

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques



## **THESE**

Présentée par

**MOULLA Farid**

En vue de l'obtention du titre de

**DOCTEUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES**

Option : Productions Animales

## **THÈME**

**AGE, POIDS A LA PUBERTE ET CARACTERISTIQUES  
REPRODUCTIVES CHEZ LES AGNEAUX DE LA RACE  
« TAZEGZAWT » EN KABYLIE**

Soutenu, le 31/01/2019, devant le Jury composé de :

<b>M. BERCHICHE Mokrane</b>	<b>Professeur</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Président</b>
<b>M. IGUER-OUADA Mokrane</b>	<b>Professeur</b>	<b>UAM/Bejaia</b>	<b>Directeur de thèse</b>
<b>M<sup>me</sup> ZERROUKI-DAOUDI Nacira</b>	<b>Professeur</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Co-Directrice</b>
<b>M. GHOZLANE Fayçal</b>	<b>Professeur</b>	<b>ENSA</b>	<b>Examineur</b>
<b>M. KADI Si Ammar</b>	<b>MCA</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Examineur</b>
<b>M. LAMARA Ali</b>	<b>MCA</b>	<b>ENSV</b>	<b>Examineur</b>

**Année Universitaire 2018 / 2019**

## **REMERCIEMENTS**

Ce présent travail de thèse de doctorat sur la caractérisation de la reproduction d'une race ovine locale, qui relève du programme de recherche de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (**INRAA**), a été réalisé en collaboration avec le Laboratoire Associé des Écosystèmes Marins et Aquacole de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (**FSNV**) de l'Université Abderrahmane Mira de Bejaïa, sous la direction du Professeur **IGUER-OUADA Mokrane**. L'aboutissement de ce modeste travail n'aurait pas vu le jour sans la contribution de près ou de loin des uns et des autres.

### **A Monsieur le Professeur IGUER-OUADA Mokrane,**

Veillez trouver ici toute ma gratitude et mes sincères remerciements pour avoir accepté la direction de ce travail et pour tous vos efforts professionnels au cours de toute la période de travail que nous avons passé ensemble. Votre démarche scientifique, vos réflexions, vos idées, vos conseils et vos orientations judicieux m'ont été d'une grande utilité. Permettez-moi de vous exprimer ici mon profond respect.

### **À Madame le Professeur ZERROUKI-DAOUDI Nacira,**

mes sincères remerciements pour avoir accepté la codirection de ce travail de recherche et pour votre disponibilité à chaque fois que le besoin s'est fait sentir. Vous m'aviez toujours encouragé à avancer dans le travail, les séances de travail avec vous étaient enrichissantes. Vos remarques et vos orientations m'ont été d'une grande utilité.

### **À Monsieur le Professeur BERCHICHE Mokrane,**

je vous exprime mes sincères remerciements pour avoir accepté d'assurer la présidence du jury d'examen de ce travail de recherche. C'est un honneur de vous compter parmi les membres de jury, je vous exprime ici toute ma gratitude et mon profond respect.

**À Monsieur le Professeur GHOZLANE Fayçal,**

je vous exprime également mes remerciements les plus sincères pour avoir accepté d'être membre de cette commission d'examen de ce document afin de me faire bénéficier de vos critiques et me faire profiter de votre expérience.

**À Monsieur le Professeur KADI Si Ammar,**

je vous exprime mes remerciements pour avoir accepté de participer à cette commission d'examen et me faire bénéficier de critiques éclairées.

**À Monsieur LAMARA Ali,**

je vous adresse aussi mes sincères remerciements d'avoir accepté d'examiner et d'enrichir ce modeste travail et de nous faire profiter de vos idées.

**Au personnel du centre de recherche d'Oued Ghir (Béjaïa) de l'INRAA,**

j'exprime mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé dans les diverses tâches du protocole expérimentale, plus particulièrement : M<sup>elle</sup> ARROUS Salima, M<sup>elle</sup> BOUDRIAF Sabrina, M. AMARA Hocine, M. DJOUDI Omar et M. TAMAZOUT Boualem...

**A tous mes collègues de travail,** qu'ils trouvent ici ma vive reconnaissance pour leur disponibilité en cas de besoin.

**Farid MOULLA**

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

AMH : Anti-Mullerian Hormone  
ATCH : Adrenocorticotropin Hormone  
Cm : Centimètre  
Cm<sup>3</sup> : Centimètre cube  
Conc. : Concentration  
CRH : Corticotrophin-Releasing Hormone  
CRSTRA : Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides  
CS : Circonférence Scrotale  
CV : Coefficient de variation  
DE : Diamètre de la queue de l'épididyme  
DT : Diamètre testiculaire  
Fig. : Figure  
FSH : Follicule-Stimulating Hormone  
g/j : Gramme par jour  
GH : Growth Hormone  
GHRH : Growth Hormone-Releasing Hormone  
GMQ : Gain Moyen Quotidien  
GnRH : Gonadotrophin-Releasing Hormone  
HHT : Hypothalamus-Hypophyse-Testicule  
INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie  
j : Jour  
Kg : Kilogramme  
Km : Kilomètre  
LH : Luteinising Hormone  
LT : Longueur du testicule  
MADRP : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche  
Max : Maximum  
Mini : Minimum  
ml : millilitre  
mm : millimètre  
Mob. : Mobilité  
N° : Numéro  
ng/ml : nano gramme par millilitre  
NS : Non significative  
PGC : Cellules Germinales Primordiales  
PRL : Prolactine  
PV : Poids vif  
r : Corrélation

R<sup>2</sup> : Coefficient de détermination  
Sem : Semaine  
S : Significatif  
SCA : Sperme Class Analyser  
SD/DS : Déviation standard  
Spzd : Spermatozoides  
Spzd/Ejacl. : Spermatozoides/Éjaculat  
SSC : Cellules Souche Spermatogonies  
Testo. : Testostérone  
Tot. Conc : Totale concentration  
TRH : Thyrotrophine-Releasing Hormone  
TSH : Thyroid-Stimulating Hormone  
VAP : Vitesse de trajectoire moyenne  
VCL : Vitesse curviligne  
Vol : Volume  
vs : versus  
VSL : Vitesse linéaire droite  
% : Pourcentage  
< : Inférieur  
° C : Degré Celsius  
° : Degré  
µm/s : Micromètre/secondes

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Poids (Kg) des agneaux de quelques races à différents âges	12
Tableau 2 : Comparaison des poids moyens des agneaux en fonction du type de naissance	14
Tableau 3 : Poids vif (Kg) ( $\pm$ DS) des agneaux de la race Ouled Djellal en fonction de l'âge et du type de naissance	15
Tableau 4 : Volume et concentration en spermatozoïdes du sperme de différentes espèces	37
Tableau 5 : Nombre de spermatozoïdes par millilitre et par éjaculat chez différentes espèces	37
Tableau 6 : Données globales sur les naissances des agneaux de race <b>Tazegzawt</b>	58
Tableau 7 : Présentation des poids des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> à la naissance et selon les types de naissance	59
Tableau 8 : Évolution du poids corporel des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> à différents âges	61
Tableau 9 : Gains moyens quotidiens (GMQ) des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> à différents intervalles d'âge	62
Tableau 10 : Corrélations entre les paramètres de croissance corporelle et testiculaires chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> âgés de 9 à 49 Semaines	68
Tableau 11 : Age, Poids vif, Périmètre thoracique et Circonférence scrotale moyens chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> aux différents stades du développement du pénis (stade2: séparation partielle et Stade3 : séparation complète)	69
Tableau 12 : Répartition des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> selon le stade 3 (Séparation complétée des adhésions) en fonction de l'âge et des caractéristiques corporelles et testiculaires	70
Tableau 13 : Moyennes des taux de la testostérone dans le sang des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> âgés de 11 à 49 semaines	72

Tableau 14 : Relation du taux de la testostérone et les paramètres de croissance corporelle et testiculaire des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b>	73
Tableau 15 : Présentation des collectes de sperme des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> en fonction de l'âge	75
Tableau 16 : Poids corporel et circonférence scrotale en fonction de l'absence et présence du sperme chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b>	76
Tableau 17 : Corrélation âge - croissance corporelle et testiculaire – testostérone et paramètres spermatiques chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b>	84
Tableau 18 : Caractéristiques des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> à la puberté (à la première collecte du sperme)	88
Tableau 19 : Vitesses de déplacement des spermatozoïdes des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> à la puberté	90
Tableau 20 : Corrélation âge - croissance corporelle – testiculaire – Testostérone – caractéristiques spermatiques chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> à la puberté	91

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Évolution des effectifs du cheptel ovin 1997-2015	6
Figure 2 : Répartition des races ovines algériennes	7
Figure 3 : Localisation de la race ovine <b>Tazegzawt</b> en Kabylie	9
Figure 4 : Courbe de croissance	10
Figure 5 : Axe Hypothalamus-Hypophyse-Gonades	20
Figure 6 : Évolution des poids vifs des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> en fonction de l'âge (9 à 49 semaines)	60
Figure 7 : Évolution du périmètre thoracique des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> en fonction de l'âge (9 à 49 semaines)	63
Figure 8 : Évolution de la circonférence scrotale des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> en fonction de l'âge (9 à 49 semaines)	64
Figure 9 : Évolution des diamètres testiculaires chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> âgés entre 9 et 49 semaines (A : testicule droit, B : Testicule gauche et C : moyenne A et B)	65
Figure 10 : Évolution de la longueur des testicules des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> âgés entre 9 et 49 semaines (A : testicule droit, B : Testicule gauche et C : moyenne A et B)	66
Figure 11 : Évolution du diamètre de la queue de l'épididyme chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> âgés entre 9 et 49 semaines (A : droit, B: gauche, C : Moyenne A et B)	67
Figure 12 : Évolution du volume du sperme (moyenne $\pm$ DS) chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> âgés entre 29 et 49 semaines	77
Figure 13 : Évolution de la concentration du sperme chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> entre 29 et 49 semaines d'âge	78
Figure 14 : Évolution des Concentrations moyennes totales de spermatozoïdes par éjaculat chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> âgés entre 29 et 49 semaines	79
Figure 15 : Évolution de la motilité des spermatozoïdes chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> âgés entre 29 et 49 semaines	80

Figure 16 : Vitesse curviligne (VCL) moyenne des spermatozoïdes chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> âgés entre 29 et 49 semaines	81
Figure 17 : Vitesse linéaire droite (VSL) des spermatozoïdes chez les agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> âgés entre 29 et 49 semaines	82
Figure 18 : Vitesse moyenne de déplacement (VAP) des spermatozoïdes chez les agneaux de race <b>Tazegzawt</b> âgés entre 29 et 49 semaines	83

## LISTE DE FIGURES

Photo 1 : Agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> à l'aire d'exercice	49
Photo 2 : Agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> dans le box	49
Photo 3 : Pesée des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b>	53
Photo 4 : Mesure du périmètre thoracique	53
Photo 5 : Mesure de la circonférence scrotale	53
Photo 6 : Mesure de la longueur du testicule	53
Photo 7 : Mesure du diamètre du testicule	54
Photo 8 : Mesure du diamètre de la queue de l'épididyme du testicule	54
Photo 9 : Prise de sang	55
Photo 10 : Centrifugation du sang	55
Photo 11 : Prélèvement du plasma du sang	55
Photo 12 : Plasma dans des tubes Eppendorf pour congélation	55
Photo 13 : Matériel de collecte du sperme	57
Photo 14 : Microscope et Ordinateur pour analyse du sperme (université de Bejaia)	57

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	1
<b>PARTIE : BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
I1- Cheptel ovin en Algérie	4
I1.1- Effectifs	5
I1.2- Races / populations ovines et leurs répartition	6
I1.3- Présentation de la race ovine <b>Tazegzawt</b>	8
I2- Croissance et développement des agneaux	9
I2.1- Courbe de croissance	10
I2.2- Caractéristiques de la croissance chez l'ovine	11
I2.2.1- Croissance fœtale	11
I2.2.2- Croissance Post-natale	11
I3- Facteurs influençant le poids à la naissance	13
I4- Reproduction chez l'ovine mâle	16
I4.1- Différenciation sexuelle des gonades et de l'appareil génital	16
I4.2- Axe hypothalamo-hypophysaire-testiculaire (HHT)	18
I4.2.1- Hypothalamus	19
I4.2.2- Hypophyse	19
I4.2.3- Testicules	19
- Cellules de Leydig	20
- Cellules de Sertoli	21
- Cellules germinales	21
I4.3- Actions hormonales de l'axe hypothalamus-hypophyse-Testiculaire	22
I5- Puberté	23
I6- Développement sexuel	24
I6.1- Sécrétions hormonales	27
I6.2- Comportement sexuel	30
I6.3- Développement de l'organe reproducteur	31

I6.4- Développement des testicules	32
I6.5- Production du sperme	35
I7- Facteurs influençant la puberté	38
I7.1- Effet de l'alimentation	39
I7.2- Effet de la photopériode	42
I7.3- Effet du poids corporel ou du taux de croissance	43
I7.4- Effet de la race (génétique)	44
I8- Corrélation entre les différents paramètres du développement sexuel	45
<b>PARTIE : EXPERIMENTALE</b>	
<b>II- MATERIEL ET METHODES</b>	49
II1- Lieu de l'expérimentation	49
II2- Matériel	49
II2.1- Animaux	49
II2.2- Matériels de mensuration corporelle et testiculaire	50
II2.3- Matériels de collecte de sang, extraction du plasma et conservation des échantillons de plasma	51
II2.4- Matériels de la collecte de la semence et d'analyse spermatique	51
II3- Méthodes	52
II3.1- Mensurations corporelles et testiculaires	52
II3.2- Evaluation de la séparation du pénis de la muqueuse prupurtiale	54
II3.3- Détermination des taux d'hormone mâle (Testostérone)	54
II3.4- Collecte de la semence	56
II4- Analyses statistiques	57
<b>III- RESULTATS</b>	58
III1- Présentation des données générales de l'échantillon de l'étude	58
III2- Caractéristiques pondérales des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> à la naissance et selon les types de naissance	58
III3- Caractéristiques de la croissance corporelle et du développement sexuel	59
III3.1- Croissance corporelle	59
III3.1.1- Evolution du poids corporel	59

III3.1.1.1- Poids des agneaux à différents âges types	60
III3.1.1.2- Gain moyen quotidien à différents intervalles d'âges	61
III3.1.2- Evolution du périmètre thoracique	62
III3.2- Croissance testiculaire	63
III3.2.1- Evolution de la circonférence scrotale	63
III3.2.2- Evolution du diamètre testiculaire	64
III3.2.3- Evolution de la longueur testiculaire	65
III3.2.4- Evolution du diamètre de la queue de l'épididyme	66
III3.3- Relations paramètres de croissances corporelles et testiculaires	67
III4- Développement du pénis	68
III5- Taux de concentrations de la testostérone dans le sang et relations avec les paramètres de croissance corporelle et testiculaires	69
III6- Production du sperme et les caractéristiques spermatiques	73
III6.1- Relations poids corporel - circonférence scrotale - production de sperme	75
III6.2- Caractéristiques spermatiques	76
III6.2.1- Le volume de l'éjaculat	76
III6.2.2- La concentration spermatique	77
III6.2.3- La production totale en spermatozoïdes	78
III6.2.4- La mobilité des spermatozoïdes	79
III6.2.4.1- Vitesse Curviligne (VCL)	80
III6.2.4.2- Vitesse Linéaire droite (VSL)	81
III6.2.4.3- Vitesse de déplacement moyenne (VAP)	82
III6.3- Relation paramètres spermatiques-âge-croissance corporelle et testiculaire-taux de testostérone	83
III7- Caractéristiques des agneaux de la race <b>Tazegzawt</b> à la puberté	85
III7.1- Age à la puberté	85
III7.2- Caractéristiques corporelle, testiculaire et hormonale (testostérone)	86
III7.2.1- Poids vif et périmètre thoracique	86
III7.2.2- Paramètres testiculaires	86
III7.2.3- Taux de l'hormone sexuelle (Testostérone) à la puberté	86
III7.3- Caractéristiques séminales à la puberté	87

III7.3.1- Volume de l'éjaculat	88
III7.3.2- Concentration en spermatozoïdes par millilitre et par éjaculat	88
III7.3.3- Mobilité des spermatozoïdes	88
III7.3.4- Vitesses de déplacement (VCL, VSL et VAP)	90
III7.3.5- Corrélations entre les paramètres étudiés à la puberté	90
<b>VI- DISCUSSION</b>	92
VI1- Poids vif à la naissance	93
VI2- Poids vif à différents âges types	93
VI3- Gain Moyen Quotidien (GMQ)	94
VI4- Évolution du poids vif et du périmètre thoracique	95
VI5- Développement testiculaire et organe reproducteur	97
VI6- Caractéristiques spermatiques	100
VI7- Changements de taux de l'hormone sexuelle mâle (Testostérone) dans le sang	103
VI8- Caractéristiques de la race <b>Tazegzawt</b> à la puberté	104
VI8.1- Age à la puberté	105
VI8.2- Poids à la puberté	107
VI8.3- Circonférence scrotale et autres paramètres testiculaires à la puberté	109
VI8.4- Caractéristiques spermatiques à la puberté	110
VI8.4.1- Volume du sperme	110
VI8.4.2- Concentration en spermatozoïdes	111
VI8.4.3- Mobilité spermatique	111
VI8.4.4- Hormone sexuelle testostérone à la puberté	112
VI8.5- Corrélation entre les paramètres à la puberté	113
<b>V- CONCLUSION</b>	114
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	
<b>ANNEXES</b>	
<b>RESUME</b>	
<b>ABSTRACT</b>	

### INTRODUCTION

Les performances de reproduction sont considérées comme facteurs importants liés à la rentabilité. La connaissance des caractéristiques de reproduction d'une race est la base essentielle pour l'amélioration de sa productivité. Parmi les performances de reproduction, la caractérisation de la puberté et le développement sexuel précoce sont qualifiés d'outils précieux pour la sélection des mâles au sein d'une race (Land, 1977 ; Madani *et al.*, 1989). A cet effet, pour une bonne gestion de la reproduction des animaux domestiques, Bilaspuri et Singh (1992) et Ahmad et Noakes (1996) indiquent l'importance et la nécessité d'acquisition d'informations détaillées sur l'apparition de la puberté et la maturation sexuelle.

Malgré l'importance économique, culturel et social de l'élevage ovin en Algérie, celui-ci demeure marginalisé, le peu de travaux de recherche sur cette espèce est resté sans impact sur le développement de cette activité, ceci a été signalé lors des assises de la recherche agronomique de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) en 2008. Concernant l'aspect reproduction du patrimoine génétique animale ovin, les recherches ont été consacré en majorité à la race la plus dominante, la Ouled Djellal et portent surtout sur les performances de production et de reproduction chez les brebis (Dekhili, 2002; Dekhili et Mahane, 2004; Dekhili et Benkhelif, 2005; Dekhili et Aggoun, 2007; Taherti, 2016), sur les caractéristiques testiculaires et spermatiques chez les bélier (Aissaoui et al., 2004; Boucif et al., 2007; Ghozlane *et al.*, 2005; Allaoui *et al.*, 2014, Taherti, 2016] et une seule étude sur les performances de croissance et de l'avènement de la puberté chez les agneaux de cette même race (Boussena, 2013).

Cependant, des études sur le développement sexuel et le moment de la puberté chez les différentes races ovines semblent être très négligées, la revue bibliographique nous a révélé l'existence de seulement quelques documents décrivant les performances de croissances corporelles et testiculaires avant le sevrage et le contrôle des performances de reproduction de la puberté jusqu'à l'âge de la mise à la reproduction avec les caractéristiques spermatiques chez les agneaux de la race Ouled Djellal (Boussena, 2013; Boussena et al., 2013; Boussena *et al.*, 2014). Suite de notre constat sur l'absence d'autres

études sur la caractérisation de la puberté et le développement sexuel chez les mâles des autres races ovines algériennes, ce présent travail de recherche est intervenu pour traiter cette thématique chez une race ovine locale **Tazegzawt** pour laquelle nous donnons les quelques informations suivantes. **Tazegzawt** est une race ovine algérienne originaire des montagnes de la Kabylie précisément dans la région d'Akbou (wilaya de Bejaïa). Selon les déclarations des éleveurs (enquêtes personnelles 2011/2012), l'élevage de cette race avec des effectifs importants était très répondeur dans la région mais malheureusement, ces dernières années nous assistons à la réduction dramatique du nombre d'éleveurs et du cheptel disponible. Par conséquent, cette race est considérée comme une ressource zoo génétique locale menacée de disparition malgré son adaptation aux conditions du milieu et de l'environnement et son potentiel de croissance (observation d'un grand gabarit). Elle demeure méconnue et n'a fait l'objet que de quelques études de caractérisation (Hambli et Tazarat, 2003 et El Bouyahiaoui *et al.*, 2015). La prise en charge de l'aspect connaissance et maîtrise de la reproduction de la race notamment la détermination du moment de la puberté et le développement sexuel chez le mâle constituent une base essentielle pour l'amélioration et la sélection génétique, pour l'amélioration de sa productivité et aussi un des atouts pouvant contribuer à sa sauvegarde et à la lutte contre la menace de disparition.

A cet effet, les objectifs de ce travail de recherche consistent à :

- étudier l'évolution des différents paramètres de croissance et de la reproduction des jeunes agneaux de la race **Tazegzawt**,
- déterminer le moment de la puberté des agneaux de la race,
- analyser les corrélations entre les paramètres de reproduction avant et pendant la puberté.

Le document est composé de deux parties, la première est une synthèse de la recherche bibliographique et la deuxième est la présentation de la partie expérimentale. La synthèse bibliographique contient trois (03) volets : le premier aborde l'élevage ovin en Algérie (Présentation du cheptel national et contraintes d'élevage, les races et/ou populations ovine et répartition géographique, présentation de la race **Tazegzawt**), le second présente

les caractéristiques et les potentialités de croissance chez les ovins ainsi que les facteurs affectant ce paramètre et enfin, le dernier volet bibliographique traite les différents traits reproductifs chez l'agneau de la différenciation sexuelle jusqu'à l'aptitude à produire les gamètes mâle. Dans la partie expérimentale, la présentation du matériel et méthode utilisés dans le cas de notre étude est suivi des résultats de performances de croissance et de l'évolution des paramètres liés à la reproduction et au développement sexuel ainsi que les caractéristiques des agneaux de la race **Tazegzawt** à la puberté. Les résultats obtenus ont été soumis à une discussion en les confrontant avec ceux obtenus par d'autres auteurs.

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

---

## **I1- Cheptel ovin en Algérie**

Dans les pays du Maghreb, l'élevage ovin est une activité agricole stratégique ancestrale, elle joue un rôle important dans l'économie agricole nationale et assure un revenu considérable aux exploitants. En Algérie, il représente une part importante des activités des élevages des animaux domestiques, le Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche (MADRP, 2016), estime le cheptel ovin national à environ 28 millions de têtes. La production de viande rouge est le produit essentiel de cette activité, elle représente la part la plus importante de la production totale nationale (Plus de 58 % selon Gaouar *et al.*, 2015). La laine est considérée comme un sous-produit actuellement faiblement commercialisé, tandis que le lait de la brebis produit en petites quantités est réservé en quasi-totalité à l'allaitement des agneaux.

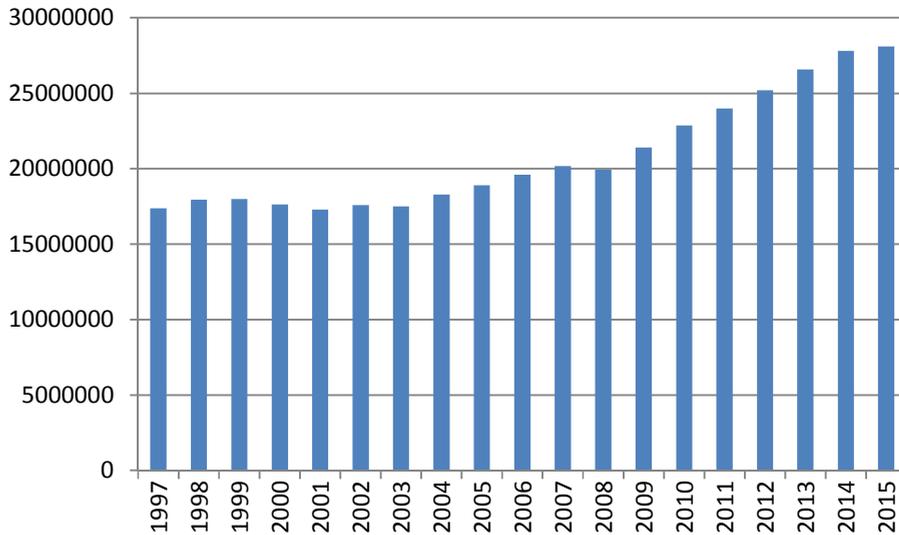
Les connaissances insuffisantes des aptitudes et des potentialités de production et de reproduction des races ovines algériennes d'une part et les diverses contraintes d'organisation et de fonctionnement de cette activité d'élevage, d'autre part, traduisent un sous-développement de cet élevage et par conséquent une insatisfaction de la demande en produits (viande essentiellement) et leurs cherté sur le marché. Parmi ces contraintes on peut citer :

- La majorité des éleveurs ovins demeure non identifié,
- L'absence de l'identification individuelle du cheptel,
- Les croisements souvent anarchiques dans les troupeaux ovins avec absence d'un programme de sélection et d'amélioration génétique à l'échelle nationale,
- Le manque d'intérêt et la marginalisation de certaines races et / ou populations engendre la réduction des effectifs et les menaces de disparition,
- L'existence de peu d'activités ou de programme de préservation, de développement et de gestion durable des races,
- L'insuffisance dans la diversification alimentaires et la production des aliments en quantité et en qualité.

