque les éjaculats sont obtenus par vagin artificiel et aussi lorsqu'ils sont collectés pendant la saison de reproduction.

Le succès de la cryoconservation du sperme dépend de la méthode de collecte, la saison de reproduction au cours de laquelle les éjaculats sont collectés et du diluant utilisé. Dans le même contexte, Marco-Jiménez *et al.* (2005) ayant mené des travaux d'évaluation des effets des méthodes de collecte de sperme sur les spermatozoïdes congelés-décongelés, afin d'adapter une méthodologie rapide pour la création d'une banque de sperme cryoconservé chez les béliers de race Guirra, sont arrivés à conclure que l'efficacité de l'utilisation de l'électroéjaculation est estimée à 80%. Ce taux en est la conséquence de la contamination de la semence par l'urine ou du manque de réponse à la stimulation électrique ; et que la qualité de la semence collectée par vagin artificiel n'était pas significativement différente de celle collectée par électroéjaculation, sauf pour la concentration de spermatozoïdes.

III.4. Le taux de vitalité (= % de spermatozoïdes vivants)

III.4.1. Effet saison

Les résultats obtenus en région aride ont montré une différence significative entre ceux observés l'hiver et ceux d'automne ($p < 0,05$), où le meilleur taux a été enregistré durant l'automne avec $89,44 \pm 2,91\%$ (tableau 22 ; figure 25). L'analyse de la variance fait apparaître une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre le mois de septembre comparé aux mois de mars, avril et mai. Alors que, les pourcentages obtenus au niveau de la région semi-aride ont révélé à l'analyse de statistique une influence certaine de la saison sur ce paramètre ; où une différence significative ($p < 0,05$) a été enregistrée lors de comparaisons de la saison estivale avec celles de l'automne et du printemps. Tout en relevant que la moyenne maximale ($79,2 \pm 15,8\%$) a été enregistrée au printemps, saison correspondant à la période de lutte ; et que, la plus basse a été obtenue en saison chaude principalement au mois de juillet (Tableau 22 ; figure 26).

L'analyse de la variance des données mensuelles révèle des différences significative et très significative ($p < 0,05$ et $p < 0,01$) entre le mois de juillet et ceux de janvier et de mars respectivement avec des taux maximal de $90,83 \pm 2,38\%$ au mois de mars et minimal de $40 \pm 11,55\%$ au mois de juillet.

III.4.2. Effet région

La seule différence statistiquement très significative ($p < 0,01$) lors de comparaison des deux régions pour ce paramètre a été noté durant la saison estivale (tableau 22) ; tout en observant que les pourcentages les plus élevés sont ceux obtenus dans la région aride avec même une allure progressivement croissante hiver-printemps-été-automne. Alors que, dans la région semi-aride l'activité sexuelle en relation avec ce paramètre a été relevée au cours de la saison estivale.

Tableau 22. Variations saisonnières du taux (%) de spermatozoïdes vivants en régions aride et semi-aride.

Régions \ Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signifi. Statist. entre régions
Hiver	74,72±4,98 ^{a*}	74,4±10,1	
Printemps	82,22±11,33	79,2±15,8 ^{b*}	
Été	85,83±9,17	58,3±14,9 ^{c*}	A**
Automne	89,44±2,91	80,0±9,03	

^a : hiver vs automne ; ^b : printemps vs été ; ^c : été vs automne ; A : région aride vs région semi-aride.- * : p<0,05 ; ** : p<0,01.

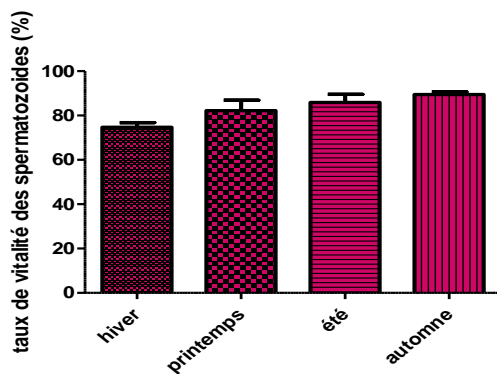


Figure 25. Variations de la vitalité en zone aride

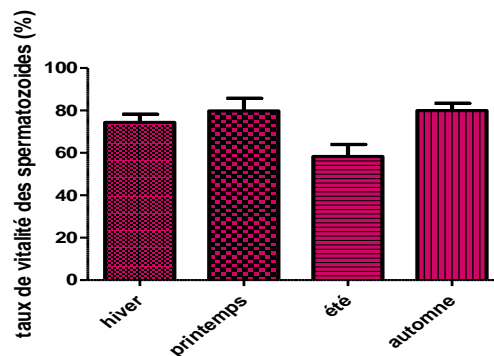


Figure 26. Variations de la vitalité en zone semi -aride

L’analyse de la variance déterminant les effets des facteurs saison, région et leur combinaison montre que ces derniers exercent une influence hautement significative (p<0,001) sur le taux de vitalité des spermatozoïdes.

Tableau 23. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations du taux des spz vivants

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	***	***	***

*** : p<0,001

En relation avec le taux des spermatozoïdes vivants, nous avons noté que l’activité sexuelle des béliers est plus importante au cours des deux saisons de reproduction (automne et printemps) en région semi-aride. Elle est légèrement plus élevée en automne qu’au printemps et que la plus faible est celle relevée en été. Il y a lieu de signaler que pour Pourseif

et al. (2013), le taux de vitalité des spermatozoïdes le plus élevé a été observé depuis septembre jusqu'à décembre, rejoignant ainsi les observations de Dufour *et al.* (1984) et Moghadam *et al.* (2012) qui ont obtenu des valeurs plus élevées en automne (octobre-novembre) qu'au printemps. Mais, pour Kafi *et al.* (2004) le taux le plus élevé a été observé au mois de septembre ($97,6 \pm 13,1$ %) et le plus bas en janvier ($82,1 \pm 11,3$ %). En revanche, Aller *et al.* (2012) n'ont observé aucun effet significatif de la saison sur le taux de spermatozoïdes vivants. Cependant, Ibrahim (1997) dans une étude sur la race Chios élevée aux Emirats arabes unies a constaté que les caractéristiques du sperme ont été meilleures principalement pendant l'hiver.

Sachant que, La variation quantitative et qualitative de la production spermatique, ainsi que l'effet du photopériodisme varient en fonction de la latitude et entre races. Mais, certaines races comme la Romanov, sont moins influencées par la saison que celles des régions nord de la Méditerranée, Sarda et Frisian x Sarda (Cappai *et al.*, 1981), ainsi que la race Chios (Ibrahim, 1997).

L'évaluation de la viabilité des spermatozoïdes par Hamidi *et al.* (2012) chez la race Arabe élevée en Iran (latitude $31^{\circ} 52'$), a démontré l'existence de différences significatives en pourcentage de spermatozoïdes vivants entre les saisons de reproduction et de non reproduction avec 87,36% et 79% respectivement. Egalement Suhair et Abdalla (2010) ont rapporté que le pourcentage de spermatozoïdes vivants et anormaux dans le sperme des béliers du désert a montré des variations saisonnières significatives. Outre l'effet saison et région, il se peut que la méthode de collecte y est pour quelque chose ; étant donné qu'à la faveur des observations de Matthews *et al.* (2003) sur des jeunes béliers post-pubertaires, la semence collectée par vagin était meilleure et variait significativement ($p < 0,05$) de celle récupérée par électroéjaculation avec $60,5 \pm 11,0$ et $49,9 \pm 14,8$ % respectivement.

Chez le mâle, le stress environnemental affecte négativement la quantité et la qualité des spermatozoïdes, qui est étroitement liée à la faible fertilité chez les femelles, probablement en raison d'une combinaison de faibles taux de fertilisation et une augmentation de la mortalité embryonnaire. L'exposition directe du testicule à des températures élevées, provoque des changements dans certains stades critiques du cycle de la spermatogenèse, qui est également directement liée à la qualité de l'éjaculat (Haim *et al.*, 2005 ; Córdova-Izquierdo *et al.*, 2014). En effet, Benia *et al.* (2013) avaient noté une diminution de l'activité sexuelle chez les jeunes béliers de race Rembi (élevés sous les conditions de la zone aride en Algérie) pendant les périodes de très hautes températures, pendant l'hiver et durant les périodes de restrictions alimentaires et de pâturage pauvre. Toutefois, l'activité reproductrice de ces béliers a été continue pendant toute l'année avec des pics au printemps et en automne

(caractérisés par une diminution de la latence de l'éjaculation et augmentation du nombre de chevauchements par test) et une diminution pendant l'été et l'hiver (caractérisée par une latence accrue de l'éjaculation avec une diminution du nombre de chevauchements par test). Les résultats rapportés par Alcaide *et al.* (1986) chez la race Manchego, et par Martemucci *et al.* (1996) chez la race caprine Maltaise, montrent que le printemps et secondairement l'hiver sont les saisons qui ont présenté un taux élevé en spermatozoïdes vivants.

La diminution du taux de spermatozoïdes vivants et l'augmentation du pourcentage de spermatozoïdes anormaux en dehors de la saison de reproduction pourraient être liées à la diminution du nombre des tubes séminifères et à l'augmentation du processus dégénératif (Suhair et Abdalla 2010). Des variations structurales dans l'épithélium des tubes séminifères ont été signalées par Dorostghoal *et al.* (2009) avec atteinte de la spermatogenèse et des cellules de Sertoli. Ces cellules de soutien se trouvent au sein des tubes séminifères et dont la fonction essentielle est la formation de la barrière hémato-testiculaire et la nutrition des cellules germinales et des futurs spermatozoïdes (Hafez, 2000). Dorostgoal *et al.* (2009) ont rapportés que l'épaisseur de l'épithélium germinal, le nombre des cellules spermatogénétiques, le diamètre des tubes séminifères, le nombre et la taille des cellules de Sertoli chez des béliers de race Arabe étaient significativement différents dans les diverses saisons de l'année. Cela peut gravement affecter la performance sexuelle et le processus spermatogénétique du mâle et influence probablement le pourcentage de spermatozoïdes vivants et anormaux avec des modifications de la structure histologique et histométrique des tubes séminifères chez les béliers adultes variant significativement pendant les diverses saisons affectant sévèrement la performance sexuelle des béliers. Hamidi *et al.* (2010) ont affirmé que les concentrations d'hormones libérées par l'hypophyse et les testicules des béliers de race Arabe ont diminué de manière significative durant la saison du repos sexuel. L'évaluation de la viabilité des spermatozoïdes par cet auteur, a démontré des différences significatives en pourcentage de spermatozoïdes vivants entre les saisons de reproduction et celles du repos sexuel. Le taux était de 87,36% durant la saison de lutte et de 79% pendant celle du repos. Boussena *et al.* (2014) ont constaté que le nombre de spermatozoïdes vivants était significativement et fortement corrélé à la concentration ($r = 0,64$, $p < 0,05$) ; tout comme avec le volume spermatique et la concentration en spermatozoïdes, le pourcentage de spermatozoïdes vivants en été ($48,7 \pm 4,9\%$) était le plus bas et significativement différent des autres saisons. Dans une étude similaire sur des béliers de race Dorper, Malejane *et al.* (2014) ont trouvé que le taux des spermatozoïdes vivants était élevé au printemps et en été ; alors que, le plus faible pourcentage était relevé durant l'hiver ($39,0 \pm 14,6\%$).

III.5. Taux de spermatozoïdes anormaux

III.5.1. Effet saison

Au niveau de la zone aride, l'analyse statistique pour ce paramètre au titre de comparaisons saisonnières fait apparaître des différences significative ($p < 0,05$) entre le printemps versus hiver et été, et hautement significative entre l'hiver versus l'été ($p < 0,001$). La comparaison des valeurs mensuelles montre une différence significative ($p < 0,05$) entre le mois de février versus les mois de mai et de novembre. Alors qu'au niveau de la région semi-aride, nous avons relevé les mêmes différences lors de comparaisons de la saison hivernale avec les saisons printanière et estivale avec $p < 0,05$ et $p < 0,001$ respectivement.

L'observation des moyennes du taux d'anomalies dans les deux zones montre une élévation dès la fin de l'automne jusqu'à la fin d'hiver avec un taux maximum pendant l'hiver suivie d'une remarquable baisse avec des moyennes minimales enregistrées durant l'été. Tout en constatant que les moyennes saisonnières de ce pourcentage sont plus élevées en région semi-aride que dans la région aride (Tableaux 24 ; figures 27&28).

II.5.2. Effet région

La comparaison statistique au t-Student de l'action de ce facteur a révélé une différence significative ($p < 0,05$) lors de comparaisons entre les deux zones d'étude durant trois saisons (hiver, printemps et été) et sans aucune différence durant l'automne (tableau 24).

Tableau 24. Variations saisonnières du taux (%) de spermatozoïdes anormaux en régions aride et semi-aride.

Régions \ Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signifi. entre régions	Statist.
Hiver	3,33±1,0 ^{a*c***}	6,47±2,12 ^{a*c***}	A*	
Printemps	2,11±0,40 ^{b*}	3,71±1,71	A*	
Eté	1,33±0,51	2,47±0,88	A*	
Automne	1,98±0,63	4,04±1,83		

^a : hiver vs printemps ; ^b : printemps vs automne ; ^c : hiver vs été ; A : rég. aride vs rég. semi-aride. - Signifi. Statist. : Signification Statistique ; - * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.

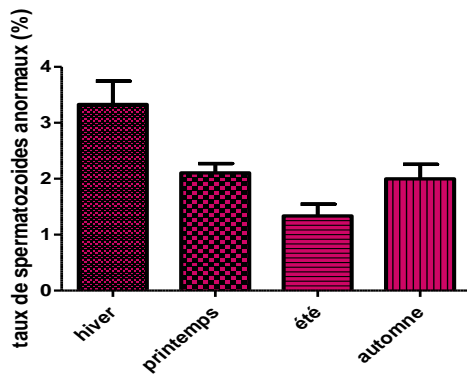


Figure 27. Variations du taux de spz anormaux en zone aride

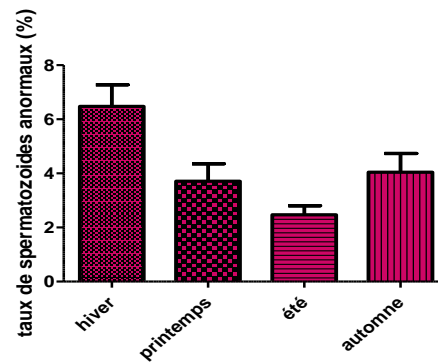


Figure 28. Variations du taux de spzs anormaux en zone semi-aride

L’observation du tableau 25, en relation avec les effets des facteurs (saison, région et saison*région) sur le taux des spermatozoïdes anormaux, montre à l’analyse de la variance une influence hautement significative ($p < 0,001$) de chacun des facteurs saison et région ; alors que leur association ne présente aucun effet significatif.

Tableau 25. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations du taux de spz anormaux

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	***	***	NS

*** : $p < 0,001$

L’évaluation de la morphologie des spermatozoïdes est l’une des méthodes d’estimation de la qualité du sperme. Une corrélation positive a été trouvée entre le taux de fécondation et le pourcentage des spermatozoïdes à morphologie normale. Des anomalies de la queue des spermatozoïdes peuvent également être des indicateurs d’infertilité (El-Ghobashy and West, 2003). Cette morphologie des spermatozoïdes combinée à la qualité du sperme se trouve comme un des principaux déterminants vitaux de la fertilité des béliers ou du taux de conception de la femelle. Par conséquent, son évaluation constitue l’un des plus importants aspects pour l’évaluation du sperme ; où la baisse de fertilité chez les béliers ainsi que chez d’autres espèces a été corrélée au taux élevé en spermatozoïdes porteurs d’anomalies morphologiques (Mandal *et al.*, 2010). Un effet significatif du traitement de la GnRH pour baisser le taux des anomalies des spermatozoïdes chez la race Awassi a été observé par Azawi *et al.* (2012). Coe (1999) rapporte que, le risque qu’un taureau produit plus que 30% de spermatozoïdes anormaux décroît lorsque la circonférence scrotale augmente.

Nous avons également noté un effet significatif de la saison sur le pourcentage des spermatozoïdes anormaux avec des valeurs extrêmes en hiver comparativement aux valeurs

basses relevées au printemps et en été, ce qui concorde avec les résultats obtenus par Mandiki *et al.*(1998). L'augmentation du taux d'anomalies spermatiques peut être expliquée par la diminution de la concentration en testostérone plasmatique, une réduction du diamètre des tubes séminifères et de l'activité spermatogénétique ou un défaut de maturation au niveau épидидymaire (Barkaoui *et al.*, 2006). Nos résultats concordent avec les données d'Ahangari and Hamedani (2010), qui ont trouvé un taux réduit d'anomalies dans le sperme collecté à partir de béliers durant la saison de reproduction. Ils ont déduit que les anomalies mineures, telles qu'une forme anormale de la tête se pliant sur la pièce intermédiaire, des queues incurvées ou cassées et la présence de gouttelettes cytoplasmiques, sont causés par des facteurs environnementaux et qu'un pourcentage plus élevé de ces anomalies est perçu dans les éjaculats obtenus en dehors de la saison de reproduction. De plus, Boussena *et al.* (2014) observent que la production spermatique chez la race Ouled Djellal est caractérisée par une augmentation de la fréquence en spermatozoïdes anormaux malgré le faible volume durant la saison de reproduction. Si nos résultats obtenus au niveau de la zone semi-aride, en usant de la même méthode de collecte, se rapprochent de ceux obtenus par Matthews *et al.* (2003), les taux obtenus en région aride sont de loin plus faibles que ceux obtenus par ces mêmes auteurs. Tout en relevant que ces auteurs n'ont pas trouvé de différence significative entre les deux méthodes de collecte (électroéjaculation et vagin artificiel). En outre, Gastel *et al.* (1995) ont constaté chez des béliers Corriedale que l'absence de variations saisonnières de la morphologie des spermatozoïdes pourrait éventuellement indiquer que les variations histologiques et endocriniennes n'étaient pas assez fortes. En effet, le travail d'Amir et Volcani (1965) sur la même race n'a pas montré de variations saisonnières importantes dans la production spermatique des animaux qui vivaient à 32°N et qui avaient accès à un régime alimentaire abondant. Selon Colas (1980), le meilleur indicateur des effets de la saison sur la qualité du sperme, serait le taux d'anomalies des spermatozoïdes, qui est généralement proportionnel au test de fertilité. Zamiri *et al.* (2010) ont constaté que le pourcentage des anomalies spermatiques s'élève depuis janvier jusqu'à mars avec des taux variant entre 7,5% et 14,2 %. Le taux moyen d'anomalies morphologiques du spermatozoïde enregistré au cours de notre expérimentation était inférieur au pourcentage de 15%, pourcentage au-dessus duquel une semence est considérée comme étant de mauvaise qualité (Baril *et al.*, 1993). Dans l'étude d'Oberst *et al.* (2011), le taux en spermatozoïdes anormaux a varié en fonction de la saison chez la race Lacaune ; où la fréquence la plus élevée pour les anomalies mineures était enregistrée pendant l'hiver et le printemps. Ils ont aussi détecté des variations saisonnières des anomalies majeures, mais qui étaient moins de 5%, qui constituent un taux faible et acceptable.

Menon *et al.* (2011), ont rapporté que la morphologie des spermatozoïdes est affectée par des facteurs tels que la race, l'âge, la circonférence du scrotum (SC). Brito *et al.* (2002), ont avancé que l'âge et la race ont une influence sur les caractéristiques du scrotum, des testicules, de la production spermatique ainsi que la qualité du sperme. Le vieillissement du mâle à la faveur de l'âge avancé pourrait aboutir à l'hypoplasie testiculaire, la dégénérescence testiculaire et la sénescence des spermatozoïdes en raison de l'inactivité sexuelle. Les résultats des études de Coulter (1997), Vilakazi (2003) et Sitali *et al.* (2017) ont montré une interaction significative entre l'âge et le pourcentage des anomalies spermatiques majeures ainsi que la qualité du sperme. Vilakazi (2003) trouve que les taureaux jeunes et plus âgés avaient le même taux d'anomalies spermatiques majeures ; et que, le pourcentage des anomalies majeures du sperme ne doit pas dépasser 20% pour assurer une fertilité optimale chez les taureaux.

Galil et Galil (1982) et Suhair et Abdalla (2010) ont remarqué que les taux de spermatozoïdes vivants et anormaux dans le sperme de bélier du désert varient significativement avec les changements saisonniers. Gündoğan (2007) a signalé une diminution modérée de ce taux en saison de reproduction (automne) par rapport à la saison de non reproduction chez les béliers de race Daglic à queue grasse. Par contre, aucune variation saisonnière de la morphologie anormale dans le sperme du bélier de race Zulu n'a été observée par Chella *et al.* (2017) ($p > 0,05$). Ces mêmes observations ont été rapportées par Malejane *et al.* (2014) chez la race Dorper. Alors que, nos résultats concordent aussi avec ceux trouvés par Hamidi *et al.* (2012) qui avaient observé une différence significative en pourcentage de spermatozoïdes anormaux entre les saisons de reproduction et de non-reproduction, durant lesquelles un pourcentage plus élevé a été observé en dehors de la saison de reproduction. Ce sont aussi les mêmes conclusions auxquelles sont arrivées Abadjieva *et al.* (2014) pour le sperme des béliers de race bulgare SPbM (synthetic population Bulgarian milk sheep breed).

III.6. Nombre de doses de semence utilisables pour l'IA obtenues par mâle par collecte

Le nombre de doses de semence à obtenir à partir d'un éjaculat est calculé sur la base théorique qu'une dose de semence fraîche (non congelée) utilisable en insémination artificielle ovine doit contenir un total de 400×10^6 spermatozoïdes vivants.

III.6.1. Effet saison

Le nombre moyen de doses de semence relevé en région aride varie légèrement entre l'automne, l'hiver et le printemps pour diminuer remarquablement durant l'été. Aux analyses comparatives saisonnières, nous avons relevé que les moyennes augmentées durant le printemps ($17,94 \pm 2,04$ doses) comparativement aux autres saisons (tableau 26 ; figure 29).

L'analyse des variations mensuelles a montré une différence très significative ($p < 0,01$) entre le mois de juillet versus janvier et février, et avril versus octobre. Alors que, la différence hautement significative ($p < 0,001$) a été observée entre le mois de juillet versus mars, avril et mai.

Globalement, en région semi-aride le nombre moyen théorique de doses de semences utilisables pour l'IA obtenues par mâle varient du simple au double entre l'automne et les autres saisons. Cette différence est confirmée par les différences hautement significative ($p < 0,001$) entre l'automne versus hiver et très significative entre l'automne versus printemps et été ($p < 0,01$) (tableau 26 ; figure 30).

III.6.2. Effet région

Au vu des résultats du nombre moyen de doses utilisables en IA pouvant être obtenues à partir d'une collecte par bélier, nous avons trouvé que la différence est hautement significative ($p < 0,001$) entre les deux régions durant les quatre saisons de l'année (tableaux 26 & 27).

Tableau 26. Nombre moyen de doses de semence fraîche utilisables en IA par mâle et par collecte en zones aride et semi-aride.

Régions \ Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signifi. entre régions	Statist.
Hiver	16 ± 1,13 ^{a**}	1,03 ± 0,38 ^{a***}	A***	
Printemps	17,94 ± 2,04 ^{b**}	1,12 ± 0,35 ^{b**}	A***	
Eté	9,16 ± 1,83 ^{c***}	0,90 ± 0,54 ^{c**}	A***	
Automne	15,83 ± 2,04	2,09 ± 0,81	A***	

a : hiver vs automne; b : printemps vs automne; c : été vs automne; -

*Signifi. Statist. : Signification Statistique ; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.*

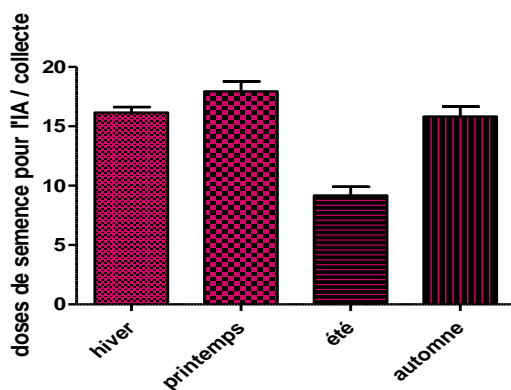


Figure 29. Variations des doses de semence pour IA/collecte en zone aride

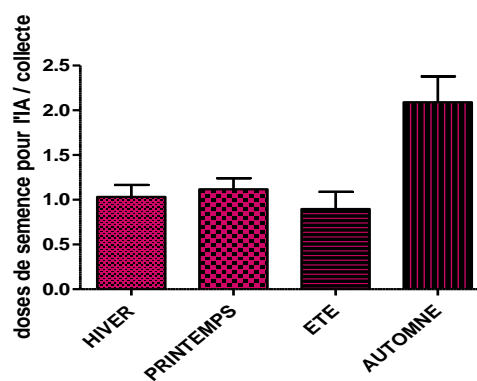


Figure 30. Variations des doses de semence pour l'IA/collecte en zone semi- aride

L'analyse de variance des facteurs considérés (saison ; région et saison*région) fait apparaître des différences hautement significatives ($p < 0,001$) quant à l'influence de ces facteurs sur le nombre de doses de semence fraîche pouvant être utilisées à partir de chaque collecte (tableau 27).

Tableau 27. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations des doses de semence pour l'IA

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	***	***	***

*** : $p < 0,001$

L'IA, par son potentiel de large diffusion des individus répondant aux besoins du consommateur et de l'éleveur (production de lait, de viande), est la clef de voûte des schémas de sélection et de la diffusion du progrès génétique. En effet, l'IA permet la réalisation d'accouplements raisonnés avec des mâles sélectionnés sur leurs valeurs génétiques (lait, cellules somatiques, conformation de la mamelle, résistance à la tremblante en ovin lait et valeur laitière, prolificité, aptitude bouchère) (Ingrid, 2008).

Les caractéristiques spermatiques et l'établissement de protocole de doses de semence dans les centres d'insémination artificielle des ovins ont toujours été le sujet d'études et d'expériences de recherche afin d'avoir des doses à coût réduit avec une fertilité optimale (Colenbrander *et al.*, 2003). Cette dernière constitue un facteur principal dans le succès du schéma de l'élevage. Ainsi, la concentration des doses de sperme est passée de 400 million à 350 sans que le taux de réussite de l'insémination artificielle (AI) soit réduit de manière significative. Ce résultat est confirmé par des essais sur la race Lacaune réalisés par Briois et Guerin (1995), qui ont montré qu'une dose ne doit pas contenir moins de 280 millions de spermatozoïdes/dose afin de ne pas affecter la fécondance du sperme.

IV. Variations des paramètres biochimiques

IV.1. Variations sériques des métabolites énergétiques :

IV.1.1. La glycémie

Les valeurs sériques du glucose relevées durant la saison du printemps et celles de l'été en zone semi-aride sont dans les limites des intervalles de référence rapportées sauf celles d'hiver. En revanche, en zone aride, les moyennes enregistrées pendant le printemps, l'été et l'automne ainsi sont inférieures aux limites physiologiques exceptées pour celles relevées en hiver.

IV.1.1.1. Effet saison

En région aride, nous avons observé une différence significative ($p < 0,05$) entre les moyennes relevées durant l'hiver versus l'été et une différence très significative ($p < 0,01$) entre l'été versus l'automne. Les valeurs sont faibles par rapport à celles relevées en zone semi-aride ; et que, le taux le plus bas a été relevé durant l'été avec $0,32 \pm 0,06$ g/L et le plus élevé est enregistré pendant l'hiver avec $0,48 \pm 0,09$ g/L, (tableau 28 ; figure 31). Alors qu'au niveau de la région semi-aride, l'analyse statistique indique lors de comparaisons saisonnières des différences hautement significative ($p < 0,001$) entre les valeurs de la glycémie hiver versus printemps, très significative ($p < 0,01$) au printemps versus été et significative ($p < 0,05$) lors d'hiver versus été. Toutefois, les valeurs moyennes saisonnières les plus élevées sont observées aux deux saisons de reproduction avec au printemps $0,61 \pm 0,04$ g/L et en automne $0,53 \pm 0,06$ g/L ; alors que, le taux le plus bas a été observé en hiver avec $0,40 \pm 0,16$ g/L (tableau 28 ; figure 32).

IV.1.1.2. Effet région

L'analyse statistique par le test t-Student révèle, la seule saison où nous avons pu avoir de différence entre les deux régions est le printemps, et qui est d'ailleurs hautement significative avec $p < 0,001$ (tableau 28).

Tableau 28. Variations saisonnières de la glycémie (g/L) en régions aride et semi-aride

Régions Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signif. Statis. entre régions	Valeurs &Références usuelles
Hiver	$0,48 \pm 0,09^{a*}$	$0,40 \pm 0,16^{a*c***}$		0,44 – 0,81 Merck (2002)
Printemps	$0,36 \pm 0,06$	$0,61 \pm 0,04^{d**}$	A***	0,50 – 0,79 (Radostis et al., 2006; Kaneko et al., 2008 & Constable et al, 2017)
Eté	$0,32 \pm 0,06^{b**}$	$0,45 \pm 0,10$		
Automne	$0,42 \pm 0,09$	$0,53 \pm 0,06$		

^a : hiver vs été ; ^b : été vs automne ; ^c : hiver vs printemps ; ^d : printemps vs été ; ^A : région aride vs région semi-aride - * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.

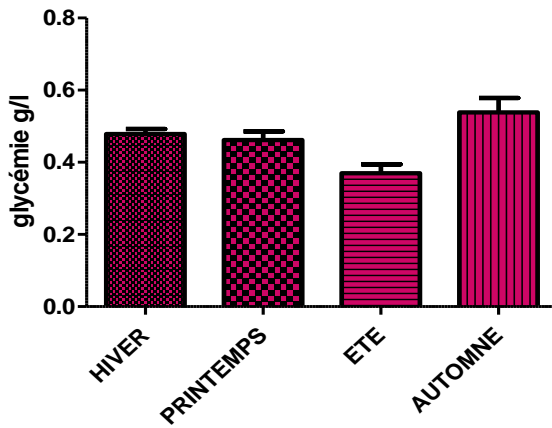


Figure 31. Variations de la glycémie en zone aride

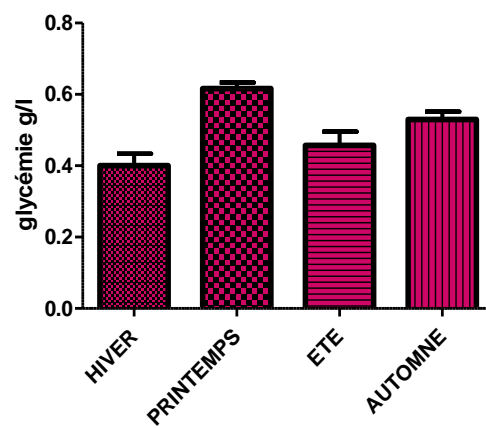


Figure 32. Variations de la glycémie en zone semi- aride

L’analyse de variance de l’influence des facteurs saison, région et leur combinaison révèle que la saison exerce un effet hautement significative ($p < 0,001$) ; alors que, l’effet saison*région et région vont de très significatif ($p < 0,01$) à significatif ($p < 0,05$) respectivement (tableau 29).

Tableau 29. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations de la glycémie

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	***	*	**

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

L'activité biologique et la productivité d'un l'animal ne dépend pas seulement de la diminution de l'apport énergétique par la nourriture, mais également de son aptitude à s'adapter à l'environnement dans lequel il vit. Le stress environnemental exerce des effets importants sur les teneurs sériques hormonales ainsi que les paramètres biochimiques sanguins (Gattani and Sareen, 2011). En outre, Le sang est d'une importance cruciale pour le maintien de l'équilibre physiologique de l'organisme et offre la possibilité d'enquêter cliniquement sur la présence de métabolites et d'autres constituants pour l'interprétation clinique et la compréhension de l'état physiologique, nutritionnel et pathologique d'un animal (Dutta *et al.*, 1988 ; Nse Abasi *et al.*, 2014). Cependant, certains constituants biochimiques du sang reflètent l'état de santé des animaux avec ou sans manifestation de signes cliniques (Roubiens *et al.*, 2006).

La principale source d'énergie utilisée par le testicule est le glucose. Chez le bélier, 13% de la ration de maintien est utilisée par les testicules qui occupent 0.4% du poids corporel. La glycémie étant normalement régulée par l'organisme, alors il faut que l'apport nutritionnel soit très déficient pour que des effets notoires sur la spermatogénèse apparaissent chez l'adulte (Hochereau-de Reviers *et al.*, 1987). Il a été démontré que l'axe reproducteur ne semble pas être étroitement lié aux apports alimentaires en acides aminés ou avec des concentrations circulantes de glucose. Cependant, les composants énergétiques de l'alimentation, en particulier les acides gras, semblent jouer un rôle clé dans les réponses reproductives suite aux changements nutritionnels. Les acides gras peuvent stimuler les voies GnRH-dépendantes qui initient les changements dans la fonction testiculaire (Blache *et al.*, 2002).