- La méconnaissance exhaustive des potentialités de production et de reproduction de nos races,
- Des manques dans le suivi, le contrôle et la prise en charge sanitaire.

### **I1.1- Effectifs**

La gestion et la mise en œuvre d'un programme de l'amélioration et de sélection génétique du cheptel ovin reste difficile en raison du mode d'élevage pratiqué (extensifs nomade et semi-extensifs sédentaire) et de l'absence d'une identification nationale du cheptel. L'analyse de l'évolution des données statistiques des effectifs du cheptel ovin du Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche (2016), a montré que le nombre de têtes ovines toutes catégories et races confondues a progressé entre 1997 et 2015 passant approximativement de 17 à 28 Millions de têtes. L'effectif du cheptel national est resté stable entre 1997 et 2008 tandis qu'une augmentation progressive est enregistrée à partir de l'année 2009 (Fig.1). Les élevages ovins sont répartis sur l'ensemble du territoire national avec une prédominance dans certaines régions du pays telle que la steppe et le Sahara en mode extensif nomade mais aussi sur les hauts plateaux, le tell et le littoral en mode semi extensif sédentaire (Dehimi, 2005)



**Figure 1** : Evolution des effectifs du cheptel ovine 1997-2015  
(source : MADRP, 2016)

## 11.2- Races / populations ovines et leurs répartition

Des recherches sur l'espèce animale ovine montrent l'existence de divers types génétiques en Algérie, certains inventoriés, caractérisés et connus officiellement : la **Ouled Djellal**, la **Hamra**, la **Rembi**, la **Bérbère**, la **Barbarine**, la **D'Man** et la **Sedaou** alors que d'autres demeurent marginalisées et non encore connues officiellement : **Ifillène**, **Srandi** et **Tazegzawt** (Chekka *et al.*, 2015. Fig. 2). Les études effectuées par Chellig (1992), classe la **Ouled Djellal**, la **Rembi** et la **Hamra** comme races principales et la **Bérbère**, la **Barbarine**, la **Sedaou** et la **D'man** comme races secondaires.

Chaque race possède ces propres caractéristiques morphologiques, physiologiques et biologiques. La race influence non seulement le poids des agneaux à la naissance mais aussi le poids à l'âge adulte.

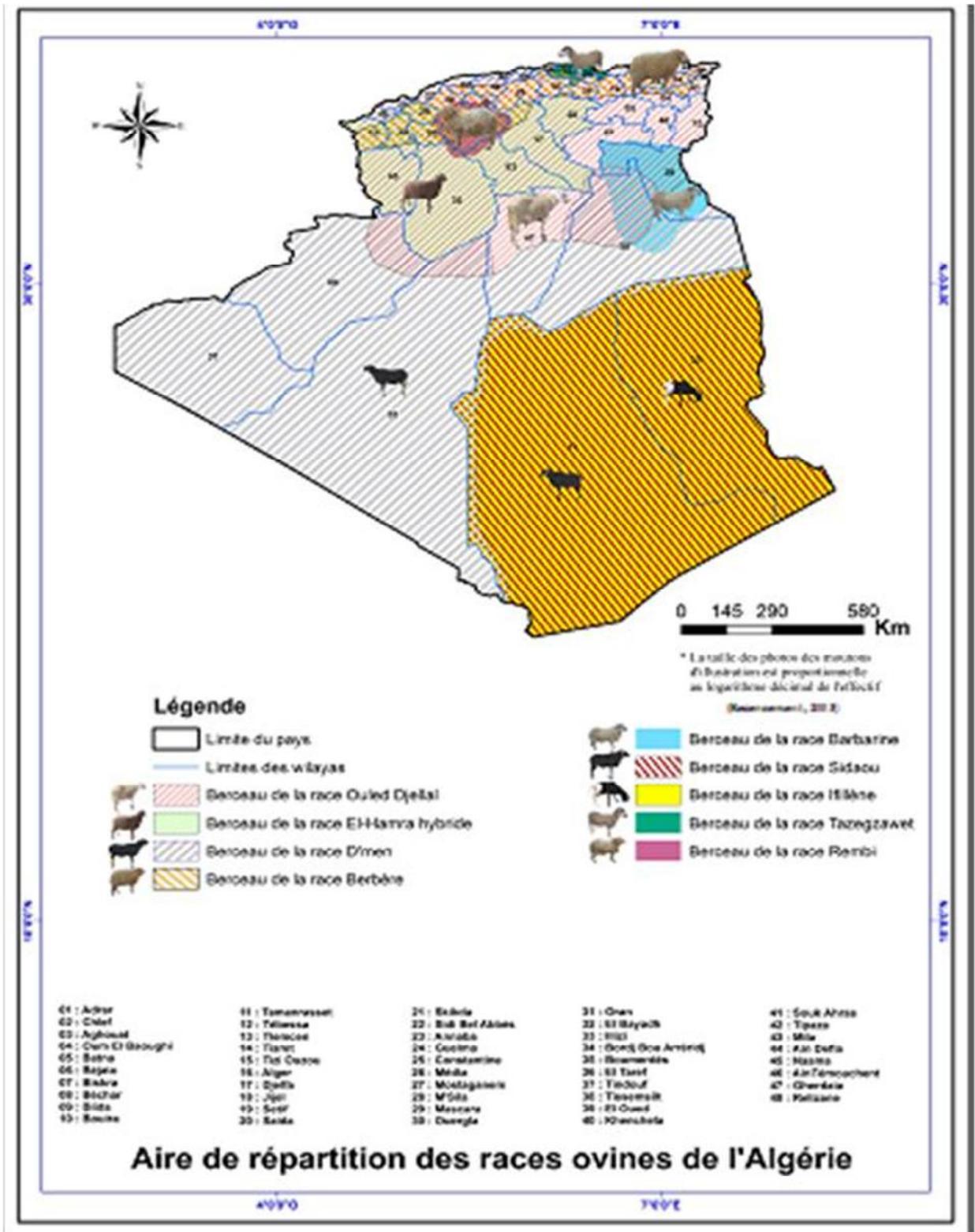


Figure 2 : Répartition des races ovines algériennes (Source CRSTRA, 2015)

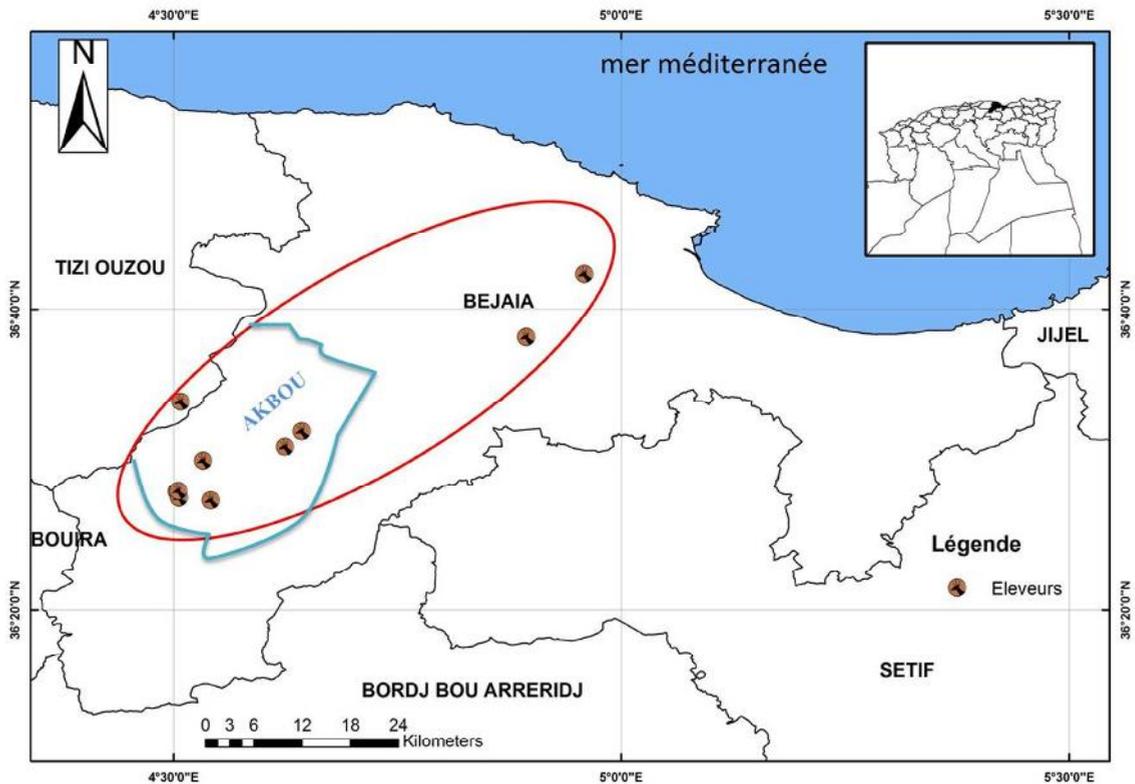
### 11.3- Présentation de la race ovine Tazegzawt

La qualification de **Tazegzawt** comme une race ovine est justifiée par deux raisons : la première, c'est qu'elle a un phénotype spécifique complètement différent des autres ovins existants en Algérie et la seconde est qu'une étude de caractérisation génétique des différentes races/ populations ovines algérienne effectuée par Gaouar *et al.*, (2017), indiquant que cette race possède un matériel génétique unique et ne ressemble à aucune autre race/population ovine algérienne.

**Tazegzawt** est un terme Kabyle qui signifie la coloration Bleue, c'est une race ovine originaire de la région montagneuse de la Kabylie précisément d'Akbou (wilaya de Béjaïa) d'où d'ailleurs une deuxième appellation : race d'Akbou (Fig.3). Elle peut être aussi localisée dans certaines zones des wilayates limitrophes (Tizi-ouzou et Bouira) à l'exemple des communes de Bouzeguene et de Tazmalt respectivement. Notons que, sa présence a été également signalée dans la wilaya d'Alger.

Jadis, les éleveurs de la race étaient nombreux et possédaient de grand effectifs, malheureusement, ces dernières années le nombre d'éleveurs et leurs effectifs ont diminué d'une manière dramatique et les animaux de cette race se font de plus en plus rares (enquêtes chez les éleveurs et personnes ressources 2012), par conséquent elle peut être considérée comme une race en danger d'extinction (Moulla et El Bouyahiaoui, 2015).

Phénotypiquement la race se caractérise par une coloration de la peau blanchâtre avec présence de pigmentations noires à reflets bleuâtres au niveau de la tête précisément au pourtour des yeux, au niveau du museau et la face inférieure du lobe des oreilles (El Bouyahoui *et al.*, 2015). La même étude, constate que le gabarit de la race **Tazegzawt** est plus grand que celui des autres races ovines locales notamment de la plus dominante (**Ouled Djellal**) ce qui indique probablement la bonne aptitude bouchère de **Tazegzawt**.



**Figure 3** : Localisation de la race Ovine **Tazegzawt** en Kabylie  
(El Bouyahiaoui et al., 2015)

## **I2- Croissance et développement des agneaux**

L'intérêt de l'élevage ovin en Algérie est la production de viande qui s'exprime par l'exploitation du potentiel de croissance des animaux. La croissance des animaux relève d'un aspect zootechnique d'une grande importance économique.

**La Croissance des agneaux** est un processus physiologique qui engendre des modifications du poids et de la composition du corps. Doudouet (2003), rapporte que la croissance est l'augmentation de la masse corporelle (poids vif) par unité de temps depuis la conception jusqu'à la vie postnatale. Elle représente la différence entre ce qui se construit (anabolisme) et ce qui se détruit (catabolisme) dans le corps de l'animal.

**Le Développement des agneaux** consiste en une série de changements que subissent les agneaux de la cellule œuf jusqu'à la forme adulte (Benvent, 1987 et Dudouet, 2003). Dudouet (1997) et Craplet et Thibier (1980), rapportent que le développement de l'agneau est la réalisation de l'état adulte caractérisé par des changements de forme et de composition chimique. La teneur en graisse augmente au détriment de la richesse en eau au fur et à mesure que l'animal vieillit, et les fonctions vitales se mettent en place à un âge déterminé.

## I2.1- Courbe de croissance

En conditions de milieu optimum, lorsque les animaux sont maintenus en bonne santé et reçoivent une alimentation équilibrée et à volonté la forme de la **courbe de croissance est sigmoïdale**, composée de deux phases (Fig. 4) : la **phase de croissance accélérée**, de la naissance à la puberté pendant laquelle, il y a multiplication et accroissement de la taille des cellules, la **phase de croissance ralentie**, de la puberté à l'âge adulte, pendant laquelle le croît quotidien du corps ralenti. Le **point d'inflexion (A)** correspond le plus souvent à la puberté ; l'animal atteint 1/3 du poids adulte (Dudouet, 2003).

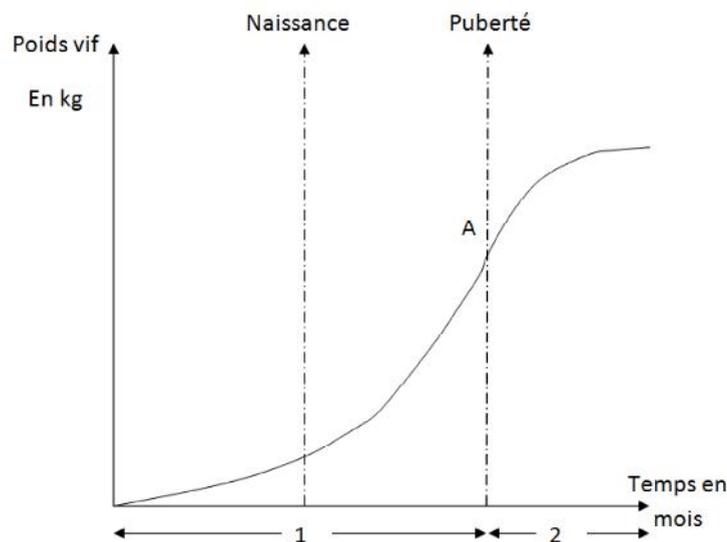


Figure 4 : Courbe de croissance (Doudouet, 2003)

## **I2.2- Caractéristiques de la croissance chez l'ovine**

### **I2.2.1- Croissance fœtale**

Pendant la vie fœtale (les premiers mois de gestation), le taux de croissance corporel de l'agneau est très faible, il passe ensuite à un maximum puis diminue de nouveau à la fin de la gestation. Outre la croissance pondérale, l'agneau subit des changements proportionnels au niveau de différentes parties du corps (Hammond, 1961). La chronologie de la croissance et du développement corporel des ovins montrent les différentes conformations morphologiques qui deviennent perceptibles à partir de la 6<sup>ème</sup> semaine (Boly *et al.*, 1993 ; Sivachelvan *et al.*, 1995). La vitesse de croissance du fœtus est lente (<10g/j) les deux premiers mois et progresse à environ 27g/j à partir du troisième mois (Boly *et al.*, 1993).

### **I2.2.2- Croissance post-natale**

Le poids à la naissance est le premier facteur qui conditionne la survie des agneaux (Theriz, 1982), il permet à posteriori d'apprécier les conditions de l'alimentation des brebis pendant la deuxième moitié de la gestation et il représente l'indice de l'alimentation des brebis pendant cet état physiologique, l'indice de croissance ultérieure de l'agneau et la valeur unitaire de l'estimation génotypique des parents. (Craplet et Thirbier, 1980).

Le poids à la naissance et la vitesse de croissance varient entre et au sein des races (Tableau 1), ils sont déterminés par les effets génétiques des deux parents, la qualité maternelle et les conditions d'élevage. Selon Villette-Houssin et Theriez (1982), l'évolution du poids est tributaire des caractéristiques maternelles et des conditions du milieu.

La disponibilité quantitative et qualitative de l'alimentation favorise l'expression du potentiel de croissance des agneaux. Après l'agnelage, la croissance de l'agneau dépend de la quantité de lait fournie par la mère durant les premières semaines de la vie (Jarrige, 1988). Les besoins augmentent avec l'âge mais la production laitière diminue, par conséquent, pour assurer une bonne croissance une alimentation suffisamment disponible est indispensable.

**Tableau 1** : Poids (Kg) des agneaux de quelques races à différents âges

Races / Age	Naissance	30j	60j	90j
<b>Sardi</b> (Boujanane, 2002)	3,34	6,95	-	16,9
<b>Dman</b> (Boujanane, 2002)	2,37	6,27		14,3
<b>Barbarin</b> (Belaid, 1986)	3,1 ± 0.7	-	-	-
<b>Ouled Djellal</b> (Boussena, 2013)	4,49±0.67	6,77±1,23	12,58±2.40	20,18±3,57
<b>Awassi</b> (Kridli <i>et al.</i> , 2006)	4,7±0,3	-	24,6±1,1	-
<b>Romanov</b> (Fahmy, 1990)	2,9 (2,4 à 2,5)	-	-	-
<b>Finnoise</b> (Fahmy, 1990)	2,6	-	-	-
<b>Coopworth</b> (Fahmy, 1990)	4,5	-	-	-

Le potentiel de croissance des animaux peut être également exprimé par le taux de croissance ou le Gain Moyen Quotidien (GMQ), nous nous contenterons pour ce paramètre à présenter quelques résultats obtenus chez certaines races ovines :

Chez les agneaux de la race Romanov et Finnoise ou Landrace finnoise, les GMQ enregistrés entre la naissance et le sevrage (70j) sont respectivement de 230 et 204g/j avec un poids vif au sevrage de 24 et 15,4kg (Fahmy 1990).

Chez les deux lignées ovines libyennes Brownhead et Blackhead, les taux de croissance obtenus entre 60 et 180 jours sont de 216,7 et 213,9 g/j respectivement (Madani *et al.*, 1989).

Chez les agneaux Friesland, Chios, Karagouniki et Serres, les GMQ obtenus entre la naissance et 210j sont respectivement de 245 ; 240 ; 215 et 191,3 g/j (Belibasaki et Kouimtzi, 2000).

Chez les agneaux de la race **Ouled Djellal**, Boussena (2013) a obtenu un GMQ moyen de  $104,68 \pm 2,53$  g/j de la naissance à un an d'âge.

### **I3- Facteurs influençant le poids à la naissance**

**Type de naissance**, les agneaux nés doubles sont plus légers que les simple et aucune croissance compensatrice systématique n'est observée qu'après le sevrage (Poivey *et al.*, 1982 ; Armbruster *et al.*, 1991a ; Abassa *et al.*, 1992 ; Yapi-Gnaore *et al.*, 1997b). Souvent l'alimentation lactée des doublons demeure insuffisante, ce qui retarde leur croissance (Gbengbouche *et al.*, 2005). Les agneaux nés simples ont en général assez de lait pour extérioriser leurs potentialités au maximum ; par contre, les besoins des agneaux doubles tendent de plus en plus à dépasser la production laitière des mères et ce n'est qu'à partir du moment où ils reçoivent des aliments complémentaires que les agneaux doubles ont tendance à rattraper leur retard (Craplet et Thibier, 1980).

Selon Hammond (1961), les sujets uniques accusent des performances plus élevées que les jumeaux. Le tableau 2, montre les différences de poids à la naissance ainsi que son évolution en fonction de l'âge.

**Tableau 2** : Comparaison des poids moyens des agneaux en fonction du type de naissance (Craplet et Thibier, 1980).

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

Le poids à la naissance des agneaux de la race prolifique D'man est généralement faible soit de 2,2 à 2,3 kg (Boujennane, 1989). Selon le type de naissance, il varie de 2,9 kg pour les simples à 1,9 kg pour les triplets et plus. C'est ainsi que les poids aux âges types 30; 90 et 180 jours restent faibles avec respectivement 6,5 kg, 15 kg et 23 kg (Boujenane et Kerfal,1990 ; Ben Ahmed,1991a ; Bourfia et Touchberry, 1993a). La vitesse de croissance enregistrée entre la naissance, 30 et 90j est faible, varie entre 140 et 180 g/j (Boujenane *et al.*, 1982).

Chez la race ovine **Ouled Djellal**, Boussena (2013), rapportent des différences de poids selon le type de naissance simple et double (tableau 3)

**Tableau 3** : Poids vif (kg) ( $\pm$  DS) des agneaux de race Ouled Djellal en fonction de l'âge et dutype de naissance

Type de naissance	PV naissance	PV 30j	PV 60 j	PV 90j	PV 120j	PV 180j
<b>Simple</b>	4,87 $\pm$ 0.29	7,86 $\pm$ 0.37	14,11 $\pm$ 0.6	22,07 $\pm$ 0.94	25,82 $\pm$ 1.17	34,92 $\pm$ 1.29
<b>Jumeaux</b>	4,28 $\pm$ 0.17	6,17 $\pm$ 0.29	11,75 $\pm$ 0.74	19,15 $\pm$ 1.15	21,19 $\pm$ 1.3	29,98 $\pm$ 1.26
<b>Moyennes</b>	4,49 $\pm$ 0.67	6,77 $\pm$ 1.23	12,58 $\pm$ 2.40	20,18 $\pm$ 3.57	22,82 $\pm$ 1.07	31,07 $\pm$ 1.27

Boussena (2013)

**Numéro d'agnelage et âge de la brebis**, ils affectent le poids des agneaux à la naissance, les agneaux issus du premier et dans certaine mesure du seconde agnelage sont généralement plus légers à la naissance que ceux des agnelages suivants (Abassa *et al.*, 1992). L'évolution des poids des agneaux est influencée par l'âge de la mère (Laib et Yahi, 2008). Chez la race **Ouled Djellal**, Dekhili et Mehnane, (2004), constatent que les poids à la naissance et au sevrage des agneaux nés des brebis multipares sont supérieurs à ceux nés des brebis primipares soient respectivement : 4,0 et 19,5 Kg vs 3,2 et 16,3 Kg. La production laitière de la brebis augmente progressivement pour atteindre son maximum à la 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> lactation, puis régresse à partir de la 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> lactation, ce qui affecte la croissance des agneaux (Hadzi, 1988).

**Saison de naissance**, elle affecte la croissance par les changements de la conduite et de l'environnement (Fall *et al.*, 1982 ; Adeley, 1984, Van Vlaenderen, 1985 ; London et Weniger, 1996 ; Yapi-Gnaore *et al.*, 1997). Dekhili et Mehnane (2004), constatent que les poids des agneaux varient en fonction des saisons, les agneaux nés en été et en automne pèsent plus lourds que ceux des autres saisons.

**Les températures** élevées durant la période de saison sèche, inhibent l'appétit des brebis et affecte défavorablement la croissance des agneaux (Nianogo 1992), la perte de poids pendant cette période est compensée en saison de pluies suivante (Van Vlaenderen, 1985).

D'autres facteurs affectent le poids à la naissance des agneaux tels que la race, le sexe, l'alimentation des brebis en gestation...

## **I4- Reproduction chez l'ovin mâle**

La reproduction chez le mâle est un processus complexe qui sert à assurer la survie ou la pérennisation de l'espèce en contribuant à donner naissance à la progéniture, cette dernière constitue une source pour la production de divers produits d'animaux (viande, lait, laine, peau) mais aussi pour le choix des reproducteurs de remplacement. Elle se concrétise suite à une série d'événements entre autres la production de gamètes (la spermatogénèse), le comportement reproductif puis le dépôt de la semence dans le tractus génital de la femelle pour la fécondation de l'ovule.

Dans cette partie nous développerons les différents traits reproductifs de l'agneau en commençant par la distinction de l'appareil génital jusqu'à l'aptitude de l'agneau à se reproduire. La fonction de reproduction est régulée par un système neuroendocrinien qui agit sur les organes génitaux (testicules).

### **I4.1- Différenciation sexuelle des gonades et de l'appareil génital**

Chez les mammifères, le sexe génétique est fixé au moment de la fécondation (Cribiu et Chaffaux, 1990 et Pailhoux *et al.*, 2014), et il n'y a aucune influence des facteurs de l'environnement sur le déterminisme du sexe (Cribiu et Chaffaux, 1990). Le déterminisme sexuel est un processus conduisant au développement des gonades en testicules ou en ovaires (Joste *et al.*, 1973 et Jost, 1991).

Dans le déterminisme sexuel, le choix du sexe génétique dépend du chromosome sexuel apporté par le gamète fécondant du parent hétérogamétique. Le parent hétérogamétique des mammifères est le mâle porteur de deux chromosomes sexuels distincts nommés conventionnellement X et Y (Pailhoux *et al.*, 2014). L'absence ou la présence du chromosome Y détermine le sexe mâle hétérogamétique (XY) ou femelle homogamétique (XX), l'existence d'au moins d'un gène au niveau du chromosome Y déclenche une série d'événements aboutissant au phénotype mâle par des mécanismes

hormonaux (Vilain *et al.*, 1992). D'après Pailhoux *et al.*, (2014), chez les mammifères thériens, un seul gène porté par le chromosome Y est nécessaire et suffisant pour induire la différenciation testiculaire : il s'agit du gène SRY (Sex-determining Region Y chromosome).

En absence du chromosome Y, les gènes contrôlant le développement de l'ovaire sont actifs (Vilain *et al.*, 1992) donc induisent sa formation (Eicher et Washburn, 1986) ; et en absence d'hormones testiculaires (Anti-Müllérienne, testostérone), le phénotype féminin se développe (Vilain *et al.*, 1992).

La gonade indifférenciée chez le fœtus en développement provient d'un épaissement de l'épithélium cœlomique sur la face ventrale médiane du mesonephros. Ces épaissements, appelés crêtes génitales, sont envahis par des cellules germinales primordiales qui migrent du mésenchyme (Gier et Marion, 1970).

La formation des cordons testiculaires est le premier évènement morphologique qui permet de distinguer un testicule d'un ovaire. Puis le développement du système artériel dans le testicule (vascularisation) qui permet un flux sanguin au niveau du testicule, permettant une bonne exportation des hormones testiculaires (Pailhoux *et al.*, 2014).

La différenciation sexuelle de l'agneau se produit approximativement à partir de 30 jours de la gestation (Short, 1974 et Clarke *et al.*, 1976).

Dès les premières étapes de la différenciation gonadique, la gonade commence à produire les hormones sexuelles stéroïdiennes (Androgènes), à ce stade l'hormone clé produite par le testicule est appelée l'AMH (Anti-Mullerian Hormone). Grâce à la sécrétion de ces hormones testiculaires (Androgènes et AMH), les organes génitaux internes et externes se différencient (Cribru et Chaffaux, 1990 et Pailhoux *et al.*, 2014).

La formation du testicule s'accompagne du développement des cellules de Sertoli, des cellules de Leydig et des cellules germinales mâles (Cribru et Chaffaux, 1990). Les cellules de Leydig produisent la testostérone qui provoque, d'une part, la différenciation des canaux de Wolff en épididyme, en canaux déférents et en vésicules séminales et,

d'autre part, le développement du tractus génital externe. Les cellules de Sertoli sécrètent l'hormone Anti-Mullerienne (AMH), responsable de la régression des canaux de Muller (Josso *et al.*, 1977).

Chez la plupart des mammifères, après la différenciation testiculaire, les testicules quittent la cavité abdominale pour se placer dans le scrotum en passant par le canal inguinal. Chez les agneaux, la descente des testicules dans le scrotum s'effectue à l'approche de la naissance (Rukundo, 2007) suite à la sécrétion de l'hormone Insulin-like factor 3 (INSL3) sécrétée par les cellules de Leydig (Adham *et al.*, 2000). Cette période est caractérisée par la mise en place de la fonction endocrine, mais la fonction germinale ne démarrera qu'à la puberté (Robaire et Hermo, 1988 ; Le jeune *et al.*, 1996 et Arienti *et al.*, 1997)

## **14.2- Axe Hypothalamo-Hypophysaire-Testicules (HHT)**

La fonction de la reproduction est rendue possible grâce aux interactions entre l'**hypothalamus**, la **glande hypophysaire** et les **testicules**. L'action du complexe Hypothalamus-Hypophyse consiste à libérer des hormones qui agissent sur les testicules induisant ainsi une série d'évènements au cours de la vie du mâle.

**14.2.1- L'HYPOTHALAMUS :** c'est est une glande endocrine, constituée de groupements de noyaux composés de neurones magnocellulaires venant des noyaux para ventriculaires et supraoptique projettent sur la neurohypophyse et libèrent la Vasopressine et l'Oxytocine.

Les neurones paravocellulaires des noyaux para-ventriculaires et arqués projettent sur l'hypophyse antérieure et déversent : La Gonadotrophin-Releasing Hormone (GnRH), Growth Hormone-Releasing Hormone (GHRH), Thyrotrophine-Releasing Hormone (TRH), Somatostatin ou Growth Hormone (GH), inhibition Hormone et Corticotrophin-Releasing Hormone (CRH). Le rôle de l'hypothalamus est de réguler l'homéostasie et d'assurer les fonctions de contrôle de l'activité du système nerveux autonome, régler les schémas émotionnels et comportementaux, la faim et la satiété, contrôler la température

du corps et réguler les rythmes diurnes et les états de conscience (Tortora et Grabowski 1996).

**I4.2.2- L'HYPOPHYSE** : il est placé sous l'hypothalamus au niveau de la selle turcique du sphénoïde à la base du cerveau et attaché à l'hypothalamus par l'intermédiaire d'une tige pituitaire connue sous le nom infundibulum et qui est composé d'axones et d'un réseau de capillaires sanguins. Elle comporte deux parties distinctes, appelées le lobe antérieur, l'adénohypophyse et le lobe postérieur, neurohypophyse (Fig. 5). La neurohypophyse secrète deux hormones l'Oxytocine et la Vasopressine tandis que l'adénohypophyse secrète plusieurs hormones qui régulent de nombreuses fonctions corporelles : Adrenocorticotropin Hormone (ACTH), Thyroid-Stimulating Hormone (TSH), **Luteinising Hormone (LH)**, **Follicule-Stimulating Hormone (FSH)**, Growth Hormone (GH) et la Prolactine (PRL) (Fig. 5). Toutes ces sécrétions sont sous le contrôle de l'hypothalamus par l'intermédiaire des différents neuro hormones.

**I4.2.3- LES TESTICULES** : Ils sont situés en **position sous-inguinale** chez le bélier, ils ont la **forme ovale pendulaire**, avec un grand axe vertical. L'intérieur du **testicule est lobulé**, contient des centaines de tubes enroulés appelés **tubes séminifères** et entourés de **tissu interstitiel**. Le testicule assure essentiellement **deux fonctions** exocrine et endocrine. La première correspond à la **production des spermatozoïdes** à travers la spermatogenèse et la seconde correspond à la sécrétion de la testostérone et d'autres hormones par les cellules de Leydig. Ces deux fonctions dépendent des actions distinctes des deux gonadotrophines, LH et FSH. Néanmoins, la production et la maturation des spermatozoïdes s'effectuent par l'action conjointe des deux processus avec des niveaux adéquats de testostérone (Amann et Schanbacher, 1983).

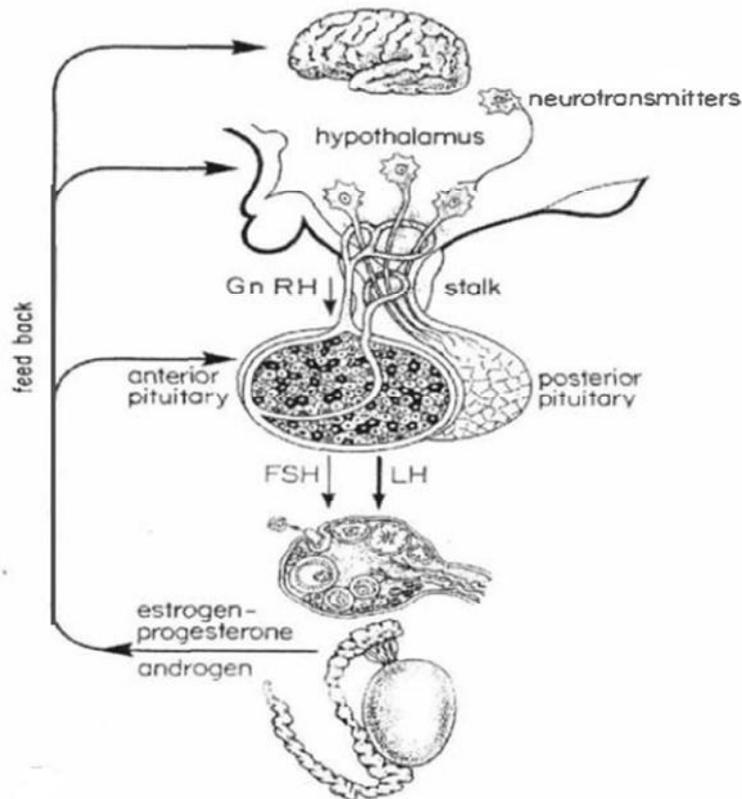


Figure 5: Axe Hypothalamus-Hypophyse- Gonades (Hafez, 1993)

### - Cellules de leydig :

Elles sont situées dans le compartiment interstitiel du testicule, entre les tubes séminifères. Ces cellules produisent des hormones androgènes qui sont à l'origine de la masculinisation et l'apparition des caractères sexuels, du comportement sexuel et de la spermatogenèse. La synthèse de la testostérone induit la masculinisation du tractus génital interne et externe (Drew, 2000 ; Barsoum et Yao, 2006 in Pailhoux *et al.*, 2014) et assure la survie des cellules germinale chez les adultes (Martin et Tremblay, 2010).

A la puberté, les cellules de Leydig fœtales passent par une différenciation et une division cellulaire unique pour former une deuxième génération que l'on appelle les cellules de Leydig adultes qui produisent de la testostérone (Habert *et al.*, 2001).

**- Cellules de Sertoli :**

Elles jouent un rôle fondamental dans le développement et la fonction des testicules. Leurs emplacement et la structure au sein des tubes séminifères les rendent essentielles dans la fertilité masculine et dans la spermatogenèse, soit directement ou par l'intermédiaire d'autres facteurs. Les cellules de Sertoli sont également considérées comme des cellules "infirmière-like" qui fournissent un microenvironnement "niche" unique qui offre un soutien structurel et nutritionnel au développement des cellules germinales et formant une barrière hémato-testiculaire (Carr *et al.*, 1968).

**- Cellules germinales :**

Les cellules germinales sont le résultat de différenciation de cellules germinales primordiales (PGC) plus précisément, gonocytes descendants immédiats des cellules germinales primordiales. Les gonocytes sont les précurseurs des cellules souches spermatogonies (SSC). Avant la naissance, les gonocytes mitotiques restent au repos (état quiescent). Après la naissance, ces cellules se déclenchent pour rentrer en cycle cellulaire mitotique et se différencient en spermatogonies (McLaren, 1984). La survie et le développement des cellules germinales dépendent essentiellement de leur contact permanent et étroit avec les cellules de Sertoli qui fournissent un soutien structurel et physiologique.

La spermatogenèse commence par les spermatogonies qui se différencient en spermatocytes primaires et secondaires, les spermatides rondes et se termine finalement par des spermatozoïdes. Les spermatozoïdes sont des cellules haploïdes qui fournissent le matériel génétique à la partie féminine.

### **I4.3- Actions hormonales de l'axe hypothalamo-hypophyso-testiculaire**

Pendant la période d'âge impubère, l'axe gonadotrope est en phase de quiescence, mais après cette phase, il devient actif et la puberté débute avec pour objectif l'acquisition de la fonction de reproduction (Teinturier, 2002 ; Hauschild et Theintz, 2008 ; Villanueva *et al.*, 2010). Ainsi, l'initiation de la puberté résulte de la maturation neuroendocrinienne postnatale entraînant une augmentation de la sécrétion de GnRH dans le système hypothalamo-hypophysaire et une activation des cellules gonadotropes (Villanueva et De Roux, 2014).

L'hypothalamus dans la reproduction a pour rôle le contrôle de la libération de gonadotrophines pituitaires et l'effet stimulant des hormones stéroïdes sur le comportement sexuel (Douglas, 2003). C'est en réponse à une variété de facteurs environnementaux et endocriniens que les neurones de l'aire pré-optique de l'hypothalamus synthétisent l'hormone clé de la reproduction, la GnRH (Fontbonne *et al.*, 2014). En effet, le déterminant biologique de l'initiation à la puberté est l'augmentation de la sécrétion de GnRH par les neurones hypothalamiques. Notant que, plusieurs neuropeptides dont les Kisspeptines en association avec des neurotransmetteurs participent à la réactivation du réseau GnRH (Villanueva et De Roux, 2014). A la puberté, l'activité sécrétoire des neurones à GnRH passe d'un pulse/heure à trois pulses/heure et ce changement, infime en apparence, va déclencher une cascade hormonale qui conduit à l'activation des gonades restées au repos jusque-là (Cohen-Tannoudjiet *al.*, 2015).

La GnRH est définie comme étant une neurohormone composée de 10 acides aminés doit être libérée d'une manière pulsatile pour maintenir l'axe de reproduction opérationnel (Knobil, 1974 et Belchetz *et al.*, 1978).

Le transfert de la GnRH vers l'hypophyse stimule la glande pituitaire antérieure pour activer la production et la sécrétion de deux gonadotrophines LH et FSH qui agissent en périphérie sur la croissance et l'activation des gonades. L'augmentation de la sécrétion des hormones hypophysaires engendre une augmentation de la taille et de l'activité des

gonades sexuelles (Abraham, 2016). Les deux gonadotrophines sont véhiculées jusqu'aux testicules, la LH agit sur les cellules de Leydig (cellules interstitielles du testicule) pour stimuler la synthèse et la sécrétion de la testostérone. Cette dernière est considérée comme une hormone essentielle qui assure : la fertilité du mâle, le contrôle du développement du système génital et l'initiation et le maintien de la spermatogenèse (Sharpe, 1994 et McLachlan *et al.*, 2002). Quant à la FSH, elle agit avec la testostérone sur les cellules de Sertoli pour stimuler la spermatogenèse.

En retour, les hormones produites par les gonades viennent agir sur les neurones à GnRH pour accélérer ou freiner leur activité. La synthèse et la sécrétion de concentrations élevées en testostérone agissent sur l'hypothalamus et l'hypophyse pour inhiber la sécrétion de GnRH et LH, par un mécanisme feedback négatif (Tortora and Grabowski, 1996). L'inhibine est une hormone importante dans la spermatogenèse, produite par les cellules de Sertoli et de Leydig, agit en tant que rétroaction négative à la libération de la FSH (Illingworth *et al.*, 1996 et Bohring *et al.*, 1999).

## **I5 Puberté**

La puberté est la transition d'un **état sexuellement immature** à une des **activités de reproduction complète** (Cameron,1990 ; Wood et Foster, 1998). Pour Abraham *et al.* (2016), C'est un phénomène qui s'inscrit parmi toute une série de **processus physiologiques** qui sont sans doute sous l'influence conjointe des prédispositions génétiques d'une part et de facteurs environnementaux d'autre part. Ce processus est continue nécessite des **composants endocriniens** et **comportementaux** ainsi qu'un **développement anatomique** et **neurologique**.

La puberté représente dans le temps, une suite bien précise **d'évènements biologiques** qui entraînent des **modifications corporelles** et **comportementales** importantes aboutissant à l'acquisition de la fonction de reproduction (Villanueva et De Roux, 2014).

Chez les ovins, on distingue la puberté physiologique et comportementale. La première consiste en l'achèvement de la spermatogenèse et la présence de spermatozoïdes dans

l'épididyme. La seconde consiste en une série de séquences comportementales aboutissant à des accouplements entre le mâle et la femelle. Pour Paquay, (2003), le comportement sexuel chez les animaux des deux sexes est la résultante des séquences comportementales qui conduisent à l'accouplement et au dépôt de la semence dans les voies génitales de la femelle, ce qui permet la fécondation.

La puberté a de nombreuses définitions englobant une variété **d'observations morphologiques, physiologiques et comportementales**. En effet, la détermination du moment de l'apparition de la puberté chez les animaux n'est pas une tâche facile vue la complexité du processus et les différents facteurs impliqués. Par ailleurs, les résultats des travaux de recherche sur la puberté établis par plusieurs auteurs ont donné diverses définitions à la puberté, incluant la **présence d'organes génitaux pleinement développés, la libido, le taux de l'hormone sexuelle dans le sang plasmatique, la production du sperme et la concentration et la mobilité spermatique**.

Donovan and Vander Werfften Bosch (1965), considèrent la puberté comme la phase de **développement corporel** au cours de laquelle les gonades sécrètent des hormones en quantités provoquant une croissance accélérée des organes génitaux et l'apparition des caractères sexuels secondaires. A ce stade les **organes reproductifs de l'individu** sont dans le processus de devenir **matures** et l'individu devient **capable de produire une descendance** (Hawkins, 1987). Les **testicules** deviennent **androgéniquement actifs** avec des spermatozoïdes qui apparaissent à la puberté (Skinner and Rowson, 1968). Les premiers signes de la puberté chez les ovins consistent en l'achèvement de la spermatogenèse (Courot, 1962) et la présence des spermatozoïdes au niveau des tubes séminifères (Herrera-Alarcon *et al.*, 2007) ou au niveau de l'épididyme (Abdel Rahm *et al.*, 1989).

La puberté est considérée concrètement atteinte lorsqu'on constate une activité sexuelle visible (Bonne *et al.*, 2005), des changements dans le volume et la taille des testicules et la première apparition des spermatozoïdes au niveau des tubes séminifères, des épидидymes et de l'éjaculat (Watson *et al.*, 1956; Court, 1967 et Crim and Geschwind, 1972). C'est lorsque le mâle réalise la première montée suivi d'une éjaculation dans la

voie génitale de la femelle (Belibasaki et Kouimtzis, 2000) ou dans le vagin artificiel (Hasssan *et al.*, 1993 ; Kumar *et al.*, 2010). La production du premier éjaculat avec présence de spermatozoïdes (Pretorius et Marincowitz, 1968) mobiles (Chakraborty *et al.*, 1989) signifie que l'animal est pubère. A cet effet, certains auteurs recommandent une qualité spermatique pour que l'animal soit pubère : Kumi-Diaka *et al.*(1985), suggèrent une concentration de **50 x10<sup>7</sup> spermatozoïdes /ml** et une **motilité progressive de 60%** ; tandis que, Wolf *et al.*, (1965); Mukasa-Mugerwa et Ezaz (1992); Evans *et al.*, (1995) et Wheaton and Godfrey (2003), indiquent une concentration de **50 x 10<sup>6</sup> spermatozoïdes/ml avec au moins 10% de motilité spermatique**.

Chez les petits ruminants, la puberté est liée à l'âge et au poids corporel, certains ovins et caprin atteignent la puberté à l'âge de 4-6 mois avec 60 % du poids corporel adulte (Jainudeen *et al.*, 2000). Pour Foster *et al.*, (1988), la puberté chez le mâle ovin est exactement comme chez la femelle, elle dépend du développement corporel, de la date de naissance et la longueur de la photopériode. En effet, des intervalles d'âge et de poids à la puberté des agneaux ont été définis par certains auteurs soient respectivement : entre 16 et 45 semaines et entre 30 et 40 kg (Skinner *et al.*, 1968; Olster et Foster, 1986), entre 3 et 11 mois (Hayenes et Schanbacher, 1983) et entre 5 et 9 mois (Elits, 2004). Il est à signalé que la puberté peut être très précoce chez certaines individus et races, à l'exemple de la race ovine Romanov, certains agneaux peuvent atteindre la puberté à un âge extrêmement jeune de 2,5 à 3 mois (Fahmy, 1990).

De nombreuses recherches sur la puberté des animaux d'élevage ont mis en évidence plusieurs paramètres pour la détermination de l'âge de la puberté, mais une question subsiste concernant l'exactitude et l'efficacité de l'utilisation de ces paramètres (Salhab *et al.*, 2003). Selon la bibliographie, on constate l'existence d'une grande divergence dans l'estimation du poids et de l'âge à la puberté résultant des différences dans la méthode d'évaluation de la puberté (Madani *et al.*, 1989). Dyrmondsson et lees (1972), ont clairement démontré que le poids corporel et l'âge à la puberté sont plus bas quand les spermatozoïdes sont détectés histologiquement, avec un électro éjaculateur ou suite à un accouplement naturel.

Chez les agneaux de la race Yankasa, Osinowo *et al.*, (1992), rapportent que la spermatogenèse commence à l'âge 14 semaines, alors que l'observation des **spermatozoïdes** dans les **testicules (l'épididyme et canal déférent)** et la **disparition complète des adhésions du pénis** sont observées à l'âge 39 semaines. De ce fait, la puberté chez l'agneau Yankasa est atteinte à l'âge de 39 semaines et au poids vif de **26,7 kg**.

En plus, des changements corporels et testiculaires, de comportement sexuel et du développement de l'organe reproducteur ainsi que la production de sperme avec présence de spermatozoïdes mobiles pour la détermination de l'âge de la puberté, d'autres travaux de recherche ont pris en considération d'autres paramètres à savoir :

- Les activités androgéniques des testicules (skinner et Rowson, 1968) et l'enregistrement du pic de testostérone plasmatique (Chakraborty *et al.*, 1989 ; Da Silva *et al.*, 2001 ; Herrera-Alarcon *et al.*, 2007).
- Des sécrétions de l'acide citrique et du fructose initiées au niveau des glandes annexes (Skinner et Rowson, 1968), ces éléments sont des composants majeurs du plasma séminal à la puberté chez les ovins (Setchell, 1991).
- L'expression des protéines du plasma séminal, Souza *et al.* (2010), indiquent que la puberté a eu lieu immédiatement après les changements les plus évidents dans les cartes de protéines plasmatiques séminales.

## **I6 Développement sexuel**

Chez l'ovin, il existe des variations considérables dans les taux de développement sexuel postnatal entre et au sein des races (Dyrmundsson, 1973), ce qui rend nécessaire de mener des études pour chaque race sous les conditions dans lesquelles elle vie.

La croissance et le développement corporel rapide accompagnés des sécrétions d'hormones gonadiques et du développement de la maturité sexuelle y compris la production de gamètes (spermatogénèse) et le développement de caractères sexuels secondaires constituent les mécanismes de l'enclenchement de la puberté (Jurd, 2002).

## I6.1 Sécrétions hormonales

Sur la base des changements des gonadotrophines et des concentrations de la testostérone, Bath *et al.* (2008), distinguent trois (03) phases de développement sexuel : juvénile, pré-pubertaire et pubertaire. La phase juvénile caractérisée par des sécrétions faibles de gonadotrophines et de testostérone, la phase pré-pubertaire, les sécrétions de gonadotrophines élevées et les concentrations de la testostérone commencent à augmenter et enfin, la phase pubertaire qui correspond à un développement sexuel accéléré, au cours de laquelle les sécrétions des gonadotrophines diminuent, alors que les sécrétions de la testostérone continue à augmenter.

Durant la phase pré-pubertaire, les concentrations d'hormones hypophysaires (LH, FSH) et de la testostérone sont peu élevées, la poussée de la croissance en cette période doit être probablement liée à la sécrétion d'androgènes par les surrénales et de l'hormone de croissance (GH) (Tortora et Grawbowski, 1995 ; Johnson et Everitt, 2006). Au moment de la puberté, la reprise de l'activité gonadique hypophysaire est due essentiellement à **l'apparition de la forte sécrétion de GnRH**. Chez les ovins, après la puberté, la testostérone est l'androgène le plus secrété par les testicules (Schanbacher, 1982).

Les sécrétions hormonales testiculaires jouent un rôle crucial dans la mise en place des caractères sexuels secondaires et dans l'apparition du comportement sexuel (Pailhoux *et al.*, 2014). Les changements de la taille des testicules sont provoqués par la maturation des cellules de Sertoli et l'initiation à la spermatogenèse. Donc, la puberté résulte d'un processus de maturation de l'axe gonadotrope qui semble être déterminé très précocement, probablement dès le développement fœtal. Les sécrétions élevées de la testostérone traduisent l'augmentation de la croissance des tissus osseux et musculaire et aussi le développement de caractères sexuels secondaires (Tortora et Grabowski, 1995). Le début de la puberté ou la maturité sexuelle chez le mâle est régulé par les interactions entre les gonadotrophines hypophysaires et la testostérone (Chakraborty *et al.*, 1989). Les études de la puberté ont rapporté des changements de deux sécrétions basales et pulsatiles de la LH et de la testostérone entre la naissance et le début de la maturité sexuelle avec quelques changements dans la circulation de la concentration de la FSH (Chakraborty *et*

*al.*, 1989). La sécrétion de la testostérone par les testicules suit exactement celle de la LH (Desjardins, 1978; Amann et Schanbacher, 1983). Le pic de la testostérone se produit approximativement 60 minutes après le pic de la LH (Shanbacher, 1982). Chez les chevreaux Angora, Ozsar *et al.*, (1990) caractérisent la puberté (début de la puberté) par une augmentation de la LH sérique et des concentrations de la testostérone au cours de laquelle les organes sexuels sont fonctionnellement développés. Les sécrétions d'hormones testiculaires (notamment la testostérone) en quantité, associées au développement corporel provoquent une croissance accélérée des organes génitaux et l'apparition des caractères sexuels secondaires (Donovan and Van der Werff ten Bosch 1965). En effet, les concentrations de la testostérone reflètent le développement du testicule (Lincoln et Short, 1980), chez les agneaux ayant atteint la puberté, les profils des concentrations de la testostérone suivent une tendance similaire que celle de la circonférence scrotale (Kridli *et al.*, 2006b et Kridli *et al.*, 2007).

La **croissance testiculaire** est provoquée suite à l'élargissement des tubules séminifères sans hypertrophie fonctionnelle parallèle des cellules Leydig (Ahmad *et al.*, 1984) et **les collectes successives de éjaculat** contenant des spermatozoïdes mobiles sont précédés d'une augmentation significative des niveaux de testostérone (Chakraborty *et al.*, 1989).

Le taux de la testostérone dans le sang est un paramètre déterminant de l'âge de la puberté, Kridli *et al.*, (2007), indiquent que les faibles valeurs des concentrations de la testostérone provoquent un retard d'entrée du mâle en puberté.

Les concentrations de la testostérone varient au sein du groupe (Kridli *et al.*, 2007), entre race pure et croisée (Fahmy, 1997) et entre les races ovines (Dickson & Sanford, 2005). Les agneaux issus de croisement entre races présentent des concentrations de testostérone plus élevées que ceux de races pures (Kridli *et al.*, 2006 a,b). Durant les premières semaines après la naissance, il n'existe pas de différences dans les concentrations de la testostérone entre les génotypes (Kridli, 2006b). Elles augmentent d'une façon linéaire avec l'âge (Fahmy, 1997; Chakraborty *et al.*, 1989; Kridli *et al.*, 2007; Kridli *et al.*, 2006b). Chez les agneaux, les niveaux de testostérone évoluent en fonction de **l'âge**, faibles

(0.14ng/ml) durant les premières semaines après la naissance (9 à 18 semaines) mais augmentent considérablement entre 2 et 4 mois d'âge (Shanbacher *et al.*, 1974).