L'effet du stress thermique sur les paramètres biochimiques a été évalué par Srikandakumar *et al.* (2003) chez les béliers de race Oman et Mérinos durant la période froide (mois de décembre) et la période chaude (mois de juillet). Sous l'effet de la chaleur, le niveau de glucose plasmatique a augmenté de manière significative chez la race Mérinos, alors qu'il a significativement diminué chez les moutons de race Oman. Banerjee *et al.* (2014) ont observé des niveaux élevés de la glycémie pendant l'été chez les races caprines adaptées au froid (Gaddi et Chegu), alors qu'ils n'ont relevé aucune augmentation de la glycémie chez la race Sirohi. L'augmentation de la glycémie pendant l'été peut être dû à une augmentation des glucocorticoïdes, en particulier du cortisol, en raison de l'augmentation du niveau de stress lié à la température ambiante. Ils ont donc conclu, qu'il existe une corrélation positive entre le niveau du cortisol et le niveau de glucose dans le sang relevé pendant l'été. Des résultats contradictoires sont obtenus par Rathwa (2016) ayant travaillé sur des moutons de race locale et qui a constaté que parmi les constituants biochimiques, la moyenne de la glycémie était significativement ($p < 0,05$) inférieure en été ($46,15 \pm 1,30 \text{ mg/dl}$) plutôt qu'en saison d'hiver ($55,55 \pm 1,19 \text{ mg / dl}$) ; ceci est en concordance avec nos résultats obtenus en zone aride. Nos résultats sont similaires à ceux relevés par Kour *et al.* (2017), qui rapportent des concentrations de glucose (mg/dl) significativement plus élevées ($P < 0,01$) en hiver par rapport à l'été et l'automne en comparant les valeurs entre les différentes saisons chez les deux races caprines Beetal et Toggenberg en Inde. En comparant le niveau de glucose entre les deux races étudiées, des concentrations plus élevées ($p < 0,01$) ont été trouvées en été chez les chèvres Toggenberg par rapport à la race Beetal. La diminution de la glycémie durant l'été, peut être étroitement corrélée à la diminution de la consommation d'aliments par les animaux conduisant à la diminution du métabolisme basal qui peut également augmenter la balance énergétique négative suite à l'augmentation de l'utilisation de la glycémie pour produire plus

d'énergie pour une haute activité respiratoire et musculaire (Sejian *et al.*, 2010). Nous avons enregistré des taux élevés durant l'hiver en zone aride ($0,48 \pm 0,03$ g/L) mais qui restent inférieurs à ceux obtenus par Rathwa (2016). Le froid stimule la sécrétion d'hormones thyroïdiennes qui stimulent l'augmentation du taux métabolique basal afin de maintenir la température du corps qui accompagne l'élévation du niveau de glucose sanguin (Rasooli *et al.*, 2004). Nos résultats en zone aride sont aussi en accord avec ceux rapportés par Nazifi *et al.* (2003). Ces auteurs ont également étudié l'influence du stress thermique sur les paramètres biochimiques sériques, ainsi que leur corrélation avec T_3 , T_4 et le cortisol chez la race ovine iranienne à queue grasse. Ces chercheurs ont utilisé 45 béliers en bonne santé divisés en trois groupes expérimentaux exposés à des températures de $4C^\circ$, $21C^\circ$ et $40C^\circ$ respectivement. Des concentrations élevées en glucose ($3,66 \pm 0,15$ mmol/L) ont été relevées durant l'exposition au froid en comparaison à celles relevées lorsqu'ils ont été exposés au stress thermique ($2,38 \pm 0,08$ mmol/L). Ces résultats restent supérieurs à nos résultats pendant l'été qui sont de $0,32 \pm 0,06$ g/L et $0,45 \pm 0,10$ g/L respectivement, en région aride et semi-aride, tandis qu'ils sont inférieurs aux moyennes enregistrées en hiver en zone aride ($0,48 \pm 0,03$ g/L). Bahga *et al.* (2009) ont également signalé l'effet des variations saisonnières sur la glycémie chez les jeunes veaux croisés. Les résultats ont révélé une baisse du taux de glucose sanguin pendant l'été ($38,62 \pm 4,81$ mg/100mL) et une augmentation pendant la saison d'hiver ($51,69 \pm 4,40$ mg/100mL). Ces résultats concordent avec nos résultats obtenus en zone aride malgré la différence de l'espèce étudiée.

L'expérimentation menée par Helal *et al.* (2010) a aussi démontré l'effet de l'exposition à court et à long terme au rayonnement solaire pendant la saison estivale sur la glycémie chez deux races caprines Balady et Damascus. Le taux de glycémie plasmatique après une période courte (02 jours) d'exposition au stress thermique a baissé ($42,63 \pm 0,70$ mg/dL et $50,86 \pm 2,25$ mg/dL respectivement) ; alors que, l'exposition prolongée (04 jours) au rayonnement solaires a stimulé l'augmentation significative ($p < 0,01$) des concentrations en glucose chez les deux races ($47,76 \pm 1,19$ mg/dL et $59,46 \pm 1,75$ mg/dL). Des résultats similaires ont été rapportés par AL-Eissa *et al.* (2012), qui ont enregistré des concentrations en glucose plus élevées en été (126,1 mg/dL) ; alors qu'elles étaient inférieures ($125,25 \pm 0,35$ mg/dL) pendant l'hiver chez des boucs de race Capra Nubiana en Arabie Saoudite. Ces observations sont expliquées par le fait que, la conversion du glucose en lactate est régulée par voie hormonale (FSH et insuline) et est sensible à la température (Courtens *et al.*, 1998). Sachant que, les niveaux d'insuline diminuent quand les animaux sont exposés à une forte température (Bengoumi et Faye 2002, Rassoli *et al.*, 2004 cité par Titaouine *et al.*, 2016) ; et ce, en raison de la forte demande en glucose suite à une activité musculaire respiratoire

intense lors d'exposition au stress thermique. Kolb (1984) a également rapporté que l'augmentation de la glycémie répond directement à une augmentation des glucocorticoïdes, ce qui peut être lié à divers facteurs de stress, y compris le stress thermique. Les glucocorticoïdes ont des effets primaires sur le métabolisme, en stimulant la néoglucogenèse à partir des protéines tissulaires musculaires et celles du tissu conjonctif.

Chez les ruminants, la baisse de la glycémie en fonction de l'augmentation de l'âge est principalement due à l'adaptation du métabolisme fermentaire, qui contribue à la formation d'acides gras volatils suite à l'ingestion de matières glucidiques (Gattani and Sareen, 2011). De plus, les animaux peuvent consommer plus d'aliments en raison de l'augmentation du métabolisme basal pour remplir l'exigence de l'organisme en glucose qui peut également être associée à l'inhibition de la sécrétion d'insuline à basse température ambiante (Nazifi *et al.*, 2003 ; Suhair and Abdalla, 2013).

La plus grande partie de l'énergie nécessaire aux spermatozoïdes pour la motilité provient de l'oxydation du fructose dans le processus de la glycolyse anaérobie, dont le produit est l'acide lactique, qui joue un rôle essentiel lors de son passage à travers la membrane cellulaire, (Zakrzewska *et al.*, 2002). Dans le même contexte, Courtens *et al.* (1998) rapportent que le glucose n'est pas utilisé normalement par les cellules germinales du compartiment adluminal, il est même toxique pour les spermatocytes et spermatides. Ce sont les cellules de Sertoli qui le convertissent en pyruvate et en lactate déshydrogénase utilisés préférentiellement par les cellules germinales, ceci explique mieux l'influence du nombre des cellules de Sertoli sur la production spermatique.

IV.1.2. Cholestérolémie

Les évolutions saisonnières moyennes de la cholestérolémie sont représentées au tableau (27). Les concentrations sériques du cholestérol en régions aride et semi-aride sont situées dans les limites des intervalles de référence rapportés par Radostis *et al.* (2006) et Aitken (2007), mais inférieures à celles rapportées par Al-Fartosi *et al.* (2010).

IV.1.2.1. Effet saison

En zone aride, aucune différence significative n'a été observée entre les différentes saisons ($p > 0,05$) (tableau 30 ; figure 33). Toutefois, une légère élévation des concentrations sériques du cholestérol a été notée durant la saison froide ($0,47 \pm 0,06$ g/L), mais qui reste dans la fourchette des normes des valeurs usuelles. Les mêmes observations sont relevées au niveau de la zone semi-aride où l'analyse de variance ne fait apparaître aucune différence significative entre saisons ($p > 0,05$) (tableau 30, figure 34).

IV.1.2.2. Effet région

Nous avons relevé au niveau de la zone semi-aride que les concentrations sont un peu plus élevées ; et contrairement, à la zone aride ($0,42\pm 0,14$ g/L) la valeur la plus élevée ($0,57\pm 0,07$ g/L) a été relevée en automne sans dépasser l'intervalle des valeurs usuelles (tableau 30 ; figure 34).

La comparaison des moyennes entre les deux régions par le test t-Student n'a révélé aucune différence significative ($p > 0,05$) pendant la saison chaude ; alors que, la différence a été significative ($p < 0,05$) pour les comparaisons des autres saisons (Tableau 30).

Tableau 30. Variations saisonnières du cholestérol (g/l) en régions aride et semi-aride.

Régions Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signif. Statis. entre régions	Valeurs &Références usuelles
Hiver	$0,47\pm 0,06$	$0,55\pm 0,05$	A*	0,38-1,00
Printemps	$0,46\pm 0,07$	$0,56\pm 0,03$	A*	Aitken (2007) 0,43– 1,30
Eté	$0,45\pm 0,14$	$0,52\pm 0,11$		Radostis et al., (2006) 0,62-0,67
Automne	$0,42\pm 0,14$	$0,57\pm 0,07$	A*	Al-Fartosi et al., (2010)

^A : région aride vs région semi-aride - * : $p < 0,05$

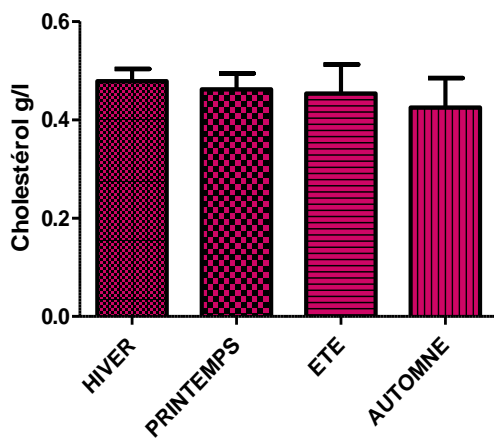


Figure 33. Variations de la cholestérolémie en zone aride

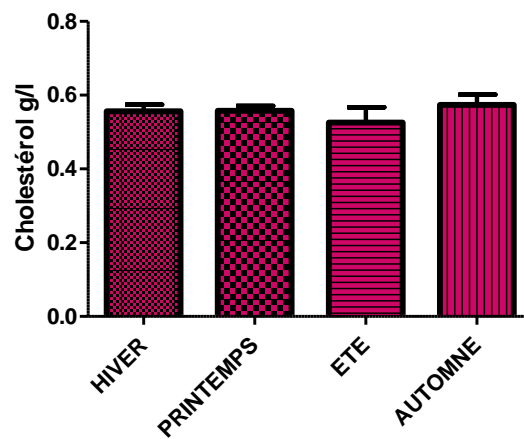


Figure 34. Variations de la cholestérolémie en zone semi –aride

Quant à l'analyse de la variance par action des effets saison et région, n'a révélé de différence qu'à l'effet région qui est d'ailleurs hautement significative ($p < 0,001$) (Tableau 31).

Tableau 31. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations de la cholestérolémie

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	NS	***	NS

*** : $p < 0,001$

Il est bien connu que le cholestérol est le précurseur des stéroïdes sexuels. Cependant, nous avons noté des valeurs basses pendant la période du déclin de l'activité sexuelle (Été : Août à Septembre) tandis que les plus élevées sont enregistrées durant la reprise de l'activité des hormones (Automne : Octobre à Janvier). Les valeurs les plus élevées sont relevées durant l'hiver en zone aride, ce qui est en accord avec les résultats de Gattani and Sareen (2011) dans une étude sur la race Magra sous les conditions de la zone aride Rajasthan en Inde, qui trouvent que, les niveaux sériques en cholestérol étaient significativement ($p < 0,05$) plus élevés pendant la saison d'hiver. Chez deux races Toggenberg et Beetal, Kour *et al.* (2017) ont rapportés des valeurs significativement plus élevées ($p < 0,01$) durant l'hiver, tout en considérant les variations entre trois différentes saisons indépendamment de la race ; le niveau de cholestérol a été plus élevé en hiver suivi par celui d'automne. La diminution de la concentration de cholestérol sous l'effet d'une température ambiante élevée pourrait être due à la diminution de la concentration d'acétate, qui est le principal précurseur pour la synthèse du cholestérol (O'cak *et al.*, 2009) ; ce qui est en accord avec nos résultats en zone aride. D'autre part, Kahal (2010) affirme dans son travail sur la race Ouled Djellal, qu'il existe une relation étroite entre l'évolution du profil de la cholestérolémie et les variations de la sécrétion des androgènes plasmatiques durant la phase pubertaire chez les agneaux (de 6 à 12 mois) ; les deux profils présentent leurs valeurs les plus basses en période du déclin de l'activité sexuelle (Été : Août à Septembre). Alors que, les valeurs les plus élevées sont observées durant la période de la reprise de l'activité sexuelle (Automne-Hiver ; Octobre à Janvier) avec de grandes fluctuations, qui semblent être opposées entre les deux profils à cette dernière période. En effet, le cholestérol est un précurseur de la biosynthèse des androgènes qui se fait en deux étapes : la première va du cholestérol à la pregnenolone avec intervention successive de deux enzymes (20 et 22a hydroxylases) et la seconde étape est à partir de la pregnenolone qui va se transformer en $\Delta 4$ -androsténone suite aux réactions enzymatiques. Ce dernier se transformera à son tour en testostérone sous l'action de l'enzyme 17 β hydroxy stéroïde déshydrogénase (Dugal et Dunnigan, 1982). De plus, le système endocrinien est influencé par

le stress thermique résultant, et que la diminution de la concentration du cholestérol sous contrainte thermique semblant être le résultat direct de deux facteurs:

- la baisse significative de la consommation d'aliments suite à l'augmentation de la température
- l'augmentation marquée de l'activité respiratoire suite aux échanges thermiques.

Afin de maintenir la température du corps en hiver le métabolisme basal est augmenté, ce qui conduit à l'élévation de la cholestérolémie. Tout en sachant que le cholestérol, précurseur des hormones stéroïdiennes, se trouvant à des concentrations significativement plus élevées pendant la période de croissance est responsable de la construction de réserve pour la formation de différentes hormones gonadiques stéroïdiennes pendant la période pré pubertaire et pubertaire (Gattani and Sareen, 2011). Ramos *et al.* (1994) avancent que, le taux de cholestérol sérique est en relation avec l'alimentation et la synthèse hépatique ; et par conséquence, les aliments pauvres en lipides diminuent la concentration du cholestérol (Krajnicakova *et al.*, 1997). En outre, sa concentration peut augmenter à la suite d'une augmentation du catabolisme des lipides (Kalkhoff *et al.*, 1978).

IV.1.3. Triglycérides

Toutes les moyennes saisonnières des triglycéridémies sont situées dans la fourchette des valeurs physiologiques usuelles.

IV.1.3.1. Effet saison

Les analyses statistiques ne montrent aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les différentes saisons concernant ce paramètre en région aride. Au regard du tableau 32 et de la figure 35, nous remarquons une légère élévation du taux sérique en triglycérides durant l'hiver ($0,26 \pm 0,08$ g/L), tandis que le taux le plus bas a été noté au printemps ($0,15 \pm 0,02$ g/L). Alors qu'en région semi-aride, une seule différence significative ($p < 0,05$) a été relevé lors de comparaison hiver vs été ; tout en sachant que cette différence est observée entre la plus élevée ($0,24 \pm 0,04$ g/L) de l'hiver et la plus faible ($0,18 \pm 0,02$ g/L) de l'été (tableau 32, figure 36).

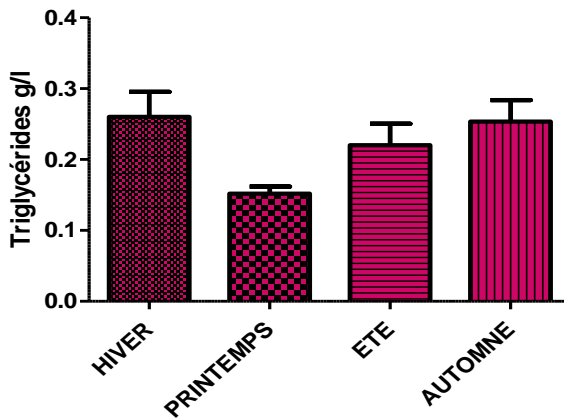
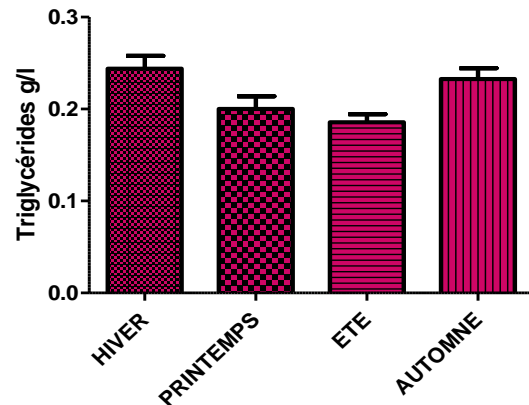
IV.1.3.2. Effet région

Le test t-Student ne fait apparaître aucune différence significative entre les deux régions d'étude durant l'hiver, été et l'automne ; et que, c'est seule la comparaison à la saison de printemps qui révèle une différence significative ($p < 0,05$) (tableau 32).

Tableau 32. Variations saisonnières de la Triglycéridémie (g/L) en régions aride et semi-aride

Régions Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signif. Statis. entre régions	Valeurs &Références usuelles
Hiver	0,26±0,08	0,24±0,04 ^{a*}		0,18–0,50
Printemps	0,15±0,02	0,20±0,03	A*	Dubreuil et al., (2005)
Eté	0,22±0,07	0,18±0,02		0,12–0,39
Automne	0,25±0,07	0,23±0,03		Mollereau et al., (1995)

^a :hiver vs été ; ^A : région aride vs région semi-aride - * : $p < 0.05$

**Figure 35.** Variations des Triglycérides en zone aride**Figure 36.** Variations des Triglycérides en zone semi-aride

L'analyse de la variance aux facteurs étudiés (saison, région et saison*région) fait apparaître des différences hautement significatives ($p < 0,001$) reflétant l'influence importante de ces facteurs sur les variations de ce métabolite (tableau 33).

Tableau 33. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations de la Triglycéridémie

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	***	***	***

*** : $p < 0,001$

La connaissance de l'influence des divers facteurs tels que l'âge, la saison et le statut reproducteur sur les paramètres sanguins sont nécessaires, pour déterminer l'état nutritionnel

des animaux, pour entreprendre des mesures prophylactiques préventives contre les troubles de santé ainsi que pour augmenter leur productivité (Antunovic *et al.*, 2002). Chez le mouton comme chez les autres ruminants, le profil lipidique du plasma est caractérisé par une faible concentration en triglycérides et en TG-LP. Selon les espèces, il y a une participation faible des lipides alimentaires à la lipémie et une synthèse hépatique mineure d'acides gras (Mazur *et al.*, 2009) cité par Safsaf (2014). Les lipides séminaux jouent des rôles importants dans la structure membranaire des spermatozoïdes, le métabolisme des spermatozoïdes, la capacitation des spermatozoïdes et dans la fécondation des gamètes femelles (Kelso *et al.*, 1997). Le métabolisme est affecté par plusieurs facteurs parmi lesquels les facteurs physiologiques et environnementaux. La température ambiante peut avoir un énorme impact sur le métabolisme énergétique, ainsi que sur la thermorégulation (production et perte de la chaleur) (Aouaidjia *et al.*, 2014).

Dans notre expérimentation, les taux des triglycérides sériques n'ont pas été trop influencés par les variations saisonnières, et qu'ils sont presque identiques à ceux obtenus par (Cetin *et al.*, 2009). Les concentrations des triglycérides étaient légèrement augmentées en hiver par rapport aux autres périodes dans les deux régions d'étude, probablement, les béliers avaient besoin de plus d'énergie en mobilisant de la graisse afin de produire plus d'ATP. Il a été constaté chez les moutons écossais que, le taux de synthèse des acides gras à partir du tissu adipeux et de l'activité de la lipoprotéine lipase (une enzyme clé des tissus des triglycérides plasmatiques) a été augmenté entre octobre et mai coïncidant avec la période froide. L'augmentation constatée en période froide serait probablement liée à une consommation élevée de nourriture (Chilliard and Bocquier, 2000). Ces résultats sont similaires à nos observations en hiver avec des taux augmentés, $0,26 \pm 0,08 \text{g/L}$ et $0,24 \pm 0,04 \text{g/L}$ en région aride et semi- aride respectivement.

Les triglycérides sont généralement considérés comme des indicateurs d'une bonne nutrition et peuvent être affectés de manière significative par la température (Sartorelli *et al.*, 1997). Ils sont influencés par le niveau d'énergie de l'alimentation, qui, lors d'un faible niveau voient leur taux tendant à la diminution (Mosaad and Derar, 2009).

Des valeurs plus faibles de triglycérides plasmatiques ont été rapportées chez des chèvres élevées dans de mauvaises conditions alimentaires par rapport à d'autres conditions alimentaires considérées plus ou moins comme bonnes (Bennis *et al.*, 1994). Les changements quotidiens dans les taux sanguins en triglycérides sont liés à l'alimentation. Ainsi, ils sont plus stables dans les régimes à faible énergie et plus élevés avec une alimentation équilibrée (Caldeira *et al.*, 1999).

IV.2. Variations sériques des métabolites azotés :

IV.2.1. Urée

Les teneurs saisonnières obtenues pour ce paramètre au cours de notre étude dans les deux régions, sont situées dans la fourchette des normes physiologiques présentées dans le tableau 34.

IV.2.1.1. Effet saison

En région aride l'observation des moyennes fait apparaître des taux d'urée augmentés durant le printemps ($0,28 \pm 0,02$ g/L). Par conséquent l'analyse de variance dans cette région a montré des différences significative ($p < 0,05$) lors de comparaison printemps versus l'hiver et très significative ($p < 0,01$) lors de comparaison printemps avec l'automne (tableau 34, figure 37).

Dans la zone semi-aride, les taux sont plus élevés que ceux enregistrés en région aride, et c'est également au printemps que la valeur la plus élevée a été obtenue ($0,36 \pm 0,02$ g/L). Alors que, la valeur la plus faible enregistrée en été ($0,28 \pm 0,05$ g/L) est équivalente à celle plus élevée obtenue au printemps en région aride ($0,28 \pm 0,02$ g/L). L'analyse de variance fait apparaître des différences significative ($p < 0,05$) lors de comparaison printemps versus, l'hiver et très significative ($p < 0,01$) entre le printemps versus été et automne (tableau 34 ; figure 38).

IV.2.1.2. Effet région

L'analyse statistique au test T des comparaisons saisonnières entre régions révèle des différences très significatives ($p < 0,01$) pendant l'hiver et l'automne et une différence hautement significatives ($p < 0,001$) au printemps (tableau 34).

Tableau 34. Variations saisonnières de l'urémie (g/L) en régions aride et semi-aride

Régions Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signif. Statis. entre régions	Valeurs &Références usuelles
Hiver	$0,21 \pm 0,03^{a*}$	$0,29 \pm 0,04^{a*}$	A**	0,10–0,26
Printemps	$0,28 \pm 0,02^{c**}$	$0,36 \pm 0,02^{b** c**}$	A***	<i>Mollereau et al., (1995)</i> 0,18–0,31
Eté	$0,24 \pm 0,03$	$0,28 \pm 0,05$		<i>Gürgöze et al., (2009).</i> 0,8-0,20
Automne	$0,19 \pm 0,05$	$0,29 \pm 0,03$	A**	<i>Constable et al. (2017)</i>

^a : hiver vs printemps ; ^b : printemps vs été ; ^c : printemps vs automne ; ^A : région aride vs région semi-aride * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.

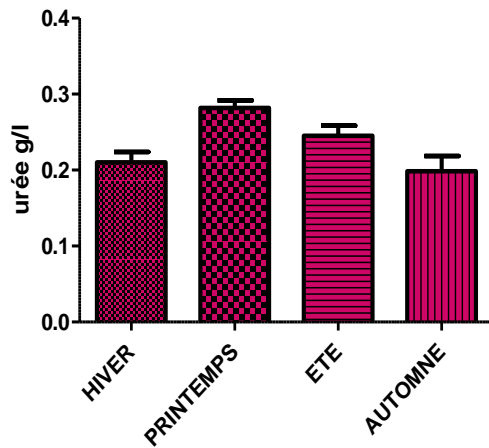


Figure 37. Variations de l'urée en zone aride

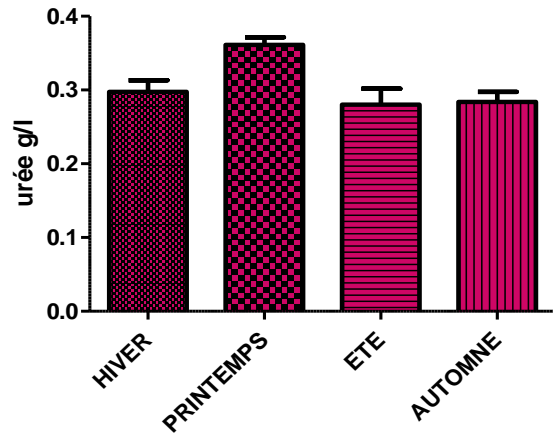


Figure 38. Variations de l'urémie en zone semi-aride

L'analyse de la variance relative à l'effet exercé par les facteurs saison, région et saison *région fait apparaître une influence hautement significative ($p < 0,001$) pour chacun des facteurs saison et région pris séparément ; alors que leur combinaison n'a aucun effet significatif sur les variations de l'urémie (tableau 32).

Tableau 35. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations de l'urémie

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	***	***	NS

*** : $p < 0,001$

Le but de l'élevage est de convertir les glucides et les protéines de la nourriture des animaux en source d'aliments pour les humains, mais seulement 5 à 30% de l'alimentation animale répond généralement à cet objectif ; alors que, le reste est excrété par les animaux et peut s'échapper dans l'environnement.

Les éléments biochimiques du sang sont des indicateurs de l'état sanitaire et nutritionnel des animaux. Ainsi, la concentration plasmatique ou sanguine d'urée comme l'urée du lait peut être utile comme indicateur du rationnement azoté chez les bovins (Wolter, 1994) et de l'état des protéines au sein d'un groupe d'animaux, et pourrait aider à affiner les régimes ou identifier les problèmes avec un programme d'alimentation (Kohn *et al.*, 2005). Chez les ovins, la concentration des métabolites sanguins représente un indice de l'apport nutritionnel par rapport à l'utilisation des nutriments et reflète l'état nutritionnel de l'animal (Godden *et al.*, 1981). Chez le Mouton, l'apport protéique alimentaire conditionne en grande partie, le niveau de la concentration sanguine en urée (Lewis, 1957 ; Kohn *et al.*, 2005). La

variation urémique est induite par des modifications du régime alimentaire et de l'abreuvement ; si les taux urémiques sont faibles en saison sèche, les concentrations augmentées sont relevées durant les périodes de précipitations. Par conséquent, les phénomènes météorologiques déterminent des modifications de la composition chimique des fourrages consommés au pâturage (apport azoté global, apport glucides / azote) entraînant ainsi une ammoniogenèse dans le rumen et qui est responsables en majeure partie des variations urémiques. Ainsi, pour Labouche (1970) et Suhair and Abdalla (2010) le plan nutritionnel et les variations thermiques exercent une influence sur les performances physiologiques et reproductives des béliers.

Parmi les facteurs influençant l'urémie, la qualité de la nutrition en particulier les protéines, ont un effet très important sur les paramètres de reproduction chez le bélier. Néanmoins, les effets de la supplémentation en protéines au-dessus des besoins de maintien sont équivoques, avec des rapports : soit avec une augmentation ou sans modification des paramètres de reproduction, tels que la taille des testicules, la qualité de sperme, la sécrétion de testostérone ou l'activité sexuelle (Oldham *et al.*, 1978 ; Lindsay *et al.*, 1984; Martin *et al.*, 1994; Boukhliq *et al.*, 1997; Bielli *et al.*, 1999; Fernandez *et al.*, 2004). Cependant, Bindari *et al.* (2013) ont démontrés que des niveaux excessifs de protéines dans l'alimentation induisent des taux élevés d'urée qui peuvent avoir un effet toxique sur le sperme. Ce qui contraste avec l'expérience menée par Cortada *et al.* (2000) sur des béliers sans laine Santa Ines brésilienne, où il a été relevé que malgré une augmentation du taux plasmatique d'urée accompagnée de celle du plasma séminal ($p < 0,001$) aucune influence n'a été constaté sur les paramètres spermatiques étudiés (motilité massale, densité, pH, concentration, morphologie du spermatozoïde, volume éjaculé et nombre total de spermatozoïdes par éjaculat).

L'augmentation de l'urée pendant la saison chaude et sèche en zone semi-aride peut être due au catabolisme des protéines pour maintenir les besoins métaboliques du corps. Cette élévation du taux de l'urée en période chaude a été rapportée aussi par Koubkova *et al.* (2002) et Das *et al.* (2013). L'augmentation de l'urée est également un signe de la déshydratation telle que rapportée par Scharf *et al.* (2010). En effet, Srikandakumar *et al.* (2003) ont constaté une augmentation significative ($p < 0,01$) de l'urée sanguine et de la créatinine plasmatique chez la race ovine Oman, en raison de la réduction du flux sanguin au niveau des reins qui peut être due au stress thermique durant l'expérimentation. Il est bien connu que la chaleur provoque une vasodilatation périphérique induisant ainsi la perte de la chaleur du corps et également la réduction du flux sanguin vers les organes. En outre, la déshydratation peut également entraîner une réduction du flux sanguin rénal. Helal *et al.* (2010) ont aussi étudié l'effet de l'exposition à court et à long terme au rayonnement solaire sur certains métabolites

plasmatiques pendant la saison estivale chez deux races caprines Balady et Damascus. Leurs résultats ont montré une différence significative du taux d'urée plasmatique entre la période courte (2 jours) et longue (4 jours) d'exposition au rayonnement solaire. Après la courte période de stress thermique, il a été remarqué une diminution très significative (avec $p < 0,01$) du taux de ce paramètre ($23,79 \pm 1,48$ mg/dL chez la race Balady et $24,55 \pm 1,45$ mg/dL chez la race Damascus); tandis que, l'exposition prolongée au rayonnement solaire (4 jours) a provoqué l'augmentation significative ($p < 0,01$) des concentrations de ce paramètre chez la race Balady avec un taux de $29,58 \pm 1,34$ mg/dL et $27,46 \pm 1,13$ mg/dl chez la race Damascus.

IV.2.2. Créatinine

Les résultats de la créatininémie en zone aride sont supérieurs aux limites de référence physiologique rapportées par Mollereau *et al.* (1995) mais situées dans les normes recommandées par Kaneko *et al.* (2008) & Constable *et al.* (2017). Alors qu'en région semi-aride, les moyennes obtenues en hiver et au printemps sont inférieures aux normes décrites par Kaneko *et al.*, 2008 & Constable *et al.* (2017).

IV.2.2.1. Effet saison

L'analyse de variance en région aride n'a révélé aucune différence significative entre les moyennes obtenues durant toutes les saisons de l'année (tableau 36 ; figure 39). Notons aussi, que la créatininémie obtenue en période estivale est la plus élevée avec $18,39 \pm 1,89$ mg/L par rapport aux autres périodes.

En ce qui concerne la région semi-aride, les résultats obtenus font apparaître que la valeur moyenne la plus élevée l'a été également en période estivale avec $16,10 \pm 1,6$ mg/L. Alors que, l'analyse de variance a révélé des différences hautement significatives ($p < 0,001$) lors de comparaison entre les résultats des différentes périodes, sauf pour la comparaison printemps /hiver qui n'a pas présenté de différence significative (tableau 36 ; figure 44).

IV.2.2.2. Effet région

En ce qui concerne, les comparaisons entre les données saisonnières des deux régions par le test t-Student, nous avons noté des différences hautement significative ($p < 0,001$) lors des saisons d'hiver et de printemps, très significative ($p < 0,01$) pour l'automne et significative ($p < 0,05$) pour la saison d'été (figure 54).

Tableau 36. Variations saisonnières de la créatininémie (mg/L) en zones aride et semi-aride

Régions Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signif. Statis. entre régions	Valeurs &Références usuelles
Hiver	15,95±1,84	10,21±0,98 ^{a***b***}	A***	6 – 12
Printemps	15,91±1,60	9,43±0,72 ^{c***d***}	A***	Mollereau et al. (1995) 12-19
Eté	18,39±1,89	16,10±1,6 ^{e***}	A*	Kaneko et al.. (1997)& Constable et al.(2017)
Automne	17,75±2,80	13,44±0,85	A**	

^a: hiver versus été ; ^b: hiver versus automne ; ^c :printemps versus été ; ^d:printemps versus automne ; ^e: été versus automne ; ^A : région aride vs région semi-aride- * : p<0,05 ; ** :p<0,01 ; *** : p<0,001.

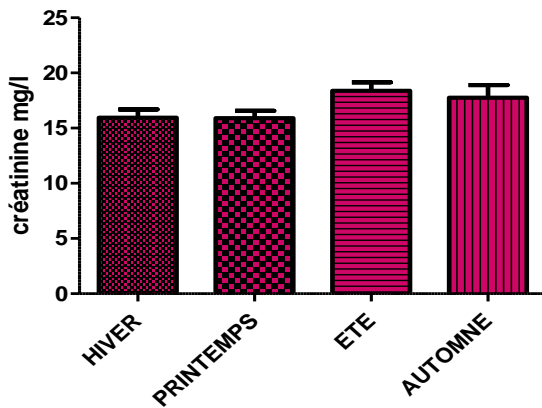


Figure 39. Variations de la créatininémie en zone aride

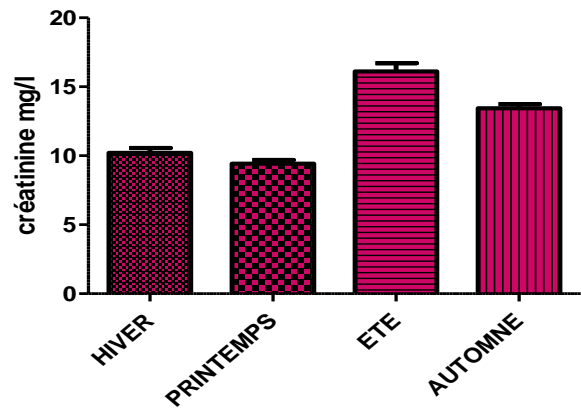


Figure 40. Variations de la créatininémie en zone semi-aride

L’analyse de variance de l’influence des facteurs saison, région et combinés (saison*région) sur les variations de la créatininémie, a révélé des différences hautement significative (p <0,001) pour chacun des facteurs pris séparément, et très significative (p<0,01) lors de leur association (tableau 37).

Tableau 37. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations de la créatinémie

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	***	***	**

** :p<0,01, *** :p<0,001

Le taux inférieur de clairance pour les herbivores comparé avec les espèces omnivores peut résulter des besoins différents pour chaque espèce en raison des régimes à consommer. Les herbivores bénéficient du recyclage de l'azote du sang de l'intestin, et peuvent ainsi survivre avec de faibles quantités de protéines de faible qualité. L'azote recyclé dans le rumen peut être utilisé pour maintenir la fermentation et la synthèse de protéines microbiennes, tandis que l'azote recyclé dans l'intestin soutient les processus de fermentation qui fournissent de l'énergie, mais ne fournissent pas de protéines à l'animal. Alors, garder l'urée dans le sang serait avantageux pour les herbivores (Kohn *et al.*, 2005). Ainsi, L'évaluation de la l'approvisionnement en protéines animales est une procédure assez complexe impliquant beaucoup d'indicateurs sanguins. Le premier, étant l'urée, les protéines totales, l'albumine et la créatinine (Van Saun, 2000). Caldeira *et al.* (2005) ont signalé que la concentration sanguine en urée est un indicateur fiable de la protéinémie chez le mouton.