Le moment (âge) de sécrétions élevées de la testostérone sérique varie selon les **espèces animales**, il est situé entre 25 et 28 semaines chez les antenais (Olster et Foster, 1986), à 20 semaines chez le taurillon (Rawlings *et al.*, 1972; Lunster *et al.*, 1978) et entre 17 et 20 semaines chez le chevreau Nubian (Chakraborty *et al.*, 1989). Il varie également selon les **racés de béliers**, soit entre 35 et 52 semaines chez les agneaux Outouais, Rideau et Finish Landrace (Langford *et al.*, 1998), à environ 38 semaines chez l'Ile-de-France (Lafortune *et al.*, 1984), à environ 12 semaines chez Blackbelly (Herrera-Alarcon *et al.*, 2007) et à environ 42 semaines chez la race Santa Ines (Souza *et al.*, 2010) bien après l'âge de la collecte du sperme (28 semaines).

Certains auteurs ont observé des valeurs moyennes de la concentration de la testostérone à la puberté de 2ng/ml chez les mâles ovin (Kiridli *et al.*, 2006b), de 2.5ng/ml chez la race Suffolk (Dufour *et al.*, 1984) et de  $1.9 \pm 0.3$ ng/ml chez la race Awassi (Kridli *et al.*, 2007). Chez la race Kivircik de Turquie, Elmaz *et al.*, (2007), rapportent un taux de testostérone plasmatique à la puberté (7mois) de 1.6ng/ml, précédé entre 140 et 220j d'âge de concentrations de testostérone dépassant 1.4ng/ml et une concentration de 2.4ng/ml à 200j d'âge.

Chez les chevreaux de la race Nubian, Chakraborty *et al.*, (1989) constatent des concentrations faibles à la naissance ( $0,14 \pm 0,03$ ng/ml) qui augmentent approximativement à partir de 18 semaines d'âge. Après cet âge, la testostérone augmente ( $p < 0,05$ ) durant les mois suivants et atteint une concentration maximale à l'âge de la puberté (32 semaines) puis diminue à l'âge de 44 semaines ( $1,24 \pm 0,40$  ng/ml).

Chez les agneaux nés en automne, le moment d'entrée en puberté ne correspond pas à la saison de reproduction et le niveau de la testostérone cesse d'augmenter. Contrairement à ceux nés au printemps, le moment d'entrée en puberté coïncide avec la saison de reproduction (Lafortune *et al.*, 1984).

Chez l'agneau de race Ile de France en croissance, la saison de naissance modifie la **croissance testiculaire** et les **niveaux de la LH** et de **la testostérone** : le niveau de LH augmente plus rapidement chez ceux nés au printemps que ceux nés en automne (Courot *et al.*, 1975 ; Cotta *et al.*, 1975).

Enfin, il est important de signaler que les sécrétions hormonales sont affectées par l'alimentation, Wood *et al.* (1991), rapportent que le système neuroendocrinien des agneaux qui conduit à la puberté a montré être sensible aux niveaux de la nutrition.

## **I6.2 Comportement sexuel**

Le comportement sexuel d'un jeune agneau n'a pas de rapport avec le comportement sexuel du futur reproducteur adulte, Howles et collègues (1982), indiquent que le comportement sexuel desjeunes agneaux tel que la monte ne peut pas être considéré comme un paramètre indiquant le niveau de la puberté car les agneaux commencent ce comportement peu de temps après la naissance. Pour cela, Baril *et al.*, (1993), qualifient les montes des agneaux au très jeune âge d'activité de « jeu sexuel » qui se manifeste vers l'âge de quatre(4) à six (6) semaines.

Tandis que chez le mâle en puberté, le comportement sexuel dépend directement des sécrétions hormonales (testostérone et ses métabolites) et des événements « sociaux ». Le déclenchement de l'acte sexuel met en jeu des interactions entre ces deux facteurs principaux, le second pouvant jouer le rôle de « démarreur ». Des stimulations externes, comme l'alimentation ou le climat peuvent également interagir avec ces facteurs (Baril *et al.*, 1993).

L'expression du comportement sexuel mâle dépend à la fois de facteurs internes (le taux d'hormone stéroïdes) et externes (âge, conditions d'élevage). Les caractéristiques comportementales de l'activité sexuelle sont indicatives de sécrétion de la testostérone supérieure à 1,0 ng/ml (Ozsar *et al.*, 1990).

Selon Belibasaki et Kouimtzis (2000), le début de la puberté coïncide avec le moment où les agneaux montrent un intérêt pour les femelles en œstrus, **ce qui correspond**

**probablement audébut de la puberté.** Les agneaux de la race Freisland, Chios, Karagouniki et Serres de la Grèce affichent un comportement de monter à 30 j d'âge et ils montrent de l'intérêt aux femelles en chaleur à un âge variant de 126 à 160 j selon la race. Les mêmes auteurs, rapportent que l'intervalle entre l'âge auquel les agneaux (Freisland, Chios, Karagouniki et Serres) ont montré un intérêt pour les femelles en œstrus et l'âge auquel la puberté physiologique s'est effectivement produite varie entre 43 et 53 j selon la race. Ils avancent l'hypothèse que la spermatogenèse doit avoir commencée à l'âge où les agneaux expriment l'intérêt aux femelles en œstrus et probablement que le début de la puberté coïncide avec ce stade. Sachant que la spermatogenèse chez les agneaux dure approximativement 50j (Alexopoulos *et al.*, 1991).

### **16.3 Développement de l'organe reproducteur**

L'achèvement du détachement ou de la séparation entre le pénis et le prépuce (Wiggins et Terril, 1953) est une des méthodes utilisées pour définir la puberté chez le bélier (Souza *et al.*, 2010). Madani et Rahal (1988), définit la maturité sexuelle par la séparation complète des adhérences préputiales au pénis et l'établissement de l'activité de la spermatogenèse dans les testicules avec production de spermatozoïdes. Le développement de l'organe reproducteur consiste en la libération de l'organe d'accouplement des adhésions au prépuce. À l'âge immature, le gland du pénis et l'appendice filiforme sont complètement adhérents au prépuce, avec le développement corporelle et des sécrétions de la testostérone un détachement progressif des adhésions est observé et le pénis devient libre, l'appendice filiforme en premier, puis le gland. A la puberté, lorsque les testicules sont bien développés et sous l'influence de la testostérone, le pénis devient libre dans le prépuce et sera ainsi entièrement prolongé (Girma Abebe, 2008). Ce même auteur considère la puberté comme étant le moment de séparation complète entre le prépuce et le pénis avec détection de spermatozoïdes mobiles dans l'éjaculat.

L'érection complète et l'intromission seraient possible uniquement lorsque l'adhésion du prépuce au pénis a totalement disparu (Tibary, 2014). Le suivi des stades d'évolution ou

de développement de l'organe d'accouplement constitue un critère d'évaluation du potentiel de reproduction. L'observation d'un détachement précoce est un trait génétique souhaitable chez les jeunes animaux et devrait être un paramètre important dans l'évaluation du potentiel de reproduction des mâles ainsi que la grande taille des testicules (Sumar, 1996 et Tibary, 2014).

Tiwari et Sahni (1981), estiment que **la séparation complète du pénis de la muqueuse du prépuce est un paramètre indicateur du début de la puberté**. Aussi, pour Davis *et al.* (1986), le développement du pénis constitue un indice de la puberté, il est insignifiant jusqu'à 22 semaines d'âge chez les agneaux (Abi Saab *et al.*, 1997). Les différences dans le degré de séparation des adhérences du pénis ont été associées à des différences claires dans le poids corporel (Madani *et al.*, 1989). Le développement précoce du pénis peut être attribué à la grande taille des testicules et au poids corporel élevé et probablement à l'augmentation des niveaux de la testostérone comme indiqué par Shanbacher *et al.*, (1974). Ce stade est atteint chez les agneaux de la race Malpures de l'Inde à l'âge de 6 mois (Tiwari et Sahni, 1981). Par contre, chez les agneaux Hu de la Chine, la montée et le prolongement du pénis commencent plus tôt, soient à l'âge moyen de  $75,0 \pm 3,25$  et  $80,75 \pm 3,75$  j et au poids vif de  $14,78 \pm 0,48$  et  $15,19 \pm 0,19$  kg respectivement (Yue et Xie, 1993).

#### **16.4 Développement des testicules**

Chez les mâles ovins, les traits testiculaires peuvent différer considérablement entre les races, ils sont influencés de manière significative ( $P < 0,01$ ) par la taille des parents, l'âge et le poids corporel de l'agneau (Salhab *et al.*, 2001). Des paramètres nécessaires pour élaborer des programmes d'amélioration génétique basés sur les mesures testiculaires, pour une amélioration directe du rendement des reproducteurs mâles et une sélection indirecte pour la fertilité des femelles, sont disponibles (Toe *et al.*, 2000). En effet, Al-Kawmaniet al.(2014), considère que les mesures de la taille des testicules peuvent être parmi les critères de sélection génétique alternatifs, elles représentent les traits les plus appropriés pour améliorer indirectement la performance de reproduction des femelles.

Par conséquent, le développement de la taille des testicules est d'un intérêt important dans l'élevage des ovins, il peut être le signe de performance sexuelle associée à plusieurs caractéristiques de reproduction des frères, sœurs et futures filles du mâle, tels que l'âge à la puberté, la fertilité, la prolificité et la durée de la saison de reproduction (Land, 1973 et Toe *et al.*, 2000). Chez les agneaux, la capacité de reproduction de la race est liée au taux de croissance testiculaire (Land et Carr, 1975 et Land, 1977). Cependant, Elmaz *et al.*, (2008), rapporte que **la taille testiculaire peut être considérée comme un prédicteur du début de la puberté**, c'est ainsi qu'une évaluation de l'état de développement sexuel d'un animal est possible par des prises de mesure biométriques de plusieurs traits testiculaires. L'analyse biométrique du développement testiculaire est considérée par El-Wisshy et El-Sawaf (1971) d'une grande importance car elle est significativement corrélée avec l'activité de reproduction.

A cet effet, l'étude du développement testiculaire chez les différentes races ovines facilitera l'utilisation et la sélection des jeunes mâles de la race (Notter *et al.*, 1985). Ces traits sont facilement mesurables (Bindon et Piper, 1976 ; Walkley et Smith, 1980; Schoeman *et al.*, 1987) avec précision sur l'animal vivant (Land and Carr, 1975; Knight, 1977; Notter *et al.*, 1985 et Schoeman et Combrink, 1987) et peuvent être utilisés comme critère de sélection pour l'amélioration de la capacité reproductive chez les deux sexes (Bindon et Piper, 1976 et Walkley et Smith, 1980). Les paramètres testiculaires facilement mesurables chez les mâles ovins et les plus utilisés dans les études de développement sexuel sont la circonférence du scrotum, le diamètre et la longueur des testicules ainsi que le diamètre de la queue de l'épididyme. Mais Coulter, Rounsaville et Foote (1976) et Purvis *et al.*, (1984) suggèrent comme meilleures mesures la détermination de la croissance testiculaire, la circonférence scrotale et le diamètre testiculaire.

Par ailleurs, le trait testiculaire qui ne peut pas être mesuré sur l'animal vivant est le poids testiculaire, mais son estimation est possible par plusieurs façons à partir des mesures des autres traits testiculaires (circonférence scrotale, diamètre, longueur et volume testiculaire). La circonférence scrotale est la mesure la plus simple et la plus précise pour estimer la masse testiculaire (Notter *et al.*, 1981 et Celis *et al.*, 1987) et le degré de développement testiculaire (Lunstra *et al.*, 1978). Pour Notter *et al.* (1981), la taille

testiculaire est décrite en termes de poids des testicules, cependant, la circonférence du scrotum facilement et directement mesurable chez le bélier est un indicateur fiable du poids des testicules

Mukasa-Mugerwa et Ezaz (1992), constate que les résultats des moyennes mensuelles de la circonférence scrotale, du poids corporel et du périmètre thoracique chez l'agneau augmentent d'une façon linéaire avec l'âge et le niveau de la nutrition. La mesure de la circonférence scrotale pourrait contribuer à l'identification précoce des agneaux avec une bonne capacité de reproduction. Une telle procédure de sélection contribuerait à réduire l'intervalle de génération et à améliorer la performance du troupeau par la réponse simultanée du taux d'ovulation des femelles. La circonférence scrotale est souvent considéré comme le meilleur indicateur de développement sexuel mâle (Notter *et al.*, 1981), pour cela, **la circonférence scrotale peut donc être utilisé comme critère de routine pour la sélection des agneaux ayant un bon potentiel de reproduction**, une meilleure fertilité, au retour, on peut s'y attendre à améliorer la productivité (Mukasa-Mugerwa et Ezaz (1992). En outre, la sélection pour la circonférence scrotale est compatible avec la sélection pour améliorer le poids au sevrage et la croissance. La mesure de la circonférence scrotale peut être utile pour estimer le poids individuels des animaux dans les zones rurales où les installations de prise de poids corporel font souvent défaut.

La circonférence scrotale est très interdépendante avec le poids corporel, qui à son tour est corrélé avec l'âge à la puberté. En effet, en l'absence du poids réel de l'animal, la circonférence scrotale peut être un indicateur utile de l'apparition de la puberté. Le point d'inflexion désigne le point où le taux de croissance est maximale lié à la prolifération rapide du parenchyme testiculaire, ce qui suggère le début de la période pubertaire (Quirino *et al.*, 1999). Pour Emsen (2005), c'est le point d'inflexion de la croissance de la circonférence scrotal qui restecapital. Le même auteur a constaté une augmentation progressive et rapide de la circonférence scrotale et du volume testiculaire de 90 à 180 jours d'âge, ce qui suggère que les agneaux soient au stade de développement sexuel de 3 à 6 mois d'âge tel que déterminé par l'augmentation de la taille des testicules.

La prédiction du poids corporel chez les petits ruminants à partir des mesures linéaires du corps a été rapportée par Toe *et al.*(2000), la circonférence scrotale seule ou avec le périmètre thoracique pourrait prédire le poids pré-pubère de l'agneau (Mukasa-Mugerwa et Ezaz, 1992).

La circonférence scrotale diffère selon les races de moutons (Belibasaki et Kouimtzis, 2000; Kridli *et al.*, 2002) étant plus élevée chez les agneaux de races croisées que de races pures. Ainsi, Belibasaki et Kouimtzis (2000) ont rapporté que les races plus lourdes avaient significativement la circonférence scrotale la plus élevée. La circonférence scrotale augmentede façon linéaire, elle est fortement corrélée avec l'âge, le poids corporel et la hauteur au garrot (Mukasa-Mugerwa & Ezaz, 1992). Al-Nakib *et al.* (1986)ont déclaré numériquement que la circonférence scrotale est supérieure chez les béliers plus lourds.

Mais la sélection des béliers reproducteurs basée uniquement sur le scrotum et les mesures testiculaires ne suffisent pas, d'autres études sur l'activité spermato génétique et la concentration de la testostérone sont nécessaires pour la confirmation des résultats (Koyuncu *et al.*, 2005)

### **I6.5 Production du sperme**

La maturation des cellules de Sertoli et l'initiation à la spermatogenèse provoquent des changements dans le volume et la taille des testicules des agneaux (Salhab *et al.*, 2003) avec l'apparition des premiers spermatozoïdes dans la lumière des tubes séminifères, l'épididyme, ou dans l'éjaculat, ceux-ci représentent les indicateurs les plus fiables du niveau de la puberté (Watson *et al.*, 1956; court, 1967; Crim et Geschwind, 1972).

La période impubère qui peut durer de quelques semaines à quelques mois selon les races, la saison de naissance et le régime alimentaire peuvent affecter la taille des testicules. Après cette période, les premiers cycles de la spermatogenèse et une croissance rapide du testicule débutent et la libération des premiers spermatozoïdes dans la lumière des tubes séminifères indique que la pubertéest atteinte. Les spermatozoïdes

s'accumulent dans la queue de l'épididyme avec une possibilité d'appréciation de son volume par la palpation. (Salhab *et al.*, 2003).

Le sperme est un liquide émis suite à l'éjaculation, il est constitué de spermatozoïdes en suspension dans le plasma séminal (mélange des sécrétions des glandes annexes) qui lui donne la capacité de se déplacer (motilité). Sa production dépend de l'alimentation, de la saison, de l'âge et de l'état de santé de l'animal. Il est caractérisé quantitativement par le volume et qualitativement par la concentration, la motilité des spermatozoïdes, spermatozoïdes normaux et anormaux, vivants et morts...etc. Selon Foote (1969), la production de sperme des animaux vivants peut être estimée par la mesure de la longueur, la largeur et le diamètre des testicules.

Les caractéristiques de la semence du bélier sont influencées par plusieurs facteurs incluant la nutrition, la saison, l'âge, la génétique, le poids corporel, la localisation géographique, l'interaction social, la présence de la femelle et le système de gestion (Foote, 1978 ; Folch, 1983 et Zamiri *et al.*, 2010). Wiemer et Ruttle (1987), rapportent que généralement, il est admis que les caractéristiques de la semence s'améliorent avec l'âge. Tandis que, Salhab *et al.*, (2003), indiquent que le volume de l'éjaculat et la concentration de spermatozoïdes augmentent avec l'âge mais la motilité progressive des spermatozoïdes n'a pas montré d'importants changements tout au long de l'année, malgré l'âge avancé et la différence dans le volume de l'éjaculat.

Le volume de l'éjaculat et sa concentration en spermatozoïdes sont très variables d'une espèce à l'autre (Tableau 4 et 5). Bonnes *et al.*, (2005), constatent que lorsque le volume de l'éjaculat est important, la concentration est faible (Verrat et Étalon), alors qu'elle est forte lorsque le volume de l'éjaculat est faible (Taureau, Bélier et Bouc). En outre, à l'intérieur d'une même espèce et pour un même individu, le volume et la concentration sont susceptibles de très fortes variations sous l'influence de nombreux facteurs : rythme des saillies ou récoltes, état sanitaire, alimentation...etc.

**Tableau 4** : Volume et concentration en spermatozoïdes du sperme de différentes espèces

Espèces	Taureau	Verrat	Bélier	Bouc	Étalon
<b>Volume de l'éjaculat (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>5</b> (1-12)	<b>300</b> (150-700)	<b>0,9</b> (0,1-1,5)	<b>1,2</b> (0,5-2,5)	<b>100</b> (20-300)
<b>Concentration en spermatozoïdes (10<sup>9</sup>/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,2</b> (0,5-2,5)	<b>0,3</b>	<b>4</b> (1,5-6)	<b>3</b> (1-5)	<b>0,15</b> (0,03-0,8)
<b>Nombre Total de spermatozoïdes/éjaculat (10<sup>9</sup>)</b>	<b>6</b>	<b>90</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>	<b>15</b>

Bonnes et al. (2005)

L'estimation de la concentration du sperme peut être basée sur le poids du testicule, selon Gherardi *et al.*, (1980), chaque gramme du testicule produit environ 20 x10<sup>6</sup> spermatozoïdes par jour, indépendamment de la taille.

**Tableau 5** : Nombre de spermatozoïdes par ml et par éjaculat chez différentes espèces.

Espèce	Nombre de spermatozoïdes (Millions)	
	/ml	Moyenne/Ejaculat
<b>Taureau</b>	1000 (300 à 2000)	4000
<b>Étalon</b>	120 (30 à 800)	8400
<b>Bélier</b>	3000 (2000 à 5000)	3000
<b>Lapin</b>	700 (1000 à 2000)	700

Rukundo, 2007

Baril et al. (1993), estiment chez les mâles ovins, le volume et la concentration du sperme à environ 1 à 1,5 ml et 2 à 10 x 10<sup>9</sup> spermatozoïdes/ml respectivement. D'autres auteurs, [Karagiannidis *et al.*(2000) ; Kafi *et al.*(2004) ; Zamiri et Khodaei,(2005) ; Deldar Tajangookeh *et al.* (2007) ; Gundogan,(2007) ; Zamiri *et al.* (2010)], rapportent des différences de production de sperme selon les races de moutons et définissent une large gamme de valeurs caractérisant le sperme : soient des volumes de 0,60 à 1,6 ml, des

concentrations de 2,6 à 5,5 x 10<sup>9</sup> spermatozoïdes/ml, des taux de spermatozoïdes anormaux de 4 à 29% et des spermatozoïdes vivants ou mobiles de 60 à 90%.

Chez les agneaux de la race Sanjabi, Ghorbankhani *et al.* (2015) ont obtenus le volume de l'éjaculat, la concentration du sperme, les spermatozoïdes vivants, la motilité progressive et les spermatozoïdes anormaux de 1,11 ± 0,03 ml ; 1112 ± 67,7 x 10<sup>6</sup> spermatozoïdes/ml, 63,43 ± 1,68%, 71,15 ± 2,8%, 21,14 ± 1,2%, respectivement.

Par contre chez les agneaux de la race Moghani, Zamiri *et al.* (2010), rapportent des valeurs moyennes du volume de l'éjaculat, de la motilité progressive du sperme, de spermatozoïdes anormaux et de la concentration des spermatozoïdes comprises entre 0,75 – 1,60 ml ; 68 - 87% ; 7,5 – 14 % et 3,2 – 4,9 x 10<sup>9</sup> spermatozoïdes/ml, respectivement.

## **I7 Facteurs influant la puberté**

En reproduction des animaux domestiques, le développement sexuel et le début de l'activité reproductive ou l'initiation à la puberté varient selon l'espèce, les facteurs génétiques et environnementaux (Chakraborty, 1989 ; Tibary *et al.*, 2006) et la gestion générale des pratiques des systèmes d'élevage (Roberts, 1971; Mori, 1959).

Les facteurs les plus influents sur le développement sexuel et le début de l'activité reproductive sont : l'alimentation, la race, le poids corporel, la photopériode et le moment de la naissance dans l'année (saison de naissance). Selon Baril *et al.* (1993), la photopériode est le principal facteur de l'environnement qui contrôle les variations saisonnières de la reproduction des élevages de petits ruminants des zones de latitudes moyennes et élevées. Les autres facteurs environnementaux tels que la température, l'alimentation, ou les facteurs sociaux agissent comme modérateurs de l'activité sexuelle (Baril *et al.*, 1993 et Castonguay, 2006). Par ailleurs, Fernández *et al.*, (2004), signalent que les facteurs nutritionnels sont plus importants en termes de leurs effets directs sur la reproduction, et les autres facteurs (exemple le stress thermique, la gestion pré sevrage) ont une influence irrégulière.

Des études antérieures sur les races de moutons tempérées indiquent que le développement sexuel et la puberté sont étroitement associés à l'âge et le poids corporel (Drymundson, 1973), à la stimulation de la photopériode (Land 1978), à la saison de reproduction (Ducker *et al.*, 1973) et au diamètre des testicules ( Land et Sales, 1977).

### **I7.1 Effets de l'alimentation**

La disponibilité alimentaire et la qualité nutritionnelle des aliments destinés à l'alimentation animale ont une influence considérable sur le développement de la reproduction et le début de la puberté. Chez les agneaux, l'entrée en puberté dépend du développement fœtal et de la croissance corporelle et testiculaire post-natale. L'âge d'entrée en puberté des agneaux de la race D'man est étroitement lié au régime alimentaire appliqué à leurs mères en fin de gestation (Chafri, 2011).

L'application d'un haut niveau alimentaire après la naissance accélère la croissance testiculaire et avance nettement la puberté chez l'agneau. La disponibilité alimentaire pourraient influencer l'âge à la puberté, le poids corporel, la circonférence scrotale, le développement post-pubertaire et les performances de reproduction (Kumi-Diaka *et al.*, 1985).

Les agneaux de la race Yankasa du Nigéria élevés en intensif atteignent la puberté et la maturité sexuelle plutôt que ceux élevés en extensif. Les premiers étaient plus lourds, avaient de large circonférence scrotale et une meilleure qualité spermatique à tous les âges correspondants. Egalement, au sein et entre les groupes les différences de poids corporel, de circonférence scrotale et d'autres paramètres à la puberté et à tous les âges correspondants sont significatives (Kumi-Diaka *et al.*, 1985).

La sous-alimentation réduit la vitesse de croissance corporelle engendrant un retard dans l'apparition de la puberté. En effet, les jeunes mâles sous un régime alimentaire élevé atteindrons la puberté plutôt et à un poids plus lourds que ceux sous régime alimentaire bas (Baril *et al.*, 1993). Selon, Oldham *et al.* (1978) et Martin *et al.*(1987), les régimes alimentaires améliorent le gain moyen quotidien. Ils sont susceptibles d'améliorer le

développement des testicules ainsi que la maturité sexuelle chez les agneaux Menz Mukasa-Mugerwa et Ezaz, 1992).

D'après Girma Abebe, (2008), la détermination du processus de début de la puberté est en interaction entre l'âge, le poids et le taux de croissance. Une croissance rapide résultant de l'application d'un plan nutritionnel élevé permet aux mâles d'atteindre la puberté à un âge plus jeune avec un poids corporel plus élevé. Dominique (2006), rapporte que chez les petits ruminants et particulièrement chez les génotypes qui ne sont pas fortement sensibles à la photopériode, le changement de la disponibilité des aliments est un régulateur puissant de la fonction reproductrice.

Lefebvre et Bringer (2005), précisent que les facteurs nutritionnels jouent un rôle important dans la stimulation et le maintien de l'activation physiologique de l'axe gonadotrope au moment de la puberté. Chez la plupart des races ovines et caprines, le niveau de la puberté est étroitement lié à la taille corporelle et testiculaire en relation avec la génétique mais également avec le régime alimentaire.

La comparaison de deux régimes alimentaires ad libitum et restreint chez les agneaux révèle que les premiers avaient de plus grands testicules, une plus grande sécrétion de la testostérone. Cependant, un changement de l'alimentation, de la restriction à l'ad libitum induit la récupération rapide de la taille des testicules et de la sécrétion de la testostérone sans modification significative de la production des hormones FSH et LH. La sécrétion de la testostérone a été étroitement corrélée avec la taille des testicules chez les agneaux, contrairement à des béliers et boucs adultes (Martin *et al.*, 1994).

Avec un bon régime alimentaire, les testicules se développent rapidement chez le mouton Blackbelly, pour atteindre le taux de croissance maximum au début de la puberté, qui a coïncidé avec des changements majeurs survenus dans la fonction testiculaire au cours du développement pubertaire (Jimenez-Severiano *et al.*, 2010).

L'équilibre nutritionnel joue un rôle important dans l'optimisation du développement sexuel chez les jeunes mâles. En effet, selon Lefebvre et Bringer (2005), un bon équilibre nutritionnel a des impacts favorables sur le déroulement de la puberté et la croissance

osseuse. Mais les déficits sévères en certains éléments comme les minéraux et plus particulièrement les oligo-éléments dans l'alimentation des jeunes mâles sont susceptibles d'affecter leurs performances reproductives (Baril *et al.*, 1993). Ainsi, la restriction de l'énergie et des protéines influe sur l'âge de la puberté, notant que la restriction énergétique a une plus grande influence sur le report du début de la puberté que la restriction protéique (Girma Abebe, 2008).

La qualité de la nutrition est un facteur déterminant du développement corporel et donc de la croissance testiculaire ; Fourie *et al.*, (2004), rapportent que pour les jeunes béliers Dorper, qui reçoivent une meilleure nutrition avec une énergie élevée et une complémentation protéique ont été capable d'améliorer les performances reproductives, la meilleure nutrition a permis d'obtenir de plus gros testicules.

Brito *et al.*, (2012), rapportent, qu'il est connu que la diminution de l'apport en nutriments retarde l'apparition de la puberté chez les taureaux et que, à l'inverse, une alimentation avec un niveau d'énergie élevé produit ou engendre un développement rapide des testicules. Il a été démontré que certains paramètres, incluant le volume et la concentration ainsi que la composition biochimique du sperme peuvent varier en fonction de l'alimentation (Juyena *et al.*, 2013).

Le manque d'énergie causé par un faible niveau d'ingestion ou par une utilisation excessive diminue la sécrétion de gonadotrophines chez les deux sexes de nombreuses espèces, y compris les humains, mais le rétablissement normal des modes d'alimentation inverse généralement tout déficit d'hormones (Bielli *et al.*, 2002).

Concernant la quantité protéique dans les régimes alimentaire, les résultats de recherche obtenus par plusieurs auteurs (Adrews et Orskov, 1970 ; Dyrmondsson et Lees, 1972 ; Thibault, 1973) rapportent l'influence du régime alimentaire riche en protéines sur la croissance corporelle, le développement et maturité sexuel. Selon Abi Saab *et al.*, (1997), les chevreaux sous un régime alimentaire avec un taux élevé de protéines (18%) atteignent la puberté à un âge précoce et un poids corporel plus élevé que ceux nourris avec des taux faibles de protéines (12%).

## **I7.2 Effets de la Photopériode**

Une recherche minutieuse du rôle de la photopériode dans la régulation de la reproduction chez les races s'avère nécessaire, car elle est le principal facteur de l'environnement qui contrôle les variations saisonnières de la reproduction des petits ruminants. Ainsi, la sensibilité des races au photopériodisme varie selon les régions d'élevage et les changements photopériodiques environnementaux sont importants dans la maturation sexuelle chez les races saisonnières (Foster *et al.*, 1985). En effet, Ozsar *et al.*, (1990), rapportent que la photopériode et la température sont les facteurs saisonniers les plus importants affectant l'âge à la maturité sexuelle.

La saison de naissance est un facteur indépendant impliqué dans le taux de développement testiculaire. Des études ont montré que les jours courts stimulent le développement testiculaire et les jours longs le retardent (Alberio et Colas, 1976). Madani *et al.*, (1988), rapportent que la diminution de la durée du jour est le facteur majeur impliqué dans la stimulation du développement testiculaire rapide. Les jours courts ont été associés à de grands testicules et une concentration plus élevée de gonadotrophines plasmatiques, tandis que les jours longs réduisent la taille des testicules et les niveaux de gonadotrophines plasmatiques (Lincoln *et al.*, 1979).

La différence observée dans le développement sexuel précoce et dans la maturité sexuelle est en grande partie due à des différences dans la saison de naissance et donc à de différentes photopériodes (Madani *et al.*, 1988).

Dans les zones de latitudes moyennes et élevées, les races sont sensibles à la photopériode, l'activité gonadique et le comportement sexuel chez les deux sexes varient avec la durée du jour. Tandis que, dans les zones de latitudes tropicales ou subtropicales, les races locales des petits ruminants semblent moins sensibles aux faibles variations photopériodiques. D'autres facteurs de l'environnement dans ces zones jouent un rôle bien plus important dans la reproduction (Baril *et al.*, 1993).

Au Royaume-Uni, la fonction de reproduction est stimulée par la baisse de la photopériode, alors que dans les pays plus proches de l'équateur l'effet serait moins ou inexistant (Ahmad *et al.*, 1996).

### **I7.3 Effets du Poids corporel ou Taux de croissance**

Au sein d'un groupe d'animaux d'élevage, la concurrence à l'alimentation a pour conséquence des différences de vitesses de croissance et de poids corporel entre les animaux. Chez les ruminants, les plus dominants seraient d'un poids corporel plus grand car ils peuvent avoir un meilleur accès à la nourriture (Loretz *et al.*, 2004; Jorgensen *et al.*, 2007).

Plusieurs auteurs rapportent l'existence de l'effet direct de l'âge et du poids corporel sur les paramètres testiculaires chez l'ovine (Skinner et Rowson, 1968) et chez le bovin (Land et Sales, 1977). Ainsi, Schoeman et Combrink, (1987), indiquent que les différences dans le taux de croissance testiculaire reflètent des différences dans le développement sexuel.

Chez les agneaux, les différences entre pubères et non pubères ne sont pas directement liées à l'âge mais au poids corporel et la taille des testicules. Les agneaux pubères sont beaucoup plus lourds et ont des testicules de grandes tailles et des cornes beaucoup plus développées (Madani *et al.*, 1989 et Kridli *et al.*, 2007). En effet, plusieurs auteurs (Watson *et al.*, 1956; Dyrmondsson et Lees, 1972 et Dyrmondsson, 1973; Foster & Olster, 1985; Madani *et al.*, 1989; Belibasaki & Kouimtzis, 2000) signalent que le poids corporel est le meilleur critère qui permet d'identifier la puberté que l'âge chronologique. Kridli *et al.*, (2006b), montrent que chez les différents génotypes ovins, la puberté est observée au même poids (environ 40 kg) mais à des âges différents, ce qui confirme l'importance du poids corporel par rapport à l'âge dans la détermination du début de la puberté.

La relation est ainsi forte entre la puberté et le poids corporel, la proportion des agneaux atteignant la puberté est progressive. Lorsque le poids est au-dessous de 35 kg, la proportion est faible (20%) et lorsque le poids augmente de 36 à 50 kg la proportion varie entre 50 et 75% (Madani *et al.*, 1989). D'après Foster *et al.* (1985), au-dessous du poids

vif critique, la puberté des animaux est retardée. Chez les agneaux, le taux de croissance est un déterminant majeur de la puberté. Il est ainsi admis que la puberté est fortement liée au poids corporel (Skinner et Rowson, 1968; Skinner *et al.*, 1968 ; Pretorius et Marinocowitz, 1968).

Madani *et al.* (1989), considèrent le poids corporel comme un facteur primordial déterminant la puberté, le taux de croissance rapide favorise un développement sexuel plus précoce. Pour Dyrumdsson (1978), l'immaturité sexuelle chez les agneaux est associée à des taux faibles de croissance corporelle et testiculaire.

Chez la plupart des races ovines et caprines, le niveau de la puberté dépend du poids corporel satisfaisant, habituellement entre 40 et 70% du poids corporel adulte (Girma Abebe, 2008).

La croissance testiculaire est étroitement corrélée avec la vitesse de croissance corporelle, bien que la grande variation de la taille des testicules suggère que d'autres facteurs, probablement génétique, sont également importants (Galloway, 2000).

### **17.4 Effets de la race (génétique)**

L'âge à la puberté chez les agneaux diffère significativement ( $P < 0,05$ ) entre les génotypes (Kridli *at al.*, 2006b), même si il est fortement lié au poids vifs (Kat-saounis, 1980; Pappa-Michailidou *et al.*, 1997). Le poids vif à la puberté représente 35 à 45% du poids adulte chez les agneaux Clun Forestiers (Dyrmundsson et Lees, 1972), 46,5% du poids adulte chez les agneaux croisés Rambouillet x béliers Colombie-Bas (Jimenez Severiano et Pijoan, 1984), 65% du poids adulte chez les agneaux Suffolk et 50% chez les agneaux Suffolk métissés (Skinner et Rowson, 1968). Hunter, (1982), précise que les animaux issus de croisements atteignent la puberté plus tôt que ceux des races pures. Ceci a été confirmé par les études de Emsen (2005) et Kridli *etal.*, (2006b) indiquant que le croisement entre races ovines améliore considérablement le développement pubertaire précoce.

La prolificité de la race est un paramètre indicateur de la puberté, ainsi le taux de croissance testiculaire est plus rapide chez les agneaux mâles de races à forte prolificité par rapport aux races non prolifiques (Schoeman et Combrink, 1978 ; Land and Carr, 1975) reflétant des différences dans le taux de développement de la fonction sexuelle (Schoeman et Combrink, 1978). Les agneaux de races prolifiques telles que Friesland et Chios atteignent la puberté respectivement à environ 50 et 55% du poids corporel adulte et les moins prolifiques telles que Karagouniki et Serres atteignent la puberté respectivement à 65 et 67% du poids corporel adulte (Belibasaki et Kouimtzi, 2000).

La circonférence scrotale diffère également selon les races ovines (Notter *et al.*, 1985; Belibasaki et Kouimtzi, 2000; Kridli *et al.*, 2002) étant plus élevée chez les agneaux de races croisées que les races pures (Emsen, 2005). Les grandes circonférences scrotales indiquent une plus grande fertilité (concentration et la qualité meilleurs du sperme) (Almeida *et al.*, 2007).

## **18 Corrélations entre différents paramètres de développement sexuel**

Les relations entre les différents paramètres intervenant dans le développement sexuel du mâle ovin ont été étudiées par plusieurs auteurs. Skinner et Rowson (1968) et Madani *et al.* (1989), ont soutenues l'existence d'une forte relation entre le poids corporel et le développement sexuel. Le développement sexuel chez les béliers plus lourds est plus avancé que chez les béliers plus légers du même âge (Osinowo *et al.*, 1992). Ces derniers signalent que le développement des organes reproducteurs était plus étroitement corrélé avec le poids corporel qu'avec l'âge chronologique. En effet, les races ovines plus lourdes présentent des circonférences scrotales significativement plus élevées, la corrélation entre le poids vif et la circonférence scrotale est significative (Kumi-Diaka *et al.*, 1985; Al-Nakib *et al.*, 1986 et Belibasaki et Kouimtzi, 2000). Chez les agneaux en croissance, Selhab *et al.* (2001), rapportent que les différentes mesures testiculaires sont positivement corrélées entre elles ( $r = 0,61$  à  $0,97$ ,  $P < 0,01$ ) ainsi qu'avec l'âge et le poids, avec une corrélation plus élevée avec le poids corporel qu'avec l'âge (Salhab *et al.*, 2001 et Elmaz *et al.*, 2007). Les plus hauts coefficients de corrélation ( $r = 0,81$  à  $0,91$ ) sont ceux avec la circonférence scrotale (Salhab *et al.*, 2001). Par ailleurs, Salhab *et al.*

(2001) et Elmaz *et al.* (2007), jugent que la circonférence scrotale pourrait fournir une estimation utile de la croissance testiculaire en raison de ses corrélations élevées avec les autres mesures testiculaires.

De même que Carr et Land (1975), Schoeman et Combrink (1987) et d'autres auteurs, constatent des corrélations positives entre la taille des testicules et le poids corporel. Schoeman et Combrink (1987), ont signalé des coefficients de corrélation hautement significatifs entre le poids vif et les mesures testiculaires sur tous les âges ( $p < 0,01$ ) :  $r = 0,74$  à  $0,87$  entre le poids corporel et le diamètre testiculaire,  $r =$  de  $0,74$  à  $0,85$  entre le poids corporel et la circonférence scrotale et  $r = 0,95$  à  $0,98$  entre le diamètre testiculaire et la circonférence scrotale.

A la puberté, la circonférence scrotale est en corrélation avec le poids corporel ( $r = 0,72$  ;  $p < 0,001$ ), mais pas avec l'âge. La relation de la circonférence scrotale - hauteur au garrot et périmètre thoracique est également positive, mais pas aussi forte qu'avant la puberté (Mukasa-Mugerwa et Ezaz, 1992). Le poids corporel à la puberté est significativement corrélé ( $P < 0,05$ ) avec la circonférence scrotale et l'état corporel.

Concernant l'hormone de reproduction du mâle, Kridli *et al.* (2006), constatent que la concentration de la testostérone est positivement et significativement corrélée avec le poids corporel ( $r = 0,3$ ;  $P < 0,05$ ) et avec la circonférence scrotale ( $r = 0,4$ ;  $P = 0,05$ ). Pour Elmaz *et al.*, (2007), toutes les mesures des testicules, le poids vif, l'âge et la concentration de testostérone sérique sont positivement corrélés.

L'âge et le poids des agneaux ont un effet significatif sur le volume de l'éjaculat, la concentration et la motilité des spermatozoïdes, alors que le type de naissance n'a aucun effet significatif sur ces caractéristiques (Salhab *et al.*, 2003).

Les mesures des testicules sont significativement et positivement corrélées avec les caractéristiques du sperme (motilité progressive, le volume de sperme) chez les agneaux Kiviricik à l'âge de sept à huit mois (Elmaz *et al.*, 2007). Il existe une relation directe entre le diamètre testiculaire et la production de sperme, les béliers avec de plus gros

testicules produisent plus de sperme que les béliers avec de plus petits testicules (Kaymakçi *et al.*, 1988).

La corrélation est très significative entre le poids testiculaire et le poids vif, mais aussi entre le poids testiculaire et l'état corporel. Ainsi la corrélation est significative entre la production spermatique journalière et l'état corporel (Baril *et al.*, 1993).

Les indicateurs de la taille testiculaires (poids, volume et diamètre des testicules), la circonférence du scrotum, et le poids de l'épididyme sont significativement corrélés avec la production et la qualité du sperme (Rege *et al.*, 2000; Al-Ghalban *et al.*, 2004). La taille des testicules est liée à la production de sperme, même chez les agneaux en croissance (Adam et Findlay, 1997). A la puberté, les agneaux avec des testicules de plus grandes tailles produisent un grand volume de sperme avec plus de spermatozoïdes (Mukasa-Mugerwa et Ezaz, 1992). Les différences significatives intergroupes dans la concentration de la semence à la puberté et à tous les âges correspondants peuvent être liées directement à des différences correspondantes au niveau de la circonférence du scrotum (taille testiculaire), qui peuvent être liés au retour à la disponibilité nutritionnelle (Abi Saab *et al.*, 1997).

De cette synthèse bibliographique, nous pouvons retenir que la puberté est le début de la capacité de l'animal à se reproduire. Chez les ovins, le moment de la puberté varie selon les races (populations) et les individus ; il est tributaire des prédispositions génétiques des animaux et des facteurs environnementaux. En effet, l'alimentation est le facteur le plus important qui influe directement la reproduction, notamment la puberté. Cependant, la saison de naissance et la photopériode influent aussi considérablement sur la reproduction, notamment dans les régions tempérées.

Pour l'estimation du moment de la puberté plusieurs méthodes ont été proposées par de nombreux chercheurs. On note que, la détermination du moment de la puberté présente plusieurs avantages, parmi lesquels: une **meilleure gestion de la reproduction des animaux**, la **détermination de l'âge de séparation des jeunes agneaux et agnelles** afin d'éviter les accouplements indésirables, la **réduction de l'intervalle de génération**, la

**détermination de l'âge où l'animal est capable de produire de la semence de bonne qualité...**

Les informations sur le développement sexuel et le moment de la puberté des animaux d'élevage sont des éléments de base nécessaires pour connaître la physiologie de la reproduction et pour améliorer le niveau de la productivité. En Algérie, ces informations détaillées chez nos animaux d'élevage d'une manière générale, et de l'élevage ovin en particulier, demeurent méconnues à l'exception de l'étude faite sur la race **Ouled Djellal**. Par conséquent, compte de tenu de la présente situation, nous avons jugé important d'entreprendre une étude sur les caractéristiques du développement sexuel et la détermination de la puberté chez des agneaux de la race **Tazegzawt**.

# PARTIE EXPERIMENTALE

---

## II- MATERIEL ET METHODES

### III- Lieu de l'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée au Centre de Recherche de Bejaia (Oued Ghir) de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA). Il est situé à une dizaine de Kilomètres du chef-lieu de la wilaya et dans l'étage bioclimatique humide sur une altitude de 26 mètres au-dessus de la mer (une longitude 4.95° Est et une latitude 36.70° Nord). Le climat de cette région est méditerranéen doux et pluvieux en hiver et chaud en été. Pour l'année d'étude, les températures et les précipitations moyennes annuelles enregistrées ont été respectivement de 18.6° C et 730 mm avec des valeurs moyennes annuelles de températures maximales de 24° C et minimales de 14.2° C.

### II2- Matériels

#### II2.1- Animaux

Dix (10) agneaux de la race **Tazegzawt** nés au printemps 2014 (Photo 1 et 2) ont été suivis durant la période allant de 9 à 49 semaines d'âge en considérant plusieurs aspects : croissance corporelle (Poids Vif, Périmètre thoracique), croissance testiculaire (circonférence scrotale, diamètre et longueur testiculaires et diamètre de la queue de l'épididyme), développement de l'organe copulateur (stade de détachement du pénis de la muqueuse prupurtiale), évolution de l'hormone sexuelle (testostérone) et caractéristiques spermatiques. Des données de base telles que les numéros d'identification pour chaque agneau, la date de naissance, le type de naissance et le poids de l'agneau à la naissance, à 10 j et à 30 j d'âge ont été enregistrés.



**Photo 1 :** Agneaux race **Tazegzawt** à l'aire d'exercice



**Photo 2 :** Agneaux race **Tazegzawt** dans le box

Les agneaux ont été soumis aux conditions d'élevage naturelles (Températures et la lumière) et ils ont été élevés dans le troupeau avec leurs mères jusqu'à l'âge du sevrage (25 semaines). Avant le sevrage, les agneaux disposaient en plus de lait maternel,

- du foin produit au niveau du centre de recherche ou acheté de l'extérieur,
- de la luzerne en vert produite dans le centre de recherche pour les brebis allaitantes
- de l'orge achetée du Complexe Aliments ou de l'Office National d'Aliments Bétail (ONAB) d'El Kseur (Béjaia)
- et aussi des aires de pâturage du le centre de recherche.

Après le sevrage, les agneaux ont été regroupés dans un seul box (photo 2) et nourris de foin et de concentré d'orge provenant des mêmes sources citées précédemment. Après le sevrage les sorties des agneaux au pâturage étaient limitées, mais un espace leurs a été réservé comme une aire d'exercice (Photo 1). L'abreuvement a été à volonté durant toute la période de l'expérimentation. Notant que les distributions d'aliments se faisaient deux fois par jour, une le matin et une autre le soir, les quantités distribuées augmentaient proportionnellement avec l'augmentation de l'âge des animaux. En plus de tous ces aliments, les agneaux ont reçues compléments minéraux vitamines sous forme de pierres à lécher.

Certaines mesures prophylactiques ont été prises afin d'assurer une meilleure hygiène et santé des animaux : le vide sanitaire du local avant l'installation des agneaux après leurs sevrage, vaccination contre les entérotoxémies et la clavelée et un dépistage contre les parasites internes et externes.

### **II2.2- Matériels de mensurations corporelles et testiculaires**

Pour la mesure des Poids Vifs des animaux, deux types de balances ont été utilisé : une petite balance de 25 Kg pesant les agneaux pendant les trois premiers mois après la naissance et une grande balance d'une capacité de 200 Kg ± 500 g (Marechalle-pesage N° série : 32125 France) pesant les agneaux dépassant l'âge de trois (3) mois.(Photo 3), Un ruban métrique à usage zootechnique a été utilisé pour mesurer le périmètre thoracique et la circonférence scrotale (Photos 4 et 5).

Un pied à coulisse électronique de 150mm (BERENT) a été utilisé pour mesurer la longueur et le diamètre des testicules (Photos 6 et 7) et aussi le diamètre de la queue de l'épididyme (Photo 8).

### **II2.3- Matériels de collecte de sang, extraction du plasma et conservation des échantillons de plasma(Photos 9 ; 10 ; 11 et 12)**

- Le garrot sert à serrer le cou de l'animal afin de bien faire apparaître la veine pour la prise du sang
- Des tubes héparines lithium de 4ml avec stabilisateur, utilisés pour la collecte du sang, centrifugation et extraction de plasma
- Aiguilles ou collecteur de sang (80mm X 38mm), non toxiques, non-pyrogènes et stériles pour le prélèvement du sang
- Un portoir pour les tubes héparines et les tubes Ependorf
- Micropipette et Aliquotes
- Centrifugeuse de tubes à vitesse de 3000 tours/minute
- Des tubes Eppendorf de 1.5ml pour la conservation du plasma du sang
- Sachets de congélation
- Congélateur pour la conservation des échantillons de plasma à – 20 C.

### **II2.4-Matériels de la collecte de la semence et d'analyse spermatique**

- L'électro-éjaculateur (modèle : The RUAKURA MK IV RAM PROBE, Fabrique par B.A O'LEARY à la NOUVELLE ZELAND) est utilisé pour collecter du sperme chez les jeunes agneaux. Il mesure 33 Cm de longueur et environ 6,2 Cm de diamètre. Il fonctionne avec quatre (04) piles Lithium de type CR 123A délivrant un courant d'une intensité moyenne de 12 Volts. La sonde rectale ronde, en verre transparent dans laquelle se trouvent des composants électroniques est munie d'électrodes bipolaires.
- La vaseline servant à lubrifier la sonde rectale de l'électro-éjaculateur.
- L'entonnoir placé dans un tube lieu de déversement et du dépôt de la semence.
- Le Portoir avec des tubes utilisés pour la préparation des échantillons de sperme à observés au microscope.

- Micropipettes pour des prises d'échantillons de sperme pour observation.
- Un microscope équipé d'une caméra vidéo lié au micro ordinateur doté d'un logiciel Sperme Class Analyser (SCA) au Laboratoire de la Faculté des Sciences de la Nature et la Vie, Université Abderrahmane Mira à Bejaia est utilisé pour analyser les échantillons de sperme collectés.
- La chambre de comptage Makler pour le comptage rapide et précis de spermatozoïdes et la détermination de la concentration et la motilité des échantillons du sperme.

### **II3- Méthodes**

Nous avons évalué la puberté sur la base de la **première collecte d'un éjaculat** (par électro éjaculation) contenant des **spermatozoïdes motiles** (Chakraborty *et al.*, 1989). Plus précisément, c'est l'âge auquel le premier éjaculat contient un **minimum de  $50 \times 10^6$  spermatozoïdes/ml** avec **au moins 10% de motilité spermatique** (Wolf *et al.*, 1965; Mukasa-Mugerwa et Ezaz, 1992; Evans *et al.*, 1995; Wheaton and Godfrey, 2003). Les mesures biométriques corporelles et testiculaires, les observations de développement de l'organe reproducteur et les estimations des taux de la testostérone plasmatiques ont été aussi pris en considération.

#### **II3.1- Mensurations corporelles et testiculaires**

Les prises de mesures de la croissance corporelle et testiculaire ont été effectuées une fois par quinze jours (15j). Le poids corporel est apprécié par la pesée des agneaux à jeun à l'aide des balances citées ci-dessus en II2.2, (photo 3). Le périmètre thoracique et la circonférence scrotale ont été mesurés avec le ruban métrique (photo 4 et 5). Tandis que la longueur et le diamètre testiculaire ainsi que le diamètre de la queue de l'épididyme du testicule ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse électronique (photos 6, 7 et 8) (Moura et Erickson 1997).

La mesure de la circonférence scrotale est prise au niveau de la circonférence maximale de la paire de testicules avec la poussée préalable de ces derniers dans le scrotum tout en évitant de trop presser (Notter *et al.*, 1981).

La longueur des testicules droit et gauche sont mesurés du pôle supérieur au pôle inférieur du testicule.

Les diamètres des testicules, droit et gauche, sont mesurés au niveau des plus grands diamètres.

Les diamètres de la queue de l'épididyme, droite et gauche, sont mesurés après avoir légèrement pressé le testicule dans le scrotum de façon à ce que la queue soit bien apparente.



**Photo 3 :** Pesée des agneaux



**Photo 4 :** Mesure du périmètre thoracique



**Photo 5 :** Mesure de la circonférence scrotale



**Photo 6 :** Mesure de la longueur du testicule



**Photo 7 :** Mesure du diamètre du testicule



**Photo 8 :** Mesure du diamètre de la queue de l'épididyme

### **II3.2- Evaluation de la séparation du pénis de la muqueuse préputiale**

Le degré de séparation de l'adhésion du pénis de la muqueuse préputiale a été évalué par l'observation selon la méthode décrite par Pretorius et Marincowitz (1968) et qui définissent trois (03) stades de développement :

- Stade 1 : est le stade infantile où le pénis est mince et complètement adhérent à la muqueuse. L'orifice du prépuce est relativement étroit entravant les tentatives d'extériorisation du pénis par la pression.
- Stade 2 : est l'étape de séparation, la séparation des adhérences a commencé et le gland du pénis devient visible.
- Stade 3 : est l'étape pré-pubère, toutes les parties attachées sont finalement séparées et le pénis peut être entièrement exposé à travers l'orifice du prépuce.