Les concentrations sériques de la créatinine relevées chez tous les béliers dans les deux régions d'étude montrent une remarquable augmentation durant la saison estivale ($18,39 \pm 1,89 \text{ mg/L}$ et $16,10 \pm 1,6 \text{ mg/L}$ respectivement) et une baisse durant la période fraîche. Des résultats similaires ont été trouvés par Rathwa (2016), où la valeur moyenne de la créatinine sérique de moutons de race locale était de ($2,33 \pm 0,04 \text{ mg/dL}$) pendant la saison estivale alors qu'en hiver, elle était de ($0,98 \pm 0,04 \text{ mg/dL}$) observée dans la présente étude qui était significativement ($P < 0,05$) plus élevée pendant l'été que la saison d'hiver. En se référant aux normes de Constable *et al.* (2017), les taux que nous avons obtenus en hiver et au printemps en région semi-aride sont légèrement plus bas signifiant peut être une légère dénutrition. Pendant la saison estivale, le taux de créatinémie a augmenté progressivement puis a diminué de la 6^{ème} à la 8^{ème} semaine, pendant une courte période durant la saison hivernale. Srikandakumar *et al.* (2003) ont également rapporté une augmentation significative de la créatinémie ($p < 0,01$) lorsque les béliers Mérinos et Oman ont été soumis à un stress thermique ($102,67 \pm 0,82 \mu\text{mol/L}$; $104,50 \pm 1,05 \mu\text{mol/L}$ respectivement). En outre, ils observent une réduction significative ($p < 0,01$) de ce paramètre pendant la période fraîche chez les béliers des deux races ($88,33 \pm 1,03 \mu\text{mol/L}$; $92,5 \pm 1,04 \mu\text{mol/L}$ respectivement). C'est également les conclusions auxquelles sont arrivées Rathwa *et al.* (2017) en étudiant les variations des paramètres hormonaux et biochimiques sanguins de brebis de race locale indienne au cours des saisons d'été et d'hiver avec des températures ambiantes moyennes de $33,72 \pm 1,52$ et $20,73 \pm 2,24^\circ\text{C}$ respectivement; où les créatininémies ont été plus élevées en été qu'en hiver ($2,33 \pm 0,04$ et $0,98 \pm 0,04 \text{ mg/dL}$ respectivement). Alors que Marai *et al.* (2008) ont obtenu sur des béliers Suffolk en Egypte, exposés des températures de $14,5^\circ\text{C}$ et $25,6^\circ\text{C}$ en hiver et en été respectivement, des créatininémies de $19,0 \pm 0,96$ (hiver) et $25,5 \pm 0,96 \text{ mg/L}$

(été). Ces résultats sont plus élevés à ceux que nous avons obtenus dans les deux zones de notre étude. L'élévation des niveaux sériques en cortisol pendant les mois d'hiver peut être attribuée à l'augmentation des processus cataboliques tels que la glycogénèse, protéolyse et lipolyse (Abilay *et al.* 1975; Meza-Herrera *et al.* 2007).

IV.2.3. Protéines totales

En observant le tableau 38, nous remarquons qu'au niveau de la zone aride toutes les valeurs de la protéinémie sont situées dans les limites physiologiques sauf pour les moyennes relevées durant le printemps qui sont inférieures à la limite inférieure des valeurs physiologiques rapportées par Merck (2002), Kaneko *et al.* (2008) et Constable *et al.* (2017).

IV.2.3.1. Effet saison

La moyenne la plus élevée en zone aride a été obtenue durant l'automne ($58,94 \pm 12,02$ g/L), et aucune différence significative n'a été remarquée à l'analyse de variance entre les valeurs saisonnières de la protéinémie (Tableau 38 et figure 41).

En zone semi-aride, les moyennes saisonnières sont plus élevées par rapport à celles de la zone aride, sans toutefois dépasser les limites physiologiques recommandées par Merck (2002), Kaneko *et al.* (2008) et Constable *et al.* (2017); et que, les valeurs les plus élevées sont relevées durant l'été et l'automne. L'analyse de la variance pour ce paramètre ne révèle aucune différence significative ($p > 0,05$) (tableau 38 et figure 42).

IV.2.3.2. Effet région

Les protéinémies saisonnières moyennes obtenues en région aride sont plus faibles que celles de la région semi-aride ; cela étant l'analyse comparative au test t-Student a permis de déterminer de différences allant de très significative ($p < 0,01$) pour les saison été et automne à hautement significative ($p < 0,001$) pour l'hiver et le printemps (tableau 38).

Tableau 38. Variations saisonnières de la protéinémie (g/L) en zones aride et semi-aride

Régions Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signif. Statis. entre régions	Valeurs & Références usuelles
Hiver	57,33±7,54	74,56±6,8	A***	58,9– 78,1 Merck, (2002)
Printemps	49,16±2,91	71,74± 3,2	A***	60 – 79 Kaneko <i>et al.</i> (2008) & Constable <i>et al.</i> (2017)
Eté	57,75±4,60	75,04±11,45	A**	
Automne	58,94±12,02	75,5± 6,27	A**	

^A : région aride vs région semi-aride * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.

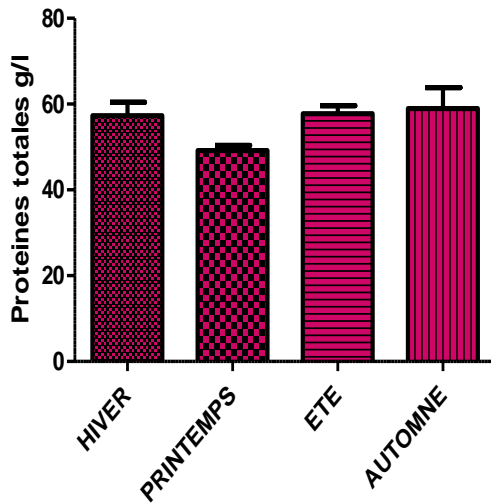


Figure 41. Variations de la Protéinémie en zone aride

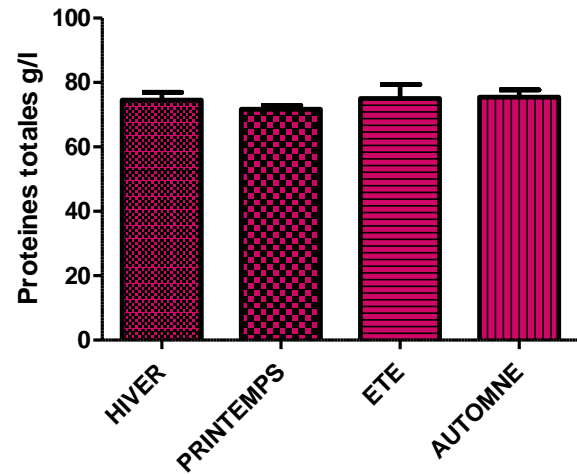


Figure 42. Variations de la Protéinémie en zone semi-aride

L'influence des facteurs étudiés (saison, région et saison*région) sur la protéinémie n'a révélé d'effet que pour le facteur région qui l'a d'ailleurs exprimé d'une façon hautement significative ($p < 0,001$) (tableau 39).

Tableau 39. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région - saison*région) des variations de la Protéinémie

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	NS	***	NS

*** : $p < 0,001$

Les marqueurs biochimiques du sang, y compris les protéines totales, le cholestérol, les triglycérides, les acides gras libres et le glucose sont des indicateurs importants de la santé animale et de son état nutritionnel (Ouanes *et al.*, 2011 ; Kiran *et al.*, 2012). En outre, les estimations biochimiques du sérum sanguin sont utilisées pour l'évaluation du sperme étant donné que l'utilisation des caractéristiques spermatiques seules n'est pas totalement satisfaisante dans la pratique actuelle de l'insémination artificielle commerciale (Gündogan *et al.*, 2004). More *et al.* (1980) ont observé une augmentation significative de protéines totales sériques chez des moutons exposés au stress thermique. L'augmentation de ce métabolite pourrait être une réponse physiologique pour le maintien et la régulation du volume sanguin.

Un certain nombre d'études ont démontré que la spermatogenèse chez les béliers est sensible à l'augmentation de l'apport en protéines. Cet effet était lié à une augmentation de la

taille testiculaire suite à une augmentation du volume de l'épithélium séminifère et du diamètre des tubes séminifères (Oldham *et al.*, 1978 ; Abi Saab *et al.*, 1997; Hotzel *et al.*, 1998). Ainsi, les variations saisonnières des concentrations sériques en protéines totales trouvées par El-Masery and Marai (1991) étaient de 44g/L et 51g/L en été et en hiver respectivement ; tandis que, Rathwa *et al.* (2017), ont obtenu pour les mêmes saisons des protéinémies de $67,8 \pm 1,9$ et $67,0 \pm 2,5$ g/L respectivement. Selon les travaux de Yeni *et al.* (2010), il a été constaté qu'il existait des relations positives entre la motilité des spermatozoïdes, leur concentration, le taux de testostérone et le taux de protéines totales ($p < 0,05$). Un effet significatif ($p < 0,05$) de la race sur la protéinémie a été également retrouvée par Gündoğan *et al.* (2004) chez des béliers Chios et Daglic avec 66g/L et 71g/L respectivement.

Les résultats présentés dans le travail de (Fernandez *et al.* 2004 ; Kheradmand *et al.* 2006) confirment que la production de sperme, ainsi que le nombre total des spermatozoïdes par éjaculat, peuvent être affecté par l'amélioration de la qualité du régime alimentaire. L'étude de (Mauray *et al.*, 1990) démontre que les variations du poids vif étaient fortement corrélées à l'apport énergétique digestible ($r = 0,94$ respectivement). Il a été également rapportée une corrélation élevée ($r = 0,85$) entre l'apport énergétique digestible et la croissance testiculaire ; tandis que, les protéines alimentaires n'avaient qu'une influence marginale. Il a été conclu que la croissance des testicules chez les béliers réagit plus à l'apport énergétique digestible et au changement de poids vif qu'à la disponibilité des protéines brutes.

La teneur en protéines brutes dans l'alimentation peut influencer le statut nutritionnel et le niveau des métabolites sanguins chez les ovins. Les niveaux moyens de protéines brutes augmentent la digestibilité et l'efficacité de la dégradation microbienne (Gill et Negi 1971 ; Mohan *et al.*, 1987) conduisant ainsi à l'augmentation du taux en protéines plasmatiques totales, albumine et urée et par conséquent à un taux élevé d'excrétion d'urée (Graham and Searle, 1966). Alors que, les taux protéiques sanguins sont modulés par la nutrition énergétique (Mosaad et Derar, 2009). De plus, le profil protéique est lié à la note de l'état corporel se traduisant par une baisse de la protéinémie suite à une sous-alimentation (Caldeira *et al.*, 2007).

IV.2.4. Albumine

Toutes les valeurs de l'albuminémie sont situées dans les limites physiologiques rapportées par Merck, (2002) ; Kaneko *et al.*, (2008) & Constable *et al.*(2017).

IV.2.4.1. Effet saison

En région aride, le taux d'albuminémie le plus élevé est observé en automne ($39,34 \pm 11,51$ g/L). Cette augmentation ayant abouti lors d'analyses comparatives entre les

moyennes saisonnières d’automne à des différences allant de très significative ($p < 0,01$), avec celles de l’hiver et de l’été, à hautement significative avec celle du printemps ($p < 0,001$) (tableau 40 ; figure 43). Alors qu’en région semi-aride la valeur la plus basse a été enregistrée en été ($25,23 \pm 2,65 \text{ g/L}$), montrant ainsi lors d’analyses de variance des moyennes saisonnières une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre cette moyenne estivale et celles des autres saisons (tableau 40 ; figure 44).

IV.2.4.2. Effet région

L’analyse comparative au test t-Student entre les différentes saisons des deux régions a relevé une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre les moyennes d’hiver et celles du printemps, et aucune différence ($p > 0,05$) n’a été notée entre celles de l’été et celles de l’automne (tableau 40). L’observation du tableau 40 de l’analyse de variance permettant de déterminer l’effet des facteurs étudiés a montré que seule la saison a eu une influence très significative sur les variations de l’albuminémie ($p < 0,01$).

Tableau 40. Variations saisonnières de l’albuminémie (g/L) en régions aride et semi-aride

Régions \ Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signif. Statis. entre régions	Valeurs & Références usuelles
Hiver	$24,64 \pm 2,74^{a**}$	$34,05 \pm 2,11^{d***}$	A***	26,7 – 36,8 Merck, (2002) 24 – 30 Kaneko et al., (2008) & Constable et al. (2017)
Printemps	$21,60 \pm 1,06^{c***}$	$33,48 \pm 1,05^{e***}$	A***	
Eté	$23,80 \pm 1,96^{b**}$	$25,23 \pm 2,65^{b***}$		
Automne	$39,34 \pm 11,51$	$32,07 \pm 2,4$		

a: hiver vs automne ; *b*: été vs automne ; *c*: printemps vs automne ; *d*: hiver vs été, *e*: Printemps vs été ; *A*: région aride vs région semi-aride ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$.

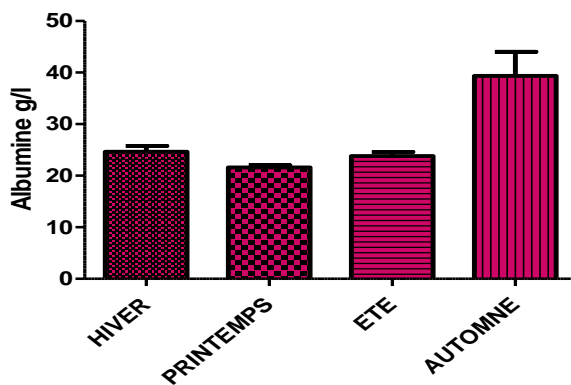


Figure 43. Variations de l’albumine en zone aride

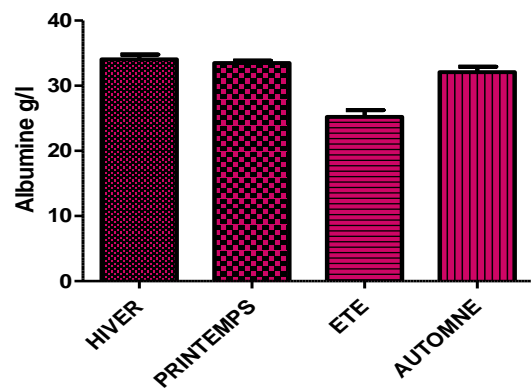


Figure 44. Variations de l’albumine en zone semi-aride

L'influence des facteurs étudiés (saison, région et saison*région) sur la protéinémie n'a révélé d'effet que pour le facteur région qui l'a d'ailleurs exprimé d'une façon hautement significative ($p < 0,001$) (Tableau 41).

Tableau 41. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région - saison*région) des variations de l'albuminémie

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	NS	***	NS

*** : $p < 0,001$

L'albumine est un métabolite important pour la pression oncotique plasmatique, sa synthèse ayant lieu au niveau du foie. Il peut diminuer dans le cas de malnutrition, maladies hépatiques et les carences protéiques (Keser and Bilal, 2008). La recherche menée par Rasooli *et al.* (2004) a montré une différence significative de la concentration sérique en protéines totales et albumine entre la saison chaude et froide. Il en est également des résultats obtenus par Suhair and Abdalla (2013) sur des béliers du désert (*Ovis aries*) au Soudan où la protéinémie et l'albuminémie suivent la même tendance en étant plus élevées en hiver qu'en été quel que soit le type de traitement (tondu /non tondu). Les résultats des chercheurs (Payne *et al.*, (1973) ; El-Nouty and Hassan (1983) montrent une augmentation des concentrations sériques de l'albumine durant l'été. Cette augmentation de la concentration en protéines sériques qui est observée dans cette étude peut indiquer une perte de liquide extracellulaire due à une exposition à la chaleur. Les résultats de ce travail ont également montré que la température ambiante présente une corrélation positive significative avec les protéines sériques totales et l'albumine. Par contre, les observations d'AL-Eissa *et al.* (2012) montrent que l'albuminémie était plus faible (4,75 g / dL) en été et qu'il n'y avait pas de différence significative entre l'été et la saison d'hiver. Alors que, la concentration la plus élevée a été trouvée durant la saison humide (4,93 g / dL) par rapport aux autres saisons. Cette constatation est compatible avec le rôle de l'albumine dans le maintien de la pression oncotique du plasma. Kataria *et al.* (1993) ne trouvent aucune augmentation significative de la concentration en albumine plasmatique en été chez la race caprine Marawai.

Nous avons noté des valeurs augmentées de ce paramètre durant l'automne ($39,34 \pm 11,51$ g/L) en région aride ; alors qu'en zone semi-aride, les moyennes les plus augmentées étaient relevées en hiver ($34,05 \pm 2,11$ g/L). En revanche, une augmentation significative des taux plasmatiques d'albumine a été signalée chez les vaches (El-Masery and Marai, 1991) et

les buffles durant la saison chaude. Cette constatation est tout à fait convaincante compte tenu que l'albumine est la principale source extracellulaire des groupements thiols, qui constituent les radicaux libres permettant à l'albumine de fonctionner comme un antioxydant. Kour *et al.* (2017) constatent que le niveau d'albumine entre les différentes saisons chez deux races caprines (Beetal et Toggenberg) est significativement inférieur ($p < 0,01$) en hiver par rapport aux deux autres saisons (été et automne). En prenant en considération les variations entre les trois saisons différentes quelle que soit la race, le taux d'albumine a été trouvé significativement plus élevé ($p < 0,01$) en été et à l'automne par rapport à la saison d'hiver en zone aride. Le plus haut taux d'albumine relevé en été pourrait être dû à la perte des fluides extracellulaires suite à l'exposition à la chaleur.

IV.3. Les variations saisonnières de l'activité enzymatique

Les enzymes sont des protéines catalyseurs synthétisées par tous les organismes vivants. Elles sont constamment et rapidement dégradées, mais l'approvisionnement est toujours renouvelé par une nouvelle synthèse (Coles, 1986).

IV.3.1. ASAT (Aspartate Amino Transférase)

Au vu des résultats du tableau 42 nous remarquons que, toutes les valeurs des concentrations des activités de l'enzyme ASAT relevées durant toutes les saisons dans les deux régions d'étude sont situées dans l'intervalle des références fixé par Ramos *et al.*, 1994, Dimauro *et al.*, 2008, Kaneko *et al.*, 2008, Simpraga *et al.*, 2013 et Constable *et al.*, 2017 ; mais elles sont supérieures à la limite supérieure des valeurs rapportées par Baumgartner and Pernthaner 1994 (35-80UI/L).

IV.3.1.1. Effet saison

En région aride, nous remarquons qu'il n'existe aucune différence statistiquement significative ($p > 0,05$) entre les différentes moyennes saisonnières. Alors que, l'observation des résultats montre une élévation du taux d'ASAT durant l'hiver ($97,84 \pm 9,13$ UI/l) suivie par une évolution décroissante pour atteindre la moyenne minimale qui a été relevée en automne ($79,93 \pm 24,66$ UI/L). Alors qu'en zone semi-aride, c'est en été que nous avons relevé la valeur la plus élevée ($118,1 \pm 31,45$ UI/l) suivie en ordre décroissant par les moyennes d'automne, d'hiver et enfin du printemps avec $101,5 \pm 17,86$ UI/l ; ceci étant, aucune différence significative n'a été relevée à l'analyse de variance entre les saisons (tableau 42 ; figures 45 & 46).

IV.3.1.2. Effet région

Les analyses comparatives au test t-Student des variations saisonnières entre régions fait ressortir des différences très significatives ($p < 0,01$) entre les moyennes relevées au cours de l'hiver, printemps et été (Tableau 42).

Tableau 42. Variations saisonnières de l’ASAT (UI/l) en régions aride et semi-aride

Régions / Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signif. Statis. entre régions	Valeurs usuelles &Références
Hiver	97,84± 9,13	104,9±25,29	A**	71-209
Printemps	92,76±12,84	101,5±17,86	A**	Ramos <i>et al.</i> , 1994 87-222
Eté	90,46± 14,15	118,1±31,45	A**	Dim Mauro <i>et al.</i> , 2008 60-280
Automne	79,93±24,66	116,1±15,55		Kaneko <i>et al.</i> , 2008 &Constable <i>et al.</i> 2017

A : région aride vs région semi-aride ** :p<0,01.

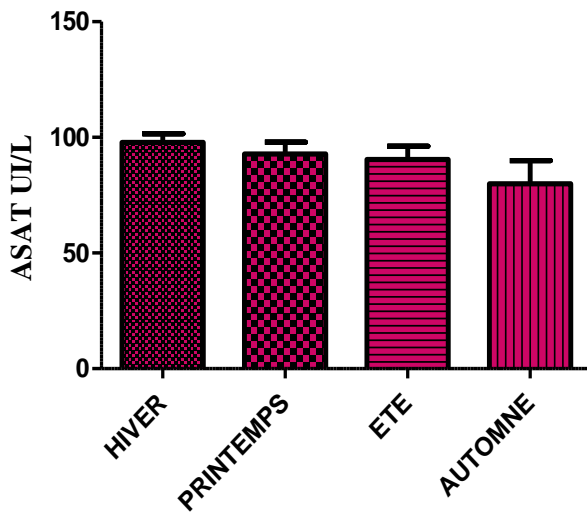


Figure 45. Variations de l’ASAT en zone aride

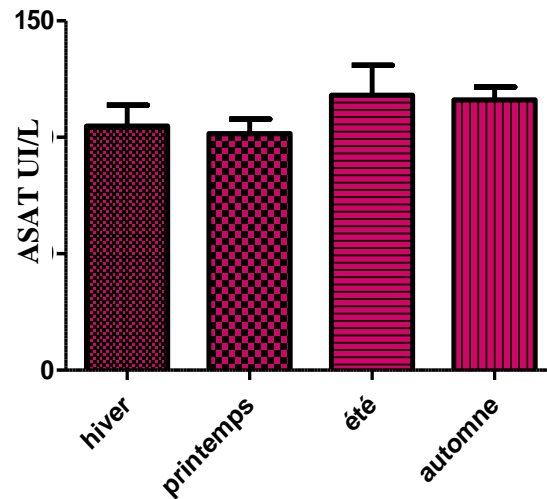


Figure 46. Variations de l’ASAT en zone semi-aride

L’analyse de la variance, en vue de savoir l’influence des facteurs étudiés (saison-région - saison*région) sur les variations de l’activité enzymatique de l’ASAT, a révélé que seul le facteur région avait un effet hautement significatif (p<0,001) sur ce paramètre ; étant donné les moyennes qui sont plus élevées en région semi-aride qu’en région aride (tableau 43).

Tableau 43. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations du taux d’ASAT

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	NS	***	NS

*** : p<0,001

Les enzymes sont nécessaires pour la fonction cellulaire, et que tout déséquilibre survenant dans l'intégrité cellulaire conduit à la sortie des enzymes à l'extérieur de la cellule. Ainsi, en mesurant leur activité on peut déterminer l'étendue d'une infection lors de maladie tissulaire (Coppo *et al.*, 2002). L'activité enzymatique joue un rôle dans le diagnostic des maladies animales. Les changements qui se produisent dans les taux d'enzymes font suite à un changement de la perméabilité cellulaire, une mauvaise circulation sanguine ou suite à la mort cellulaire (Kaneko, 1989). Ainsi, des valeurs supérieures à 162 UI/L sont un bon indicateur d'une lipidose hépatique (Constable *et al.*, 2017). Selon Coppo (2001) cité par Hussain *et al.* (2017), les changements thermiques surtout l'augmentation de la température a non seulement un effet sur l'activité enzymatique mais plus sur les performances physiologiques et immunologiques des cellules. L'ASAT est trouvé dans pratiquement tous les tissus du corps, la mesure des niveaux ASAT est utile pour le diagnostic et suivant le cas d'infarctus du myocarde, maladie hépatocellulaire et troubles des muscles squelettiques (Njidda *et al.*, 2013). Il a été rapporté que les valeurs ASAT varient en fonction du sexe, elles étaient plus faibles pour les mâles ($129,6 \pm 47,8$ UI/l) par rapport à celles relevées chez les femelles ($140,8 \pm 31,9$ UI/l) (Sitmo, 2014).

Nos résultats rejoignent ceux de Chandra *et al.* (2012) qui trouvent que l'enzyme ASAT varie en fonction de la saison. Ainsi, nous avons observé une augmentation de cette enzyme en période chaude (été) où le taux a atteint $118,1 \pm 31,45$ UI/L en zone semi-aride, contrairement à la zone aride où le taux le plus élevé $97,84 \pm 9,13$ UI/l a été enregistré en hiver ; et que même cette dernière reste inférieure à celles de la région semi-aride. Ces mêmes auteurs ont démontré également que la concentration enzymatique est fortement corrélée à la température rectale qui constitue un bon indicateur du stress thermique ; où il a été prouvé que, les valeurs plasmatiques moyennes de l'ASAT étaient significativement ($p < 0,01$) plus élevées l'après-midi par rapport à celles du matin. Ces moyennes ont varié de $47,06 \pm 2,29$ UI/L au cours de la matinée à $93,51 \pm 3,40$ UI/L durant l'après-midi. Au contraire, Srikandakumar *et al.* (2003) ont observé que le stress thermique a fait diminuer le taux plasmatique de l'aspartate amino-transférase (ASAT) ($p < 0,01$) chez les deux races ovine Mérinos (de $84,67$ UI/L durant la saison froide à $30,67$ UI/ pendant la saison chaude) et Oman (de $145,00$ UI/L durant la saison froide à $85,83$ UI/L pendant la saison chaude) ; ce qui suggère qu'il y a plutôt un ralentissement de la fonction hépatique lorsque les animaux ont été soumis à la chaleur. C'est cette situation qu'on retrouve en région aride ; où les valeurs étaient plus élevées en hiver que celles d'été et d'automne et à une moindre mesure au printemps. Les valeurs sont plus proches de celles obtenues par Yeni *et al.* (2010) ($95,06 \pm 6,03$ UI/L) durant la période d'activité sexuelle (Septembre - Octobre) sur des béliers matures Pirlak en

Turquie. D'ailleurs, nous avons relevé les mêmes constats que les auteurs précédemment cités quant à l'existence d'une corrélation négative de ce paramètre avec tous les paramètres spermatiques étudiés sauf le taux de spermatozoïdes anormaux.

IV.3.2. ALAT (Alanine Amino Transférase)

Toutes les valeurs observées au cours des différentes saisons sont situées dans les limites physiologiques (tableau 44).

IV.3.2.1. Effet saison

L'observation des relevés du tableau (44) fait ressortir que les valeurs saisonnières de l'ALAT varient dans des fourchettes très proches pour l'une ou l'autre des régions. Ces variations dans des limites rapprochées ne font ressortir à l'analyse statistique, aucune différence significative entre les moyennes saisonnières dans chaque région (tableau 44).

A noter que les moyennes saisonnières d'ALAT au niveau de la région aride sont plus faibles que celles de la région semi-aride, et elles sont plus faibles que la limite inférieure des références rapportées par Ramos *et al.* (1994) et Kaneko *et al.* (2008). Alors que, la moyennes relevées en région semi-aride sont plus élevées par rapport à la limite supérieure de l'intervalle de référence rapporté par Constable *et al.* (2017). Les faibles moyennes sont enregistrées au printemps avec $8,94 \pm 2,06$ et $21,37 \pm 1,98$ UI/L pour respectivement les régions aride et semi-aride.

IV.3.2.2. Effet région

Au vu des résultats du tableau 44, où les moyennes saisonnières de la région aride sont de loin plus faibles que celles de la région semi-aride ; l'analyse comparative au test t-Student entre régions fait ressortir des différences variant de très significative ($p < 0,01$) au printemps à hautement significative ($p < 0,001$) pour les autres saisons (tableau 44, figures 47 & 48).

Tableau 44. Variations saisonnières de l'ALAT (UI/l) en régions aride et semi-aride

Régions Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signif. Statis. entre régions	Valeurs &Références usuelles
Hiver	$9,94 \pm 2,1$	$23,67 \pm 2,93$	A***	11-33
Printemps	$8,94 \pm 2,06$	$21,37 \pm 1,98$	A**	Ramos <i>et al.</i> , 1994 30±4
Eté	$9,08 \pm 4,03$	$24,88 \pm 6,01$	A***	Kaneko <i>et al.</i> , 2008 5-20
Automne	$10,14 \pm 2,46$	$24,08 \pm 5,95$	A***	Constable <i>et al.</i> , 2017

^A : région aride vs région semi-aride *** : $p < 0,001$.

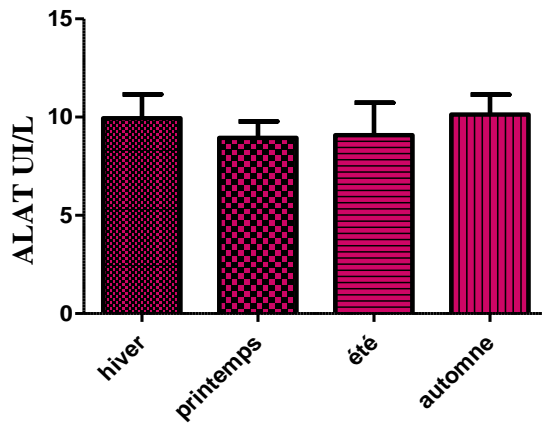


Figure 47. Variations de l'ALAT en zone aride

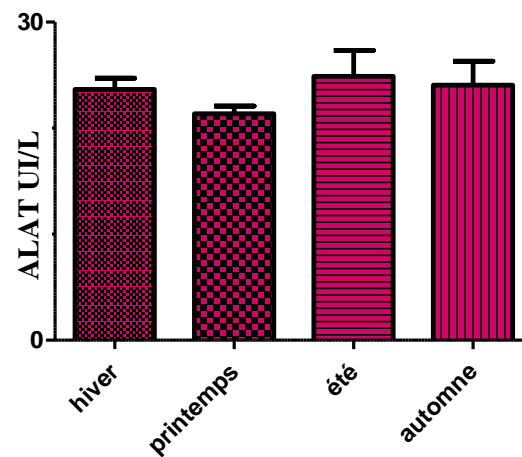


Figure 48. Variations de l'ALAT zone semi-aride

L'analyse de variance de l'influence des facteurs considérés fait apparaître un effet hautement significatif ($p < 0,001$) de la saison et de l'association saison*région (tableau 45).

Tableau 45. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations du taux d'ALAT

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	***	NS	***

*** : $p < 0,001$

L'ALAT joue avec d'autres transaminases un rôle important dans le catabolisme des acides aminés et le transport inter-organes de l'azote. Sa valeur sérique sert comme un indicateur de la nécrose hépatocellulaire surtout chez les chiens et les chats, mais à une moindre importance chez le gros bétail et les petits ruminants (Kaneko *et al.*, 2008 ; Shumaila *et al.*, 2012). Ainsi, une valeur élevée au niveau sérique de l'activité de l'ALAT est rencontrée dans plusieurs désordres (hypoxie secondaire à l'anémie, maladies métaboliques « lipidose », troubles alimentaires « intoxication cuprique », maladies inflammatoires ou infectieuses, maladies néoplasiques, et blessure traumatique du foie) (Kaneko *et al.*, 2008).

Les réponses physiologiques face au stress environnemental pendant l'hiver et l'été et leur équilibre énergétique ont montré que la chaleur et le froid ont des effets profonds sur les paramètres biochimiques sériques (Barkat *et al.*, 1971 ; Bengoumi *et al.*, 1997 ; Nazifi *et al.*, 1999). En effet, nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par Nazifi *et al.* (2003) et Bhan *et al.* (2012) qui observent des concentrations élevées de l'enzyme ALAT durant l'été par rapport aux autres saisons chez les ovins et les bovins ; de même que Sharma et Kataria (2011) qui ont enregistré des valeurs élevées chez les caprins durant la saison chaude. Par

contre, Sumeet *et al.* (2015) ont trouvés des valeurs élevées durant l'hiver chez la chèvre ; que Kaushik and Bugalia (1999) ont expliqué ce résultat par la baisse de la consommation alimentaire durant la saison chaude et son augmentation en saison froide. Les animaux élevés dans des zones semi-arides chaudes sont généralement exposés au stress, par conséquent, la production et la reproduction de l'animal sont sévèrement entravées par les conditions de l'environnement (Sejian *et al.*, 2010) ; de sorte que, le stress thermique et la sous-alimentation sont les plus importants facteurs prédisposant à la faible productivité (Martin *et al.*, 2004). En effet, l'augmentation de l'ALAT durant la période chaude est en accord avec les résultats de Koubkova *et al.* (2002), Chandra *et al.* (2012) ; augmentation pouvant être due à l'augmentation de la néoglucogenèse ou en raison d'un effet délétère de la chaleur sur l'activité hépatique (Cincovic *et al.*, 2013).

L'observation des résultats a révélé une augmentation du taux sérique d'ALAT qui était enregistré pendant la saison chaude en zone semi-aride ($24,88 \pm 6,01$ UI/l), ce qui est en accord avec les résultats décrits par (Srikandakumar *et al.*, 2003 ; Sharma and Kataria 2011 ; Wojtas *et al.*, 2014 ; Banerjee *et al.*, 2015 ; Sawankumar *et al.*, 2017). L'élévation des taux sériques en ALAT et ASAT peut être due à une augmentation de la néoglucogenèse ou suite à l'effet du stress thermique sur l'activité hépatique.

Les variations thermiques, en particulier l'augmentation de la température, ont non seulement une influence sur l'activité des enzymes et la physiologie cellulaire (Maak *et al.*, 2003 ; Tao *et al.*, 2006), mais ont aussi un effet sur l'immunité (Mashaly *et al.*, 2004). En outre, les enzymes plasmatiques séminales sont considérées comme étant d'une importance significative pour la qualité du sperme (Tejaswi *et al.*, 2016). Tibbo *et al.* (2008) ont aussi rapporté que la saison a un effet significatif sur les concentrations sériques d'ALAT. Ces mêmes auteurs avaient noté des valeurs plus élevées durant la longue période pluvieuse, en comparaison avec les saisons moins pluvieuses et sèches chez 03 races ovines (Menz, Tukur et Wello). L'augmentation des concentrations de cette enzyme au cours de ces saisons pourrait être due au stress thermique et généralement liée à certaines pathologies telles que la pneumonie, qui est fréquente après la période de longues pluies et des saisons sèches de l'année (Tibbo *et al.*, 2003).