### **II3.3- Détermination des taux d'hormone mâle (Testostérone)**

La quantification de la concentration de la testostérone dans le sang s'est fait une fois par quinze jours sur chaque individu de 11 à 49 semaines d'âge. Précisant qu'à l'âge de 9 semaines, la prise de sang a été impossible car la veine jugulaire était petite et difficilement repérable. De ce fait, les prélèvements de sang ont commencé à l'âge de 11 semaines dans des tubes vacutainer (sous vide et contenant de l'héparine de lithium) par la ponction de la veine jugulaire (photo 9). Les tubes de sang ont été transférés au laboratoire pour la centrifugation à 3000 tr/mn pendant 20 mn (photo 10) afin de séparer

le plasma des globules rouges. Puis nous avons effectué des prises de plasma à l'aide d'une micropipette (photo 11) pour remplir les tubes Eppendorf de 1,5ml. Ces tubes ont été mis dans des sachets de congélation (photo 12) puis placés au congélateur pour une conservation à -20 °C jusqu'au moment de l'utilisation.

Le dosage de la testostérone a été effectué dans un laboratoire d'analyse médicale privé en utilisant le test Elecsys 2010 Testostérone II qui fait appel à un principe de compétition utilisant un anticorps monoclonal spécifique de haute affinité dirigé contre la testostérone. La testostérone endogène, libérée de l'échantillon entre en compétition avec la testostérone exogène marquée au ruthénium pour les sites de liaison de l'anticorps biotinylé.



**Photo 9 :** Prise de sang



**Photo 10 :** Centrifugation du sang



**Photo 11 :** Prélèvement du plasma du sang



**Photo 12 :** Plasma dans des tubes Eppendorf pour congélation

### II3.4- Collette de la semence

La semence a été collectée par la stimulation électrique (Rowson et Murdoch, 1954) en faisant usage de l'électro éjaculateur (cité ci-dessous, photo 13). Les premiers essais de récolte du sperme par électroéjaculation ont été effectués sur des agneaux âgés entre 5.5 – 6 mois. Les collectes de la semence ont été effectuées une (01) fois tous les 15 jours pendant la durée allant de 27 à 49 semaines d'âge. Les agneaux sont placés au sol en position décubitus latéral sur le côté droit, les trois membres (les deux membres antérieurs et le membre postérieur droit) ont été attachés. La collecte du sperme est réalisée après lubrification de la sonde de l'électro-éjaculateur avec de la vaseline puis l'introduire progressivement dans le rectum de l'animal vidé de fèces avec application des stimulations électriques de 3 à 5 secondes suivi d'un moment de repos de même durée jusqu'à l'érection et l'éjaculation de l'animal. Les semences collectées dans les tubes ont été acheminées au laboratoire de l'université Abderrahmane Mira de Bejaia pour des observations au microscope (photo 14).

Les volumes du sperme pour chaque individu ont été estimés à l'aide d'une micropipette, quant à la motilité des spermatozoïdes, à la concentration spermatique et aux vitesses de déplacement des spermatozoïdes (VCL, VSL et VAP) celles-ci ont été estimées grâce à l'utilisation de l'Analyse Assistée par Ordinateur (Sperm Class Analyzer, SCA Microptic, S.L., Version 3.2.0, Barcelona, Spain).

Le sperme est analysé après dilutions de 10 microlitre dans 100 microlitre de solution physiologique. Après agitation pour homogénéisation des deux liquides, un échantillon de 10 microlitres de sperme dilué est déposé au centre de la chambre de comptage Makler pour observation et analyse. La chambre est placée sous microscope à contraste de phase (Nikon E200®-LED microscope) et des vidéos sont capturées utilisant une caméra vidéo (Caméra Digital Basler A312fc Germany) à magnification x10. Trois (03) séquences sont scannées et au moins 200 spermatozoïdes sont analysés. Les réglages standards ont été fixés à 25 images /seconde, 20–90  $\mu\text{m}^2$  pour la zone de la tête et  $\text{VCL} > 20 \mu\text{m/s}$  pour classer un spermatozoïde comme motile. Les paramètres cinétiques mesurés sont : Motilité Totale (MT %), Motilité Progressive (MP %), Linearité (LIN %); straightness= Rectitude (STR %); wobble=Osciller (WOB %); curvilinear velocity= Vitesse Curviligne (VCL  $\mu\text{m/s}$ ); straight linear velocity= Vitesse lineaire droite (VSL  $\mu\text{m/s}$ ); average path

velocity= Vitesse de trajectoire moyenne (VAP  $\mu\text{m/s}$ ); amplitude of lateral movement of the head= amplitude du mouvement latéral de la tête (ALH  $\mu\text{m}$ ); beat cross frequency= fréquence de battement des têtes des spermatozoïdes (BCF Hertz). Les spermatozoïdes sont considérés motiles quand la vitesse curviligne (VCL)  $\geq 20 \mu\text{m/s}$  (Farrell et al., 1996, Tuli et al., 1992 and Marco-Jiménez et al., 2005). Les spermatozoïdes sont considérés d'une motilité rapide quand la VCL  $> 75 \mu\text{m/s}$  (Bravo et al., 2011).



**Photo 13 :** Matériel de collecte du sperme



**Photo 14 :** Microscope et Ordinateur pour analyse du sperme (université de Bejaia)

#### **II4- Analyses statistiques**

L'analyse des données a été effectuée avec le logiciel statistique Statview. A l'aide de cet outil, nous avons effectué plusieurs analyses statistiques :

- Statistique descriptive avec le calcul des moyennes, la déviation standard, les valeurs minimales et maximales et les coefficients de variation pour tous les paramètres de croissance corporelle et testiculaire, des gains moyens quotidiens (GMQ), des concentrations de la testostérone et des paramètres spermatiques.
- Le test de signification (ANOVA et Test de t) des paramètres de croissance corporelle et testiculaire et des paramètres hormonaux et spermatiques.

### III- RESULTATS

#### III1- Présentation de données générales de l'échantillon de l'étude

Quinze (15) brebis ont agnelées en saison de printemps (entre le 25 Mars et 22 Avril 2014) donnant naissance à quinze (15) agneaux dont nous avons enregistré une (01) mortinatalité et quatre (04) mortalités après la naissance (deux mortalités en agnelage simple et deux autres en agnelage double).

Les agnelages sont de trois (03) types : simples, doubles et triples ; globalement, on compte 6 agnelages simples, 7 agnelages doubles et 1 agnelage triple (Tableau 6).

**Tableau 6** : Données globales sur les naissances des agneaux de la race **Tazegzawt**

Nombre Brebis Agnelées	Types de Naissance	Nombre d'agnelage	Nombre d'Agneaux	Nombre d'Agnelles	Nombre Mortalité a la Naissance	Nombre Mortalité après la Naissance
15	Simple	06	06	-	00	02
	Double	07	08	06	01	02
	Triple	01	01	02	00	00
<b>Total</b>		14	15	8	01	04

#### III2- Caractéristiques pondérales des agneaux de la race Tazegzawt à la naissance et selon les types de naissance

Le poids moyen à la naissance des agneaux de la race **Tazegzawt** est de  $4.97 \pm 0.98$  Kg, avec des poids minimum et maximum de 2,5 et 6,3 Kg respectivement. Notant que, les poids vif moyen à la naissance des agneaux issus des naissances simples sont plus élevés que ceux des naissances doubles et triples (Tableau 7). Les différentes données des poids des agneaux à la naissance du

type simple sont homogènes ( $CV < 15\%$ ) alors que ceux du type double sont hétérogène ( $CV > 15\%$ )

**Tableau 7 :** Présentation des poids des agneaux de la race **Tazegzawt** à la naissance et selon les types de naissance

Types de Naissance	Poids Vif (Moyen $\pm$ DS) à la Naissance (Kg)	Poids Vif Minimums à la Naissance (Kg)	Poids Vif Maximums à la Naissance (Kg)	Coefficients de Variation (%)
Simple	5,6 $\pm$ 0.64	4,6	6,3	11,5
Double	4,54 $\pm$ 1.03	2,5	5,5	22,7
Triple	4,2	-	-	-
Moyennes	4,97 $\pm$ 0.98	2,5	6,3	19,9

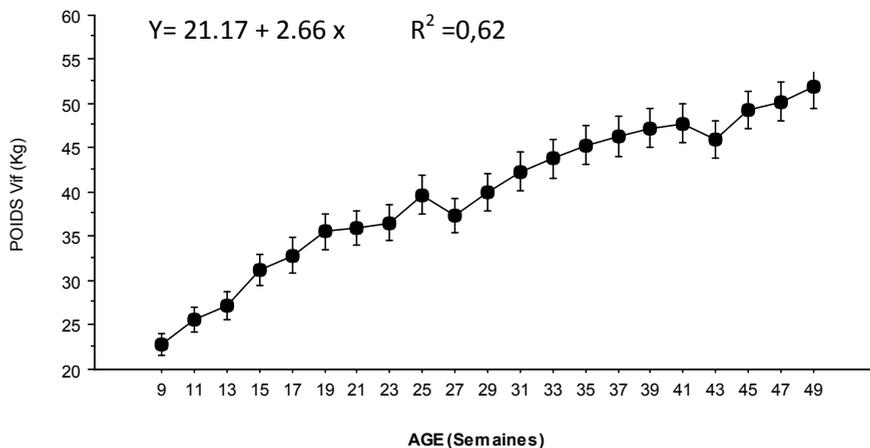
### III3- Caractéristiques de croissance corporelle et le développement sexuel

#### III3.1- Croissance corporelle

##### III3.1.1- Evolution du poids corporel :

L'évolution des poids vifs moyens des agneaux **Tazegzawt** entre 9 et 49 semaines d'âge est progressive et régulière, passe de  $22,80 \pm 4,04$  à  $51,97 \pm 7,86$  Kg respectivement. L'équation de régression est de type polynomial du premier ordre ( $Y = 20,5 + 0,66x$  dont x et Y représentent respectivement l'âge et le poids) avec un coefficient de détermination  $R^2 = 0,62$ . (Fig. 6). Les variations de poids durant cette période sont hautement significatives ( $p < 0,0001$ ,  $r = 0,78$ ). Au sevrage (25 semaines), le poids vifs moyen a été estimé à  $39,70 \pm 6,97$  kg avec des valeurs minimales et maximales de 28 et 49 kg respectivement (Tableau 8). Le Gain Moyen Quotidien (GMQ) enregistré durant la période expérimentale est de  $175,42 \pm 87,17$  g/j. La vitesse de

croissance des agneaux avant le sevrage ( $196 \pm 37,13$  g/j) est plus rapide que celle après le sevrage ( $37,86 \pm 9,17$  g/j). Au cours de l'expérimentation, des pertes de poids ont été enregistré durant deux périodes d'âges : entre 25 et 27 semaines et entre 41 et 43 semaines (Fig. 6).



**Figure 6 :** Evolution des poids vifs des agneaux de la race **Tazegzawten** fonction de l'âge (9 à 49 semaines)

### III3.111- Poids des agneaux à différents âges types :

Pour caractériser le poids vif moyen des agneaux à différents âges, nous avons pris en considération les huit (08) mesures de poids moyens aux âges suivants : Naissance, 10 et 30 Jours, puis 9, 13, 17, 25 et 49 Semaines. Les poids moyen observés durant les trois premiers mois (13 semaines) sont remarquablement appréciables vu les écarts entre les poids, tandis qu'elle devient moins appréciable à partir du 4<sup>ème</sup> mois (17 semaines). On considère que les données de prise de poids vifs moyens des animaux à différents âges sont plus au moins hétérogènes car les coefficients de variation (CV) sont légèrement supérieurs à 15% (Tableau 8).

**Tableau 8** : Evolution du poids corporel des agneaux de la race **Tazegzawt** à différents âges

	<b>Moyennes</b>	<b>Minimums</b>	<b>Maximums</b>	<b>Coefficients de Variation (%)</b>
<b>PV à la Naissance (kg)</b>	4,97 ± 0,98	2,5	6,3	19,9
<b>PV 10 J (kg)</b>	7,48 ± 1,14	5,7	9,3	15,2
<b>PV 30 J (Kg)</b>	12,88 ± 2,08	9,85	15,50	16,2
<b>PV 9 Sem (kg)</b>	22,8 ± 4,04	17,00	28,5	17,7
<b>PV 13 Sem (Kg)</b>	27,20 ± 5,09	21	35	18,7
<b>PV 17 Sem (Kg)</b>	32,85 ± 6,41	23,5	42,5	19,5
<b>PV 25 Sem (Kg)</b>	39,70 ± 6,97	28	49	17,6
<b>PV 49 Sem (Kg)</b>	51,97 ± 7,86	40	62	15,1

### III3.1.1.2- Gain moyens quotidien à différents intervalles d'âge

Le GMQ moyen pour toute la durée de l'expérimentation est évalué à  $175,42 \pm 87.17$  g/j avec un coefficient de variation très proche 50%, ce qui indique l'hétérogénéité des données des GMQ obtenues et l'écart très importants entre les valeurs minimales et maximales (41,67 – 351,72 g/j). Les valeurs des GMQ sont plus élevées avant le sevrage (dépassant les 120 g/j), précisant l'importance des gains de poids durant les quatre premiers mois suivant la naissance. En période post sevrage le gain de poids chute au-dessous de 100 g/j.

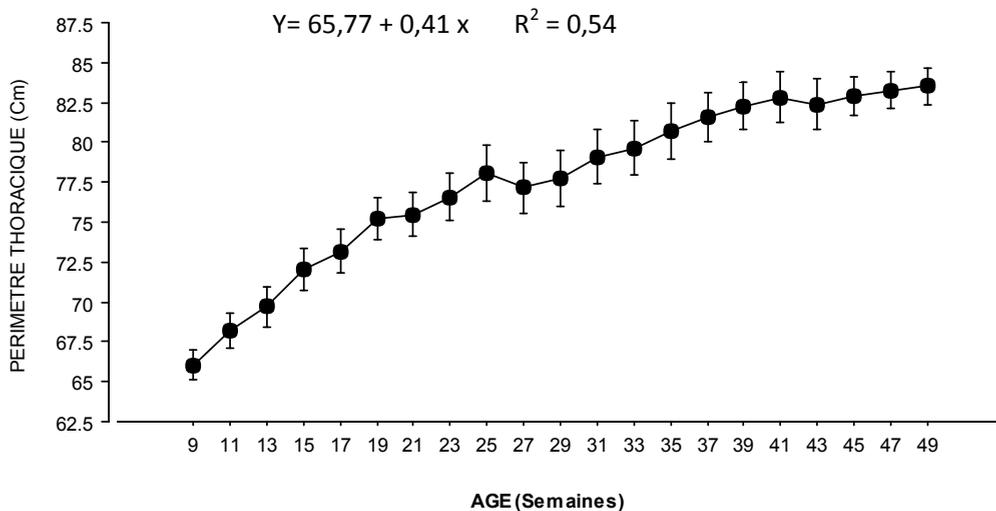
**Tableau 9** : Gains moyens quotidiens (GMQ) des agneaux de la race **Tazegzawtà** différents intervalles d'âge

	<b>Moyennes ± DS</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>CV (%)</b>	<b>Médiane</b>
<b>GMQ N-10j (g/j)</b>	225,00 ± 67.50	110,00	330,00	30	230
<b>GMQ N-9Sem (g/j)</b>	276,18 ± 54.38	196,92	351,72	19,7	284,45
<b>GMQ 9-17Sem (g/j)</b>	182,73 ± 54.96	90,91	254,55	30,1	195,46
<b>GMQ 17-25Sem (g/j)</b>	120,18 ± 36.06	78,95	192,98	30	118,43
<b>GMQ 25-49Sem (g/j)</b>	73,04 ± 20.65	41,67	101,190	28,3	78,57
<b>GMQmoyen (g/j)</b>	175,42 ± 87,17	41,67	351,72	49,7	171,37

Légende : J : Jours ; N : Naissance ; S : Semaines ; GMQ : Gain Moyen Quotidien ; g/j : Gramme par jour ; DS : Déviation Standard ; CV : Coefficient de variation

### III3.1.2- Evolution du périmètre thoracique

La courbe de croissance du périmètre thoracique en fonction de l'âge présente la même allure que celle du poids vif et avec le même type d'équation de régression ( $Y = 65,77 + 0,41x$ ) et un coefficient de détermination  $R^2 = 0,54$  (Fig. 7). Les changements dans le périmètre thoracique sont hautement significatifs entre 9 et 49 semaines d'âge ( $p < 0,0001$ ), on enregistre respectivement les moyennes de  $66,06 \pm 0,91$  et  $83,50 \pm 1,15$  Cm. On signale que la corrélation du périmètre thoracique avec le poids vif est meilleure qu'avec l'âge ( $r = 0,96$  vs  $r = 0,78$ ) (Tableau 10).



**Figure 7 :** Evolution du périmètre thoracique des agneaux de la race **Tazegzawt** en fonction de l'âge (9 à 49 semaines)

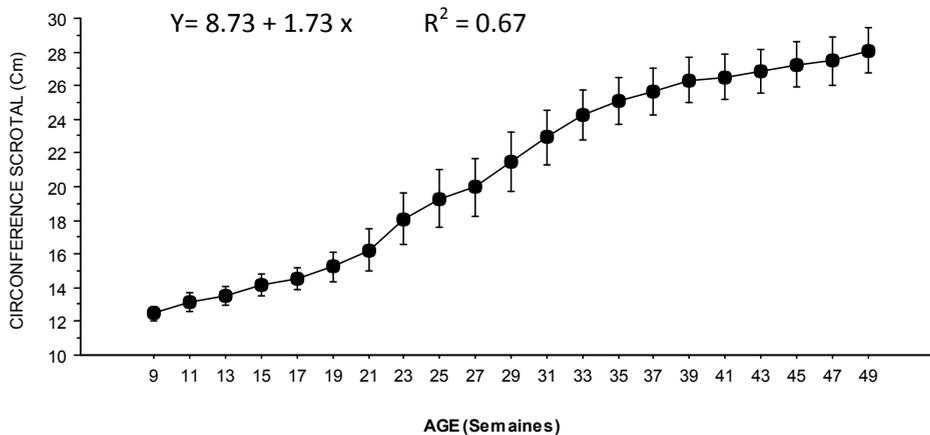
### III.2- Croissance testiculaire

La croissance testiculaire des agneaux suit exactement la croissance corporelle mettant ainsi en évidence une forte corrélation entre les deux paramètres ( $r=0,90$ ). L'application statistique du Test-t univarié sur les différents paramètres testiculaires (CS, DT, LT, DE) nous a montré que les variations de chaque paramètre en fonction de l'âge sont très hautement significatifs (soit  $p < 0,0001$ ). Dans l'évolution des valeurs moyennes des différentes mesures testiculaires droites et gauches (diamètre et longueur testiculaires et diamètre de la queue de l'épididyme) nous avons constaté qu'il n'existe pas de différences significatives (Tableau 10).

#### III.2.1- Evolution de la circonférence scrotale

La valeur moyenne de la circonférence scrotale à l'âge de 9 semaines est de  $12,47 \pm 0,43$  cm, celle-ci a évolué pour atteindre  $28,06 \pm 1,34$  cm à l'âge de 49 semaines. La courbe de croissance de la circonférence scrotale en fonction de l'âge montre que la vitesse de croissance du scrotum est progressive et rapide de 9 à 35 semaines d'âge avec une légère diminution entre 25 et 29 semaines d'âge. Elle culmine en fin d'automne (début d'hiver) puis ralentie entre 35 et 49 semaines d'âge (Fig. 8). La courbe correspond à une équation de régression de type linéaire  $Y=8,73+1,73x$  avec un coefficient de détermination  $R^2 = 0,76$ . La corrélation de la circonférence

scrotale avec poids vifs et avec le périmètre thoracique est meilleure qu'avec l'âge ( $r= 0.90$  et  $r= 0.89$  vs  $r= 0.80$ ) (Tableau 10).

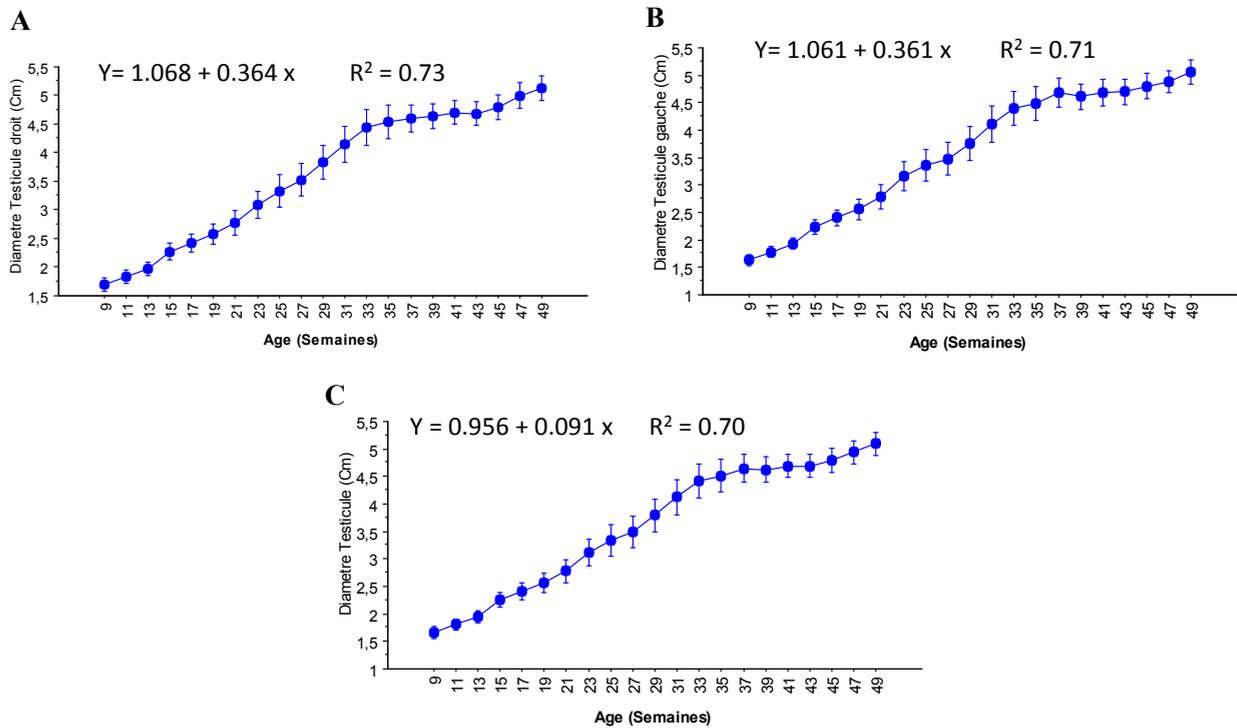


**Figure 8 :** Evolution de la circonférence scrotale des agneaux de la race Tazegzawt en fonction de l'âge (9 à 49 semaines)

### III.2.2- Evolution du diamètre testiculaire

Le diamètre moyen des testicules est passé de  $1,7 \pm 0,37$  à  $5,1 \pm 0,67$  cm chez les agneaux **Tazegzawt** entre l'âge de 9 à 49 semaines respectivement. Le type d'équation de régression des courbes d'évolution des deux testicules (droite et gauche) est linéaire avec des valeurs de coefficient de détermination presque similaires ( $R^2 = 0,73$  et  $R^2 = 0,71$ ). La courbe de croissance de la moyenne du diamètre testiculaire (droite et gauche) suit la même allure et répond à la même équation de régression mais avec une très légère diminution du coefficient de détermination ( $R^2 = 0,70$ ) (Fig. 9).

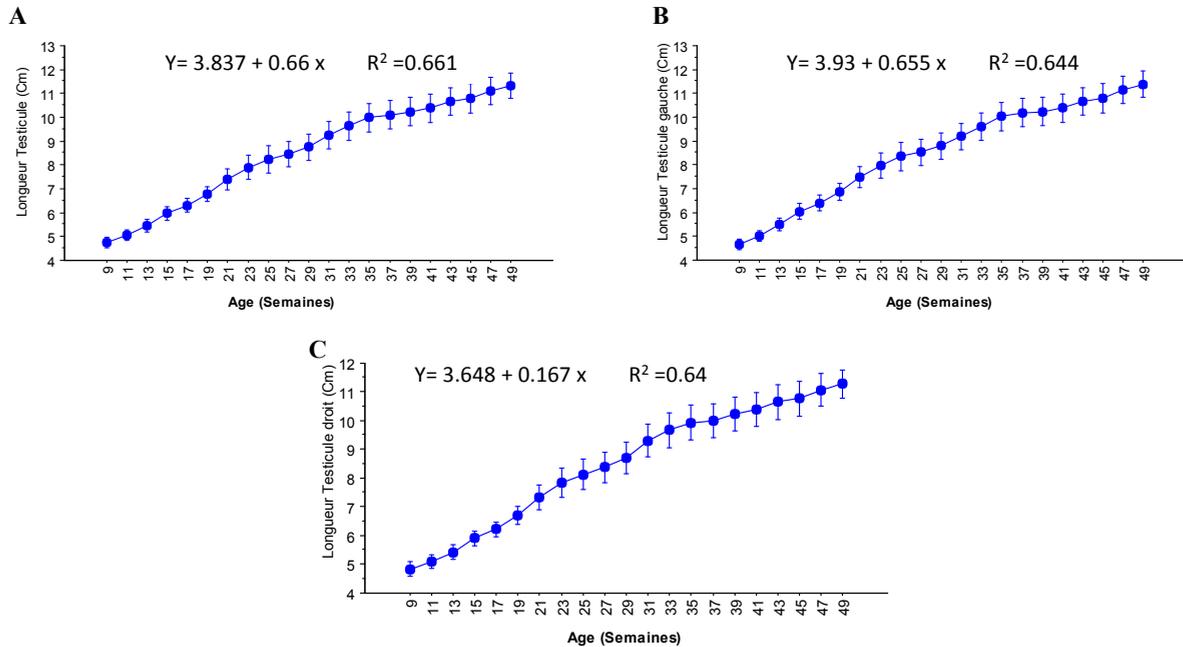
La vitesse de croissance moyenne du diamètre testiculaire est rapide de 9 à 33 semaines d'âge (culmine en automne), puis au-delà de cet âge on constate une stabilité dans la croissance. Il existe une très forte corrélation du diamètre testiculaire avec la circonférence scrotale ( $r=0.97$ ) et à moindre degré avec le poids vif ( $r= 0,89$ ) et le périmètre thoracique ( $r= 0,87$ ) et avec l'âge ( $r= 0,84$ ) (Tableau 10).