L'étude menée par Hussain *et al.* (2017) démontre aussi que l'activité des enzymes ASAT et ALAT était augmentée de manière significative ($p < 0,05$) en été avec une valeur plus élevée ($p < 0,05$) durant le mois de juin. Yeni *et al.* (2010) démontrent dans une étude similaire sur des béliers de race Pirlak élevés en Turquie, que certains paramètres de reproduction montrent une corrélation positive avec certains paramètres biochimiques (protéines totales, lipides totaux, cholestérol) et enzymatiques (ASAT et ALAT) qui

pourraient être utilisés pour évaluer les performances de reproduction du bélier. En plus de la saison, les valeurs de l'enzyme ALAT varient aussi avec le sexe de l'animal. Cependant, les concentrations sanguines de ce paramètre étaient légèrement plus élevées chez les mâles ($18,3 \pm 11,9$ UI/l) que chez les femelles ($18,1 \pm 11,2$ UI/l) dans l'étude de Sitmo (2014). Enfin, la connaissance de la concentration des enzymes transaminases (ASAT et ALAT) dans le plasma séminal serait un indicateur de la qualité du sperme, car elles mesurent la stabilité de la membrane spermatique (Corteel, 1980).

IV.3.3. PAL (Phosphatase Alcaline)

Les teneurs obtenues au cours de notre expérimentation sont situées dans la fourchette des normes physiologiques recommandées par Sitmo (2014), Kaneko *et al.*(2008) et Constable *et al.* (2017). (tableau 46).

IV.3.3.1. Effet saison

En région aride, les résultats consignés dans le tableau (46) et illustrés dans la figure (49), les taux sériques de la phosphatase alcaline montrent à l'analyse de variance une différence significative ($p < 0,05$) entre les variations saisonnières d'hiver versus printemps et entre l'été versus l'automne. Alors qu'en région semi-aride, l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les saisons (tableau 46, figure 50).

IV.3.3.2. Effet région

Les résultats du tableau 46 montrent que les taux moyens de l'enzyme PAL sont plus élevés en région aride ; où la valeur la plus faible enregistrée en été ($138,7 \pm 23,89$ UI/L) est toute proche de celle plus élevée durant l'été en région semi-aride ($139,7 \pm 60,06$ UI/L). A noter également que les taux moyens obtenus en hiver sont inversés, plus élevé en région aride et plus faible en région semi-aride. Au vu de cela, l'analyse comparative entre régions au test T-Student montre des différences allant de hautement significative ($p < 0,001$) à très significative ($p < 0,01$) entre les moyennes d'hiver et entre celles du printemps respectivement (tableau 46).

Tableau 46. Variations saisonnières de l’enzyme PAL (UI/l) en régions aride et semi-aride

Régions Saisons	Aride (n= 18)	Semi-aride (n= 24)	Signif. Statis. entre régions	Valeurs usuelles &Références
Hiver	273,7±78,79 ^{a*}	94,38± 20,76	A***	17-411 Sitmo, 2014
Printemps	170,4±44,67	99,48± 21,85	A**	70-390 Kaneko et al.2008 & Constable et al.2017
Eté	138,7±23,89 ^{b*}	139,7 ±60,06		
Automne	247±70,68	133,2±37,86		

^a : hiver vs printemps ; ^b : été vs l’automne ; ^A:région aride vs région semi-aride * :p<0,05 ; ** :p<0,01 ; *** : p<0,001..

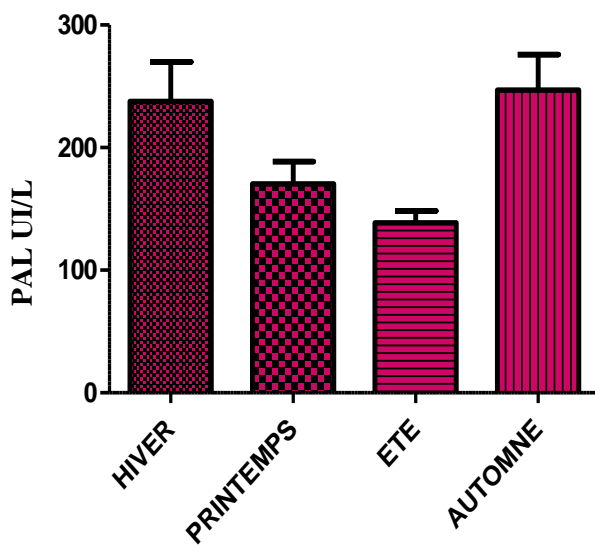


Figure 49. Variations de la phosphatase alcaline (PAL) en zone aride

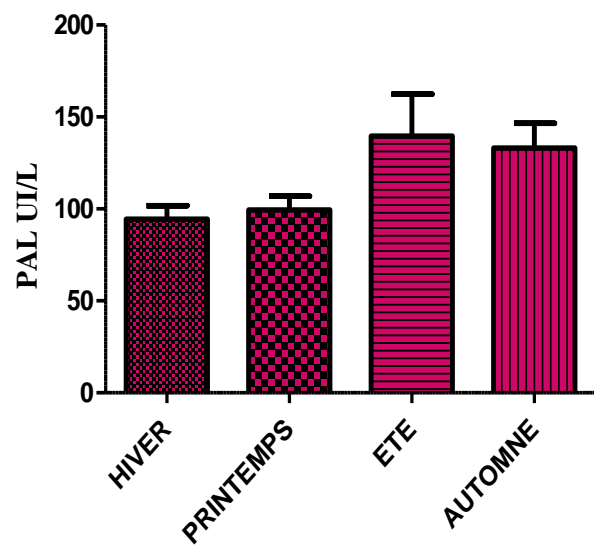


Figure 50. Variations de la phosphatase alcaline (PAL) en zone semi-aride

L’influence des facteurs (saison, région et saison région) sur les variations du taux de la PAL montre à l’analyse de la variance que la région et l’association saison* région exercent un effet hautement significatif (p<0,001) ; ce qui peut être expliqué par les taux plus élevés en région aride que ceux de la région semi-aride (tableau 47).

Tableau 47. Analyse de variance à deux facteurs (saison- région – saison*région) des variations du taux de la phosphatase alcaline

Facteurs	Saison	Région	Saison*région
Signification statistique (valeur de p)	NS	***	***

*** : $p < 0,001$

Les taux relatifs à l'activité de la PAL durant les différentes saisons et dans les deux régions sont situés dans l'intervalle des normes de références figurant au tableau 46. Toutefois les valeurs obtenues en zone aride, où les teneurs les plus élevées ont été noté durant la saison froide ($273,7 \pm 78,79 \text{ UI/l}$), contrastent avec les observations de Banerjee *et al.* (2014) qui ont rapporté que l'activité enzymatique du PAL était indiquée comme étant un marqueur sanguin fiable pour la détection du stress thermique chez les animaux. Ceci peut être valable et dans une moindre mesure pour les valeurs estivales en zone semi-aride, malgré la faiblesse des taux par rapport à ceux de la région aride. Tibbo *et al.* (2008) avaient rapporté que le plus haut niveau mesuré de l'enzyme PAL chez 03 races locales éthiopiennes était observé durant la saison de pluies courtes ($151,26 \pm 8,06 \text{ UI/l}$) suivie de la saison pluvieuse ($57,80 \pm 5,12 \text{ UI/l}$). Ces saisons représentent le moment où la douve du foie et d'autres parasites tels que les helminthes sont actifs, malgré le déparasitage régulier des animaux. Nos valeurs sont de loin très inférieures à celles rapportées par Sitmo (2014), qui obtenu des taux plus élevés en PAL chez les mâles ($454 \pm 484 \text{ UI/l}$) que chez les femelles ($237,4 \pm 151,9 \text{ UI/l}$). En outre, une relation a été trouvée entre l'activité enzymatique de l'alanine aminotransférase (ALAT) et la phosphatase alcaline (PAL) et la fonction de reproduction pendant la saison de lutte. Ceci est confirmé par des dosages biochimiques du sérum sanguin par de nombreuses études (Pavlovic and Vitic, 1979 ; Prabhakaran and Rao, 1994). Ainsi, Gündogan and Serteser (2005) avaient prouvé l'existence d'une relation entre l'activité enzymatique de l'alanine transaminase (ALAT), la phosphatase alcaline (PAL) et la fonction reproductrice pendant la saison de lutte, ainsi que la relation significative entre la graisse totale, le cholestérol. D'autre part, Borjesson *et al.* (2000) avaient rapportés dans leur expérimentation sur le bélier du désert de race Bighorn, que les taux de la PAL varie aussi avec l'âge des animaux ; où des concentrations plus élevées ont été observées chez les jeunes béliers âgés d'un an. De plus, dans l'expérimentation de chandra *et al.* (2012) il a été trouvé que l'enzyme PAL différait significativement ($p < 0,01$) entre les saisons, tout en présentant une corrélation positive ($p < 0,05$) avec d'autres réponses physiologiques telles que la fréquence respiratoire et la

température rectale. Kock *et al.* (1987) et Duncan *et al.* (1994) ont suggéré que, du fait qu'il existe plusieurs isoenzymes du PAL et qu'elle a une large gamme de référence chez les ruminants domestiques, cela en fait qu'elle soit un indicateur cliniquement insensible pour diagnostiquer les maladies. Son usage en clinique peut être intéressant pour le diagnostic de certaines maladies (par exemple de lors de carence en cobalt avec des valeurs de la glycémie inférieures à 0,60g/L et de la PAL de moins 20UI/L ; lors d'atteintes des canaux biliaires avec des taux élevés en γ GT et PAL) (Constable *et al.*, 2017).

V. Les analyses des corrélations de Pearson entre les paramètres étudiés

Tableau 48. Matrice de corrélation de Pearson entre la concentration sérique en testostérone, poids, circonférence scrotale, les paramètres spermatiques et les paramètres biochimiques en région aride.

	Volume	Motilité	Poids	Circ-Sc	Concentration	Vitalité	Nbr paillettes	Taux Spz anormaux	Testo	Glyc	Urée	Créat	Chol	Trig	ASAT	ALAT	PAL	PT	Alb	
Volume																				
Motilité	0,074																			
Poids	0,118	0,015																		
Circ-Sc	-0,015	0,092	0,429***																	
Concentration	0,149	0,086	0,142	-																
Vitalité	0,082	0,060	0,087	-	0,031															
Nbr paillettes	0,605***	0,002	0,228	-	0,188	-0,040														
Taux Spz anormaux	0,324**	0,173	-0,036	-	0,089	0,525***	-0,023	0,196												
Testo	-0,242*	-0,058	-0,120	-	0,019	-0,311**	0,071	-0,330	-0,060											
Glyc	0,246*	0,242*	-0,118	-	0,048	0,288*	0,017	0,237*	0,268*	-0,084										
Urée	0,044	0,044	-0,031	-	0,154	0,008	0,004	-0,010	0,222	0,247*	0,203									
Créat	0,028	-0,095	-0,333**	-	0,067	-0,194	0,199	-0,259*	0,030	0,361**	0,352	0,468								
Chol	-0,004	0,017	-0,055	0,014	0,222	-0,079	-0,024	-0,049	0,108	0,236*	0,342	0,384	0,500							
Trig	0,028	0,005	-0,036	-	0,075	0,098	0,131	0,108	-0,068	-0,112	0,120	-0,258	0,005	-0,437						
ASAT	0,121	0,160	0,030	0,010	0,077	-0,076	0,054	0,025	0,175	-0,022	0,010	0,095	-0,145	0,074	-0,427					
ALAT	0,055	-0,019	-0,003	-	0,059	0,057	0,136	0,100	-0,065	-0,100	0,114	-0,216	0,015	-0,369	0,919	-0,238				
PAL	0,485***	0,061	-0,063	-	0,077	-0,018	0,008	0,166	0,176	-0,025	0,383	0,155	0,137	-0,414	-0,519	0,427***	-			
PT	-0,023	-0,057	0,002	0,106	0,059	-0,052	-0,111	-0,200	0,050	0,198	0,261*	0,381**	0,351**	0,704***	-	0,268*	-	0,453***		
Alb	0,240*	0,022	-0,092	-	0,121	-0,094	0,118	0,061	0,248*	-0,007	0,146	0,010	0,118	-0,040	0,737***	0,319**	0,063	0,311**	0,086	-
																				0,180

Tableau 49. Matrice de corrélation de Pearson entre la concentration sérique en testostérone, poids, circonférence scrotale, les paramètres spermatiques et les paramètres biochimiques en région semi-aride.

	Volume	Motilité	Poids	Circ-Sc	Concentration	Vitalité	Nbr paillettes	Taux Spz anormaux	Testo	Glyc	Urée	Créat	Chol	Trig	ASAT	ALAT	PAL	PT	Alb
Volume																			
Motilité	0,428																		
Poids	0,311	0,684																	
Circ-Sc	0,563	0,986 [†]	0,639																
Concentration	-0,280	-0,071	-0,753	-0,062															
Vitalité	-0,001	0,856 ^{***}	0,345	0,798*	0,357*														
Nbr paillettes	0,052	0,150	-0,045	0,083	0,392 ^{***}	0,255*													
Taux Spz anormaux	-0,811	0,155	0,217	-0,007	0,086	0,471	-0,007												
Testo	0,690	0,943	0,724	0,974 [†]	-0,249	0,647	-0,023	-0,143											
Glyc	0,186	0,081	-0,063	0,247*	0,178	0,110	0,268 ^{**}	-	0,216*										
								0,348 ^{***}											
Urée	-0,000	0,087	0,228*	-0,081	-0,180	0,057	0,002	0,126	-0,041	-									
										0,137									
Créat	0,072	-0,161	-0,159	-0,040	0,260 ^{**}	-0,212*	0,018	-0,263 ^{**}	0,119	0,047	-								
											0,343 ^{***}								
Chol	-0,110	0,024	0,060	0,172	0,235*	0,182	0,052	-0,031	0,131	0,134	0,090	0,209*							
Trig	-0,161	0,108	0,084	0,114	0,167	0,154	0,088	-0,082	-0,077	-	-0,097	0,049	0,429 ^{***}						
										0,040									
ASAT	-0,140	-0,167	-0,018	-	0,123	-0,055	-0,010	-0,138	-0,054	-	-0,026	0,268	0,315 ^{**}	-0,154					
				0,245*						0,050									
ALAT	0,025	-0,198	0,032	-0,004	0,073	0,041	0,080	-0,013	-0,100	-	-0,140	0,014	0,049	0,147	0,135				
										0,043									
PAL	0,213	-0,109	-	0,223*	0,050	-0,083	0,039	-	0,303 ^{**}	0,167	-0,207	0,390	0,178	0,282 ^{**}	-	0,078			
			0,235*					0,331 ^{***}							0,096				
PT	-0,102	-0,146	0,016	0,083	0,107	0,050	-0,099	-0,005	0,261*	-	-0,092	0,439 ^{***}	0,618 ^{***}	-	0,170	0,204*	0,301 ^{**}		
										0,055				0,409 ^{***}					
Alb	-0,101	0,081	0,113	0,077	0,026	0,316 ^{**}	0,118	0,235*	0,123	-	0,325 ^{***}	-	0,405 ^{***}	0,363 ^{***}	-	0,077	-0,186	0,282 ^{**}	
										0,006		0,550 ^{***}			0,079				

Tableau 50. Matrice de corrélation de Pearson entre la concentration sérique en testostérone, poids, circonférence scrotale, les paramètres spermatiques et les paramètres biochimiques en régions aride et semi-aride.

	Volume	Motilité	Poids	Circ-Sc	Concentration	Vitalité	Nbr paillettes	Taux Spz anormaux	Testo	Glyc	Urée	Créat	Chol	Trig	ASAT	ALAT	PAL	PT	Alb
Volume																			
Motilité	0,179*																		
Poids	0,183*	0,222**																	
Circ-Sc	0,262***	0,246***	0,357***																
Concentration	0,258***	0,363***	0,491***	0,327***															
Vitalité	-0,034	0,444***	0,180*	0,245***	0,278***														
Nbr paillettes	0,392***	0,359***	0,524***	0,337***	0,917***	0,244													
Taux Spz anormaux	-0,101	-0,035	-0,199**	-0,103	-0,387***	-0,067	-												
Testo	-0,072	0,047	-0,017	0,076	-0,038	0,106	-0,012	-0,114											
Glyc	0,146	0,012	-0,142	0,062	-0,079	0,043	-0,083	-0,137	0,003										
Urée	-0,093	-0,088*	-0,153*	-	-0,385	-	-	0,274	0,080	0,036									
Créat	0,207**	0,118	0,127	0,196***	0,064***	0,068	0,350***	-0,366***	0,237**	0,013***	-0,255								
Chol	-0,139	-0,112	-0,186*	-0,037	-0,294***	-0,010	-	0,145	0,152*	0,242**	0,337***	0,067							
Trig	0,075	0,087	0,082	0,310***	0,476***	0,068	0,310***	-0,111	-0,073	0,020	-0,236**	0,131	-0,400						
ASAT	-0,159*	-	-0,150	-	-0,276***	-0,113	-	0,047	-0,069	0,014	0,124	-0,047	0,270***	-0,230**					
ALAT	0,046	0,249***	0,024	0,264***	0,065	0,078	0,281***	-0,046	-0,089	0,042	-0,157*	0,024	-	0,902***	-0,095				
PAL	0,385***	0,070	0,085	-0,026	0,323***	0,045	0,088	-0,260***	-0,091	0,164*	0,159***	-	0,300***	-0,271	-0,047	-0,289			
PT	-0,196*	-	-	0,200**	-0,519***	-0,163*	-	0,226**	0,101	0,162*	0,352***	0,407*	0,173***	-	0,305***	-	0,219**		
Alb	0,094	0,268***	0,270***	-0,067	-0,063	0,108	0,565***	0,160*	-0,002	0,073	0,080	-0,065	0,038	0,648***	0,299***	0,013	-	-	-
		0,004	-0,084	-0,067	-0,063	0,108	-0,013	0,160*	-0,002	0,073	0,080	-0,065	0,038	0,292***	0,019	0,299***	0,013	-	0,077

En zone semi-aride, nous avons observé une corrélation positive entre la circonférence scrotale, le volume, la motilité, et le taux de spzs vivants, ceci est en accord avec les résultats d'Akpa *et al.* (2013) chez des boucs de race Sokoto au Nigéria. Taherti (2016) observe une corrélation positive entre la testostérone, le diamètre testiculaire et le volume de l'éjaculat et entre le diamètre testiculaire et le volume de l'éjaculat ce qui concorde avec nos résultats en zone semi-aride. Nous avons constaté aussi une corrélation positive entre la glycémie et l'enzyme PAL ; la concentration et la créatinine ; vitalité et albumine et entre le taux de spermatozoïdes anormaux, la glycémie et l'albumine

En zone aride, aucune corrélation de la testostéronémie avec tous les paramètres spermatiques et les mensurations testiculaires étudiées n'a été observée sauf avec le taux de spzs vivants, urée, créatinine et cholestérol. Alors qu'elle est positivement corrélée avec la CS, le poids, le volume, la motilité massale et le taux des spermatozoïdes vivants, nombre de paillettes, Glycémie, créatinine, PAL, Protéines Totales et albumine en zone semi-aride.

Akpa *et al.* (2013), Gameda et workamelahu (2017) ont trouvé une corrélation positive entre la circonférence scrotale et le poids ($r : 860$), ce qui concorde avec nos résultats observés dans les deux régions d'étude.

Les résultats en région aride ont montré une corrélation négative entre le volume et la circonférence scrotale, ceci est en accord avec les résultats de Boussena (2013) chez les agneaux Ouled Djellal; par contre en région semi-aride nous avons observé que le volume de la semence recueillie par électroéjaculation est positivement corrélé à la circonférence scrotale, ce résultat est en accord avec les résultats d'Okere *et al.* (2011) qui trouvent une corrélation positive modérée ($r : 0,3179$) entre ces deux paramètres chez des boucs de race Kiko.

Gündogan *et al.* (2004) observent des corrélations positives entre la motilité des spermatozoïdes, la concentration et le taux de protéines totales ($P < 0,01$), mais trouvent des relations négatives entre le pourcentage de spermatozoïdes anormaux, le niveau de testostérone et l'albumine ($P < 0,05$) chez des béliers de race Daglic et Chios. Tandis que, des corrélations négatives ont été relevées entre le cholestérol ($p < 0,05$) et la testostéronémie chez les béliers Daglic ($r : -0,415$). Des relations positives ont été trouvées entre le pourcentage de spermatozoïdes anormaux et le niveau d'AASAT ainsi que le ratio ASAT/ALAT ($p < 0,01$) ($r : 0,595$, $r : 0,587$ pour les béliers Daglic; $r : 0,807$, $r : 0,686$ chez les Chios). Ces mêmes auteurs ont également observés des corrélations négatives entre la concentration spermatique, le niveau d'ASAT et le ratio ASAT/ ALAT ($P < 0,01$) ($r : -0,613$, $r : -0,594$) chez les béliers de Chios.

L'étude des corrélations entre les paramètres sanguins biochimiques en régions aride et semi-aride montre une corrélation positive entre la glycémie et les teneurs sériques des métabolites énergétiques dans les deux régions d'étude aride et semi - aride. Nous avons observé des corrélations linéaires négatives entre les paramètres lipidiques dans les conditions de la zone aride alors qu'elles sont positives en zone semi-aride. Nous avons relevé aussi une corrélation positive entre la glycémie et les taux sériques en enzymes en zone aride, par contre elle est négative en zone semi -aride au cours de notre expérimentation. Nous avons également noté une corrélation positive entre le volume de l'éjaculat, la glycémie et l'albumine ainsi qu'entre ce paramètre et l'enzyme PAL.

Les résultats obtenus montrent aussi des corrélations entre les métabolites énergétiques et azotés dans les deux régions d'étude. En ce qui concerne l'urée nous avons enregistré une corrélation négative entre ce paramètre et les enzymes (PAL, ASAT et ALAT) en zone semi - aride et aride sauf avec l'enzyme ALAT en région aride où il est corrélé positivement.

Conclusion

Conclusion

A l'issue de notre étude nous pouvons conclure qu'il existe des variations plus ou moins importantes concernant les paramètres spermatiques pendant la période de reproduction et celle du repos sexuel. Nous avons constaté aussi qu'il existe une forte corrélation entre la testostéronémie, la circonférence scrotale et la motilité des spermatozoïdes. Les meilleurs résultats de reproduction ont été ceux obtenus au printemps et en automne, coïncidant avec les périodes de lutte habituelle dans nos élevages. Toutefois, l'effet saisonnier important pour certaines variables (telle la concentration du sperme) n'empêche pas d'utiliser les béliers de race Ouled Djellal tout au long de l'année pour la collecte de semence destinée à l'insémination artificielle par électro éjaculation. Nous avons constaté également que, la collecte de sperme est meilleure avec le vagin artificiel en comparaison avec l'électro éjaculateur. Le nombre moyen de doses d'insémination réalisables par éjaculat a varié de plus du double entre les saisons extrêmes (l'automne très favorable et l'été très défavorable) en zone semi-aride.

Les analyses biochimiques ont montré que les valeurs enregistrées de presque tous les paramètres sont proches des valeurs usuelles ; et que, certains des paramètres de reproduction (volume, motilité, concentration et taux de vitalité) montrent une bonne corrélation avec quelques paramètres biochimiques et enzymatiques. L'évaluation de ces paramètres spermatiques et biochimiques et la relation existantes entre eux peut être utilisée pour apprécier les performances de reproduction du bélier.

En conclusion, le climat des deux régions a joué un rôle important dans l'apparition des variations des paramètres spermatiques, biochimiques et endocrinologiques du bélier Ouled Djellal. La saison affecte de manière significative les teneurs sériques en testostérone, glucose, urée sanguine, créatinine plasmatique et l'activité enzymatique des transaminases (ALAT et ASAT) et de la PAL. Néanmoins, ce degré de variations saisonnières ne devrait pas empêcher la reproduction des béliers de notre race blanche tout au long de l'année.

Des travaux supplémentaires seraient nécessaires pour compléter cette étude, le dosage des minéraux, des paramètres hématologiques et éventuellement la détermination de l'impact nutritionnel sur les paramètres reproducteurs des béliers en vue de choisir le meilleur régime pour tirer les meilleurs profits des béliers durant toute l'année.

Références bibliographiques

1. Abadjieva D, Chervenkov M, Stefanov R, Metodiev N, Kistanova E. and Kacheva D.(2014).Effect of breeding season on the kinematic parameters and morphology of ram sperm from synthetic population Bulgarian milk sheep breed. *Bulg J Agric Sci.*;20(4):967-72.
2. Abecia J. A., Forcada, F. and González-Bulnes, A. (2012). Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.*, 130:173-179.
3. Abdelwahab D., Rivera M., Rodriguez-Gil J. and Rigau T. (2006). Seasonality effects on sperm motility kinematic parameters of Murciano-Granadina bucks. *Reprod Domest Anim*, 41: 103.
4. Abilay T.A., Mitra R., and Johnson H.D. (1975). Plasma cortisol and total progesterin levels in Holstein steers during acute exposure to high environmental temperature (42 °C) conditions. *J. Anim. Sci.* 41: 113-117.
5. Abisaab S., Sleima F.T., Nassar K.H., Chemaly I. and El-skaff R. (1997). Implications of high and low protein levels on puberty and sexual maturity of growing male goat kids. *Small Rum. Res.* 25, 17-22.
6. Agabriel J., Pomiès D., Nozières M.O. et Faverdin P. (2007). Principes de rationnement des ruminants. In : *Alimentation des bovins, ovins et caprins- Besoins des animaux – valeurs des aliments*. Ed. Quæ, (9- 22pp) 307p.
7. Ahangari Y.J. and Hamedani M.A.H. (2010). Monthly Changes in Morphology of Spermatozoa in Zel rams. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 28: 83.
8. R.S., Saper, C.B., Flier, J.S. and Elmquist, J.K. (2000). Leptin regulation of neuroendocrine systems. *Front. Neuroendocrinol.* 21, 263–307.
9. Aissaoui, C.; Chibani, J. et Bouzebda, Z. (2004). Etude des variations de la production spermatique Ahima du bélier de race Ouled Djellal soumis à un régime pauvre. *Renc.Rech.Ruminants.*, 14 :380.
10. Aitken, I.D. (2007). *Diseases*.4th edition Blackwell Publishing, (610 p).
11. Aitken R.J., De Iuliis G.N., Gibb Z. and Baker M.A. (2012). The Simmet lecture: new horizons on an old landscape—oxidative stress, DNA damage and apoptosis in the male germ line. *Reprod. Domest. Anim.* 47 (Suppl. 4), 7–14.
12. Akpa G.N., Ambali A.L. And Suleiman I.O. (2012). Relationships between semen cation concentration, semen characteristics, testicular measurement and body conformation trait in Red Sokoto goat. *Nature and Science*, 11 (7):94.
13. Akpa G.N., Ambali A.L. and Suleiman I.O. (2013). Relationships between Body Conformation, Testicular and Semen Characteristics of Red Sokoto Goat. *International Journal of Applied Research and Technology Exxon Publishers* Vol. 2, No. 5, 114 – 125.

14. Alcaide M., VaÂzquez I., MartõÂnez F., Diaz C. and Pintado B. (1986). Influencia de las variaciones estacionales en la congelabilidad del semen de morueco de raza Manchega. II Jornadas Internacionales sobre Reproducicic3n Animale Inseminacic3n Artificial, Jaca, Spain., 539-546.
15. Al-Anazi Y., Al-Mutary M.G., Al-Ghadi M., Alfuraiji M.M., Al-himaidi A.R. and Ammari A.(2017). Seasonal variations in scrotal circumference and semen characteristics of Naimi and Najdi rams in Saudi Arabia. South Afri. J. Anim. Sci., 47(4).
16. AL-Eissa, M.S., Saad, A., AI-Farraj, S.A., Saud, A. A., AI-Dahmash, B. and AIIyahya, H. (2012). Seasonal variation effects on the composition of blood in Nubian ibex (*Capra nubiana*) in Saudi Arabia. Afr. J. Biotech., 11(5):1283- 1286.
17. Alexander C., Bynum N., Johnson E., King U., Mustonen T., Neofotis P., Oettl N, Rosenzweig C., Sakakibara C., Shadrin V., Vicarelli M., Waterhouse J., and Weeks B.(2011). Linking indigenous and scientific knowledge of climate change. Bioscience, 61(6) : 477-484, doi:10.1525/bio.2011.61.6.10.
18. Al-Fartosi, K.H.G., Talib, Y.J. and Ali, S.H. (2010). Comparative study of some serum biochemical parameters of cattle and sheep of the marshes in the south of Iraq. AL-Qadisiya J. Vet. Med. Sci., 9: 79-84.
19. Allaoui A., Safsaf, B., Laghrour, W. and Tlidjane, M. (2014). Factors Affecting Scrotal Measurements and Weight of Ouled Djellal Rams in Eastern and South-Eastern Algeria. 4th International Conference on Agriculture and Animal Science (CAAS 2013); 3rd International Conference on Asia Agriculture and Animal (ICAAA 2013). APCBEE Procedia : 8, 260 – 265.
20. Aller J.F., Aguilar, D., Vera, T., Almeida, G.P. and Alberio, R.H. (2012). Seasonal variation in sexual behavior, plasma testosterone and semen characteristics of Argentine Pampinta and Corriedale rams. Spanish J. Agri. Res., 10 (2): 345-3525.
21. Allimant M. (2010). Actualit3s sur les m3thodes d'3valuation de la qualit3 de la semence de l'3taalon. M3moire pour l'obtention de grade de docteur v3t3rinaire, Lyon (138p).
22. Alila-Johansson A., Eriksson, L., Soveri, T. and Laakso M.L. (2003). Serum cortisol levels in goats exhibit seasonal but not daily rhythmicity. Chronobiology. Intl. 20: 65-79.
23. Alkass J.E., Bryant M.J. and Walton J.S. (1982). Some effects of level of feeding and body condition upon sperm production and gonadotropin concentrations in the ram. Anim. Prod., 34: 265-277.

24. Almquist J.O. (1973). Effects of sexual preparation on sperm output, semen characteristics and sexual activity of beef bulls with a comparison to dairy bulls. *J. Anim. Sci.*, 36 : 331-336.
25. Amanlou H., Maheri-Sis N., Bassiri S. , Mirza-Aghazadeh A., Salamatdust R., Moosavi A. and Karimi V. (2012) Nutritional value of raw soybeans, extruded soybeans, roasted soybeans and tallow as fat sources in early lactating dairy cows. *Open Vet. J.*, 2: 88-94
26. Amman R. P. and Pickett B. W. (1987). Principles of cryopreservation and a review of cryopreservation on stallion spermatozoa. *J. Equi. Vet. Sci.*, 7:145-173.
27. Amir D. and Volcani R. (1965). Seasonal fluctuations in the sexual activity of Awassi, German Mutton Merino, Corriedale, Border-Leicester and Dorset Horn rams:II. Seasonal changes in semen characteristics *J. Agric. Sci.* 64 (115): (121-125).
28. Antunovic Z., Sencic D., Speranda M. and Liker, B. (2002). Influence of the season and the reproductive status of ewes on blood parameters. *Small Rum. Res.*, 45: 39-44.
29. AOAC (1990). *Official Methods of Analysis*, 15th ed, VA: AOAC International, Arlington (USA).
30. Aouaidjia N., Cherif, A. and Ouanes I. (2014). Variation of Biological Markers Under Hot and Cold Seasons in Goats. *Advances in Environmental Biology*, 8(21) : 289-295.
31. Asghari S.R., Irajian G., Salar M., Sadrollahi M. and Kasirian M.M. (2017). Effect of Subcutaneous Injection of Vitamin C on Sperm Characteristics & Seminal Plasma LDH Concentration of Four Iranian Sheep Breeds, during the Fall and Winter. *Pal. Jour.*, 16: 118-124.
32. Audet I., Laforest J.P., Martineau G.P. et Matte J.J. (2002). Suppléments vitaminiques et performances de reproduction chez le verrat. *Journées de la Recherche Porcine* ; 34 : 277-282.
33. Avdi M., Banos, G., Stefos K. and Chemineau, P. (2004). Seasonal variation in testicular volume and sexual behavior of Chios and Serres rams. *Theriogenology*, 62 : 275-282.
34. Ax R.L., Dally M., Didion B.A., Lenz R.W., Love C.C., Varner D.D., Hafez B., and Bellin M.E. (2000). Semen evaluation. In *Reproduction in farm animals*. 7th edition by Hafez B and Hafez ESE, Lippincott Williams & Wilkins., 365-375.
35. Azawi O.I., Al- Khashab A.N.T.M and Al- Kadoo N.N.A. (2012). Effect of Gonadotropin Releasing Hormone Treatment on Semen Characteristics and Enzymatic Activities of Awassi Rams in Breeding and Non Breeding Seasons. *Iranian J. App. Anim. Sci.*, 2: (1), 13-19.
36. Baeta F.C. and Souza C.F. (1997). *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*, (unpublished PhD thesis, Universidade Federal de Viçosa) (246p).