**Figures 9** : Evolution des diamètres testiculaires chez les agneaux de la race **Tazegzawtâgés** entre 9 et 49 semaines (A : testicule droit B : testicule gauche et C : moyenne entre A et B)

### III3.2.3- Evolution de la longueur testiculaire

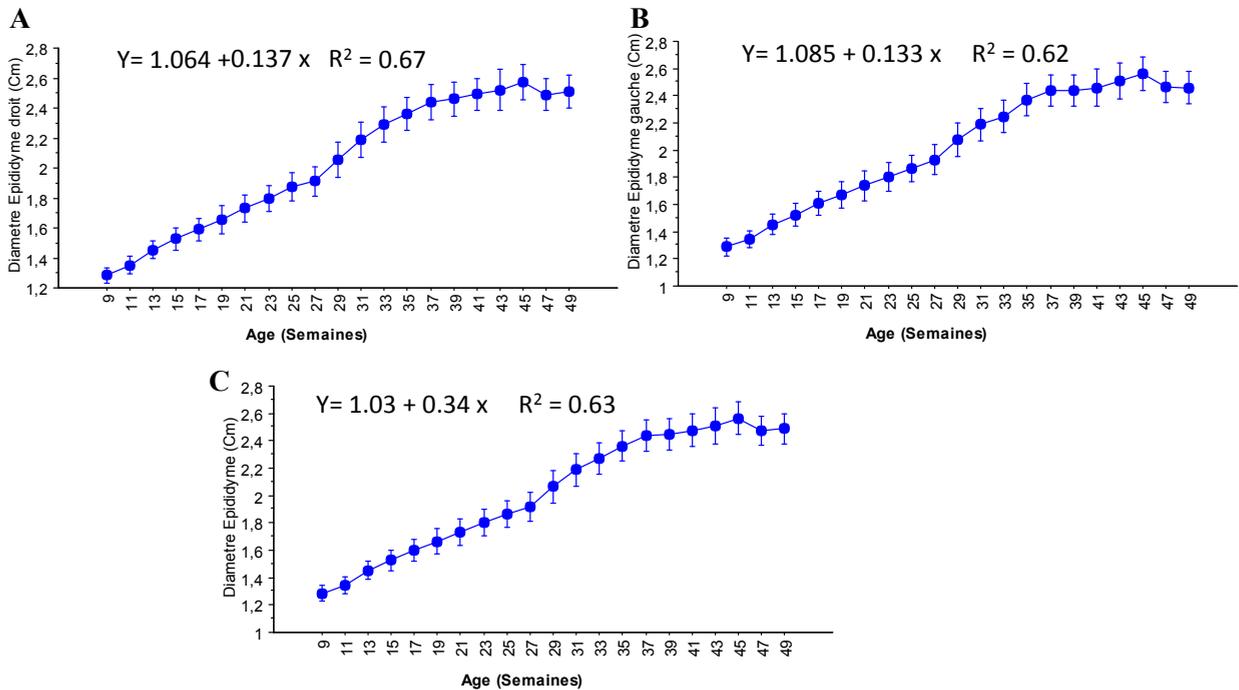
La longueur testiculaire des agneaux **Tazegzawt** évolue en fonction de l'âge selon une courbe de régression linéaire dont l'équation est  $Y = 3,648 + 0,167 x$  avec un coefficient de détermination  $R^2 = 0,64$ . A l'âge de 9 semaines la longueur moyenne du testicule est de  $4,76 \pm 0,73$  cm, elle progresse pour atteindre  $11,33 \pm 1,67$  cm à l'âge de 49 semaines. La vitesse de croissance de la longueur testiculaire est rapide entre 9 et 35 semaines d'âge, puis on constate une légère diminution au-delà de cet âge jusqu'à 49 semaines (Fig. 10). La relation de corrélation positive de la longueur testiculaire avec la circonférence scrotale ( $r = 0,92$ ), avec le diamètre testiculaire ( $r = 0,95$ ) et le diamètre de la queue de l'épididyme ( $r = 0,91$ ) est plus importante qu'avec l'âge ( $r = 0,80$ ), le poids vif ( $r = 0,86$ ) et le périmètre thoracique ( $r = 0,83$ ) (Tableau 10).



**Figures 10 :** Evolution de la longueur des testicules des agneaux de la race **Tazegzawt** âgés entre 9 et 49 semaines (A : Testicule droit, B : Testicule gauche et C : La moyenne entre A et B)

### III.2.4- Evolution du diamètre de la queue de l'épididyme

La courbe de croissance du diamètre de la queue de l'épididyme évolue en fonction de l'âge en suivant le modèle d'équation de régression du type linéaire ( $Y = 1,03 + 0,34 x$ ) avec un coefficient de détermination  $R^2 = 0,63$ . A l'âge de 9 semaines le diamètre de la queue de l'épididyme est estimé à  $1,29 \pm 0,18$  cm, celui-ci évolue pour atteindre  $2,49 \pm 0,36$  cm à l'âge de 49 semaines. Le diamètre de la queue de l'épididyme augmente progressivement entre 9 et 37 semaines d'âge puis devient presque stable jusqu'à la 49<sup>ème</sup> semaine d'âge (Fig. 11). Le diamètre de la queue de l'épididyme est corrélé significativement et positivement avec l'âge ( $r=0,79$ ), avec le poids ( $r=0,89$ ) et avec le périmètre thoracique ( $r=0,87$ ) mais la corrélation est plus forte avec la circonférence scrotale ( $r=0,94$ ), avec le diamètre ( $r=0,93$ ) et la longueur ( $r=0,91$ ) du testicule (Tableau 10).



**Figure 11 :** Evolution du diamètre de la queue de l'épididyme chez les agneaux de la race **Tazegzawt** âgés entre 9 et 49 semaines (A : Droit, B : Gauche, C : Moyenne de A et B)

### III.3.- Relations paramètres croissance corporelle et testiculaires

Tous les paramètres de croissance corporelle et testiculaire étudiés durant la première année de la vie des agneaux de la race **Tazegzawt** en fonction de l'âge présentent des corrélations très hautement significatives ( $p < 0,0001$ ). La corrélation du poids vif avec l'âge est moins importante qu'avec les autres paramètres de croissance corporelle et testiculaire. De plus, les paramètres testiculaires sont positivement et significativement corrélés entre eux (Tableau 10).

**Tableau 10** : Corrélations entre les paramètres de croissance corporelle et testiculaire chez les agneaux de la race **Tazegzawt** âgés de 9 à 49 Semaines

	Age (Sem)	PV (kg)	PT (cm)	CS (cm)	DT (cm)	LT (cm)	DE (cm)
Age (Sem)	1						
PV (kg)	0,78	1					
PT (cm)	0,73	0,96	1				
CS (cm)	0,80	0,90	0,89	1			
DT (cm)	0,84	0,89	0,87	0,97	1		
LT (cm)	0,80	0,86	0,83	0,92	0,95	1	
DE (cm)	0,79	0,89	0,87	0,94	0,93	0,91	1

Légende : PV (poids vifs), PT (périmètre thoracique), CS (circonférence scrotale), DT (diamètre testiculaire), LT (longueur testiculaire), VT (volume Testiculaire), DE (Diamètre de la queue de l'épididyme). Toutes les corrélations sont marquées à  $P < 0,0001$

#### III4- Développement du pénis

Une analyse des résultats d'observations du développement du pénis a montré que jusqu'à l'âge de 23 semaines, tous les agneaux sont restés au stade1 : infantile, l'observation du pénis était impossible du fait qu'il est complètement adhérent à la muqueuse du prépuce. A l'âge de 23 semaines, 8/10 des agneaux (soit 80%) sont passés du stade1 : infantile au stade2 : de début de séparation partielle, les autres agneaux restants (soit 20%) ont atteint le stade2 deux semaines plus tard (à l'âge de 25 semaines). L'âge moyen des agneaux au stade2 est de  $23,4 \pm 0,85$  semaines avec des valeurs moyennes de poids corporel, de périmètre thoracique et de circonférence scrotale de  $36,8 \pm 5,01$  kg ;  $76,73 \pm 4,35$  cm et  $18,14 \pm 4,73$  cm respectivement (Tableau 11).

Le passage progressif des agneaux du stade2 de séparation partielle au stade3 : de séparation complète, a commencé chez les premiers agneaux à l'âge 27 semaines (environ un mois après) et s'est achevé chez les derniers agneaux à l'âge de 39 semaines. En effet, l'intervalle d'âge de séparation complète du pénis de la muqueuse préputiale chez les agneaux Tazegzawt étudiés se

situé entre 27 et 39 semaines. Les adhérences du pénis avaient complètement disparu à l'âge moyen supérieur au stade2 soit  $31,60 \pm 5,34$  semaines et aussi avec des valeurs moyennes de poids corporel, de périmètre thoracique et de circonférence scrotale supérieurs soient de  $41,20 \pm 6,05$  kg ;  $78,98 \pm 4,49$  cm et  $22,64 \pm 3,53$  cm respectivement (Tableau 11).

**Tableau 11** :Age, Poids vif, Périmètre thoracique et Circonférence scrotale moyens chez lesagneaux de la race **Tazegzawtaux** différents stades du développement du pénis (stade2: séparation partielle et Stade3 : séparation complète).

Stades séparation du Pénis		Moyennes ± DS	Minimums	Maximums	CV (%)	Médianes
2	Age (Sem)	$23,4 \pm 0,85$	23	25	3,6	23
	PV (Kg)	$36,8 \pm 5,01$	28	46,5	16,1	34,75
	PT (Cm)	$76,73 \pm 4,35$	70,50	84,4	5,7	75,5
	SC (Cm)	$18,14 \pm 4,73$	13,40	25,5	26,1	16,5
3	Age (Sem)	$31,60 \pm 5,34$	27	39	16,9	29
	PV (Kg)	$41,20 \pm 6,05$	33,5	49,5	14,7	40
	PT (Cm)	$78,98 \pm 4,49$	73	87	5,7	79,15
	SC (Cm)	$22,64 \pm 3,53$	19	27,8	15,6	21,75

Le pourcentage d'agneaux passants du stade2 au stade3 selon l'âge est présenté dans le tableau ci-dessous : A l'âge de 27 semaines 30%, à l'âge de 29 semaines 30%, à l'âge de 31 semaines 10%, à l'âge de 37 semaines 10% et les derniers à l'âge de 39 semaines 20%. Les mesures de poids vifs, de périmètres thoraciques et de circonférences scrotales sont présentées dans le tableau 12.

**Tableau 12** : Répartition des agneaux de la race **Tazegzawt** selon le stade3 (Séparation complétée des adhésions) en fonction de l'âge et des caractéristiques corporelles et testiculaires

Total Agneaux	Nombre Agneaux Stade3	% Agneaux Stade3	Age Agneaux Satde3 (Sem)	PV ±DS Agneaux Stade3 (Kg)	PT ±DS Agneaux Stade3 (Cm)	CS ±DS Agneaux Stade3 (Cm)
10	3	30	27	39,83±5,6	80,23±4	24,5±4,5
	3	30	29	41,17±7,3	78,3±7.56	22,37±4,75
	1	10	31	49	80,3	23,3
	1	10	37	34,5	74,50	21,3
	2	20	39	41,2±6,05	79±4,5	22,64±3,53

Légende : PV : Poids Vif (Kg) ; PT : Périmètre Thoracique ; CS : Circonférence Scrotale

### III5- Taux de testostérone dans le plasma du sang et Relations avec les paramètres de croissance corporelle et testiculaire

Les valeurs moyennes de la testostérone obtenues chez les agneaux toutes les deux semaines à partir de la 11<sup>ème</sup> jusqu'à la 49<sup>ème</sup> semaine d'âge sont en dessous de 1 ng/ml, à l'exception de la dernière semaine (49) où on enregistre 1,40 ng/ml. La moyenne totale de la testostérone est de 0,52 ng/ml avec une valeur minimum de 0,025 ng/ml et un maximum de 3,92 ng/ml. Les données moyennes de la testostérone obtenues en fonction de l'âge des agneaux montrent des fluctuations car les valeurs sont très hétérogènes, d'où d'ailleurs les coefficients de variation (CV) élevés qui s'expliquent par le fait que les valeurs des déviations standard se rapproches ou parfois nettement supérieures aux valeurs moyennes. Les changements des taux de testostérone en fonction de l'âge sont significatives excepté pour certaines semaines (Tableau 13).

L'analyse individuelle de l'évolution des taux de la testostérone montre des valeurs très faibles chez tous les agneaux à l'âge 11, 13 et 15 semaines, à l'exception d'un seul agneau dont le dosage de cette hormone à la 11<sup>ème</sup> semaine d'âge a révélé un taux élevé de 1,2 ng/ml (Tableau 13 et Annexe Fig.19 agneau 8) avec un poids vif de 21 kg et une circonférence scrotale de 12,40 Cm. Cet agneau n'a produit du sperme que plus tard à l'âge de 33 semaines.

Au sein du groupe d'animaux, un agneau a enregistré des taux de la testostérone très faibles (<0.5 ng/ml) durant toute la période de l'expérimentation (Annexe : Fig. 19, Agneau 7) mais il a produit du sperme de bonne qualité à l'âge tardif (39 semaines) avec un poids vif de 37 kg et une circonférence scrotale de 18,70 Cm. Deux autres agneaux ont aussi enregistré de faibles pics de testostérones (proches de 1 ng/ml) observés à la 23<sup>ème</sup> semaine pour un cas (PV= 26,5 kg et SC=13,70 Cm) (Annexe : Fig. 19, Agneau 9) et 41<sup>ème</sup> et 45<sup>ème</sup> semaines pour l'autre cas (PV=46 et 48 kg et SC=27,10 et 28,30 Cm respectivement) (Annexe : Fig. 19, Agneau 4).

A partir de la 17<sup>ème</sup> semaine d'âge, chez la plupart des agneaux (n=7, soit 70%), nous avons observé que des niveaux de la testostérone commencent à augmenter (des pic >1 ng/ml) mais les valeurs demeurent variables d'un individu à l'autre. Le pic le plus élevé (3,92 ng/ml) a été atteint à l'âge de 49 semaines (Annexe : Fig. 19, Agneaux 1,2,3,5,6,8,10).

**Tableau 13 :** Moyennes des taux de la testostérone dans le sang des agneaux de la race Tazegzawtâgés de 11 à 49 semaines

Age (Sem)	Moyennes $\pm$ DS (ng/ml)	Minimum (ng/ml)	Maximum (ng/ml)	CV (%)
11	0,234 $\pm$ 0,329	0,130	1,170	140,5
13	0,043 $\pm$ 0,044	0,025	0,164	103,5
15	0,118 $\pm$ 0,222	0,025	0,722	187,7
17	0,646 $\pm$ 1,015	0,025	3,060	157,2
19	0,307 $\pm$ 0,443	0,025	1,120	144,2
21	0,555 $\pm$ 0,951	0,25	2,880	171,4
23	0,350 $\pm$ 0,395	0,025	1,070	112,9
25	0,805 $\pm$ 1,315	0,025	3,530	163,4
27	0,442 $\pm$ 0,657	0,025	1,880	148,4
29	0,360 $\pm$ 0,258	0,130	0,970	71,5
31	0,542 $\pm$ 0,849	0,025	2,820	159,5
33	0,581 $\pm$ 0,927	0,025	2,920	159,5
35	0,609 $\pm$ 0,405	0,025	3,830	210,3
37	0,739 $\pm$ 1,014	0,025	2,60	137,2
39	0,397 $\pm$ 0,451	0,025	1,260	113,4
41	0,506 $\pm$ 1,210	0,025	3,860	239,3
43	0,037 $\pm$ 0,035	0,025	0,135	94,9
45	0,923 $\pm$ 1,078	0,025	3,070	116,7
47	0,726 $\pm$ 1,009	0,025	2,790	138,9
49	1,396 $\pm$ 1,399	0,130	3,920	100,2
<b>Moyenne Total</b>	0,517 $\pm$ 0,876	0,025	3,920	169,6

L'analyse statistique des données des taux de la testostérone et l'application du test-t uni varié en relation avec l'âge montre que la différence dans la moyenne totale globale est très hautement significative ( $p < 0,0001$ ), par contre pour certains âges la relation est non significative. Les corrélations de la testostérone sont positives avec les différents paramètres (tableau 14).

**Tableau 14** :Relation du taux de la testostérone et les paramètres de croissance corporelle et testiculaires des agneaux de la race **Tazegzawt**

	<b>Age (Sem)</b>	<b>PV (kg)</b>	<b>PT (cm)</b>	<b>CS (cm)</b>	<b>DT (cm)</b>	<b>LT (cm)</b>	<b>DE (cm)</b>	<b>Testo (ng/ml)</b>
<b>Age (Sem)</b>	1							
<b>PV (kg)</b>	0,76	1						
<b>PT (cm)</b>	0,70	0,95	1					
<b>CS (cm)</b>	0,79	0,89	0,88	1				
<b>DT (cm)</b>	0,82	0,88	0,86	0,96	1			
<b>LT (cm)</b>	0,77	0,84	0,81	0,92	0,94	1		
<b>DE (cm)</b>	0,77	0,88	0,86	0,93	0,93	0,90	1	
<b>Testo (ng/ml)</b>	0,20	0,38	0,34	0,39	0,38	0,37	0,34	1

Légende : PV (poids vifs), PT (périmètre thoracique), CS (circonférence scrotale), DT (diamètre testiculaire), LT (longueur testiculaire), DE (Diamètre de la queue de l'épididyme) Testo (testostérone). Toutes les corrélations sont marquées à P variables.

### III6- Production du sperme et les caractéristiques spermatiques

Les premiers essais tests de la collecte du sperme avec l'électro éjaculateur ont commencé à partir de l'âge de 27 semaines, les semences de cette première collecte n'ont pas été analysé au logiciel Sperme Class Analyser (SCA), mais observée au microscope. La poursuite de la collecte a été effectué une fois tous les quinze jours (15j) jusqu'à l'âge de 49 semaines. Toutes les semences collectées entre 29 et 49 semaines d'âge ont été analysé par le logiciel informatique SCA.

Les observations microscopiques de la première collecte de la semence d'un agneau (à l'âge de 27 semaines) ont montré une concentration spermatique élevée et une bonne mobilité, mais la plupart des spermatozoïdes observés présentaient une anomalie de présence d'une gouttelette

protoplasmique près de la tête du spermatozoïde, ce qui indique l'immaturation de ces gamètes mâles. Chez les trois autres agneaux, l'électroéjaculation a permis l'obtention d'une petite quantité de sperme (quelques gouttes), un des échantillons ne présentait aucun spermatozoïde (liquide séminal), les deux autres présentaient quelques spermatozoïdes mais immobiles et présentant des anomalies (petit flagelle). Notant que, les résultats de cette collecte n'ont pas été pris en considération dans notre analyse pour les caractéristiques spermatique du fait qu'elle n'a pas été traitée avec le logiciel SCA.

La collecte du sperme par l'électroéjaculation chez le groupe d'agneaux étudié a été progressive. Le tableau 15 montre le nombre d'agneaux entrant en production de sperme ainsi que le volume moyen de la production. Le premier sperme a été collecté à l'âge de 27 semaines chez un seul agneau sur 10, notant que, les trois autres agneaux n'ont pas été pris en compte du fait qu'ils n'ont produit qu'une quantité négligeable (quelques gouttes). Le nombre d'agneaux produisant du sperme a augmenté progressivement avec l'âge, atteignant 50% (5/10) à l'âge de 29 semaines et 100% à l'âge de 39 semaines. Le dernier agneau ayant produit du sperme tardivement est observé à l'âge de 39 semaines (Tableau 15).

**Tableau 15 :** Présentation des collectes de sperme des agneaux de la race Tazegzawt en fonction de l'âge.

Âges (sem)	Nombre d'agneaux ayant éjaculés (n=10)	Le taux d'agneau ayant éjaculé (%)	Volume moyen de l'éjaculat (ml)	Intervalle volume du sperme Mini-Maxi (ml)	Outils d'analyse
27	1/10	10	0,28	-	Microscope
29	5/10	50	0,41±0,33	0,20 – 0,54	SCA
31	6/10	60	0,44±0,11	0,05 – 0,63	SCA
33	7/10	70	0,22±0,24	0,05 – 0,72	SCA
35	8/10	80	0,25±0,41	0,02 – 1,35	SCA
37	9/10	90	0,84±0,64	0,25 – 1,79	SCA
39	10/10	100	0,37±0,70	0,15 – 0,46	SCA
41	10/10	100	0,25±0,15	0,07 – 0,43	SCA
43	10/10	100	0,54±0,16	0,34 – 0,72	SCA
45	10/10	100	0,45±0,18	0,14 – 0,98	SCA
47	10/10	100	0,52±0,26	0,12 – 0,81	SCA
49	10/10	100	0,41±0,22	0,13 – 0,74	SCA

SCA : Sperm Classic Analyser

### III6.1- Relation poids corporel - circonférence scrotale - production du sperme

La collecte de la semence par électroéjaculation a montré que les agneaux de la race **Tazegzawt** commencent la sécrétion du sperme au poids corporel et une circonférence scrotale moyens de  $43,22 \pm 6,44$  Kg et  $25,8 \pm 3,72$  Cm respectivement (tableau 16).

**Tableau 16 :** Poids corporel et circonférence scrotale en fonction de l'absence et présence du sperme chez les agneaux de la race **Tazegzawt**.

	Absence de sperme	Présence de sperme
Poids corporel (kg)	36,9 ± 5.82	43,22 ± 6.44
Circonférence scrotale (cm)	17,12 ± 2.62	25,8 ± 3.72

### III6.2- Caractéristiques spermatiques

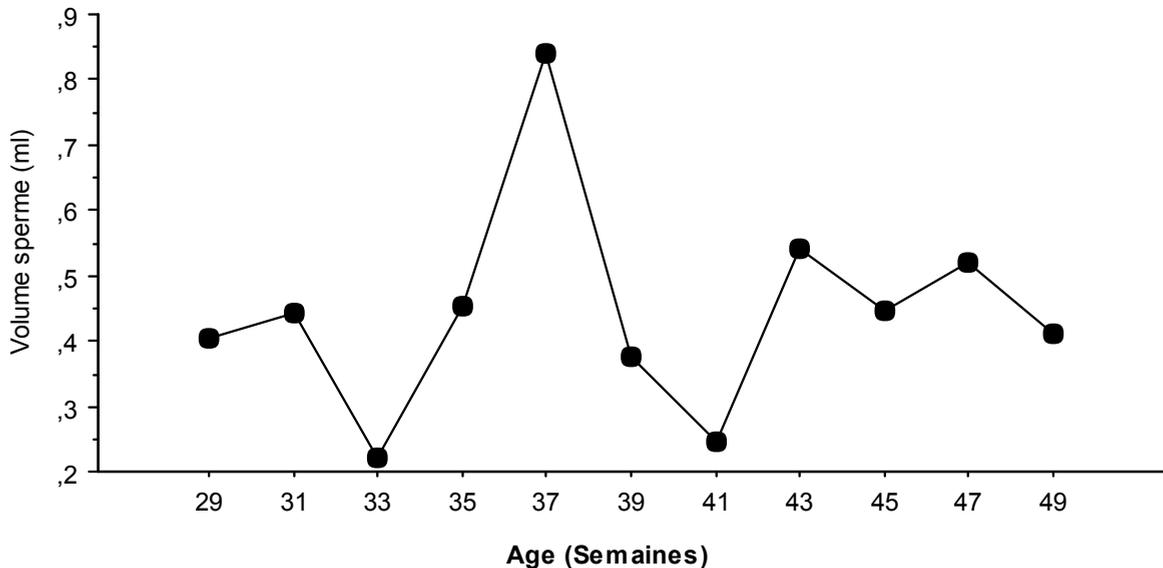
Au total, nous avons compté quatre-vingt-quinze (95) éjaculats collectés chez les dix (10) agneaux de la race **Tazegzawt** durant la période allant de 29 à 49 semaines d'âge. Tous les éjaculats ont été utilisés pour déterminer les valeurs moyennes des caractéristiques séminales. Après évaluation du volume du sperme avec une micropipette, la semence a été analysée pour sa concentration et sa motilité grâce à l'utilisation d'un logiciel informatique Sperm Classic Analyser (SCA).

L'utilisation du Test-t univarié sur les différents paramètres spermatiques (volume du sperme, concentration en spermatozoïdes, motilité des spermatozoïdes VCL, VSL et VAP) montre que les variations de chaque paramètre en fonction de l'âge et du poids vifs sont très hautement significatives (soit  $p < 0,0001$ ).