37. Bahga, C. S., Sikka, S. S. and Saijpal, S. (2009). Effect of seasonal stress on growth rate and serum enzyme levels in young crossbred calves. *Indian J. Anim. Res.*, 43 (4):288-290.
38. Balasse M., Keller M., Balasescu A., Tresset A. et Chemineau P. (2017). Cycle de reproduction des ovins et rythme saisonnier de l'élevage: un schéma plurimillénaire bouleversé par la recherche agronomique (Regards croisés : quand les sciences archéologiques rencontrent l'innovation). *Collection sciences archéologiques. Edition des archives contemporaines*, (34p).
39. Banerjee D., Upadhyay R.C., Chaudhary U.B., Kumar R., Singh S., Ashutosh D.T.K. and De S. (2014). Seasonal variations in physio-biochemical profiles of Indian goats in the paradigm of hot and cold climate. *Biol. Rhythm Res.*, 46(2): 221-236.
40. Barakat M.Z. and Abdel-Fattah M. (1971). Seasonal and sexual variations of certain constituents of normal camel blood, *Zentralbl. Vete. Med., Serie A*, 18 : 174-178.
41. Baril G., Chemineau P., Congnie Y., Guerin Y., Leboeu B., Orgeur P. et Valet J.C. (1993). *Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. Etude FAO Production et Santé Animale*, 83: (231p).
42. Barkawi A.H., Elsayed E.H., Ashour G. and Shehata E. (2006). Seasonal variation in semen characteristics, hormonal profiles and testicular activity in Zaraibi goats. *Small Rum. Res.*, 66: 209-213.
43. Baumgartner W. and Pernthaner A. (1994). Influence of age, season, and pregnancy upon blood parameters in Austrian Karakul sheep. *Small Rum. Res.* 13 (2):147-151.
44. Beigh Y. A., Rouf R.D., Ajaz A., Javeed A. M. and Sheikh S. (2016). Role of Micro-nutrients in Bovine Reproduction. *Theriogenology Insight*, 6(1): 57-65.
45. Belibasaki S. and Kouimtzis S. (2000). Sexual activity and body and testis growth in prepubertal ram lambs of Friesland, Chios, Karagouniki and Serres dairy sheep in Greece *Small Rum. Res.*, 37: 109-113.
46. Belkhiri Y. and Bouzebda-Afri F., Bouzebda Z. and Mouffok C. (2017). Age and Season Effects on Sexual Parameters in Mature Rams Used in Artificial Insemination Centre (Algeria). *Glob. Vet.*, 18 (1): 31-40.
47. Bengoumi M., Faye B., Elkasmi K. and De La Farge F. (1997). Clinical enzymology in the dromedary camel (*camelus dromedarius*). Part 2 Effct of saison, age, sex, casrtation, lactation and pregnancy on serum AST, ALT, GGT, AP and LDH activities. *J. Cam. Prac. Res.* (4): 25-29.
48. Bengoumi M. and Faye B. (2002). Adaptation du dromadaire à la déshydratation. *Sci.*

- Cha. Pla. Sécheresse., 2: 9-21.
49. Benia A.R, Taibi K., Ait-Amrane A., Hammoudi S.M. and Kaidi R. (2013). Study of seasonal sexual activity variations in Algerian rams: Sexual behaviour, testosterone concentration control and environmental factors. *Afr. J.Biotech.*, 12(41): 6042-6048.
 50. Bennis A.G., Ouedraogo D., Concordet F., De La Farge P., Valdiguie Rico G. and Braun J.P. (1994). Effets de l'élevage et de l'alimentation sur les constituants biochimiques plasmatiques des chèvres au Burkina Faso. *Revue Méd. Vét*, 145(7): 571-575.
 51. Benmoula A., Badi A., El Fadili M., El Khalil K., Allai L., El Hilali A. and Elamiri B. (2017). Effect of season on scrotal circumference, semen characteristics, seminal plasma composition and spermatozoa motility during liquid storage in INRA180 rams. *Anim. Reprod. Sci.*, (18), 17-22.
 52. Bensaid S. (2009). Etude de la sensibilité différentielle de l'hypothalamus à l'œstradiol pour induire le pic préovulatoire de LH et le comportement sexuel : comparaison entre brebis Ile-de-France et Romanov. Thèse de doctorat. Université François Rabelais de Tours, (202p).
 53. Bertschinger H.J. (1995). Breeding soundness and andrology of the bull. Department Theriogenology. Faculty of Veterinary Science. University of Pretoria. (69 pp).
 54. Bhan C., Singh S.V., Hooda O.K., Upadhyay R.C., Beenam L. and Mangesh V. (2012). Influence of temperature variability on physiological, hematological and biochemical profile of growing and adult sahiwal cattle. *J. Environ. Res. Dev.*, 7 (2A) 986 -994.
 55. Bielli A., Pedrana G., Gastel M.T., Castrillejo A., Morana A., Lundeheim N., Forsberg M. and Rodríguez-Martínez H. (1999). Influence of grazing management on the seasonal changes in testicular morphology in Corriedale rams. In: *Anim. Reprod. Sci.*, 56, 93-105.
 56. Biggiogera M., Tanguay R. M., Marin R., Wu Y., Martin T. E. and Fakan S. (1996). Localization of heat shock proteins in mouse male germ cells: an immunoelectron microscopical study. *Exp. Cell. Res.*, 229 :77–85. doi:10.1006/EXCR.1996.0345
 57. Bindari Y. R., Shrestha S., Shrestha N. and Gaire T.N. (2013). Effects of nutrition on reproduction- A review *Adv. Appl. Sci. Res*, 4:(1):421-429.
 58. Blache D., Chagas L. M., Blackberry M. A., Vercoe P.E. and Martin G. B. (2000). Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. *J. Reprod. Fertil.*, 120: 1–11.
 59. Blache D., Adam C. L. and Martin G. B. (2002). The mature male sheep: a model to study the effects of nutrition on the reproductive axis. *Reprod. Suppl.*, 59, 219-233.
 60. Blancou P., Bach J. et Herve J. (2011). Physiologie de l'appareil reproducteur. U.V. 61 : physiologie et physiopathologie. -Paris : Oniris.- Département DBPSA. (55p).

61. Bonnes G., Desclaude J., Drogoul C., Gadoud R., Jussiau R., Le loc'h A., Montmeas L. and Robin G. (2005). Reproduction des animaux d'élevages. 2ème Ed. Dijon: Educagri (Ed): (407p).
62. Bopape M.A., Lehloenya K.C., Chokoe T.C. and Nedambale T.L. (2015). Comparison of electro ejaculator and artificial vagina on semen collection from South African indigenous goat following assessment by computer aided sperm analysis. *Open J. Anim.Sci.*, (5): 210-218.
63. Borque C. and Vazquez I. (1999). Correlation between blood plasma levels of free and total testosterone and concentrations of some seminal markers in adult Manchego rams. *Small Rum. Res.*, 33: 263-269.
64. Boucif A., Azzi N., Tainturier D. et Niar A. (2007) variations saisonnières des paramètres reproductifs chez les béliers de deux races locales algériennes. *Renc.Rech.Ruminants.*, 14: 380.
65. 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 de Constantine 1. (216p).
66. Boukhliq R. and Martin G.B. (1997). Nutrition and reproduction in the ram in a Mediterranean environment. In: *Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens*, 227-232.
67. 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 1an. Thèse de doctorat en sciences vétérinaires, Université Mentouri Constantine. (234p).
68. Boussena S., Bouaziz O., Hireche S., Derqaoui L., Dib A. L. et Moula N. (2016). Apparition de la puberté chez les agneaux mâles de race Ouled Djellal. *Rev. Méd. Vét.*, 167, 9-10, 274-282.
69. Borg R.C., Notter D.R. and Kott R.W. (2009). Phenotypic and genetic associations between lamb growth traits and adult ewe body weights in western range sheep. *J. Anim. Sci.*, 87:3506-3514. doi: 10.2527/jas.2008-1622.
70. Borjesson D.L., Christopher M.M, and Boyce W.M. (2000). Biochemical and hematologic reference intervals for free-ranging desert bighorn sheep. *Journal of Wildlife Diseases.*, 36: 294–300.
71. Briois M. et Guerin Y. (1995). Essais de diminution du nombre de spermatozoïdes par dose conduits au centre d'insémination artificielle ovine de la confédération de Roquefort.

- Renc Rech Ruminants; 2 : 421-424.
- 72.** Brito L.F.C., Silva A.E.D., Rodrigues L.H., Vieira F.V., Deragon L.A. and Kastelic J.P. (2002). Effects of environmental factors, age and genotype on sperm production and semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* AI bulls in Brazil. *Anim. Reprod.Sci.*, 70(3-4): 181-190.
- 73.** Brito L.F.C., Barth A.D., Rawlings N.C., Wilde R.E., Crews D.H., Boisclair Y.R., Ehrhardt R.A. and Kastelic J.P. (2007). Effect of feed restriction during calthood on serum concentrations of metabolic hormones, gonadotropins, testosterone, and on sexual development in bulls. *Reprod.*, 134(1):171-81.
- 74.** Bronson F.H. (1988). Mammalian reproductive strategies: genes, photoperiod and latitude. *Reprod. Nutr. Dev.*, 28, 335-347.
- 75.** Bronson F.H. (1989). *Mammalian reproductive biology*. The university of Chicago press, Chicago and London., 1-325.
- 76.** Brown B.W. (1994). A review of nutritional influences on reproduction in boars, bulls and rams. In: *Reprod. Nutr. Dev.*, 34, 89-114.
- 77.** Bruneau G., Vaisse C., Caraty A. et Monget P. (1999). Synthèse, *Médecine/Sciences* ; 15:191-6.
- 78.** Caldeira R.M., Almeida M.A., Santos C.C., Vazque M.I. and Portugal A.V., (1999). Daily variation in blood enzymes and metabolites in ewes under three levels of feed intake. *Can J. Anim. Sci.*, 79: 157-164.
- 79.** Caldeira R. M., Belo A. T., Santos, C. C., Vazyues M. I. and Portugal A.V. (2005). The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Rum. Res.*, 27, 1-9.
- 80.** Caldeira R.M., Belo A.T., Santos C.C., Vazques M.I. and Portugal A.V. (2007) The effect of long-term feed restriction and over-nutrition on body condition score, blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Rum. Res.* 68: 242-255.
- 81.** Cameron A.W.N, Murphy P.M. and Oldham C.M. (1988). Nutrition of rams and out put of spermatozoa. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 17, 162-165.
- 82.** Cameron J. (2008). Guide de référence sur la photopériode. Paramètres de succès pour l'utilisation des nouveaux programmes lumineux AAC type CC4. Centre d'expertise en production ovine du Québec (138p).
- 83.** Caraty A. (2008). Le système kisspeptine/GPR54 : la clé majeure du contrôle de la reproduction. *mt Médecine de la Reproduction, Gynécologie Endocrinologie* ; 10 (2) : 114-22 (revue).

84. Casanueva F.F. and Dieguez C. (1999). Neuroendocrine regulation and actions of leptin. *Front. Neuroendocrinol.*, 20 : 317–363.
85. Cebrian J.A., Perez., Casao A., Gonzalez-Arto M., Dos Santos Hamilton T.R., Perez-P R. and Muino-Blanco T. (2014). Melatonin in Sperm Biology: Breaking Paradigms *Reprod Dom Anim* 49 (Suppl. 4), 11–21.
86. Cetin N., Bekyurek T. and Cetin E. (2009). Effect of sex, pregnancy and season on some haematological and biochemical blood values in Angora rabbits. *Scand J Lab Anim Sci.*, 2: 15-162.
87. Chafri N. and Mahouechi M. (2009). Effet du niveau alimentaire avant et après sevrage sur la production spermatique des béliers D'man. *Renc.Rech. Ruminants.*, 18 : 105.
88. Chalivoix S. (2010). Transition photopériodique et plasticité neuronale dans l'hypothalamus ovin : aspects neuranatomiques et fonctionnels. Thèse Doctorat - Université François Rabelais. Tours (351p).
89. Chandra b., Singh S.V., Hooda O.K., Upadhyay R.C., Baliyan B. and Vaidya M. (2012). Influence of temperature variability on physiological, hematological and biochemical profile of growing and adult Sahiwal cattle. *J. Environ. Res. Dev.*, 7: 986-994.
90. Chella L., Kunene N. and Lehloenya K. (2017). A comparative study on the quality of semen from Zulu rams at various ages and during different seasons in Kwa ZuluNatal, South Africa. *Small Rum. Res.*, 151: 104-109.
91. Chellig R. (1986). Les races ovines élevées en Algérie. Ministère de l'agriculture et de la pêche, centre national pédagogique agricole (C.N.P.A.), Algérie, (50p).
92. Chemineau P., Malpaux B., Guérin Y., Ravault J.P., Thimonier J. et Pelletier P. (1992). Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 30: 157-184.
93. Chilliard Y. and Bocquier F. (2000). Direct effects of photoperiod on lipid metabolism, leptin synthesis and milk secretion in adult sheep. *Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth, and reproduction.* CABI Publishing, New York, pp: 205-223.
94. Cincovic M.R., Belic B., Toholj B., Potkonjak A., Stevancevic M., Lako B. and Radovic I. (2013). Metabolic acclimation to heat stress in farm housed holstein cows with different body condition scores. *Afr. J. Biotechnol.*, 10(50): 10293- 10303.
95. Cinq-Mars D. (2008). Nutrition et alimentation des ovins. Université Laval, (pp17) (165p).
96. Clark A.M. and Griswold, M.D. (1997). Expression of clusterin/sulfate glycoprotein-2 under conditions of heat stress in rat Sertoli cells and amouse Sertoli cell line. *J. Androl.*, 18, 257–263.

97. Claus R. and Weiler U. (1985). Influence of light and photoperiodicity on pig prolificacy. *J. Reprod. Fertil.*, 33:185-197.
98. Cloete S.W.P., Muller C.J.C. and Durand A. (2000). The effects of shade and shearing date on the production of Merino sheep in the Swartland region of South Africa. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 30 :164-71.
99. Coe P.H. (1999). Associations among age, scrotal circumference and proportion of morphologically normal spermatozoa in young beef bulls during an initial breeding soundness examination. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 214, 1664-1667.
100. Coelho L.A., Rodrigues P.A., Nonaka K.O., Sasa A., Balieiro J.C.C., Vicente W.R.R. and Cipolla-Neto J. (2006). Annual pattern of plasma melatonin and progesterone concentrations in hair and wool ewe lambs kept under natural photoperiod at lower latitudes in the southern hemisphere. *J. Pineal Res.*, 41, 101– 107.
101. Constable P.D., Hinchcliff K. W., Done S. H. and Grünberg W. (2017). *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats*, 11th edition. Elsevier, Illinois. Volume II. (1222p).
102. Colas G. (1980). Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France. I- Etude de la morphologie cellulaire et de la motilité (*). *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 20 (6) : 1789-1799.
103. Colas G. et Guérin Y. (1981). Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France. II. Fécondance : relation avec les critères qualitatifs observés in vitro. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 21 (3): 399-407.
104. Colas G., Guerin Y., Clanet V. and Solari A. (1985). Influence of the photoperiod on the production and fecundity of spermatozoa in the adult Ile-de-France ram, *Reprod. Nutr. Dev.*, 25 : 101-111. 1.
105. Colenbrander B., Gadella B.M. and Stout T.A. (2003). The predictive value of semen analysis in the evaluation of stallion fertility. *Reprod. Domest. Anim.*; 38: 305-311.
106. Coles E H. (1986). *Veterinary Clinical Pathology* 4th ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia., 17-19.
107. Coppo J.A., Mussart N.B. and Fioranelli S.A. (2002). Physiological variation of enzymatic activities in blood of bull frog, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802). *Rev. Vet.* ; 216: 2001-2002.
108. Córdova-Izquierdo A., Villa-Mancera A.I., Olivares P.J. and Sánchez-Aparicio P. (2014). Environmental Stress Effect on Animal Reproduction *Open J. Anim. Sci.*, 4, 79-84.
109. Cortada C.N.M., Lucci C. De Sousa, Gonzalez R.A.F. and Valentin R., de Mattos C.B.

- (2000) Plasma urea levels on reproductive parameters of wool-less rams (*Ovis aries*, LINNAEUS,1758). *Braz. J. Vet. Res.Anim.Sci.*, 37:(6). <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-95962000000600007>.
- 110.**Corteel J.M. (1980). Effects of blood serum on the survival and fertility of spermatozoa kept in vitro. *Reprod. Nutr. Dev.* 20:1111–1123.
- 111.**Coulter G.H. (1997). “Bull Fertility : BSE, Abnormalities, Etc.” In Proceedings, The Range Beef Cow Symposium XV December 9, 10 and 11, 1997, Rapid City, South Dakota Bull.
- 112.**Courot M. and Ortavant R. (1981). Endocrine control of spermatogenesis in the ram, *J. Reprod. Fert.*, 30 : 47-60.
- 113.**Courtens J.L., Alencar A., Gatti J.L., Dacheux F., Dacheux J.L. et Guérin Y. (1998). Facteurs influants sur la fertilité des mammifères domestiques mâles. *Renc.Rech.Ruminants*, (5) 31-35 p.
- 114.**Cox J.F., Alfaro V., Montenegro V. and Rodri’guez-Martí’nez H. (2006). Computer-assisted analysis of sperm motion in goats and its relationship with sperm migration in cervical mucus. *Theriogenology*, 66: 860–867.
- 115.**CRSTRA (Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides, Omar El Barnaoui, Station Expérimentale des bioressources- El Outaya) (2015). Guide de caractérisation phénotypique des races ovines de l’Algérie, (56p).
- 116.**Curtis S.E. (1983). *Environmental Management in Animal Agriculture*. Iowa State University Press, Ames, USA. (409p).
- 117.**Dadoune J.p. et Demoulin A. (2001). Structure et fonctions du testicule. *Reproduction chez les mammifères et l’homme INRA.*, (257-285) (928p).
- 118.**Dana N., Tegegneb A. and Shenkorua T. (2000). Feed intake, sperm output and seminal characteristics of Ethiopian highland sheep supplemented with different levels of leucaena (*Leucaena leucocephala*) leaf hay. *Anim. Feed. Sci.Technol.*, 86: 239–249.
- 119.**Darbeïda H. and Brudieu R. (1980). Seasonal variations in plasma testosterone and dihydro – testosterone levels and in metabolic clearance rate of testosterone in rams in Algeria. *J.Reprod.Fertil.*, 59 : 229-235.
- 120.**Das K., Singh J., Singh G. and Nayan V. (2013) Effect of heat stress alleviation on plasma protein, metabolites and lipid profile in lactating Nili-Ravi buffaloes under tropical climate. *Indian J. Anim. Sci.*, 83(5): 86-89.
- 121.**Dedieu B., Cournu E. et Gibon A. (1989). Notation de l’état corporel et système d’élevage ovin, Diagnostic et conseils pour l’alimentation des troupeaux en Gévennes. *INRA Prod.*

- Anim., 2(2): 79-88.
- 122.**Deldar T.H., Zare S.A., Moradi S.M. and Shakeri M. (2007). Monthly variation of plasma concentration of testosterone and thyroid hormones and reproductive characteristics in three breeds of Iranian fat-tailed rams throughout one year. *Pakistan J.Bio.Sci.*, 10, 3420-3424.
- 123.**Devendra C. (1987). Goats. In: Johnson HP, editor. *Bioclimatology and the adaptation of livestock*. Holland: Elsevier, (157) : 16–77.
- 124.**Dias I.R., Viegas C.A., Silva A.M., Periera H.F, Sousa C.P., Carvalho P.P, Cabrita A.S., Fontes P.J., Silva S.R. and Azevedo J.M.T. (2010). Haematological and biochemical parameters in Churra-da-Terra-Quente ewes from the northeast of Portugal. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 62 (2) : 265-272.
- 125.**Dimauro C., Bonelli p., Nicolussi p., Rassu S.P., Cappio-Borlino A. and Pulina g. (2008). Estimating clinical chemistry reference values based on an existing data set of unselected animals. *The Vet. J.*, 178: 278-281.
- 126.**D’Occhio M.J. and Brooks D.E. (1983). Seasonal changes in plasma testosterone concentration and mating activity in Border Leicester, Poll Dorset, Romney and Suffolk rams. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 23 : 248–253.
- 127.**D’occhio M.J., Schanbacher B.D. and Kinder J.E. (1984). Profiles of LH, FSH, Testosterone and PRL in rams of divers breeds: effects of contrasting short (8L: 16D) and (16l: 8d) photoperiods. *Biol. Reeprod.*, 30: 1039- 1054.
- 128.**Dorostghoal M., Erfani Majd N. and Goorani Nejad S. (2009). Stereological study of Arabian rams testis during different seasons. *Iranian Journal of Veterinary Research*, Shiraz University, 10(4), (29):360-365.
- 129.**Drogoul C. et Gadoud R (2004). *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage*, Volume 1. Front Cover ·Educagri Editions, (270 p).
- 130.**Dufour J.J., Fahmy M.H. and Minvielle F. (1984). Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in ram with long or short breeding season. *J. Anim. Sci.* 58,416-422.
- 131.**Dugal L.P. et Dunnigan J. (1982). Les poids de l'électro-éjaculat chez le cobaye soumis à exposition chronique au froid - Canadian, *J. Biochem. & physiol.*, 40(407): 620.
- 132.**Duncan J.R, Prasse K.W., and Mahaffey E.A. (1994). *Veterinary laboratory medicine: clinical pathology*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, (300 pp).
- 133.**Dutta J.C., Baruah R.N., Dutta L. and Talukar S.C. (1988). Blood biochemical studies in anoestrus and normal cyclic cattle. *Indian Vet. J.*, 65: 239–41.

134. Dyrmondsson O.R. and Lees J.L. (1972). Puberal development of Clun Forest ram lambs in relation to time of birth. *J. Agric. Sci.*, 79: 83-89.
135. Dyrmondsson O.R. (1973). Puberty and early reproductive performance in sheep II Ram lambs. *Anim Breed Abstr.* 41: 419-430.
136. Educagri (2013) reproduction des animaux d'élevage, (334p).
137. El-ghobashy A.A. and West C.R. (2003). The human sperm head: a key for successful fertilization. *J. Androl.*, 24: 232-238.
138. El-Masery K.A. and Marai I.F.M. (1991). Comparison between Friesians and water buffaloes in growth rate, milk production and some blood constituents, during winter and summer conditions of Egypt. *Anim Prod*, 53: 39-43.
139. Elmaz O., Cirit U. and Demir H. (2007). Relationship of testicular development with age, body weight, semen characteristics and testosterone in Kivircik ram lambs. *S. Afr. J. Anim. Sci.*; 37: 269-274.
140. Elmaz O., Cirit U., Keser O., Gurbulak K., Guvenc K. and Kutay C. (2007). Effect of two dietary protein levels on testosterone, testicular parameters and semen quality in ram lambs during pubertal development. *Med. Vet.*, 63 (10): 1177-1180.
141. El-Nouty F.D. and Hassan G.A. (1983). Thyroid hormone status and water metabolism in Herford cows exposed to high ambient temperature and water deprivation. *Ind. J. Anim. Sci.*, 53 :807-812.
142. Etim N.N.A. (2015). Physiological relationship Between Scrotal Morphometric Characteristics and Reproductive Efficiencies of Rams. *American Journal of Agricultural Science*, 2(4): 150-154.
143. Fadare A.O., Peters S.O., Yakubu A., Sonibare A. O., Adeleke M.A., Ozoje M.O. and Imumorin I. G. (2012). Physiological and haematological indices suggest superior heat tolerance of white-coloured West African Dwarf sheep in the hot humid tropics *Trop Anim Health Prod*, 03-10. DOI 10.1007/s11250-012-0187-0
144. Farrell P.B., Presicce G.A., Brockett C.C. and Foote R.H. 1998. Quantification of bull sperm characteristics measured by computer-assisted sperm analysis (CASA) and the relationship to fertility. *Theriogenology*, 49: 871-879.
145. Farooq R., Ullah S. L. and Ishaq H. (2013). Relation of Serum Leptin with sex Hormones of obese Infertile Men and Women. *J. App. Pharma. Sci.*, 3(01):060-065.
146. Fernandez-Abella D., Villegas N., Echeverria D. and Robaina J. (1993). Evaluación de las variaciones estacionales en la producción espermática de cuatro razas ovinas, *Bol. Tec. Cienc. Biol.* 3 23-34.
147. Fernandez-Abella D., Becu-Villalobos D., Lacau-Mengido I.M., Villegas N. and

- Bentancur O. (1999). Sperm production, testicular size, serum gonadotropins and testosterone levels in Merino and Corriedale breeds. *Reprod.Nutr. Dev.*, 39 :617- 624.
- 148.** Fernandez M., Giralde F.J., Frutos P., Lavin P. and Mantecon A.R. (2004). Effect of undegradable protein supply on testicular size, spermiogram parameters and sexual behavior of mature Assaf rams. In: *Theriogenology*, 62 : 299-310.
- 149.** Fernandez-Fernandez R., Martini A.C., Navarro V.M., Castellano J.M., Dieguez C., Aguilar E., Pinilla L. and Tena-Sempere M. (2006). Novel signals for the integration of energy balance and reproduction. *Mol.Cell. Endocrinol.*, 25, 254–255 : (127–132).
- 150.** Field A.H.O.L , Russel W.C, Riley M.L, Murdock W.J, Van Kirk E.A, Ercanbrack S.K. and Williams F.L. (1989). Influence of age and testosterone levels on masculine development in rams. *J. Anim. Sci.*, 67: 2943-2949.
- 151.** Filinska-Bojanowska A., Komosa M. and Gill J. (1991). Influence of pregnancy on diurnal and seasonal changes in cortisol, triiodothyronine and thyroxine levels in the mare blood serum. *Comparative Biochemistry Physiology*, 98: 23-30.
- 152.** Finch V.A., Bennett I.L. and Holmes C.R. (1984). Coat colour in cattle: effect on thermal balance, behavior and growth, and relationship with coat type, *J. Agri. Sci.* 102, 141–147.
- 153.** Forcada F. and Abecia J.A. (2006). The effect of nutrition on the seasonality of reproduction in ewes. *Reprod. Nutri. Develop.*, 46: 355-365.
- 154.** Fourie P.J, Schwalbach L.M., Naser F.W.C. and Greyling J.P.C. (2005). Relationship between body measurements and serum testosterone levels of Dorper rams. *Small Rum. Res.*, 56: 75-80.
- 155.** Frisch R. and Revelle, R. (1970). Height and weight at menarche: a hypothesis of critical body weights and adolescent events. *Sci.*, 169, 397– 399.
- 156.** Frisch R. and McArthur J. (1974). Menstrual cycles: fatness as a determinant of minimum weight for height necessary for their maintenance or onset. *Science*, 169: 397–399.
- 157.** Fuentes V., Sánchez V., González H., Fuentes P., García A. and Rosiles R. (1977). La función endócrina del testículo en el carnero criollo mexicano durante las diferentes épocas del año y su control opioidérgico durante el anestro. *J. Vet. Med.*, 44: 259-263.
- 158.** Galil K.A.A. and Galil A.K.A. (1982). Seasonal variation in some semen characteristics of ejaculated spermatozoa of Sudan desert sheep in the tropics. *J. Agric. Sci. Camb.* 99(1):39-43.
- 159.** Galmessa U., Terefe F., Abegaz S., Daguna G. and Gizaw S. (2000). Determination of

- the minimum body weight and its feeding requirement for early breeding in Horro ewe lambs. Proc. 8th Annual Conf. Eur. Soc. Anim. Prod.
- 160.** Gastel T., Bielli A., Perez R., Lopez A., Castrillejo A., Tagle R., Franco J., Laborde D., Forsberg M. and Rodriguez-Martinez H. (1995). Seasonal variations in testicular morphology in Uruguayan Corriedale rams Anim. Reprod. Sci., 40: 59-75.
- 161.** Gattani A. and Sareen M. (2011). Influence of age and season on thyroid activity and blood biochemical profile in Magra rams under arid tropical environment. Indian J. Small Rum., 17(2): 237-239.
- 162.** Gameda A. E. and Workalemahu K. (2017). Body Weight and Scrotal-Testicular Biometry in Three Indigenous Breeds of Bucks in Arid and Semiarid Agro ecologies, Ethiopia. Hindawi; J.Vet.Med. ID 5276106, (9 p). <https://doi.org/10.1155/2017/5276106>
- 163.** Gergátz E. (2007). Artificial insemination of sheep. In: Pécsi T (ed) Artificial insemination of domestic mammals. Mezogazda Press, Budapest, Hungary, 335- 367.
- 164.** Ghorbankhani F., Sourì M., Moeinin M.M. and Mirmahmoudi R. (2015). Effect of nutritional state on semen characteristics, testicular size and serum testosterone concentration in Sinjabi ram lambs during the natural breeding season. Anim.Reprod. Sci., 153 : 22-28.
- 165.** Ghozlane F., Ziki B. et Yakhlef H. (2005). Variations saisonnières des caractères quantitatifs du sperme de bélier de race Ouled Djellel. Renc.Rech.Ruminants., 12 : 380.
- 166.** Gill R.S. and Negi S.S. (1971). Requirements of maintenance digestible crude protein for adult sheep. Ind. J. Anim. Sci., 41(10): 980-988.
- 167.** Glover T.D., D'Occhio M.J. and Millar R.P. (1990). Male life cycle and seasonality. In: Marshall's Physiology of Reproduction. Vol II. Reproduction in the Male. Lamming, G.E. (Ed.), 4th Ed. Churchill Livingstone, London. P.213-378.
- 168.** Godden P.M.M. and Weekes T.E.C. (1981). Insulin, prolactin and thyroxine responses to feeding and arginine and insulin injections during growth in lambs. J. Agric. Sci., 96: 353-360.
- 169.** Golmahi A., Haghigian-Roodsary M., Gholaminia A.H. and Hill J. (2006). The replacement of maize silage by urea- treated whole-crop barley in the diets of Iranian native sheep. Small Rum. Res. 64(1-2), 67-76.
- 170.** Gomes W.R., Butler W.R. and Johnson A.D. (1971). Effect of elevated ambient temperature on testis and blood levels and in vitro biosynthesis of testosterone in the ram. J Anim Sci., 33:804-7.
- 171.** Gómez-Brunet A., Santiago-Moreno J., del Campo A., Malpaux B., Chemineau P.,

- Tortonese D.J., Gonzalez-Bulnes A. and López-Sebastián A. (2008). Endogenous circannual cycles of ovarian activity and changes in prolactin and melatonin secretion in wild and domestic female sheep maintained under a long day photoperiod. *Biol. Reprod.*, 78: 552-562.
- 172.** Gordon J.G. (1964). Effect of time of year on the roughage intake of housed sheep. *Nature*, 204: 798--799.
- 173.** Grace N.D. and Knowles S.O. (2012). Trace Element Supplementation of Livestock in New Zealand: Meeting the Challenges of Free-Range Grazing Systems *Veterinary Medicine International*, ID 639472, (8 p).
- 174.** Graham N.M.C and Searle T.W. (1966). Some effects of nutrition and heat stress on urea excretion by pregnant sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, 17(3): 347-353.
- 175.** Greyling J.P.C, Kotze W.F., Taylor G.J. and Hagendijk W.J. (1993). Effect of an anabolic steroid on body measurements in ram lambs. *Small. Rum. Res.*, 11: 351- 357.
- 176.** Gredaal (2008). Les ressources génétiques, les espèces ovines et caprines d'Algérie. www.Gredaal.com.
- 177.** Guan Y., Malecki I.A., Hawken P.A., Linden M.D. and Martin G.B. (2014). Under-nutrition reduces spermatogenic efficiency and sperm velocity, and increases sperm DNA damage in sexually mature male sheep *Anim. Reprod. Sci.*, 149 (3- 4):163-72.
- 178.** Gündogan M., Yeni D., Uçar M. and Özenç E. (2004). Relationship between some reproductive parameters and biochemical properties of blood serum in rams. *Archives of Andrology*, 50:387–390.
- 179.** Gündogan M. and Serteser M. (2005). Some reproductive parameters and biochemical properties in Akkaraman and Awassi rams. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.*, 29: 595-599.
- 180.** Gündogan M. (2007). Seasonal variation in serum testosterone, T3 and andrological parameters of two Turkish sheep breeds. *Small Rumin. Res.*, 67:312-316.
- 181.** Gupta S.C., Siddique H.R., Saxena D.K. and Chowdhuri D.K. (2005). Hazardous effect of organophosphate compound, dichlorvos in transgenic *Drosophila melanogaster* (hsp70-lacZ): induction of hsp70, anti-oxidant enzymes and inhibition of acetylcholinesterase. *Bioch. Bioph. Acta.*, 1725(1): 81-92.
- 182.** Gürgöze S. Y., Zonturlu, A. K., Özyurtlu, N. and Icen, H. (2009). Investigation of some biochemical parameters and mineral substance during pregnancy and postpartum period in Awassi ewes. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 15 :(6), 957-963.
- 183.** Griswold MD and McLean D (2006) La cellule de Sertoli. Dans Neill JD, ed. *Physiologie de la reproduction de Knobil et Neill*. 3ème éd. New York, Academic

Press, 949–975

- 184.**Habeeb A.A., El-Masry K.A., Aboul-Naga A.I. and Kamal T.H. (1996). The effect of hot summer and level of milk yield on blood biochemistry and circulating thyroid and progesterone hormones in Friesian cows. *Arab J. Nucl. Sci. Appl.*, 29: 161-173.
- 185.**Hafez E.S.E. (2000). *Reproduction in farm animals*. 7th Ed, Lea and Febiger, Philadelphia, USA: 160-270.
- 186.**Hamidi A., Mamouei M., Mirzadeh K.H., Tabatabaei S. and Roshanfekar H. (2010). Seasonal changes of blood GH concentration and its association with reproductive parameters in Arabian breed ram. *Proc 4th Iranian Cong Anim Sci*, Tehran, September 20-21: (426pp).
- 187.**Hamidi A., Mamoei M., Mirzadeh K.h., Tabatabaei S. and Roshanfekar H. (2012). Seasonal Variations in Semen Characteristics in Arabic Rams. *Pak. Vet. J.*, 32(1): 41-44.
- 188.**Hansen P.J. (2009). Effects of heat stress on mammalian reproduction –Review. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 364: 3341–3350. doi:10.1098/rstb.2009.0131.
- 189.**Harkat S., Laoun S.A., Benali R., Outayeb D., Ferrouk M., Maftah A., DaSilva A. and Lafri M. (2015). Phenotypic characterization of the major sheep breed in Algeria. *Rev. Méd. Vét.*, 166(5-6): 138-147
- 190.**Hassanin S.H., Hussein A.F., Khattab YA and Abdalla M.A 2013 Reproductive performance of ram under arid conditions. *Life sci. J.*, 10:(4).<http://www.lifesciencesite.com>.
- 191.**Hastings MH., Herbert J., Martensz D. and Roberts A.C. (2006). Animal reproductive rhythms in mammals: Mechanics of light. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 453(1): 182-204.
- 192.**Haye A, M’betiegue C., Nazaire L.G. and Tanon B.n. (2004). Evaluation de la qualité du sperme du bélier de race Djallonke en région de savane humide de Côte d’Ivoire. *Agronomie Africaine*, 16 (3) : 37-46.
- 193.**Helal, A., Hashem, A. L. S., Abdel-Fattah, M. S. and El-Shaer, H. M. (2010). Effects of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goat in Sinai Egypt. *American Euresian J. of Agri. and Environ. Sci.*, 7(1): 60-69.
- 194.**Hochereau-de Reviers M.T., Monet-Kuntz C. and Courot M.J. (1987) Spermatogenesis and sertoli cell numbers and function in rams and bulls. *Reprod. Fert. Suppl.*, 34: 101-114.
- 195.**Holstein T.W, Hobmayer E. and Technau U. (2003). Cnidariens: an evolutionary conserved model system for regeneration. *226(2):257-267*.
- 196.**Horváth M. (1983) Andrology of rams. In: Becze J (ed) *Reproduction of male animals*.

- Mezogazdasági Press, Budapest, Hungary, 192-193.
- 197.** Hotzel M.J., Markey C.M., Walkden-Brown S.W., Blakberry M.A. and Martin G.B. (1998). Morphometric and endocrine analyses of the effects of nutrition on the testis of mature Merino rams. *J. Reprod. Fertil.*, 113: 217-230.
- 198.** Houmani M. et Jean-Louis Tisserand J.L. (1999) : Complémentation d'une paille de blé avec des blocs multinationnels : effets sur la digestibilité de la paille et intérêt pour des brebis taries et des agneaux en croissance. *Ann. Zootechnie*, 48 : 199- 209.
- 199.** Howles C.M., Webster G.M. and Haynes N.B. (1980). The effect of rearing under a long or short photoperiod on testis growth, plasma testosterone and prolactin concentrations, and the development of sexual behaviour in rams, *J. Reprod. Fert.* 60: 437-447.
- 200.** Huang, S. Y., Kuo Y. H., Lee Y. P., Tsou H.L., Lin E.C. and Lee W.C. (2000). Association of heat shock protein 70 with semen quality in boars. *Anim. Reprod.Sci.* 63:231-240.
- 201.** Hulet C.V., Foote W.C. and Blackwell R.L. (1964). Effects of natural and electrical ejaculation on predicting fertility in the ram. *J. Anim. Sci.*, 23:418–24.
- 202.** Hussain O.S., AL Badry K., Zalzal J.S. and Zakri A.M.M. (2017). Activity of transaminase enzyme and testosterone hormone in blood of Awassi rams during different season. *Asian Pacific J.Reprod.* ; 6(5): 217-220.
- 203.** Ibrahim S.A. (1997). Seasonal variations in semen quality of local and cross bred rams raised in the United Arab Emirates. *Anim. Reprod. Sci.* 49, 161-167.
- 204.** Issa M., Yenikoye A., Marichatou H. et Banoïn M. (2001). Spermogramme de béliers Peuls bicolores et Touaregs : influence du type génétique et de la saison. *Revue Elev.Med.Vet. Pays Trop.*, 54 (3-4): 269-275.
- 205.** INFO élevages bulletin trimestriel n 02 Mars (2012) (04p).
- 206.** Ingrid D. (2008) Analyse génétique et modélisation de la production de semence et de la réussite de l'insémination artificielle en ovin. Thèse pour obtenir le grade de Docteur D'Agronomie Paris Tech (209 p).
- 207.** INRA (1978). Alimentation des ruminants. Ed. INRA Publications, Versailles. (621p).
- 208.** INRA (2007). Alimentation des bovins, ovins et caprins- Besoins des animaux- Valeurs des aliments- Tables INRA, 2007. Editions Quæ. Versailles.(128p).
- 209.** ITEB-INRAP (1984). Alimentation des bovins. Ed. ITEB-Paris (447p).
- 210.** Ivanov M.F. (ed) (1951). Sheep breeding. Mezogazdasági in press. Budapest, Hungary. 337-367.
- 211.** Jainudeen M.R., Wahid H., and Hafez E.S.E. (2000). Sheep and Goats. In: Reproduction in farm animals, 7th Edition. Edited by Hafez and Hafez. 172-181.

- 212.**Januskauskas A., Johannisson A., Söderquist L. and Rodriguez-Martinez H. (2000). Assessment of sperm characteristics post-thaw and response to calcium ionophore in relation to fertility in Swedish dairy AI bulls. *Theriogenology*; 53: 859-875.
- 213.**Jiménez-Rabadána P., Ramóna M., García-Álvarez O., Maroto-Morales A., del Olmo E., Pérez Guzmána M.D., Bisbal A., Fernández-Santos M.R., Garde J.J. and Soler A.J. (2012). Effect of semen collection method (artificial vagina vs. electroejaculation), extender and centrifugation on post-thaw sperm quality of Blanca-Celtibérica buck ejaculates. *Anim Reprod Sci.*, 132 :(1-2) :88-95.
- 214.**Jolanta B., Zawilska I., Debra J.S. and Arendt J. (2009). Physiology and pharmacology of melatonin in relation to biological rhythms *Pharmacological Reports*, 61:383-410.
- 215.**Kalkhoff R.K., Ksebah A.H. and Kim H.J. (1978). Carbohydrate and lipid metabolism during normal pregnancy, relationship to gestational hormone action. *Semin perinatal*, 2: 291-307.
- 216.**Kafi M., Safdarian M. and Hashemi M. (2004). Seasonal variation in semen characteristics, scrotal circumference and libido of Persian Karakul rams. *Small Rum. Res.*, 53:133-139.
- 217.**Kah, O., Lethimonier, C. and Lareyre, J. J., 2004. Gonadotrophin-releasing hormone (GnRH) in the animal kingdom. *J.Soc. Biol.*, 198 : 53-60.
- 218.**Kahal A. (2010). Effet de l'alimentation sur la fonction sexuelle au cours de l'installation de la puberté chez les agneaux de race Ouled Djellel. Thèse de Magistère en science de la nature, (112 p).
- 219.**Kaneko J.J. (1989). *Clinical biochemistry of domestic animals*. 4th ed. San Diego: Academic Press; (832p).
- 220.**Kaneko J.J., Harvey J.W. and Bruss M.L. (1997). *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5 th edition. Academic press, 3557-3561.
- 221.**Kaneko J.J., Harvey J.W. and Brus M.L. (2008). *Clinical biochemistry indomestic animals*. 6th Ed. Elsevier Inc., (904p).
- 222.**Kaneko I.J. (2008). Carbohydrate metabolism and its diseases. In: *Clinical biochemistry in domestic animals*. 6th Ed. by Kaneko J.J., Harvey J.W. and Brus M.L., Elsevier Inc., (45-80pp) (904p).
- 223.**Kanoun A., Kanoun M., Yakhlef H. and Cherfaoui M.A. (2007). Pastoralisme en Algérie : Systèmes d'élevage et stratégies d'adaptation des éleveurs ovins *Renc. Rec. Ruminants*, 14 : 181-184.
- 224.**Karagiannidis A., Varsakeli S., Alexopoulos C. and Amarantidid I. (2000). Seasonal

- variation in semen characteristics of Chios and Friesian rams in Greece. *Small Rumin. Res.*, 37 : 125–130.
225. Karaca S., Erdogan S. and Yilmaz A. (2015). The Relationship Between Sexual Behaviors and Serum Testosterone Concentrations in Norduz Rams. *Hayvansal Üretim*: 56(2): 8-13.
226. Karsch, F. J., Legan, S. J., Ryan, K. D., Foster, D. L., 1980. Importance of estradiol and progesterone in regulating LH secretion and estrous behavior during the sheep estrous cycle. *Biol Reprod.* 23, 404-13.
227. Kataria A.K., Kataria N., Bhatia J.S. and Ghosal A.K. (1993) Blood metabolic profile of Marawi goats in relation to seasons. *Ind. Vet. J.*, 70 :761-762.
228. Kataria A., Kataria A., Joshi A. and Kataria N. (2015). Metabolic responses of dogs during extreme hot and cold ambiances *European Journal of environmental Ecology*; 2(1):53-56.p 53.
229. Kaushik.H.K. and Bugalia N.S. (1999). Pl asma total protein, cholesterol, minerals and transaminases during pregnancy in goats. *Ind. Vet. J.*, 76: 603606.
230. Kaya A., Yildiz C., Lehimcioglu N.C., Ergin A. and Aksoy M. (1999). Seasonal variation in sperm quality, testicular size and plasma testosterone concentrations in Konya Merino rams. *J. Cent. Anim. Res. Int.* (9):15.
231. Kelso K.A. and Redpath A. (1997). Lipid and antioxidant changes in spermatozoa and bloodserum throughout the reproductive period of bulls. *J.Reprod.Fert.* 109:1–6.
232. Kennedy G.C., Mitra, J. (1963). Body weight and food intake as initiating factors for puberty in the rat. *J. Physiol.*, 166, 408–418.
233. Keser, O, and T Bilal. (2008). Effect of different dietary crude protein levels on performance, N digestibility and some blood parameters in kivircik lambs. *Acta Veterinaria*, 58:87-498.
234. Kessler T.D. (2001). Perspectives d'utilisation des administrations chroniques d'agonistes et d'antagonistes de la GnRH en médecine vétérinaire. Thèse pour le doctorat vétérinaire (Ecole nationale vétérinaire d'Alfort), (211p).
235. Keskin E. and Keçeci T. (2001). Blood serum thyroid hormone levels and rumen protozoa in Merino rams at different environmental temperatures. *Tr. J. Vet. Sci.* (17):115-118.
236. Kheradmand A., Babaei H. and Ali Batavani R. (2006). Effect of improved diet on semen quality and scrotal circumference in the ram. *Veterinarski Arhiv*, 76 (4) : 333-341.
237. Kiran S., Bhutta A.M., Khan B.A., Durrani S., Ali M. and Iqbal F. (2012). Effect of age and gender on some blood biochemical parameters of apparently healthy Small

- Ruminants from Southern Punjab in Pakistan. *Asian Pacific J.Trop. Biomed.*, 304- 306.
238. Kishk W.H. (2008). Interrelationship between ram plasma testosterone level and some semen characteristics. *Slovak J.Anim.Sci.*, 41 (2): 67-71.
239. Kock M.D., Jessup D.A., Clark R.K. and Franti C.E. (1987a). Effects of capture on biological parameters in free-ranging bighorn sheep (*Ovis canadensis*): Evaluation of drop-net, drive-net, chemical immobilization and the net-gun. *Journal of Wildlife Diseases*, 23:641–651.
240. Kohn R.A., Dinneen M.M. and Russek-Cohent E. (2005). Using Blood Urea Nitrogen to Predict Nitrogen Excretion and Efficiency of Nitrogen Utilization in Cattle, Sheep, Goats, Horses, Pigs and Rats. *J. Anim. Sci.*, 83: 879- 889.
241. Kolb E. (1984). *Fasiologia veterinaria*. 4th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
242. Koubkova M., Knizkova I., Kunc P., Hartlova H., Flusser J. and Dolezal O. (2002) Influence of high environmental temperatures and evaporative cooling on some physiological, haematological and biochemical parameters in high-yielding dairy cows. *Czech J. Anim. Sci.*, 47: 309-318.
243. Kour S., Devi J., Kour K, Chakraborty D., Ganai A. W., Zargar R. and Khajuria P. (2017). Effect of Extreme Seasons on Some Blood Biochemical Parameters in Beetal and Toggenberg Goats of Jammu Region. *J. Anim. Res.*, 7(4): 779-784.
244. Krajnicakova M., Bekeova E., Maracek, I. and Chovschy H. (1997). Dynamic change in hematological parameters in the blood of the sheep during oestrus synchronization and in the subsequent early pregnancy. *Vet Med.*, 40: 177-80.
245. Kridli T.R., Abdullah Y.A., Shaker M.M. and Al-Momani Q.A. (2006). Age at puberty and some biological parameters of Awassi and its first crosses with Charollais and Romanov rams. *Ital J Anim Sci.*, 5: 193–202.
246. Kridli R.T., Abdullah A.Y., Obeidat B.S., Qudsieh R.I., Titi H.H. and Awawdeh M.S. (2007). Seasonal variation in sexual performance of Awassi rams. *Anim. Reprod.* 4 (12): 38-41.
247. Laabassi F. (2006). L'influence de l'âge, de la saison et de la race du cheval de course sur certains paramètres sanguins. Thèse de Magistère Batna. (81p).
248. Labouche C. (1970). Elimination rénale de l'urée chez les bovins domestiques tropicaux I. relations entre l'urémie et l'élimination rénale de l'urée. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 10(I) :143-150.
249. Lahlou-Kassi A., Anouassi A. et Sghiri M. (1989). Nutrition et reproduction chez le dromadaire. *Cahiers Option méditerranéennes série A*, 141-149.
250. Langford G.A., Shrestha J.N.B., Sanford L.M. and Marcus G.J. (1998). Reproductive

- hormone levels of early postpubertal ram lambs in relation to breed, adult testis size and semen quality. *Small Rum. Res.*, 29: 225-231.
- 251.**Lassoued N., Ben Salem H., Mleil S., Rekik M. and Werghi A. (2013). Effect of alternate supplementary feeding on semen and sexual behavior traits of Barbarine rams. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*, 107: 29- 34.
- 252.**Leatham J.H. (1975). Nutritional influences on testicular composition and function in mammals. *Handb Physiol.*, 5 : 225-232.
- 253.**Lewis D. (1957). Blood urea concentration in relation to protein utilization in the ruminant. *J. agric. Sci.*, 48 : 438-446.
- 254.**Lincoln, G.A. and Dadvinson, J., 1977. The relationship between sexual and aggressive behaviour and pituitary and testicular activity during the seasonal sexual cycle of rams and the influence of photoperiod. *J. Reprod. Fert.* 49, 267-276.
- 255.**Lincoln G.A., Lincoln C.E. and McNeilly A.S. (1990). Seasonal cycles in the blood plasma concentration of FSH inhibin and testosterone, and testicular size in rams of wild, feral and domesticated breeds of sheep, *J. Reprod. Fert.* 88 :623-633.
- 256.**Lindsay D.R., Pelletier J., Pisselet C. and Courot M. (1984). Changes in photoperiod and nutrition and their effect on testicular growth of rams. In: *J. Reprod. Fertil.*, 71 : 351-356.
- 257.**Litim M. and Bereksi Reguig K. (2015). Variations in semen characteristics rams of Ouled Djellel breed have received an important dietary supplement after regular and intensive collection. *Asian Pacific Journal of Reproduction*; 4(1): 13-16.
- 258.**Lostroh A.J. (1992). Parameters in the biology of spermatogenesis (326 p).
- 259.**Loubser P.G., Van Nieker C.H. and Botha L.J.J. (1983). Seasonal changes in sexual activity and semen quality in the Angora ram. 1. Libido and male hormone concentrations. *S.-Afr. Tydskr.Veek.*, 13 : 131- 133.
- 260.**Lue Y., Hikim A.P., Wang C., Im M., Leung A. and Swerdloff R.S. (2000). Testicular heat exposure enhances the suppression of spermatogenesis by testosterone in rats: the two-hit approach to male contraceptive development. *Endocrinology*, 141 : 1414–1424.
- 261.**Maak S., Melesse A., Schmidt R., Schneider F. and Lengerken G.V. (2003). Effect of long-term heat exposure on peripheral concentrations of heat shock protein 70 (HSP 70) and hormones in laying hens with different genotypes. *Br Poult Sci*; 44: 133-138.
- 262.**Magal E., Kaplanski J., Sod-Moriah U.A., Hirschmann N. and Nir I. (1981). Role of the pineal gland in male rats chronically exposed to increased temperature. *J. Neural Transm.*, 50 : 267–273. doi:10.1007/BF01249147.
- 263.**Mahouachi M., Chafri N., Ben Hamouda M., Rekik et Lassoued N. (2011). Effet de la nutrition sur les performances reproductive chez l'agneau et le belier. In: Khlij E. (ed.),

- Ben Hamouda M. (ed.), Gabiña D. (ed.). Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité. Zaragoza : CIHEAM / IRESA / OEP.Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; 97 : 117-121.
- 264.**Mann T. and Lutwac-Mann C. (1981). Male reproductive function and semen. Springer, Berlin, New York, 269-326.
- 265.**Mandiki S.N.M., Deriscke G., Bister J.L. and Paquay R. (1998a). Influence of season and age on sexual maturation parameters of Texel, Suffolk, and Ile-de- France rams. 1. Testicular size, semen quality and reproductive capacity. Small Rum. Res., 28: 67-79.
- 266.**Mandiki S.N.M., Derycke G., Bister J.L. and Paquay R. (1998b). Influence of season and age on sexual maturation parameters in Texel, Suffolk and Ile de France ram. 2. Circulating concentrations of follicle stimulating hormone, luteinizing hormone, prolactine and testosterone. Small Rum. Res., 1: 81–88.
- 267.**Mandal D.K., Tyagi S.K. and Mathur AK. (2005). Semen production performance of Sahiwal bulls. Indian J Anim Sci., 75 (1): 17-19.
- 268.**Mandal D.K., Kumar M. and Tyagi S. (2010). Effect of age on spermogram of Holstein Friesian X Sahiwal crossbred bulls. Anim.Reprod.Fertil., 4(4): 595–603.
- 269.**Makawi S.A., Els harif B.A. and Babiker E.A. (2007). Effect of season on freezability of semen from two breed types of desert sheep in the Sudan. J. Anim. Vet. Adv., 6: 846-849.
- 270.**Maksimovic N., Hristov S., Stankovic B., Petrovic M.P., Mekic C., Ruzic-Muslic D. and Cardo-Petrovic M. (2016). Investigation of serum testosterone level, scrotal circumference, body mass, semen characteristics, and their correlations in developing MIS lambs. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences.,40:53-59. doi:10.3906/vet-1505-61. <http://www.journals.tubitak.gov.tr/veterinary/Research Article>.
- 271.**Malejane C.M., Greyling, J.P.C. and Raito M.B. (2014). Seasonal variation in semen quality of Dorper rams using different collection techniques. S. Afr. J. Anim. Sci. 44(1) : 26-32.
- 272.**Malpaux B. (2006). Seasonal regulation of reproduction in mammals. In: Physiology of Reproduction, Knobil and Neills (Eds), 3rd edition, Elsevier, Amsterdam, 2231- 2281.
- 273.**Marai I.F.M., El-Darawany A.A., Ismail E-S.A.F. and Abdel-Hafez M.A.M. (2006) Tunica dartos index as a parameter for measurement of adaptability of rams to subtropical conditions of Egypt. Anim. Sci. J., 77:487–494
- 274.**Marai I.F.M., El-Darawany A.A., Fadiel A. and Abdel-Hafez M.A.M. (2008). Reproductive performance traits as affected by heat stress and its alleviation in sheep. Trop. Subtrop. Agroecosyst., 8:209–234.

- 275.**Marai I.F.M., El-Darawany A.A., Abou-Fandoud E.I. and Abdel-Hafez M.A.M. (2009). Reproductive and physiological traits of Egyptian Suffolk rams as affected by selenium dietary supplementation during the sub-tropical environment of Egypt. *Livestock Research for Rural Development*, 21: (10).
- 276.**Marai I.F.M. and Haebe A.A.M. (2010). Buffalo's biological functions as affected by heat stress – A review. *Livestock Sci.*, 127:89–109.
- 277.**Marco-Jiménez F., Puchades S., Gadea J., Vicente J. S. and Viudes De Castro M. P. (2005). Effect of semen collection method on pre- and post-thaw Guirra ram spermatozoa. *Theriogenology*, 64: 1756-1765.
- 278.**Martemucci A., Laera G., Bramante G., Iaffaldano N. and D'Alessandro A. (1996). Effects of the season on the freezability of Maltese goat semen in northern zone. In: *Proc. 13th Int. Cong. on Animal Reproduction*, Sydney, Australia, 2: 2-14.
- 279.**Martinez J.M., Dominguez B., Barrientos M., Canseco R., Ortega E. and Lamothe C. (2012). Biometry and testicular growth influenced by nutrition on prepubertal pelibuey lambs. *Online J. Anim. Feed. Res.*, 2(3): 314-321.
- 280.**Martin G.B., Ford J.R. and Purvis I.W. (1990). Environmental and genetic factors affecting reproductive activity in the Merino ram, in: Oldham C.M., Martin G.B., Purvis I.W. (Eds.), *Reproductive Physiology of Merino Sheep - Concepts and Consequences*, University of Western Australia, Perth, 111-129.
- 281.**Martin G.B., Tjondronegoro S. and Blackberry M.A. (1994a). Effects of nutrition on testicular size and the plasma concentrations of gonadotrophins, testosterone and inhibin in mature male sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*, 101 : 121- 128.
- 282.**Martin G.B. and Walkden-Brown S.W. (1995). Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 49 : 437–449.
- 283.**Martin G.B., Tjondronegoro S., Boukhliq R., Blackberry M.A., Briegel J.R., Blache D., Fisher J.A. and Adams N.R. (1999). Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male merino and Suffolk sheep: modification of endogenous rhythms by photoperiod. *Reprod. Fertil. Dev.*, 11: 355–366.
- 284.**Martin G.B., Milton J.T., Davidson R.H., Banchemo Hunzicker G.E., Lindsay D.R. and Blache D. (2004). Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.*, 82-83: 231-245.
- 285.**Martin G.B., De St Jorre T.J., Al Mohsen F.A. and Malecki I.A. (2012). Modification of spermatozoa quality in mature small ruminants. *Reprod. Fertil. Dev.*, 24, 13–18.
- 286.**Masters D.G. and Fels H.E. (1984). Seasonal changes in the testicular size of grazing

- rams, Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 15: 444-447.
- 287.**Mashaly M.M., Hendricks G.L., Kalama M.A., Gehad A.E., Abbas A.O. and Patterson P.H. (2004). Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. Poultr. Sci., 83: 889-894.
- 288.**Matthews N., Bester N. and Schwalbach L.M. J. (2003). A comparison of ram semen collected by artificial vagina and electroejaculation. SA-ANIM SCI, vol 4 :28-30.
- 289.**Maurya V.P., Sejian V. and Naqvi S.M.K. (2012). Influence of simulated body condition score on growthphysiological responses and blood metabolites of native Malpura ram. Indian J. Anim. Sci., 82: 1340-1343.
- 290.**Maurya V.P., Sejian V., Kumar D. and Naqvi S.M.K. (2015). Impact of heat stress, nutritional restriction and combinedstresses (heat and nutritional) on growth and reproductive performance of Malpura rams under semi-arid tropical environment. J. Anim. Physio. Anim. Nutri., 100: 238-246.doi: 10.1111/jpn.12443.
- 291.**Maurya V.P., Sejian V., Singh G., SamadH.A., Dimple V., Dangi S.S., Sarkar M., Kumar P. and Naqvi S.M.K. (2017). Significance of body condition scoring system to optimise sheep production (Chap: 19). In: Sheep production adapting to climate change. (Pp 389-411). DOI 10.1007/978-981-10-4714-5_19
- 292.**Mazur A., Ozgo M. and Rayssiguier Y. (2009). Altered plasma triglyceride-rich lipoproteines and triglycéride secretion in feed-restricted pregnant ewes. Veterinaria Medicina, 54 (9): 412-418.
- 293.**Meachem S.J., Ruwanpura S.M., Ziolkowski J., Ague J.M., Skinner M.K. and Loveland K.L. (2005). Developmentally distinct in vivo effects of FSH on proliferation and apoptosis during testis maturation. J. Endocrinol., 186 (3) : 429– 446.
- 294.**Mebirouk-Boudechiche L., Bouhedja N., Boudechiche L. et Miroud K. (2015) Essai d'une complémentation alimentaire au flushing et au steaming de brebis Ouled Djellal par la caroube. Arch. Zootec., 64 (248): 449-455.
- 295.**Meikle A., Kulcsar M., Chilliard Y., Febel H., Delavaud C., Cavestany D. and Chilibroste P. (2004). Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. Reproduction, 127: 727–737.
- 296.**Menassol J.B., Malpaux B. et Scaramuzzi R.J. (2011). Les facteurs photopériodique et nutritionnel interagissent sur les transitions saisonnières de reproduction chez les ovins. Renc. Rech. Ruminants, 18 : 81-84.
- 297.**Menassol J.B. (2013). Interactions entre facteurs photopériodique et nutritionnel sur les profils saisonniers de reproduction des ovins (Thèse Doctorat) UMR INRACNRS- Université de Tours, 81-288.

- 298.** Menchaca A., Pinczak A. and Queirolo D. (2005). Storage of ram semen at 5°C: effect of preservation period and timed artificial insemination on pregnancy rate in ewes. *Anim. Reprod.*, 2: 195-198.
- 299.** Mendis-Handagama S.C. and Ariyaratne H.S. (2001). Differentiation of the adult Leydig cell population in the postnatal testis. *Biol. Reprod.*, 65(3): 660–671.
- 300.** Menon A.G., Barkema H.W., Wilde R., Kastelic J.P. and Thundathil J.C. (2011). Associations between sperm abnormalities, breed, age and scrotal circumference in beef bulls. *Can. J. Vet. Res.*, 75: 241–247.
- 301.** Merck (2002). *Le Manuel vétérinaire Merck*, 2^{ème} édition d'APRES, (2246p).
- 302.** Meyer C. (2009). *La photopériode et la mélatonine chez les herbivores domestiques*. UR18 Systèmes d'élevage et produits animaux, Dep. Environnement et Société CIRAD. (22p).
- 303.** Meza-Herrera C.A., Bocanegra V.J.A., Banuelos R., Arechiga C.F., Rincon R.M., Ochoa-Cordero M.A., Juarez-Reyes A.S., Cerrillo-Soto M.A. and Salinas H. (2007). Circannual fluctuations in serum cortisol and Glucose concentrations and hair growth in goats. *J. Appl. Anim. Res.* 31: 79-82.
- 304.** Mia M.M., Khandoker M.A.M.Y., Husain S.S., Faruque D.R., Notter and Apu A.S. (2013). Genetic and phenotypic parameters for semen characteristics and their relationship with scrotal circumference in Black Bengal Bucks. *Iranian J. App. Anim. Sci.*, 3(4), 709-717.
- 305.** Mickelsen W.D., Paisley L.G. and Dahmen J.J. (1981). The effect of scrotal circumference, sperm motility and morphology in the ram on conception rates and lambing percentage in the ewe. *Theriogenology*, 16: 53-59.
- 306.** Mieusset R. and Bujan L. (1995). Testicular heating and its possible contributions to male infertility. *Int.J.Androl.* 18(4):169-84.
- 307.** Milczewski V., Chahad-Ehlers S., Spencoski M.K., Morais R.N. and Soccol V.T. (2015). Quantifying the effect of seasonality on testicular function of Suffolk ram in lower latitude. *Small Rum. Res.*, 124 : 68-75.
- 308.** Moghaddam G.H., Pourseif M.M. and Rafat S.A. (2012). Seasonal variation in semen quality and quantity traits of Iranian Crossbred rams. *Slovak J. Anim. Sci.* 45 (3): 67-75. ISSN 1337-9984.
- 309.** Moghaddam G., Pourseif M.M., Asadpour R., Rafat S.A. and Jafari-Jozani R. (2012). Relationship between levels of peripheral blood testosterone, sexual behavior, scrotal circumference and seminal parameters in crossbred rams. *Acta Scientiae Veterinariae*; 40(3):1049.

- 310.** Mohan D.V.G., Reddy H.K. and Murthy A.S. (1987). Protein requirements of crossbred lambs. *Ind. J. Anim. Sci.*, 57(10): 1121-1127.
- 311.** Mollereau H., Porcher C., Nicolas E. et Brion A. (1995). *Vade Mecum du vétérinaire formulaire. Vétérinaire et pharmacologie, de thérapeutique et d'hygiène.* Edition Vigot (1972p).
- 312.** Monget P., Froment P., Moreau C., Grimard B. et Dupont J. (2004). Les interactions métabolisme-reproduction chez les bovins Influence de la balance énergétique sur la fonction ovarienne. *Proceedings of the WBC Congress, Québec, Canada*, (08p).
- 313.** More T., Singh M. and Rai A.K. (1980). Observation on excretory pattern of sodium, potassium and water at different temperature. *Indian J. Anim. Sci.*, 50: 182-186.
- 314.** Mosaad G.M. and Derar D.R. (2009). Effect of dietary energy and phosphorus on nutrients digestibility, blood constituents, and ovarian structures in ewes. *Vet. World*, 2(12): 456-461.
- 315.** Mieusset R., Quintana Casares P., Sanchez Partida L.G., Sowerbutts S.F., Zupp J.L., and Setchell B. P. (1992). Effects of heating the testes and epididymides of rams by scrotal insulation on fertility and embryonic mortality in ewes inseminated with frozen semen. *J. Reprod. Fertil.*, 94 :37–343.
- 316.** Mieusset R. and Bujan L. (1995). Testicular heating and its possible contributions to male infertility: a review. *Int J Androl*, 18: 169-184.
- 317.** Ministry of Agriculture (MOA). (1985). Project preparation report-sheep production project. Australian Agricultural Consulting and Management Company PTV.Ltd. Annexes 1–6.
- 318.** Mukasa M.F., Bekelle E. and Tessema, T. (1986). Productivity of indigenous sheep and goats in the Ada district of Ethiopian Highlands. In KO Adeniji and JA Kategil (eds.). *Proceedings of the workshop of the improvement of small Ruminants in Eastern and Southern Africa.* Nairobi. Kenya, 18-22 Aug., 81-87.
- 319.** Muksi I. (1997). *Sheep breeding and keeping.* Mezogazda Press, Budapest, HU. (ed.)
- 320.** Murray P.J., Rowe J.B., Pethick D.W and Adams N.R. (1990). The effect of nutrition on testicular growth in the Merino ram. *Australian J. Agri. Res.*, 41 : 185–189.
- 321.** Murray M.T. (1997). Male infertility: a growing concern. *Am. J. Nat. Med.* 4 : 9– 16
- 322.** Nazari-Zenouz F., Moghaddam G.H., Hamidiam GH., Ashrafi J., Qasemipanahi B. and Rafat S.A. (2016). Postnatal testicular development and testosterone changes in Ghezel ram. *Small Rum.Res.*141: 70–76.
- 323.** Nazifi S., Gheisari H.R. And Poorabbas H. (1999). The influences of thermal stress on

- serum biochemical parameters of dromedary camels and their correlation with thyroid activity. *Comp. Haematol. Int.*, 9 : 49-53.
- 324.** Nazifi S., Saeb M., Rowghani E. and Kaveh K. (2003). The influence of thermal stress on serum biochemical parameters of Iranian fat-tailed sheep and their correlation with triiodothyronine and thyroxine and cortisol concentrations. *Comp.Clin. Path.*, 12:135-139.
- 325.** Ndlovu T. and Muchenje V. (2009). Monthly changes in body condition scores and internal parasite prevalence in Nguni, Bonsmara and Angus steers raised on Sweetveld. *Trop. Anim.Health.Prod.* 41:1169–1177.
- 326.** Nedjraoui D. (2003). Profil fourrager, Algérie. FAO. (11pp).
- 327.** Njidda A.A., Hassan I.T. and Olatunji. E.A. (2013). Haematological and Biochemical Parameters of Goats of Semi Arid Environment Fed On Natural Grazing Rangeland of Northern Nigeria. *IOSR J.Agri. and Vet. Sci.*, 3:1-8.
- 328.** Noakes D.E., Parkinson T.J. and England G.C.W. (2001). *Arthurs Veterinary reproduction and obstetrics (Theriogenology)*. 8th Ed., Saunders Elsevier (Ed.): (868 p).
- 329.** Nowakowski P. and Cwikla A. (1994). Seasonal variation in testes size in Polish Merino rams and its relationship to reproductive performance in spring. *Theriogenology*, 42 : 613-622.
- 330.** Nse Abasi N., Etim I., Mary E., Williams I., Uduak A., Edem E.A. and Offiong I. (2014). Haematological parameters and factors affecting their values. *Agric. Sci.*, 2: 37- 47.
- 331.** Oberst E.R., Smirdele W.A., Brito M.A., Marschner T.R., Ribeiro L.A. and Mattos R.C. (2011). Seasonal variation in semen quality of Lacune rams in Brazil. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, São Paulo., 48 (4): 319-324.
- 332.** O'cak S., Darcan N., Cankaya S. and mnal T.C. (2009). Physiological and biochemical responses in German Fawn kids subjected to cooling treatments under Mediterranean climate conditions. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 33(6): 455-461.
- 333.** Okere C., Bradley P., Bridges E. R., Bolden-Tiller O., Ford D. and Paden, A. (2011). Relationship among body conformation, testicular traits and semen output in electro - ejaculation pubertal Kiko goat bucks. *ARPN J. Agri. Biol. Sci.*, 6: 43-48.
- 334.** Olàh J., Kusza S., Harangi S., Posta J., Kovacs A., Pecsì A., Csilla B. and Javor A. (2013). Seasonal changes in scrotal circumference, the quantity and quality of ram semen in hungary. *Archiv Tierzucht*, 56 (10):102-108.
- 335.** Oldham C.M., Adams N.R., Gherardi P.B., Lindsay D.R. and Makintosh J.B. (1978). The influence of level of feed intake on sperm producing capacity of testicular tissue in the ram. *Australian J. Agri. Res.*, 29: 173- 179.

336. Ollero M., Perez-Pe R., Muino-Blanco T. and Cebrian-Perez J.A. (1998). Improvement of ram sperm cryopreservation protocols assessed by sperm quality parameters and heterogeneity analysis. *Cryobiology*, 37: 1–12.
337. Osta J., Kovács A., Pécsi A., Budai C. and Jávora A. (2013). Seasonal changes in scrotal circumference, the quantity and quality of ram semen in Hungary. *Archiv. Tierzucht.*, 56 :10, 102-108.
338. Ouanes I., Abdenmour C. and Aouaidjia N. (2011). Effect of cold winter on blood biochemistry of domestic sheep fed natural pasture. *Annals Biol. Res.*, 2(2): 306- 331.
339. Paquay R – F N. (2004). Le comportement alimentaire du mouton. *Filière Ovine et Caprine n° 9* : (36p).
340. Parker G.V. and Thwaites C.J. (1972). The affects of under nutrition on libido and semen quality in adult Merino rams. *Australian J. Agri. Res.*, 23: 109-115.
341. Parvanov, P.(200). Study on the effect of method of bull semen collection upon several qualitative parameters of fresh and after thawing semen - *Bulgarian J. Agri. Sci.*; 6(2): 233-237.
342. Pavlovic O. and Vitic J. (1979). Proteins and lipoproteins of sheep blood serum. *Acta. Vet. Yugoslavia*; 29: 147-154.
343. Payne J.M. Rowlands G.J., Manston R., and Dew S.M. (1973). A statistical appraisal of the results of metabolic profile test on 75 dairy herds. *Br. Vet. J.*, 129:370-381.
344. Pelletier J., Chemineau P. and Delgadillo J.A. (1988). Seasonality of sexual activity and photoperiodic control in the adult ram and he-goat. *Proceed. 11th int. Anim. Reprod. Artif. Insem.* 26-30 June, Dublin, Ireland, 212-219.
345. Perkins A. and Roselli C.E. (2007). The ram as a model for behavioral neuroendocrinology. *Hormones and Behavior* ; 52(1): 70-77.
346. Perez GR, Lopez A., Castrillejo A., Bielli A., Laborde D., Gastel T., Agle R., queirolo D., Franco J., Forsberg M. And Rodriguez-Martinez H. (1997). Reproductive seasonality of Corriedale rams under extensive rearing conditions. *Acta. Vet. Scand.*, 38: 109-117.
347. Pe´rez-Crespo M., Pintado B., and Gutie´rrez-Adan. A. (2008). Scrotal heat stress effects on sperm viability, sperm DNA integrity, and the offspring sex ratio in mice. *Mol. Reprod. Dev.*, 75: 40–47. doi:10.1002/MRD.20759.
348. Peris S.I., Morrier A., Dufour M. and Bailey J.I. (2004). Cryopreservation of ram semen facilitates sperm DNA damage: relationship between sperm andrological parameters and the sperm chromatin structure assay. *J. Androl.*, 25: 224-233.
349. Piard H., Soube O., Lyazrhi F., Coupet H., Hennequin M., Jacob H. and Berthelot X.

- (2002). Effect of precocious collection on semen out put and quality in young Holstein bulls. *Theriogenology*; 57: 1511-1522.
- 350.** Piccione G., Casella S., Alberghina D., Zumbo A. and Pennisi P. (2010). Impact of shearing on body weight and serum total proteins in ewes. *Span. J. Agric. Res.*, 8: 342-6.
- 351.** Piomboni P., Focarelli R., Stendardi A., Ferramosca A. and Zara V. (2012). The role of mitochondria in energy production for human sperm motility. *Int. J. Androl.*, 35: 109-124.
- 352.** Pomares C.C., Galloway D.B., Holmes J.H.C., Tilbrook A.J. and Clarke I.J. (1991). The effects of lupin and cowpea supplements on reproductive characteristics in rams. *Proceeding of the Australian society for reproductive biology*, 23-80.
- 353.** Poulton, A.L. and Robinson, T.J., 1987. The response of rams and ewes of three breeds to artificial photoperiod. *J. Reprod. Fert.* 79, 609-626.
- 354.** Pourseif M.M., Moghaddam G.H., Rafat S.A., Daghighkia A. and Pourseif A. (2013). Photoperiod as a factor for studying fluctuations of seminal Traits during breeding and non- breeding season. *Iranian J. Appl. Anim. Sci.*, 3(2): 313-321.
- 355.** Prabhakaran S.K. and Rao R.G. (1994). Total proteins, albumin, globulin and A/G ratio in Madras red sheep. *Cheiron*; 23: 62-64.
- 356.** Prakash P. and Rathore V.S. (1991). Seasonal variations in blood serum profiles of triiodothyronine and thyroxine in goat. *Indian J. Anim. Sci.*, 61: 1311-1312.
- 357.** Preston B.T., Stevenson I.R., Lincoln G.A., Monfort S.L., Pilkington J.G. and Wilson K., (2012). Testicular size, testosterone production and reproductive behaviour in a natural mammalian mating system. *J. Anim. Eco.*, 10: 1365-2656.
- 358.** Purroy A., Bocquier F. et Gibon A. (1987). Méthodes d'estimation de l'état corporel chez la brebis. Dans *Symposium "Philoethios sur l'évaluation des ovins et des caprins méditerranéens"*, Santarém - Portugal, 23-25, 24.
- 359.** Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W. and Constable P.D. (2006). *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10 th edition, Saunders- Elsevier, (2067p).
- 360.** Raghavan G.V. and Mullick D.N. (1962). Effect of air temperature and humidity on the pulse rate, respiration rate and rectal temperature in buffalo bulls. *Indian Vet. J.* 38: 391-396.
- 361.** Ramos J.J., Verde M.T., Marca M.C. and Fernández A. (1994). Clinical chemical values and variations in Rasa Aragonesa ewes and lambs. *Small Rum. Res.*, 13 (2) ,133-139.
- 362.** Rana B. and Bilaspuri G., (2004). A quantitative study of seminiferous tubular cells in the developing murrah buffalo testis. *Vet. J.*, 167: 95–103.

- 363.**Rasooli A., Nouri M., Khadjeh G.H. and Rasekh A. (2004). The influence of seasonal variations on thyroid activity and some biochemical parameters of cattle. *Iranian J. Vet.Res.*, 5: 1383-1391.
- 364.**Rasooli A., Jalali M.T., Nouri M., Mohammadian B. and Barati F. (2010). Effects of chronic heat stress on testicular structures, serum testosterone and cortisol concentrations in developing lambs. *Anim. Reprod. Sci.*, 117: 55–59.
- 365.**Rathwa S.D. (2016). Physiological, biochemical and hormonal profiles of Indigenous sheep during summer and winter season under intensive production system. Master Thesis of Veterinary Science, (160 p).
- 366.**Rathwa S.D., Vasava A. A, Pathan M. M., Madhira S. P., Patel Y. G. and Pande A. M. (2017). Effect of season on physiological, biochemical, hormonal, and oxidative stress parameters of indigenous sheep. *Veterinary World*, 10(6): 650-654.
- 367.**Rekik M., Ben Salem H., Lassoued N., Chalouati H. and Ben Salem I. (2010). Supplémentation of Barbarineewes with spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* F. inermis) cladodes during late gestation-early suckling: Effects on mammary secretions, blood metabolites, *Small Rum. Res.*, 90:53-57.
- 368.**Rhim T.J., Kuehl D. and Jackson G.L. (1993).Seasonal changes in the relationships between secretion of gonadotrophin-releasing hormone, luteinizing hormone, and testosterone in the ram, *Biol. Reprod.*, 48: 197-204.
- 369.**Robertshaw D. (1986). Physical and physiological principles of adaptation of animals to the tropics, *Proceedings of the 1st Simposio International de bioclimatologia animal nos trópicos: pequenos e grandes ruminantes*, Fortaleza, 87–94.
- 370.**Rosa H.J.D., Silva C.C. and Bryant M.J. (2012).The effect of melatonin treatment in rams on seasonal variation of testicular size and semen production parameters. *Small Rum. Res.*, 102:197-201.
- 371.**Rosa H.J.D. and Bryant M.J. (2003). Seasonality of reproduction insheep. *Small Rum. Res.*, 48:155-171.
- 372.**Roubiens N., Panousis N., Fytianou A., katsoulos P.D., Giainis N. and Karatzias H. (2006). Effect of age and reproductive stage on certain serum biochemical parameters of Chios sheep under greek rearing conditions. *J. Vet. Med.*, 53: 277- 281.
- 373.**Safdarian M., Hashemi M. and Kafi M. (2006). Seasonal changes in semen quality, scrotal circumference and blood testosterone level of Persian Karakul rams. *Book of Abstracts of the 57th Annual Meeting of the European Association for Animal Production (EAAP)*, Antalya, Turkey, 203.

- 374.**Safsaf B. (2014). Effet de la sous-alimentation sur certains paramètres de reproduction des brebis de race Ouled Djellal. Thèse de doctorat en sciences vétérinaires, (274p).
- 375.**Salamon S. (1964). The effect of nutritional regimen on the potential semen production of rams Australian. *J.Agr. Res.*,15: 645-656.
- 376.**Salamon S. (1976). Artificial Insemination of Sheep. Publicity Press, Chippendale, Australia, 82-85..
- 377.**Salhab S.A., Zarkawi M., Wardeh M.F., Al-Masri M.R. and Kassem R. (2001). development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, body weight and parental size in growing Awassi ram lambs. *Small Rum. Res.*, 40 : 187-191.
- 378.**Sancho S., Pinart E., Briz M., Garcia-Gil N., Badia E., Bassols J., Kadar E., Pruneda A., Bussalleu E., Yeste M., Coll M.G.and Bonet S. (2004). Semen quality of postpubertal boars during increasing and decreasing natural photo- periods. *Theriogenology.*, 62 : 1271-1282.
- 379.**Sandford, L.M., Palmer, W.M. and Howland, B.E., 1977. Changes in the profiles of serum LH, FSH and testosterone and in mating performance and ejaculate volume in the ram during the ovine breeding season. *J. Anim. Sci.*, 45 :1382-1391.
- 380.**Sanford L.M., Voglmayr J.K., Vale W.W. and Robaire B. (1993). Photoperiod-mediated increases in serum concentrations of inhibin, follicle-stimulating hormone, and luteinizing hormone are accentuated in adult shortened-scrotum rams without corresponding decreases in testosterone and estradiol, *Biol. Reprod.*, 49: 365-373.
- 381.**Sangsritavong S., Combs D.K., Sartori R., Armentano L.E. and Wiltbank M.C. (2002). High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol- 17 beta in dairy cattle. *J. Dairy. Sci.*, 85:2831-42.
- 382.**Sanson D.W., West T.R., Tatman W.R., Riley M.L., Judkins M.B. and Moss G. E. (1993). Relationship of body composition of mature ewes with condition score and body weight. *J. Anim. Sci.*, 71, 1112-1116.
- 383.**Sartorelli P., Agnes F. and Lanfranchi P. (1997). Pathophysiological significance of hematochemical parameters of *Capra ibex*. *Hystrix*, 9: 39-44.
- 384.**Sathe S. and Shipley C.F. (2014). Applied andrology in sheep, goats and selected cervids. In *Animal andrology: theories and applications*. Edited by Chenoweth PJ and LortonSP, CAB International, 226-253.
- 385.**Sawankumar D.R., Vasava A.A., Pathan M.M., Madhira S.P., Patel Y.G. and Pande A. M. (2017). Effect of season on physiological, biochemical, hormonal and oxidative stress parameters of indigenous sheep. *Vet. World*. 10(6): 650–654.
- 386.**Scaramuzzi R., Campbell B.K., Downing J.A., Kendall N.R., Khalid M., Muñoz

- Gutierrez M. And Somchit A. (2006). A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentration of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod. Nutri. Dev.* 46, 339–351.
- 387.** Scaramuzzi R.J. and Martin G.B. (2008). The importance of interactions among nutrition, seasonality and socio-sexual factors in the development of hormone-free methods for controlling fertility. *Reproduction in Domestic Animals*, 43 (Suppl 2) : 129-136.
- 388.** Schanbacher B.D. and Lunstra D.D. (1976). Seasonal changes in sexual activity and serum levels of LH and testosterone in Finnish Landrace and Suffolk rams. *J. Anim. Sci.* 43: 644-650.
- 389.** Scharf B., Carrol J.A., Riley D.G., Chase C.C., Jr. Coleman S.W., Keilser D.H., Werber D.E. and Spiers D.E. (2010) Evaluation of physical and blood serum differences in heat tolerant (Romosinuano) and heat susceptible (Angus) *Bos taurus* cattle during controlled heat challenge. *J. Anim. Sci.*, 88: 2321-2336.
- 390.** Schillo K.K., Alliston C.W. and Malven P.V. (1978). Plasma concentrations of luteinizing hormone and prolactin in the ovariectomized ewe during induced hyperthermia. *Biol. Reprod.* 19 :306–313. (doi:10.1095/biolreprod19.2.306).
- 391.** Schoeman S.J., Maree C. and Combrink G.C. (1987). The relationship between testis size and stimulated plasma testosterone concentrations and its influence on mating performance in Dorper rams. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 17, 63-69.
- 392.** Schoenian S. (2012). *Sheep 201. Beginners guide to raising sheep* (438p).
- 393.** Sejian V., Maurya V.P and Naqvi S.M.k. (2010). Adaptive capability as indicated by endocrine and biochemical responses of Malpura ewes subjected to combined stresses (Thermal and nutritional) in semi-arid tropical environment. *Int. J. Biometeorol.*, 54(6) : 653-661.
- 394.** Setchell B.P., Waites G.M.H. and Lindner H.R. (1965). Effect of undernutrition on testicular blood flow and metabolism and the output of testosterone in the ram. *J. Reprod. Fertil.*, 9:149-162.
- 395.** Setchell B.P., Mieusset R. (1996). Régulation thermique du testicule. *Andrologie*, 2 : 137-140.
- 396.** Sevi A., Annicchiarico G., Albenzio M., Taibi L., Muscio A. and Dell'Aquila S. (2001). Effects of solar radiation and feeding time on behaviour, immune response and production of lactating ewes under high ambient temperature. *J. Dair. Sci.*, 84: 629-640.
- 397.** Sharma A.K., and Kataria N. (2011). Effect of extreme hot climate on liver and serum

- enzymes in Marwari goats. *Indian J. Anim. Sci.*, 81(3): 293-295.
- 398.**Shinde AK, Bhatta R, Sankhyan KS and Verma DL. (2002). Effect of season on thermoregulatory responses and energy expenditure of goats on semi-arid range in India. *J.Agric. Sci.* 139:87–83.
- 399.**Shumaila K., Bhutta A.M., Khan B.A., Durrani S., Ali M., and Iqbal F. (2012). Effect of age and gender on some blood biochemical parameters of apparently healthy small ruminants from Southern Punjab in Pakistan. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 304-306.
- 400.**Silva R.G. (1998). Estimação do balanço térmico por radiação em vacas holandesas a sol e a sombra, Proceedings of the 2nd congresso brasileiro de biometeorologia, Goiania, 118–128.
- 401.**Simpraga M., Smuc T., Matanovic K., Radin L., Shekvugrovecki A., Ljubicic I. and Vojta A. (2013). Reference intervals for organically raised sheep: Effects of breed, location and season on hematological and biochemical parameters. *Small Rum. Res.*, 112:1-6.
- 402.**Sitmo M.S. (2014). Effect of gender on some plasma biochemical parameters of sheep from Southern Al Jabal Al Akhdar in Libya. *J.Ameri. Sci.*, New York, 10(8): 74-77.
- 403.**Sirohi S. and Michaelowa A. (2007). Sufferer and cause: Indian Livestock and climate change. *Climatic Change*, 85: 285-298.
- 404.**Sitali M.C., Mwanza A.M., Mwaanga E.S., Parsons I.R. and Parsons N.J. (2017). Effects of Age, Breed and Scrotal Circumference Interactions on Sperm Morphology of Bulls Raised on Commercial Farms in Zambia. *Theriogenology Insight*: 7(3): 161-168.
- 405.**Sitmo M.S. (2014). Effect of gender on some plasma biochemical parameters of sheep from Southern Al Jabal Al Akhdar in Libya. *J.Ameri. Sci.*, 10(8).
- 406.**Skinner J.D. and Rowson L.E.A. (1968). Puberty in Suffolk and cross-bred rams. *J. Reprod. Fertil.* 16, 479-488.
- 407.**Skinner J.D. (1981). Nutrition, fertility in pedigree bulls. In: *Environmental Factors in Mammalian Reproduction* (D Gilmore, B Cook, eds). Mac Millan Pub Ltd, London, 160-168.
- 408.**Smital J., De Sousa L.L. and Mohnsen A. (2004). Differences among breeds and manifestation of heterosis in AI boar sperm output. *Anim. Reprod. Sci.*80, s. 121- 130.
- 409.**Sobotta W. (2004). *Précis d'histologie Lavoisier*-305 p.
- 410.**Söderquist L., Rodriguez-Martinez H. and Janson L. (1991). Post-thaw motility, ATP content and cytochrome C oxidase activity of A. I. bull spermatozoa in relation to fertility. *J. Vet. Med.*, 38: 165-174.

- 411.**Sogorescu E., Zamfirescu S., Rosoiu N., Anghel A.H. and Nadolu D. (2011). Seasonal variations of plasma testosterone levels and testicular volume in Carpathian bucks. *Afr. J. Agric. Res.*; 6 (32): 6735-6740.
- 412.**Souza M.I.L., Bicudo S.D., Uribevelasquez L.F. and Ramos A.A. (2002). Circadian and circannual rhythms of T₃ and T₄ secretions in Polwarth rams. *Small. Rum. Res.*, 46(1): 1-5.
- 413.**St -Pierre N. et Bouchard R. (1980). Nouveaux concepts utilisés dans le calcul de la ration laitière. Symposium sur les bovins laitiers. ISBN 2-550-01432-4. (53-67p).
- 414.**Sudhir K., Pandey A.K., Mutha Rao M. and Razzaque W.A.A. (2010) Role of β carotene / vitamin A in animal reproduction. *Vet. World*, 3(5):236-237.
- 415.**Suhair M.S. and Abdalla A.M. (2010). Effects of level of feeding and season on thermoregulation and semen characteristics in Desert ram (*Ovis aries*). *Global Veterinaria*, 4: 207-215.
- 416.**Suhair M.S. and Abdalla A.M. (2012). Effects of Level of Feeding and Season on Thermoregulation and Semen Characteristics in Desert Rams (*Ovis aries*). *Global Veterinaria* 4 (3) : 207-215.
- 417.**Suhair M.S. and Abdalla A.M. (2013). Effect of Season Changes and Shearing on Thermoregulation, Blood Constituents and Semen Characteristics of Desert Ram (*Ovis aris*). *Pakistan J. Biol. Sci.*, 16(24): 1884- 1893.
- 418.**Sumeet K., Jonali D., Kawardeep K., Dibyendu C., Aafreen W.G., Pallavi K. and Rizwana Z. (2015). Effect of Thermal Stress on Haematological Parameters and Enzymatic Activities in Two Breeds of Goat after Thermal Stress. *J. Anim. Res.*, 5 (4): 855-862.
- 419.**Suriyasomboon A., Lundeheim N., Kunavongkrit A. and Einarsson S. (2004). Effect of temperature and humidity on sperm production in duroc boars under different housing systems in Thailand. *Livestock Prod. Sci.*, 89: 19-31.
- 420.**Srikandakumar A., Johnson E.H. and Mahgoub O. (2003) Effect of heat stress on respiratory rate, rectal temperature and blood chemistry in Omani and Australian merino sheep. *Small Rum. Res.*, 49: 193-198.
- 421.**Swenson M.J. (1990). *Duke's Physiology of Domestic Animals*. 9 th Edn. Cornell University Press, England (914p).
- 422.**Sylvie M., Sayn M-J., Benoit E., Garnier F. and Delatour P. (1982). Valeurs usuelles en biochimie clinique vétérinaire. Laboratoire de biochimie, ENV Lyon, (64p).
- 423.**Tabbaa M.J., Kridli R.T., Amashe M.G. and Barakeh F.S. (2006). Factors Affecting

- Scrotal Circumference and Semen Characteristics of Awassi Rams. *Jordan J. Agri. Sci.*, 2(3) :243-250..
- 424.** Taherti M. (2016). Caractérisation de l'activité sexuelle du bélier et de la brebis de la race Ouled Djellal élevés dans les conditions environnementales de la région de Chlef. Thèse de Doctorat en sciences. (86pp).
- 425.** Tao X., Zhang Z.Y., Dong H., Zhang H. and Xin H. (2006). Responses of thyroid hormones of market-size broilers to thermoneutral constant and warm cyclic temperatures. *Poult. Sci.*, 85: 1520-1528.
- 426.** Tejaswi V., Narayanaswamy M., Yathiraj S., Honnappa T.G. and Shrikrishna I. (2016). Enzymatic activities in fresh seminal plasma and extended refrigerated semen in Nari Suvarna rams. *Theriogenology*; (1): 27-33.
- 427.** Tena-Sempere M. and Huhtaniemi I.T. (2003). Gonadotropins and gonadotropin receptors. In: Fauser, B.C.J.M. (Ed.), *Reproductive Medicine. Molecular, Cellular and Genetic Fundamentals*. Parthenon Publishing, New York, 225–244.
- 428.** Tena-Sempere M. (2005). Ghrelin: novel regulator of gonadal function. *J.Endocrinol. Invest.*, 28: 26–29.
- 429.** Tena-Sempere M. (2010). Kisspeptin/GPR54 system as potential target for endocrine disruption of reproductive development and function. *Int. J. Androl.*, 33(2):360-368.
- 430.** Thimonier J. (1989). Contrôle photopériodique de l'activité ovulatoire chez la brebis: existence de rythme endogène. In: Doctorat en sciences de la vie. Univ. Tours (112p).
- 431.** Thomas C.A., Ganer D.L., Dejarnete J.M. and Marshall C.E. (1998). Effect of cryopreservation on bovine sperm organelle function and viability as determined by flow cytometry. *Biol. Reprod.*, 58:786-793.
- 432.** Tibary A., Boukliq R., Adnani M. et Toe F. (1988). Importance de l'examen du bélier en gestion de la reproduction ovine: variations physiologiques de la qualité du sperme et dominantes pathologiques. XVIIIe Journées de l'Association nationale pour la production animale, 10 et 11 mars 1988, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat (Maroc).
- 433.** Tibbo M. (2000). Effect of triclabendazole (Fasinex) on acute fasciolosis in sheep in central highland of Ethiopia. *Bull. Anim. Health. Prod. Afr.* 48(2):87–92.
- 434.** Tibbo M. and Mukasa-Mugerwa E., Woldemeskel M. and Rege J.E.O. (2003). Risk factors for mortality associated with respiratory disease among Menz and Horro sheep in Ethiopia. *Vet. J.*, 165(3):276–287.
- 435.** Tibbo M., Woldemeskel M., Aragaw K. and Rege J. E. O. (2008). Serum enzyme levels and influencing factors in three indigenous Ethiopian sheep breeds. *Comp. Clin. Path.*

- 17:149–155.
- 436.**Titaouine M. and 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(1): 130-134.
- 437.**Toe F., Lahlou-Kassi A. and Mukasa-Mugerwa E. (1994). Semen Characteristics of Ile-de-France Rams of Different Age and Physical Conditions. *Theriogenology*, 42 : 321-326.
- 438.**Tufarelli V., Lacalandra G.M., Aiudi G., Binetti F. and Laudadio V. (2011). Influence of feeding level on live body weight and semen characteristics of Sardinian rams reared under intensive conditions. *Trop. Anim. Health Prod.* 43: 339–345.
- 439.**Turner H.G. (1984). Variation in rectal temperature of cattle in a tropical environment and its relation to growth rate, *Anim. Prod.*, 38: 417–427.
- 440.**Ungerfeld R., Ramos M.A. and Bielli A. (2007). Relationship between male-male and male–female sexual behavior in 5-6month-old male lambs. *Anim. Reprod. Sci.*, 100:385-390.
- 441.**Ungerfeld R. and Gonzalez-Pensado P.S. (2008). Social rank affects reproductive development in male lambs. *Anim. Reprod. Sci.*, 109: 161-171.
- 442.**Ungerfeld R. and Bielli A. (2012). Seasonal and Social Factors Affecting Reproduction. *Animal Reproduction in Livestock. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)* (24p).
- 443.**Van Saun R. (2000). Blood profiles as indicators of nutritional status. *Proceedings of 18th Annual Western Canadian Dairy Seminar, Red Deer, Alberta, Canada*, 1–6.
- 444.**Vasconcelos J.L.M., Sangsritavong S., Tsai S.J. and Wiltbank M.C. (2003). Acute reduction in serum progesterone concentrations after feed intake in dairy cows. *Theriogenology*; 60:795–807.
- 445.**Vilakazi M.M. (2003). Factors affecting the quality of semen of A. I. dairy bulls in South Africa South Africa, Thesis. University of Pretoria, South Africa (223p).
- 446.**Wade G.N. and Jones J.E. (2005). Neuroendocrinology of nutritional infertility. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 287: R1277– R1296.
- 447.**Waites G.M.H. and Setchell B.P. (1964). Effect of local heating on blood flow and metabolism in the testis of the conscious ram. *J. Reprod. Fertil.*, 8 :339-49.
- 448.**Walkden-Brown W.S., Martin B.G. and Restall J.B. (1999). Role of male female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fert. Suppl.*, 52: 243–257.

449. Wauters H., Van Casteren V. and Buntinx F. (2000). Rectal bleeding and colorectal cancer in general practice: diagnostic study. *BMJ Clinical Res.*, 321(7267):998-999. DOI: 10.1136/bmj.321.7267.998
450. Wechalekar H., Setchell B. P., Peirce E.J., Ricci M., Leigh C. and Breed W.G. (2010). Whole-body heat exposure induces membrane changes in spermatozoa from the cauda epididymidis of laboratory mice. *Asian J. Androl.*, 12 : 591–598.
451. Wechalekar H., Setchell B.P., Pilkington K.R. Breedand W.G. Peirce E. and Leigh C. (2016). Effects of whole-body heat on male germ cell development and sperm motility in the laboratory mouse. *Reprod. Fertil. Dev.*, 28:545–555 <http://dx.doi.org/10.1071/RD13395>.
452. Weiler U., Claus R., Dehnhard M. and Hofacker S. (1996). Influence of the photoperiod and a light reverse program on metabolically active hormones and food intake in domestic pigs compared with a wild boar. *Canadian J. Anim. Sci.*, 76(4): 531-539.
453. Wessel M.T and Althouse G.C. (2006). Validation of an objective approach for simultaneous assessment of viability and motility of fresh and cooled equine spermatozoa. *Anim. Reprod. Sci.*, 94:21-28.
454. West J.W. (2003). Effects of heat stress on production in dairy cattle, *J. Dairy. Sci.*, 86: 2131–2144.
455. Wettemann R.P and Desjardins C. (1979). Testicular function in boars exposed to elevated ambient temperature. *Biol. Reprod.*, 20:235-41.
456. Wilson R.R and Lapwood K.R. (1979). Studies of reproductive development in Romney rams: basal levels and plasma profiles of LH, testosterone and prolactin. *Biol. Reprod.*, 20 : 965-970.
457. Wojtas K., Cwynar P. and Kolacz R. (2014). Effect of thermal stress on physiological and blood parameters in merino sheep. *Bull. Vet. Inst. Pulaway*, 58: 283-288.
458. Wolter R. (1994). *Alimentation de la vache laitière*. France Agricole, Paris
459. Yaeram J., Setchell B.P. and Maddocks S. (2006). Effect of heat stress on the fertility of male mice in vivo and in vitro. *Reprod. Fertil. Dev.*, 18:647-53.
460. Yarney T.A., Sanford L.M. and Palmer W.M. (1990). Pubertal development of ram lambs: body weight and testicular size measurements as indices of postpubertal reproductive function. *J. Anim. Sci.* 70:139–147.
461. Yeni D., Avdatek F. and Gündogan M. (2010). An Investigation on Certain Andrological and Biochemical Parameters in Rams under Afyonkarahisar Conditions. *Kocatepe Vet J.* 3(2): 1-6.
462. Yilmaz, B. (1999). Hormones and reproductive physiology. *Veterinary Fac, Departement*

- of Physiology. Textbook, Press 1, Ankara (Turkey), 89-133
- 463.**Yousef H.M. (1990). Studies on adaptation of Friesian cattle in Egypt. Ph.D.Thesis, Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig, Egypt (230p).
- 464.**Zamiri M.J. and Khodaei H.R. (2005). Seasonal thyroidal activity and reproductive characteristics of Iranian fat-tailed rams. Anim. Reprod. Sci., 88:245- 255.
- 465.**Zamiri M.J., Khalili B., Jafaroghli M. and Farshad A. (2010). Seasonal variation in seminal parameters, testicular size and plasma testosterone concentration in Iranian Moghani rams. Small Rum. Res. 94:132-136.
- 466.**Zakeri Z.F., Welch W.J., and Wolgemuth D.J. (1990). Characterization and inducibility of hsp 70 proteins in the male mouse germ line. J. Cell. Biol., 111:1785–1792. doi:10.1083/JCB.111.5.1785.
- 467.**Zakrzewska H., Udala J., Iaszczyk B. and Szczecin P.B. (2002). In vitro influence of sodium fluoride on ram semen quality and enzyme activities. Fluoride Res. Rep., 35(3): 153-160.
- 468.**Zarazaga L.A., Guzmán J.L., Domínguez C., Pe´rez M.C. and Prieto R. (2009). Effects of season and feeding level on reproductive activity and semen quality in Payoya buck goats. Theriogenology, 71: 1316-1325.
- 469.**Zhang B.R., Larsson B., Lundeheim N. and Rodriguez-Martinez H. (1998). Sperm characteristics and zona pellucida binding in relation to field fertility of frozenthawed semen from dairy AI bulls. Int. J. Androl., 21: 207-216.
- 470.**Zhu B.K. and Setchell B.P. (2004). Effects of paternal heat stress on the *in vivo* development of preimplantation embryos in the mouse. Reprod.Nutr. Dev. 44, 617–629. doi:10.1051/RND:2004064
- 471.**Zhu B., Walker S.K., Oakey H., Setchell B.P. and Maddocks S. (2004). Effect of paternal heat stress on the development *in vitro* of preimplantation embryos in the mouse. Andrologia., 36: 384–394. doi:10.1111/J.1439-0272.2004.00635.X

Annexes

Seasonal influence on sperm parameters, scrotal measurements, and serum testosterone in Ouled Djellal breed rams in Algeria

S. Belkadi, B. Safsaf, N. Heleili, M. Tlidjane, L. Belkacem and Y. Oucheriah

Department of Veterinary Science, Laboratory ESPA, Veterinary and Agricultural Sciences Institute, Hadj Lakhdar University, Batna - 05000, Algeria.

Corresponding author: S. Belkadi, e-mail: souhilabelkadi@gmail.com

Co-authors: BS: saf2_b@yahoo.fr, NH: hnoz74@gmail.com, MT: ayathir@gmail.com, LB: lbelkacm@yahoo.fr, YO: yasmine_oucheriah@yahoo.com

Received: 16-07-2017, **Accepted:** 20-11-2017, **Published online:** 21-12-2017

doi: 10.14202/vetworld.2017.1486-1492 **How to cite this article:** Belkadi S, Safsaf B, Heleili N, Tlidjane M, Belkacem L, Oucheriah Y (2017) Seasonal influence on sperm parameters, scrotal measurements, and serum testosterone in Ouled Djellal breed rams in Algeria, *Veterinary World*, 10(12): 1486-1492.

Abstract

Aim: This study was conducted to determine the effect of seasonal variations on testosterone serum concentration, body weight, scrotal circumference, and some sperm parameters in rams living in a semi-arid region of eastern part of Algeria.

Materials and Methods: Blood samples were taken monthly from eight Ouled Djellal rams, aged between 3 and 4 years, in the Technical Institute of Breeding "ITELV" located at Ain M'lila City. Sperm were collected by an electro-ejaculator once a month for 1 year (spring, summer, autumn, and winter: 3 times/season).

Results: Mean values of volume, mass motility, live sperm, and scrotal circumference were higher during spring ($p < 0.05$) with 1.23 ± 0.26 mL, 3.39 ± 1.07 , $79.16 \pm 15.82\%$, and 36.29 ± 1.91 cm, respectively; whereas, the sperm concentration was higher during autumn with $1.19 \pm 0.56 \times 10^9$ spz/ml compared to $0.46 \pm 0.13 \times 10^9$ spz/mL to spring. The season influenced significantly the percentage of abnormal sperm ($p < 0.05$), especially during winter ($6.47 \pm 2.12\%$), but had no influence on the weight of rams. Seasonal hormonal activity was high with 4.89 ± 2.06 ng/mL and 3.09 ± 1.35 ng/mL of testosterone in mating seasons (spring and autumn, respectively), knowing that the sexual season is not marked too much in these latitude.

Conclusion: We can conclude that testosterone concentration is strongly correlated with the scrotal circumference and that the season has a significant influence on spermatoc parameters, and that despite the large variations in sperm production, the rams can be used throughout the year.

Keywords: scrotal circumference, season, semi-arid area, spermatozoon, testosterone, weight.

Introduction

Sheep farming in Algeria constitutes 50% of the agricultural gross domestic product and the sheep number has increased from 17.5 to 26.6 million head, with an average annual increase of 4.4% over the 10-year period (2003-2013) [1]. The sheep raising is concentrated in the steppe and constitutes a large animal resource of the country. This breed tends to dominate other blood, improving its fertility to increase livestock productivity and reproductive efficiency [2]. The mutton meat is the most favorable red meat for consumption and is the favorite in religious and traditional festivals.

Eight major breeds have been identified so far. Some of these breeds show strong adaptation capabilities to harsh environmental conditions (such as water and/or food scarcity and high temperatures). Among them, one breed, the Ouled Djellal (OD) also known as the great white Arabian breed, bred in the arid and

semi-arid regions and subjected to clear preference of the farmers [3]. The race OD supplants and jeopardizes the existence of other ovine Algerian breeds due to its high zootechnical potential [4]. Moreover, that obvious prevalence (58% of the Algerian sheep) on the economical market induces a very sensitive situation for the other breeds, especially because some of them are submitted to uncontrolled crossbreeding with the favored breed and/or to real marginalization [5].

Ram's sexual behavior can be influenced by many factors, including season of the year, genetics, breed differences, hormonal influence, post-weaning management, temperature, and nutrition. However, the photoperiod is the main environmental factor affecting sheep reproduction [6]. Thus, in subtropical areas, many goat and sheep breeds express seasonal variation of their sexual activity. This is similar to that observed in temperate zones, except in terms of duration of sexual activity expression due to the amplitude of photoperiod variation [7]. During ram's life, body weight, scrotal circumference, and testosterone levels change under the influence of several internal and external factors. Data on ram's reproduction reveal a complex relationship between the development of the neuroendocrine system, the concentration of testosterone, the development of certain parts of body, and sexual maturation [8]. Therefore, knowledge of the

Copyright: Belkadi, *et al.* Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.

quality of sperm can influence reproductive factors in order to improve genetically the breed and increase the numerical productivity of the herd [9]. Seasonal variation in mammals' breeding is an adaptation to the annual environmental changes [10]; therefore, they are an important factor influencing the quantity and quality of sperm. Thus, in temperate regions, sheep have a clear seasonal sexual activity; where males exhibit changes in behavior, testicular weight, and qualitative and quantitative sperm production coinciding with decreased day length [11]. Testosterone plays a central role in the control of spermatogenesis from the testicular stage (differentiation of spermatogonia to spermatids) and decreases germ cell apoptosis [12], in the development and maintenance of sexual behavior in rams [13]. Blood levels vary according to race, age, nutrition, and season [14].

The present study aimed to evaluate the influence of the season on spermatozoa and blood testosterone concentration in OD rams in semi-arid zones. In order to select the best spawners at our insemination centers during or outside the mating season, it is useful to have specific and objective information about testicular development, sperm characteristics, and hormonal status.

Materials and Methods

Ethical approval

The blood samples were collected from the animals for serum extraction. The ethical considerations in accordance to the Institute Animal Ethics Committee related to animal handling were observed to ensure no pain to animal during sampling.

Experimental location and climate

The study was performed at ITELV-Ain M'lila (Technical Institute of Breeding), a semi-arid region in north steppe region of eastern part of Algeria at 775 m of altitude, 36°2'13" North of latitude and 6°34'33" East of longitude. Each season lasts 3 months. The area is characterized by very cold winters with a minimum between 1°C and 5°C in January and very hot and dry summers with temperatures between 33°C and 40°C recorded in August.

Animals

Eight white OD rams, aged between 3 and 4 years, were used at the Technical Institute of Breeding (ITELV). At the center, the ram effect is the practice used for reproduction. Two months before the fight, these rams are removed from the herd and reintroduced at both breeding periods. Two days before harvesting of blood samples and sperm collection, the rams are removed from the herd.

These rams were dewormed once a year and received a diet consisting of barley straw or wheat, alfalfa hay, and concentrate. The water was *ad-libitum*. The mean score of the rams' body condition varied between 2.5 and 3.0 (scale=0-5) according to Dedieu *et al's*. method [15]. The mating is carried

out in two periods, one in spring (April-May) and the other in autumn (October-November).

Blood samples for hormonal dosage

Blood samples were taken monthly from the jugular vein of each ram for 1 year. The blood was immediately centrifuged and the serum obtained was frozen at -20°C until testosterone was assayed. The serum testosterone concentration was determined using Enzyme Immunoassay kits (ST AIA – PACK Testosterone for quantitative measurement of testosterone in serum on TOSOH AIA System Analyzers).

Weight and testicular weight measurement

A weighing balance scale was used for weighing and a zootechnical tape measure was used for measuring scrotal circumference at the largest diameter of the scrotum.

Sperm collection and evaluation

Semen was collected with an electro-ejaculator from all the rams. The volume was read by means of a graduated tube; the concentration of 10⁹/ml was determined by counting on a Malassez slide and the mass motility was subjectively evaluated by examining an undiluted and colored sperm drop under a microscope equipped with a heating platform. Motility was assessed at magnification 10× to assess the intensity of the waves formed by sperm movements; a score ranging from 0 to 5 was attributed [16]. However, the vitality was assessed by counting after Eosin-Nigrosin staining, to determine the percentage of live (Eosin negative) spermatozoa.

Statistical analysis

The results are presented with standard deviation. The analysis of the ANOVA variance was used to determine seasonal variations in sperm parameters and testosterone, and measurements (weight and testicular) were performed using Graph Pad Prism 5.03. The differences detected were considered significant when $p < 0.05$.

Results

Seasonal variations in body weight and scrotal measurements

Weight

Table-1 shows that weight did not vary significantly ($p > 0.05$) with maximum averages during spring (94.71±3.79 kg) and minimal during autumn (91.96±4.10). Although we observe a little decrease, there was no significant change during the winter and summer (93.46±5.82 kg and 92.45±2.79 kg, respectively) (Table-1).

Scrotal circumference

Seasonal influence on scrotal circumference was statistically significant ($p < 0.05$). The highest averages were recorded during spring (36.3±1.9 cm) and in autumn during breeding months, while the lowest averages were observed during summer (33.3±1.9 cm) (Table-1).

Seasonal variations of serum testosterone

Statistical analysis showed that testosterone serum levels were significantly affected by breeding months. Thus, we observed a significant difference ($p < 0.05$) compared to spring versus summer and winter versus spring. As for seasonal averages, the highest values were observed in spring and autumn with 4.89 ± 2.06 ng/mL and 3.09 ± 1.35 ng/mL, respectively, coinciding with the periods of maximum sexual activity. However, there was no correlation between testosterone levels and spermiatic parameters (Table-1).

Seasonal variations of spermiatic parameters*Volume*

Season influenced significantly the volume of collected sperm ($p < 0.05$); sperm production was maximal during spring (1.23 ± 0.26 mL), while the lowest volume was obtained in winter (0.94 ± 0.11) (Table-2).

Massal motility

Results indicated that massal motility was not significantly ($p > 0.05$) affected by season (Table-2). However, the higher average value was observed in spring (3.39 ± 1.07), which decreased in summer, and then reached a new peak in autumn (2.83 ± 1.33) and decreased again during winter.

Sperm concentration

The mean averages showed significant difference ($p < 0.001$), with a greater sperm concentration in autumn ($1.19 \pm 0.56 \times 10^9$ spz/mL) and low concentration ($0.46 \pm 0.13 \times 10^9$ spz/mL) in spring (Table-2).

Live spermatozoa

Results obtained showed a significant influence of season on the percentage of live spermatozoa

($p < 0.05$). The maximum averages (79.16 ± 15.82) were observed during spring, which corresponds to the mating period, while lowest was noted during summer.

Abnormal sperm

Monthly average results of the anomaly rate showed a rise from the end of autumn to the end of winter with significant rate during the winter ($6.47 \pm 2.12\%$) followed by a remarkable decrease with a minimal average recorded during the summer ($2.47 \pm 0.88\%$) (Table-2).

Discussion

Several studies have demonstrated that season has an influence on ram's reproductive characteristics [17,18]. They reported that the standard method of evaluating the fertility of male breeding is the examination of sperm production [19]. We observed no significant difference ($p > 0.05$) and no seasonal effect on the ram weight; this result could be explained by the fact that these rams are adults and raised under good conditions at the breeding institute. Kafi *et al.* [17] and Kridli *et al.* [6] reported that body weight was not affected by seasonal variation on Persian karakul rams while Avdi *et al.* [20] and Boucif *et al.* [21] observed seasonal changes.

For scrotal circumference, Maksimovic *et al.* [8], Abba *et al.* [22], and Ghorbankhani *et al.* [23] have shown that testicular size is often used to evaluate ram's fertility and that testicular morphometry was considered as the predictor of sperm production. Similarly, Belkhiri *et al.* [24] reported that the measurement of scrotal circumference in OD rams could be used in breeding centers to select suitable breeding male for artificial breeding purpose. Thus, the highest

Table-1: Seasonal variations in body weight, scrotal circumference, and serum testosterone. Pearson's correlation between scrotal circumference and testosterone.

Periods	Weight (kg)	Scrotal circumference (cm)	Testosterone (ng/mL)
Winter (n=24)	93.5±5.8	34.0±2.1	2.42±1.59
Spring (n=24)	94.7±3.8	36.3±1.9	4.89±2.06
Summer (n=24)	92.5±2.8	33.3±1.9	2.21±1.66
Autumn (n=24)	92.0±4.1	34.9±2.1	3.09±1.35
Statistical significance	NS	a*	a*; b*

^aSpring versus summer; ^bWinter versus spring; * $p < 0.05$

Table-2: Seasonal variations of spermiatic parameters (volume, massal motility, sperm concentration, live and abnormal spermatozoa).

Periods	Volume (mL)	Massal motility	Sperm concentration ($\times 10^9$ /mL)	Live spermatozoa (%)	Abnormal spermatozoa (%)
Winter (n=23)	0.94±0.11	2.62±1.00	0.59±0.25	74.4±10.1	6.47±2.12
Spring (n=24)	1.23±0.26	3.39±1.07	0.46±0.13	79.2±15.8	3.71±1.71
Summer (n=24)	1.14±0.20	2.16±0.84	0.54±0.26	58.3±14.9	2.47±0.88
Autumn (n=24)	1.09±0.18	2.83±1.33	0.96±0.27	80.0±9.03	4.04±1.83
Statistical significance	b*		c**; d***; e*	a*; c*	b*; f**

^aSpring versus summer; ^bWinter versus spring; ^cSummer versus autumn; ^dSpring versus autumn; ^eWinter versus autumn; ^fWinter versus summer. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

measurements observed in spring and autumn season coincide with the periods of breeding practiced in this farm, where the increase in testicular volume is associated with an increase of sperm production. Authors reported also that, during the resumption of sexual activity season, there is a time lag in the resumption of this activity, which begins a month to a month and a half earlier in males than in females [25]. Our results are almost equivalent to those reported by Allaoui *et al.* [26] on adult rams. The lowest average was observed in summer, conversely to the observation of Boucif *et al.* [21] during winter in western part of Algeria over rams OD. On Lacune rams at Brazil [27] a significant difference was found ($p < 0.05$) between winter (31.0 ± 3.4 cm) and spring (34.1 ± 2.5 cm), and no significant difference between the other seasons, which is consistent with our results. The peak of measurements observed in September is in agreement with the observations of Ghorbankhani *et al.* [23] in Iran in Sinjabi rams and Kafi *et al.* [17] in Persian Karakul rams.

The observed morphometric variations correlated with serum testosterone levels (Table-3), which follow the same seasonal pattern. Since testosterone is the hormone that controls testicular,

Table-3: Average number of live spermatozoa and sperm doses usable for AI (400×10^6 spz live) obtained per ram per collection.

Periods	Number of live spermatozoa (millions) per collection	Sperm doses usable for AI per collection
Winter (n=24)	413±154	1.03±0.38
Spring (n=24)	448±140	1.12±0.35
Summer (n=24)	359±215	0.90±0.54
Autumn (n=24)	837±325	2.09±0.81
Statistical	a***; b**; c**	a***; b**; c**

^awinter versus autumn, ^bspring versus autumn, ^csummer versus autumn. ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$. AI=Artificial insemination

epididymal, and accessory glands' activities, several authors argue that testosterone is a good marker of quantitative and qualitative production of sheep sperm [28-31]. Darbeida *et al.* [32], who worked on OD rams, found that testosterone reached a peak in summer and a low rate in winter; while Loubser *et al.* [33] found that the peak of testosterone blood concentration (10.9 ng/mL) in the Angora breed reached at the beginning of March. Our results seem to be in agreement with those of Benia *et al.* [34] who found that testosterone concentrations are maximal during spring and autumn months, and that OD rams showed continuous spermatogenetic activity during all seasons. In addition, serum testosterone levels were low during July where the temperature was very high on the day of collection. This is in agreement with the results obtained by Maurya *et al.* [35] in Malpura rams subjected to high temperatures (42°C and 55% of relative humidity) for 6 h per day during 10-16 h. It was also reported in bulls and boars that testosterone was found to decrease during high heat, but tends to recover if heat stress lasts more than 2 weeks [36].

The values recorded for the ejaculated volume were lower in winter as reported by Boucif *et al.* [21] and Pourseif *et al.* [37]. In addition, an increase of volume was noted at the end of June to the end of September and a decrease toward the end of October. This decrease is being maintained until the end of February to increase gradually and reach a new peak in March (1.35 ± 0.15 mL). It was lower than that of 1.99 mL recorded using artificial vagina by Aissaoui *et al.* [38]. The increase in sperm volume from the end of winter to its peak in spring is in agreement with Kafi *et al.*'s. [17] results. On the other hand, Aissaoui *et al.* [38] showed that the quantity of ejaculated semen reaches maximum values in June and seems to evolve with the daily illumination duration.

The fluctuations of mass motility were not really affected by the photoperiod as shown by Colas [39] and Aller *et al.* [40]. We note that motility follows the

Table-4: Pearson's correlation between testosterone, scrotal circumference, and sperm parameters.

Testosterone	Testosterone (ng/mL)	Scrotal circumference (cm)	Weight (kg)	Volume (mL)	Massal motility	Sperm concentration ($\times 10^9$ /ml)	Live spermatozoa (%)	Abnormal spermatozoa (%)
Scrotal circumference (cm)	0.974							
Weight (kg)	0.724	0.639						
Volume (mL)	0.690	0.563	0.311					
Massal motility	0.943	0.986	0.684	0.428				
Sperm concentration ($\times 10^9$ /ml)	-0.249	-0.062	-0.753	-0.280	-0.071			
Live spermatozoa (%)	0.647	0.798	0.345	-0.001	0.856	0.357		
Abnormal spermatozoa (%)	-0.143	-0.007	0.217	-0.811	0.155	0.086	0.471	

same trend as that of testosterone. However, it seems to be affected by the high temperatures because we noted very low values in July (where the ambient temperature reached 47°C), which is in agreement with the finding of Ghozlane *et al.* [41]. Kafi *et al.* [17] have demonstrated in a study on Iran Karakul breed rams that high temperatures do not affect mass motility of semen and have concluded that higher sperm quality is obtained toward the end of summer.

Sperm concentration is the most variable parameter (more than double in spring to autumn). Our results are comparable to those found by Deldar *et al.* [42], Zamiri *et al.* [18], and Moghaddam *et al.* [43], with maximum values in autumn and decreased ones in winter. Similar observations have been reported in the Ile-de-France breed, where Colas [44] noted that sperm-fertilizing power is significantly lower in spring (March-April) than in autumn (September) in the adult ram.

Percentage of live sperm is significantly affected by the season, the highest mean value is recorded in autumn; while the lowest value is in summer. It should be noted that Pourseif *et al.* [37] observed the highest rate of sperm vitality from September to December, thus meeting the observations of Dufour *et al.* [45] and Moghaddam *et al.* [43], with higher values in autumn (October-November) than in spring. However, Kafi *et al.* [14] observed the highest rate in September (97.6±13.1%) and the lowest one in January (82.1±11.3%). Aller *et al.* [40] found no significant effect of season on live spermatozoa.

A significant effect of season on the percentage of abnormal spermatozoa, especially in winter, is noted, in comparison with low values recorded in spring and summer ($p < 0.05$), which is in agreement with results obtained by Mandiki *et al.* [46]. The increased rate of sperm abnormalities can be explained by decreased serum testosterone concentration, reduced seminiferous tube diameter and spermatogenetic activity, or a maturation defect at the epididymal level [47]. The best indicator of seasonal effects on sperm quality is sperm abnormality, which is generally proportional to the fertility test [39]. Zamiri *et al.* [18] found that the rate of sperm abnormalities increased from January to March, with rates ranging from 7.5% to 14.2%. The average morphological abnormalities of spermatozoa recorded during our experiment were <15%, percentage above which sperm is considered to be of poor quality [13].

Finally, the mean number of live spermatozoa per collection and thus the theoretical mean number of semen doses usable for artificial insemination (AI) obtained per male varied from simple to double between winter and autumn (Table-4).

Conclusion

The observed changes on sperm parameters during the period of reproduction indicated a relationship between serum testosterone massal motility and

scrotal circumference. The best sperm was obtained during spring and autumn, coinciding with usual mating periods in our farms. Moreover, the average number of doses usable for AI tends to be higher in autumn and lower in summer and winter. Overall, our results illustrate that seasonal variations of sperm concentration do not prevent using OD breed rams throughout the year for collection of sperm to be used for AI.

Authors' Contributions

SB, BS, and NH designed the experiment protocol. SB and LB carried out the experiment work. SB, BS, NH, and MT were involved in data analysis and scientific discussion. SB, BS, NH, MT, LB, and YO drafted and revised the paper. All authors read and approved the final manuscript.

Acknowledgments

The authors are thankful to the Director and staff of the Technical Institute of Breeding "ITELV" Ain M'lila for their kind cooperation and contribution to this study and Dr. Hafdi of the Medical Analysis Laboratory-Setif. This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Competing Interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

1. MADR (Ministry of Agriculture and Rural Development), (2014) Agricultural Statistics (Areas and Productions Serie B). MADR (Ministry of Agriculture and Rural Development), Algiers.
2. Safsaf, B., Belkadi, S., Belkacem, L., Mamache, B. and Tlidjane M. (2015) Variations of motility and survival with storage time at 4°C of epididymal spermatozoa Ouled Djellal breed rams in Eastern Algeria. *Vet. World*, 8: 326-329.
3. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. (2014) 5th Rapport National Sur la Mise en œuvre de la Convention sur la Diversité Biologique au Niveau National. Décembre 2014.
4. Saadi, M.A., Mefti, K.H., Benia, A.R., Bellala, R. and Kaidi, R. (2016) Effect of season and age rams breed "Ouled Djellal" on quality of their seed and reproduction *in vivo*. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.*, 3(5): 42-47.
5. Harkat, S., Laoun, S.A., Benali, R., Outayeb, D., Ferrouk, M., Maftah, A., DaSilva, A. and Lafri, M. (2015) Phenotypic characterization of the major sheep breed in Algeria. *Rev. Méd. Vét.*, 166(5-6): 138-147.
6. Kridli, R.T., Abdullah, A.Y., Obeidat, B.S., Qudsieh, R.I., Titi, H.H. and Awawdeh, M.S. (2007) Seasonal variation in sexual performance of Awassi rams. *Anim. Reprod.*, 4(1/2): 38-41.
7. Hammoudi, S.M., Ait-Amrane, A., Belhamiti, T.B., Khiati, B., Niar, A. and Guetarni, D. (2010) Seasonal variations of sexual activity of local bucks in western Algeria. *Afr. J. Biotechnol.*, 9(3): 362-368.
8. Maksimovic, N., Hristov, S., Stankovic, B., Petrovic, M.P., Mekic, C., Ruzic-Muslic, D. and Cardo-Petrovic, M. (2016) Investigation of serum testosterone level, scrotal circumference, body mass, semen characteristics, and their correlations in developing MIS lambs. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 40: 53-59.
9. Haye, A., M'betiegue, C., Nazaire, L.G. and Tanon, B.

- (2004) Evaluation de la qualité du sperme du bélier de race Djallonké en région de svane humide de Côte d'Ivoire. *Agron. Afr.*, 16(3): 37-46.
10. Bronson, F.H. (1989) Mammalian Reproductive Biology. The University of Chicago Press, Chicago and London. p1-325.
 11. Sathe, S. and Shipley, C.F. (2014) Applied andrology in sheep, goats and selected cervids. In: Chenoweth, P.J. and Lorton, S.P., editors. Animal Andrology: Theories and Applications. CAB International, UK. p226-253.
 12. Sang-Kon, L., Sungman, P. and Yoon-Won, K. (2016) The effects of extremely low-frequency magnetic fields on reproductive function in rodents. In Tech Open: Science/Open Mind World's Largest Science, Technology and Medicine Open Access Book. SAGE Publishing, Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro, Portugal.
 13. Perkins, A. and Roselli, C.E. (2007) The ram as a model for behavioral neuroendocrinology. *Horm. Behav.*, 52(1): 70-77.
 14. Hassanin, S.H., Hussein, A.F., Khattab, Y.A. and Abdalla, M.A. (2013) Reproductive performance of ram under arid conditions. *Life Sci. J.*, 10(4): 2596-2506.
 15. Dedieu, B., Courmu, E. and Gibon, A. (1989) Notation de l'état corporel et système d'élevage ovin, diagnostic et conseils pour l'alimentation des troupeaux en Cévennes. *INRA Prod. Anim.*, 2(2): 79-88.
 16. Baril, G., Chemineau, P., Cognié, Y., Guerin, Y., Leboeuf, B., Orgeur, P. and Valet, J.C. (1993) Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. *Etude FAO Prod. Santé. Anim.*, 83: 231.
 17. Kafī, M., Safdarian, M. and Hashemi, M. (2004) Seasonal variation in semen characteristics, scrotal circumference and libido of Persian Karakul rams. *Small Rumin. Res.*, 53: 133-139.
 18. Zamiri, M.J., Khalili, B., Jafaroghli, M. and Farshad, A. (2010) Seasonal variation in seminal parameters, testicular size and plasma testosterone concentration in Iranian Moghani rams. *Small Rumin. Res.*, 94: 132-136.
 19. Ax, R.L., Dally, M., Didion, B.A., Lenz, R.W., Love, C.C., Varner, D.D., Hafez, B. and Bellin, M.E. (2000) Semen evaluation. In: Hafez, B., and Hafez, E.S.E., editors. Reproduction in Farm Animals. 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, PA. p365-375.
 20. Avdi, M., Banos, G., Stefos, K. and Chemineau, P. (2004) Seasonal variation in testicular volume and sexual behavior of Chios and Serres rams. *Theriogenology*, 62: 275-282.
 21. Boucif, A., Azzi, N., Tainturier, D. and Niar, A. (2007) Variations saisonnières des paramètres reproductifs chez les béliers de deux races locales algériennes. *Renc. Rech. Ruminants*, 14: 308.
 22. Abba, Y. and Igbokwe, I.O. (2015) Testicular and related size evaluations in Nigerian sahel goats with optimal cauda epididymal sperm reserve. *Vet. Med. Int.*, 2015: 5.
 23. Ghorbankhani, F., Souri M., Moeinin, M.M. and Mirmahmoudi, R. (2015) Effect of nutritional state on semen characteristics, testicular size and serum testosterone concentration in Sinjabi ram lambs during the natural breeding season. *Anim. Reprod. Sci.*, 153: 22-28.
 24. Belkhirī, Y., Bouzebda-Afri, F., Bouzebda, Z. and Djaout A. (2017) Testicular morphometric measurements of Ouled Djellal lambs from birth to puberty. *Glob. Vet.*, 18(2): 85-91.
 25. Chalivoix, S. (2010) Transition Photopériodique et Plasticité Neuronale dans L'hypothalamus Ovin: Aspects Neuronomiques et Fonctionnels. Thèse Doctorat - Université François Rabelais. Tours. p11.
 26. Allaoui, A., Safsaf, B., Laghrou, W. and Tlidjane, M. (2014) Factors Affecting Scrotal Measurements and Weight of Ouled Djellal Rams in Eastern and South-Eastern Algeria. 4th International Conference on Agriculture and Animal Science (CAAS 2013); 3rd International Conference on Asia Agriculture and Animal (ICAAA 2013). *APCBEE Procedia*, 8: 260-265.
 27. Oberst, E.R., Smirdele, W.A., Brito, M.A., Marschner, T.R., Ribeiro, L.A. and Mattos, R.C. (2011) Seasonal variation in semen quality of Lacune rams in Brazil. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, São Paulo., 48(4): 319-324.
 28. Issa, M., Yenikoye, A., Marichatou, H. and Banoïn, M. (2001) Spermogramme de béliers peuls bicolores et touaregs: Influence du type génétique et de la saison. *Rev. Elev. Méd. Vet. Pays Trop.*, 54(3-4): 269-275.
 29. Kishk, W.H. (2008) Interrelationship between ram plasma testosterone level and some semen characteristics. *Slovak J. Anim. Sci.*, 41(2): 67-71.
 30. Belkhirī, Y., Bouzebda-Afri, F., Bouzebda Z. and Mouffok, C. (2017) Age and season effects on sexual parameters in mature rams used in artificial insemination centre (Algeria). *Glob. Vet.*, 18(1): 31-40.
 31. Foçâneau, V., Bogdan, L., Andrei, S., Bogdan, S. and Petrean, A.B. (2014) Performance of some variables used as a procedure for estimating sexual capacity (fertility) of the ram. *Bull. Univ. Agric. Sci. Vet. Med. Cluj-Napoca. Vet. Med.*, 71(1): 52-55.
 32. Darbeïda, H. and Brudieu, R. (1980) Seasonal variations in plasma testosterone and dihydro - Testosterone levels and in metabolic clearance rate of testosterone in rams in Algeria. *J. Reprod. Fertil.*, 59: 229-235.
 33. Loubser, P.G., Van Nieker, C.H. and Botha L.J.J. (1983) Seasonal changes in sexual activity and semen quality in the Angora ram. 1. Libido and male hormone concentrations. *South. Afr. Tyidskr. Veek.*, 13: 131-133.
 34. Benia, A.R., Taïbi, K., Ait-Amrane, A., Hammoudi, S.M. and Kaidi, R. (2013) Study of seasonal sexual activity variations in Algerian rams: Sexual behaviour, testosterone concentration control and environmental factors. *Afr. J. Biotechnol.*, 12(41): 6042-6048.
 35. Maurya, V.P., Sejian, V., Kumar, D. and Naqvi S.M.K. (2016) Impact of heat stress, nutritional restriction and combined stresses (heat and nutritional) on growth and reproductive performance of Malpura rams under semi-arid tropical environment. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 100(5): 938-46.
 36. Hansen, P.J. (2009) Effects of heat stress on mammalian reproduction-review. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 364: 3341-3350.
 37. Pourseif, M.M., Moghaddam, G.H., Rafat, S.A., Daghighkia A. and Pourseif, A. (2013) Photoperiod as a factor for studying fluctuations of seminal Traits during breeding and non-breeding season. *Iran. J. Appl. Anim. Sci.*, 3(2): 313-321.
 38. Aïssaoui, C., Chibani, J. and Bouzebda, Z. (2004) Etude des variations de la production spermatique du bélier de race Ouled Djellal soumis à un régime pauvre. *Renc. Rech. Ruminants*, 11: 402.
 39. Colas, G. (1980) Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France. I- Etude de la morphologie cellulaire et de la motilité. *Reprod. Nutr. Dév.*, 20(6): 1789-1799.
 40. Aller, J.F., Aguilar, D., Vera, T., Almeida, G.P. and Alberio, R.H. (2012) Seasonal variation in sexual behavior, plasma testosterone and semen characteristics of Argentine Pampinta and Corriedale rams. *Span. J. Agric. Res.*, 10(2): 345-3525.
 41. Ghozlane, F., Ziki, B. and Yakhlef, H. (2005) Variations saisonnières des caractères quantitatifs du sperme de bélier de race Ouled Djellal. *Renc. Rech. Ruminants*, 12: 164.
 42. Deldar, T.H., Zare, S.A., Moradi, S.M. and Shakeri, M. (2007) Monthly variation of plasma concentration of testosterone and thyroid hormones and reproductive characteristics in three breeds of Iranian fat-tailed rams throughout one year. *Pak. J. Bio. Sci.*, 10: 3420-3424.
 43. Moghaddam, G.H., Pourseif, M.M. and Rafat, S.A. (2012)

- Seasonal variation in semen quality and quantity traits of Iranian crossbred rams. *Slovak J. Anim. Sci.*, 45(3): 67-75.
44. Colas, G. (1981) Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France. II. Fécondance: Relation avec les critères qualitatifs observés *in vitro*. *Reprod. Nutr. Dév.*, 21(3): 399-407.
45. Dufour, J.J., Fahmy, M.H. and Minvielle, F. (1984) Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in ram with long or short breeding season. *J. Anim. Sci.*, 58: 416-422.
46. Mandiki, S.N.M., Derisceke, G., Bister, J.L. and Paquay, R. (1998) Influence of season and age on sexual maturation parameters of Texel, Suffolk, and Ile-de-France rams. 1. Testicular size, semen quality and reproductive capacity. *Small Rumin. Res.*, 28: 67-79.
47. Barkawi, A.H., Elsayed, E.H., Ashour, G. and Shehata, E. (2006) Seasonal variation in semen characteristics, hormonal profiles and testicular activity in zaraibi goats. *Small Rumin. Res.*, 66: 209-213.

Résumé

Etude de certains facteurs de reproduction chez le mâle Ouled Djellal en régions aride et semi-aride

Pour déterminer l'effet des variations saisonnières sur la concentration sérique en testostérone, le poids, la circonférence scrotale et sur certains paramètres spermatiques et biochimiques chez des béliers vivant en régions aride et semi-aride ; le sperme a été collecté une fois par mois pendant une année (printemps, été, automne, hiver : 3 fois) sur 14 béliers géniteurs âgés entre 2 et 4 ans de race Ouled-Djellal de l'Institut technique d'élevage « ITELV » sis à Ain M'lila (Aurès) et au « CNIAAG » Ouled Djellal. Les valeurs moyennes pour le volume, la motilité massale, le taux de vitalité des spermatozoïdes (spz) et la circonférence scrotale ont été maximales durant le printemps en zone semi-aride avec des différences significatives ($p < 0,05$) avec $1,23 \pm 0,26$ ml, $3,39 \pm 1,07$, $79,2 \pm 15,8$ % et $36,3 \pm 1,9$ cm respectivement ; alors que, la concentration en spz a été beaucoup plus élevée pendant l'automne avec $0,96 \pm 0,56$ contre $0,46 \pm 0,13 \times 10^9$ spz/ml au printemps. En région aride, le poids, la circonférence scrotale, la testostéronémie et la motilité massale n'ont montré aucune différence significative ($P > 0,05$), tandis que le volume, le taux de vitalité des spermatozoïdes (spz) et la concentration en spz ont présenté des variations saisonnières ($p < 0,05$). L'effet saison a influencé significativement le pourcentage des spz anormaux ($p < 0,05$) surtout durant la période hivernale dans les deux régions avec $3,33 \pm 1,0\%$ et $6,5 \pm 2,1\%$ respectivement, mais n'a eu aucune influence sur le poids des béliers. L'activité hormonale saisonnière était élevée avec $4,89 \pm 2,06$ ng/ml et $3,09 \pm 1,35$ ng/ml de testostérone sérique au printemps et en automne respectivement, coïncidant avec les périodes d'activité sexuelle maximale (saisons de lutte) ; alors qu'on a noté des valeurs augmentées en hiver et en été en région aride. Pour les paramètres biochimiques, nous avons relevé des corrélations positives entre la glycémie et les taux sériques en enzymes en zone aride, contrairement à la zone semi-aride où elles sont négatives. Les résultats obtenus montrent également des corrélations entre les métabolites énergétiques et azotés dans les deux régions d'étude. Ainsi, nous pouvons conclure que la testostéronémie est fortement corrélée à la circonférence scrotale, et que le facteur saisonnier a une influence légère à très significative sur les paramètres spermatiques en zone aride et semi-aride respectivement. Ces résultats ne devraient pas empêcher l'utilisation des béliers tout au long de l'année pour la récolte de sperme.

Mots clés : Circonférence scrotale, saison, zone semi -aride, zone aride, spermatozoïdes, testostérone, paramètres biochimiques.

ملخص

دراسة بعض عوامل التكاثر عند كبش سلالة أولاد جلال في المناطق القاحلة وشبه القاحلة

لتحديد تأثير التغيرات الموسمية على تركيز هرمون التستوستيرون في الدم الوزن، محيط الصفن، بعض معلمات السائل المنوي وبعض المعلمات البيوكيميائية عند كبش من المناطق القاحلة وشبه القاحلة. لقد تم جمع السائل المنوي وكذا أخذ عينات من الدم مرة واحدة في الشهر لمدة سنة، عند 14 كبش تتراوح أعمارهم بين 2 و 4 سنوات، هذه الأخيرة متواجدة بالمعهد التقني لعين مليلة وبمركز التلقيح الاصطناعي بأولاد جلال. القيم المتوسطة، لحجم، حركة ونسبة حيوية الحيوانات المنوية بالإضافة إلى محيط الصفن كانت ذات قيمة قصوى خلال فترة التكاثر ($1,23 \pm 0,26$ مل، $3,39 \pm 1,07$ ، $79,2 \pm 15,8\%$ و $36,3 \pm 1,9$ سم) في الربيع. بينما عدد الحيوانات المنوية كان مرتفعاً خلال فصل الخريف بمعدل $0,96 \pm 0,27$ مقابل $0,46 \pm 0,13 \times 10^9$ حيوان منوي/ مل بالنسبة للمنطقة شبه القاحلة. نتائج الوزن، محيط الصفن، تركيز هرمون التستوستيرون وحركة الحيوانات المنوية لم تظهر أي تغيير، بينما أظهر حجمها، حيويتها وتركيزها اختلافات فصلية. أبدي الفصل تأثيراً ملحوظاً على نسبة الحيوانات المنوية المشوهة خاصة في الموسم الشتوي في كلتا منطقتي الدراسة ($3,33 \pm 1,0\%$ و $6,5 \pm 2,1\%$)، لكن لم يكن له تأثير على وزن الكبش. النشاط الفصلي الهرموني كان مرتفع خلال فصل الربيع والخريف بمعدل $4,89 \pm 2,06$ نغ/مل و $3,09 \pm 1,35$ نغ/مل وذلك تزامناً مع فترات النشاط الجنسي، بينما سجلنا نتائج مرتفعة خلال فصلي الشتاء والصيف في المنطقة القاحلة. بالنسبة للمعلمات البيوكيميائية، لاحظنا ارتباطات بين النواتج الطاقوية والأزوتية في كلتا منطقتي الدراسة. هكذا يمكننا أن نستنتج أن هرمون التستوستيرون يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمحيط الصفن، وأن التغيرات الفصلية لها تأثير كبير على معلمات السائل المنوي في المنطقة شبه القاحلة، بينما لها تأثير طفيف على هذه المعلمات في المناطق القاحلة. نستخلص من كل هذه النتائج أنه بإمكاننا استغلال الكبش لاستخلاص السائل المنوي على مدار السنة قصد استخدامه في التلقيح الاصطناعي.

الكلمات الدالة: محيط الصفن، الموسم، المنطقة شبه القاحلة، المنطقة القاحلة، الحيوانات المنوية، التستوستيرون، المعلمات البيوكيميائية.

Abstract

Seasonal influence on sperm parameters, scrotal measurements, and serum testosterone in Ouled Djellal breed rams in Algeria

To determine seasonal variations on biochemical and testosterone serum concentration, body weight, scrotal circumference, and some sperm parameters in live rams in arid and semi-arid region, Sperm and blood were collected once a month for one year (spring, summer, autumn, winter: 3 times) on 14 Ouled-Djellal rams aged between 2 and 4 years old in the Technical Institute of breeding "ITELV" located at Ain M'lila and "CNIAAG" Ouled Djellal. Mean values for volume, mass motility, live sperm and scrotal circumference were highest during spring in the semi-arid zone with significant differences ($p < 0,05$) with $1,23 \pm 0,26$ ml, $3,39 \pm 1,07$, $79,2 \pm 15,8\%$ and $36,3 \pm 1,9$ cm respectively; while the spz concentration was higher during autumn with $0,96 \pm 0,27$ against $0,46 \pm 0,13 \times 10^9$ spz / ml in spring. In arid area, weight, scrotal circumference, testosterone, and mass motility are not significantly different ($P > 0, 05$), while volume, live sperm rate presented a seasonal variation ($p < 0,05$). Season influence significantly abnormal sperm ($p < 0, 05$) especially during winter period in the two regions with $3,33 \pm 1,0$, $6,5 \pm 2,1\%$ respectively but has no influence on the weight of the rams. Seasonal hormonal activity was high with $4,89 \pm 2,06$ ng / ml and $3,09 \pm 1,35$ ng / ml of testosterone in mating season semi-arid regions. We have noted positive correlations between blood glucose serum levels and enzymes in arid zones. The results obtained are also those of the energy and nitrogen correlations in the two study areas. We can conclude that testosterone concentration is strongly correlated with the scrotal circumference and that the season has a significant influence on spermatc parameters, and that despite the large variations in sperm production, the rams can be used throughout the year.

Keywords: scrotal circumference, season, semi-arid area, arid area, spermatozoon, testosterone, biochemical parameters.