#### III6.2.1- Le volume de l'éjaculat

Durant toute la période de collecte de la semence (d'octobre à Mars), les quantités de sperme obtenues sont variables d'un individu à l'autre et d'une collecte à une autre. Le volume moyen total du sperme pour la période de l'étude est estimé à  $0,49 \pm 0,327$  ml avec une valeur minimale de  $0,22 \pm 0,23$  ml et maximale de  $0,84 \pm 0,63$  ml observées à l'âge de 33 et 37 semaines, respectivement. Les grandes variations des quantités de sperme produites individuellement ont fait que nous avons observé des chutes de la moyenne des volumes de sperme à l'âge de 33 ( $0,22 \pm 0,24$  ml) et 41 ( $0,25 \pm 0,15$  ml) semaines. La production moyenne du sperme a atteint un pic à l'âge de 37 semaines (0,84 ml) où les individus ont produits des quantités importantes avec un volume maximum de 1,8 ml (Fig. 12). La corrélation du volume de l'éjaculat est négative avec les différentes vitesses de déplacement des spermatozoïdes ( $r = -0,10$  pour la VCL,  $-0,04$

pour la VSL et -0,07 pour la VAP) mais positive avec tous les autres paramètres, avec une plus forte corrélation avec la concentration totale en spermatozoïdes soit  $r=0,90$  (Tableau 17).



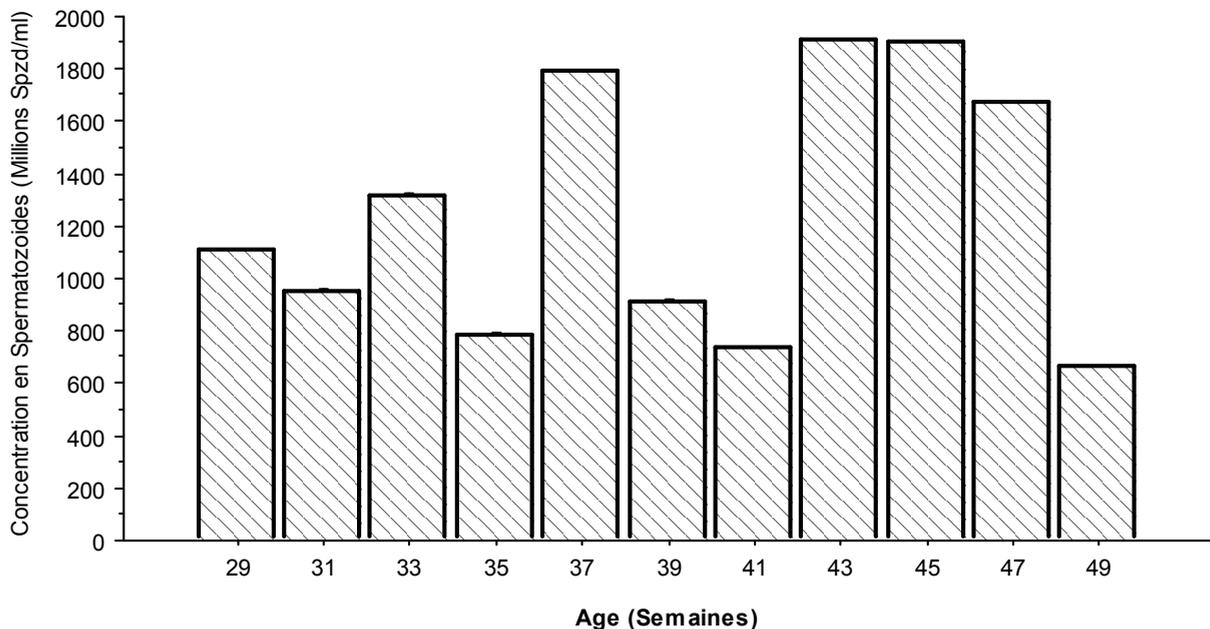
**Figure 12 :** Évolution du volume du sperme (moyenne  $\pm$  DS) chez les agneaux de la race Tazegzawtâgés entre 29 et 49 semaines.

### III6.2.2- La concentration spermatique

L'histogramme des concentrations moyennes en spermatozoïdes par millilitre des éjaculats collectés montre des fluctuations importantes selon l'âge des agneaux, la concentration moyenne enregistrée dépasse légèrement  $1,5 \times 10^9$  spermatozoïdes/ml avec des concentrations moyennes minimales et maximales de  $657,5 \times 10^6$  et  $1,90 \times 10^9$  spermatozoïdes/ml respectivement. Durant toute la durée de la collecte, les spermés récoltés sont caractérisés par des concentrations moyennes proches de  $2 \times 10^9$  spermatozoïdes/ml. L'histogramme indique que, pour certains âges des agneaux (31 ; 35 ; 39 ; 41 et 49 semaines) les concentrations moyennes en spermatozoïdes sont inférieures à  $1 \times 10^9$  spermatozoïdes/ml, alors que pour d'autres âges (33 ; 37 ; 43 ; 45 et 47 semaines), elles dépassent  $1 \times 10^9$  spermatozoïdes/ml, notant qu'aux 43<sup>ème</sup> et 45<sup>ème</sup> semaines, les concentrations se rapproches de  $2 \times 10^9$  spermatozoïdes/ml, soient respectivement  $1,90 \pm 782 \times 10^9$  et  $1,90 \pm 633 \times 10^9$  spermatozoïdes/ml (Fig. 13).

La corrélation de la concentration du sperme est positive avec l'âge, les mesures corporelles, testiculaires, et les paramètres spermatiques, mais négative avec les différentes vitesses de

déplacement des spermatozoïdes (VCL, VSL et VAP) et le taux de la testostérone dans le sang (tableau 17).

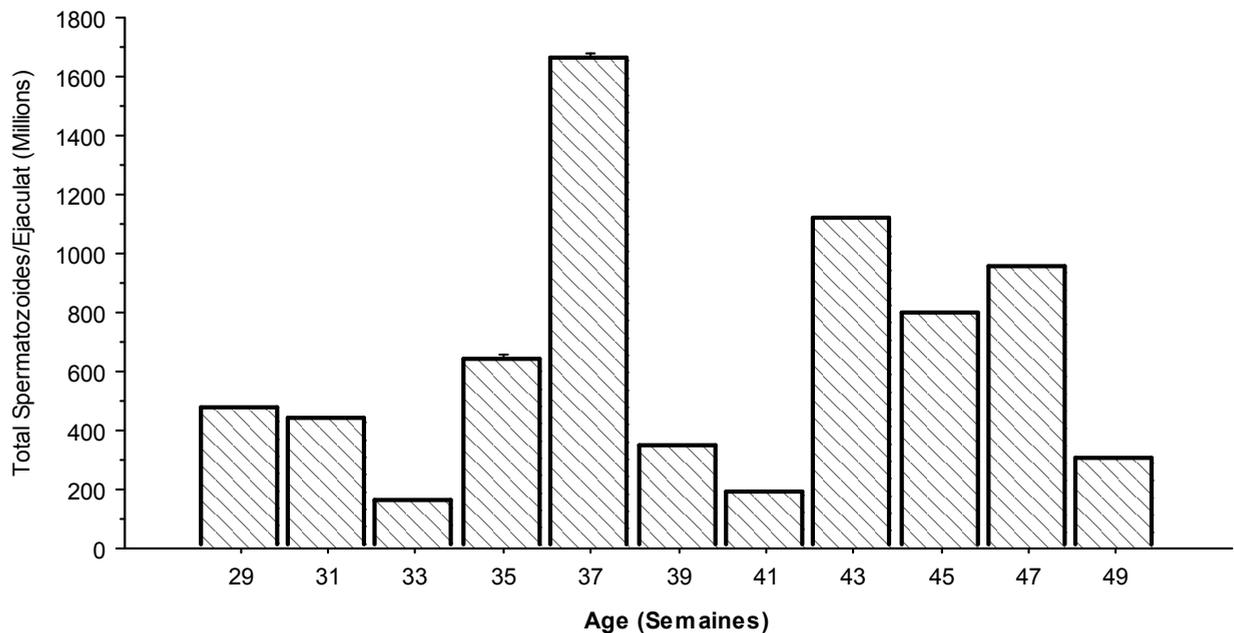


**Figure 13 :** Évolution de la concentration du sperme chez les agneaux de la race **Tazegzaw** entre 29 et 49 semaines d'âge.

### III.2.3- La production total en spermatozoïdes

La concentration totale de spermatozoïdes par éjaculat est tributaire de la concentration en spermatozoïdes par millilitre de sperme et aussi du volume de sperme produit par l'agneau. L'histogramme montre que durant toute la durée de l'expérimentation, le nombre total moyen de spermatozoïdes présents par éjaculat est variable. La concentration totale en spermatozoïdes est passée de  $472,57 \pm 287,57 \times 10^6$  spermatozoïdes/éjaculat à la première collecte (29 semaines) à  $300 \pm 250,70 \times 10^6$  spermatozoïdes/éjaculat à la dernière collecte (49 semaines) avec des fluctuations qui présentent un pic de concentration ( $1,66 \pm 1,49 \times 10^9$  spermatozoïdes) à l'âge de 37 semaines et des concentrations minimales ( $< 200 \times 10^6$  spermatozoïdes) à l'âge de 33 et 41 semaines. La concentration totale moyenne de spermatozoïdes par éjaculat collecté est estimée à  $819,10 \pm 826,33 \times 10^6$  spermatozoïdes (Fig. 14).

La relation de la concentration totale en spermatozoïdes est positive avec l'âge, les paramètres de croissance corporelle et testiculaire et les paramètres spermatiques mais négative avec les vitesses de déplacement des spermatozoïdes (VCL et VSL) et le taux de la testostérone dans le sang (Tableau 17).

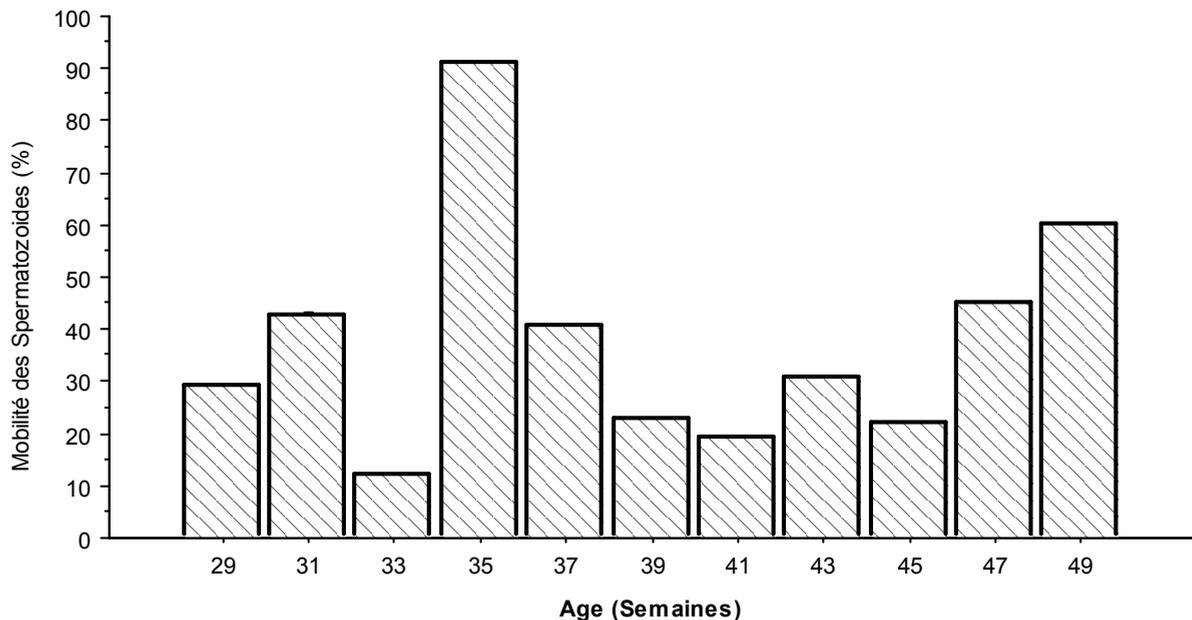


**Figure 14** : Evolution des concentrations moyennes totales des spermatozoïdes par éjaculat chez agneaux de la race **Tazegzawt** âgés entre 29 et 49 semaines

#### III6.2.4- Mobilité des spermatozoïdes

Durant la période de l'étude, la mobilité moyenne des spermatozoïdes des agneaux de la race **Tazegzawt** varie selon l'âge et l'individu. La mobilité est progressive de 29 à 35 semaines d'âge (avec une chute à la 33<sup>ème</sup> semaine) suivi d'une régression entre 35 et 45 semaines d'âge puis progresse entre 45 et 49 semaines d'âge. Les résultats de l'analyse statistique montrent que la mobilité moyenne des spermatozoïdes obtenue pour chaque âge dépasse 10 %. La moyenne globale calculée est estimée à  $34,51 \pm 24,97$  %, avec observation d'une mobilité maximale ( $90,84 \pm 9,31$  %) à l'âge de 35 semaines et une mobilité minimale ( $11,76 \pm 5,09$  %) à l'âge de 33 semaines (Fig. 15).

Tous les paramètres considérés sont positivement corrélés avec la mobilité des spermatozoïdes (Tableau 17).



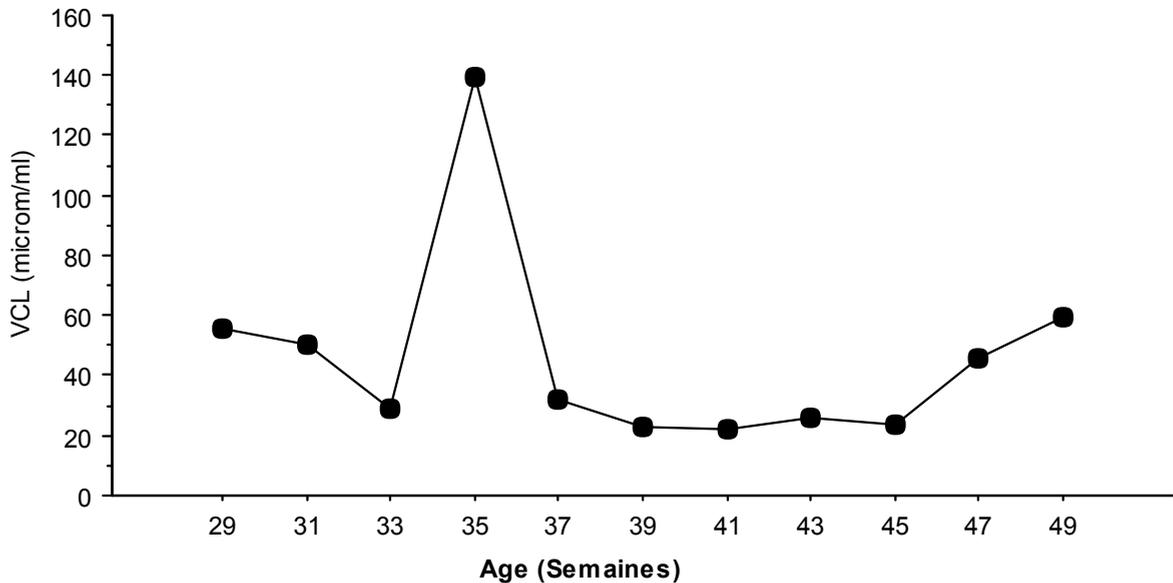
**Figure 15 :** Évolution de la mobilité des spermatozoïdes chez les agneaux de la race **Tazegzawt** âgés entre 29 et 49 semaines

#### III6.2.4.1- Vitesse Curviligne ou Curvilinear Velocity (VCL) des spermatozoïdes

Les différentes vitesses de déplacement des spermatozoïdes déterminées objectivement par l'outil informatique Sperme Classic Analyser (SCA) sont présentées ci-dessous.

La vitesse curviligne moyenne des spermatozoïdes est de  $46,53 \pm 46,48 \mu\text{m/s}$ , elle atteint la valeur maximale de  $139,69 \pm 60,56 \mu\text{m/s}$  à l'âge de 35 semaines et minimale de  $22,21 \pm 17,87 \mu\text{m/s}$  à l'âge de 41 semaines. La courbe d'évolution de la vitesse curviligne moyenne en fonction de l'âge montre que la vitesse régresse de 29 à 33 semaines d'âge puis progresse deux semaines plus tard pour atteindre la vitesse maximale suivie d'une régression entre 35 et 45 semaines. La vitesse curviligne des spermatozoïdes augmente à partir de la 45<sup>ème</sup> semaine d'âge (Fig. 16). Les changements de la vitesse curviligne en fonction de l'âge sont hautement significatifs

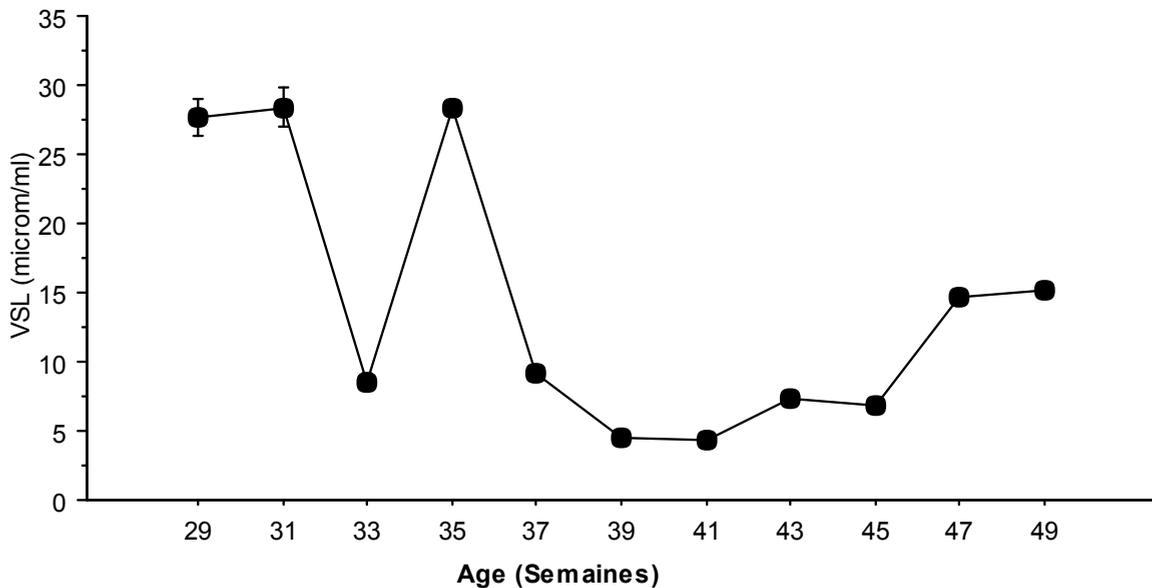
( $p < 0.0001$ ). Les corrélations de la VCL sont négatives avec tous les autres paramètres sauf avec le taux de la testostérone, la VSL et la VAP (Tableau 17).



**Figure 16 :** Vitesse curviligne (VCL) moyenne des spermatozoïdes chez les agneaux de la race **Tazegzawt** âgés entre 29 à 49 semaines.

#### III6.2.4.2- Vitesse linéaire droite ou Straight Linear Velocity (VSL) des spermatozoïdes

La VSL moyenne calculée est de  $12,84 \pm 16,14 \mu\text{m/s}$ , selon la courbe d'évolution de VSL en fonction de l'âge, on constate que la moyenne des spermatozoïdes a atteint des valeurs élevées durant les deux premières semaines (29 et 31) de la collecte et à l'âge de 35 semaines. Des chutes de la vitesse linéaire droite des spermatozoïdes sont observées à l'âge de 33 semaines et à l'âge de 37, elles restent basses jusqu'à l'âge de 45 semaines mais augmente à partir de 47 semaines d'âge (Fig. 17). Les différences des moyennes VSL avec l'âge sont hautement significatives ( $p < 0,0001$ ). La VSL est négativement corrélée avec tous les paramètres considérés sauf avec la VAP et le taux de la testostérone dans le sang (Tableau 17).

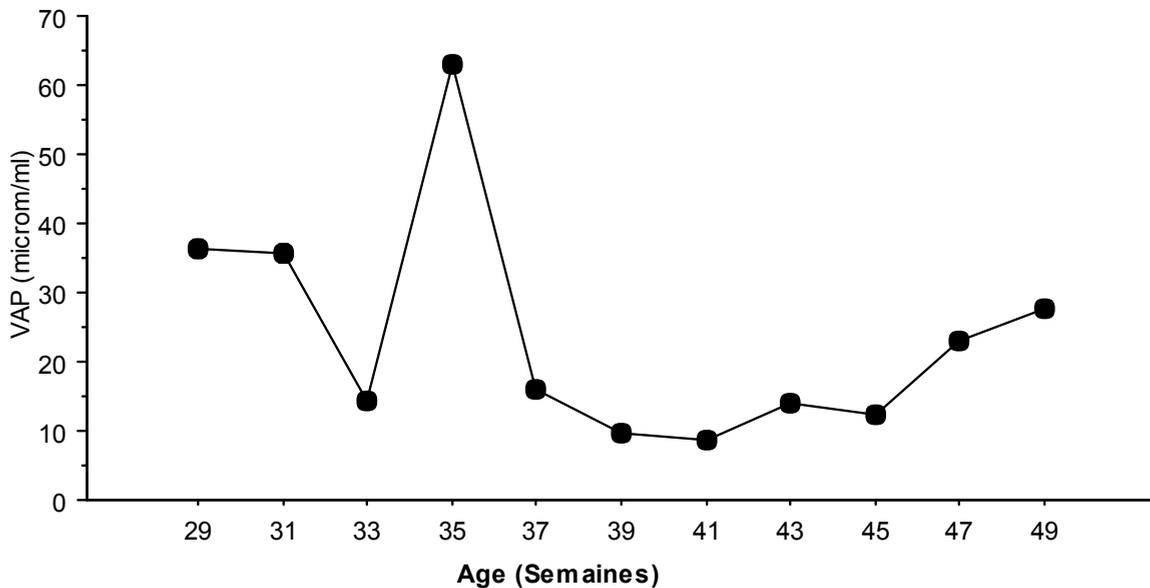


**Figure 17 :** Vitesse linéaire droite (VSL) des spermatozoïdes chez les agneaux de la race **Tazegzawt** âgés entre 29 et 49 semaines.

#### III6.2.4.3- Vitesse de déplacement moyenne ou Average Path Velocity (VAP)

La courbe d'évolution de la VAP en fonction de l'âge suit la même allure que celle de la VSL. Elle montre que la VAP est moyenne à la 29<sup>ème</sup> et 31<sup>ème</sup> semaine d'âge, elle diminue à l'âge de 33 semaines pour atteindre une valeur de 14,38  $\mu\text{m/s}$ , puis augmente deux semaines plus tard (35 semaines) pour atteindre la vitesse maximale de 62,89  $\mu\text{m/s}$ . Après l'âge de 35 semaines la VAP chute au niveau le plus bas jusqu'à l'âge de 45 semaines puis progresse entre 45 et 49 semaines d'âge. La vitesse de déplacement moyenne calculée pour toute la période expérimentale est de  $22,96 \pm 23,01 \mu\text{m/s}$ , avec des valeurs moyennes maximales ( $62,89 \pm 29,10 \mu\text{m/s}$ ) et minimales ( $8,68 \pm 9,32 \mu\text{m/s}$ ) à l'âge de 35 et 41 semaines respectivement (Fig. 18).

La VAP est hautement significative ( $p < 0,0001$ ) et négativement corrélée ( $r = -0,23$ ) avec l'âge (Tableau 17).



**Figure 18** : Vitesse moyenne de déplacement (VAP) des spermatozoïdes chez les agneaux de la race Tazegzawtâgés entre 29 et 49 semaines.

### III6.3- Relations paramètres spermatiques -âge-croissance corporelle et testiculaire- taux de testostérone

Le tableau 17 montre que, le volume du sperme, les concentrations en spermatozoïdes et la mobilité des spermatozoïdes sont positivement corrélés avec l'âge et les paramètres de croissance corporelle et testiculaire et le taux de la testostérone dans le sang excepté que la corrélation est négative entre les concentrations en spermatozoïdes et le taux de la testostérone. Les différentes vitesses de déplacement des spermatozoïdes sont négativement corrélées avec l'âge et les paramètres de croissance corporelle et testiculaire mais positivement corrélées avec le taux de la testostérone dans le sang.

Tableau 17: Corrélation âge - croissance corporelle et testiculaire – testostérone et paramètres spermatiques chez les agneaux de la race Tazegzawt

	Vol (ml)	Conc (Spz/ml)	Tot Conc (Spz/Ejacl)	Mob Spz (%)	VCL (µm/s)	VSL (µm/s)	VAP (µm/s)	Age (Sem)	PV (Kg)	PT (Cm)	CS (Cm)	DT (Cm)	LT (Cm)	DE (Cm)	Testo (ng/ml)
Vol (ml)	1														
Conc (Spz/ml)	0,47	1													
Tot Conc (Spz/Éjacl)	0,90	0,75	1												
Mob Spz (%)	0,15	0,04	0,18	1											
VCL (µm/s)	-0,10	-0,26	-0,12	0,51	1										
VSL (µm/s)	-0,04	-0,01	-0,03	0,83	0,64	1									
VAP (µm/s)	-0,07	-0,18	0,07	0,49	0,91	0,82	1								
Age (Sem)	0,11	0,17	0,50	0,11	-0,21	-0,17	-0,23	1							
PV (Kg)	0,38	0,42	0,42	0,27	-0,11	-0,05	-0,09	0,04	1						
PT (Cm)	0,34	0,45	0,43	0,20	-0,15	-0,01	-0,01	0,15	0,68	1					
CS (Cm)	0,28	0,45	0,34	0,29	-0,12	0,005	-0,07	0,24	0,61	0,70	1				
DT (Cm)	0,25	0,33	0,32	0,23	-0,05	-0,07	-0,06	0,42	0,61	0,45	0,67	1			
LT (Cm)	0,03	0,30	0,15	0,27	-0,18	-0,33	-0,04	0,42	0,64	0,36	0,59	0,75	1		
DE (Cm)	0,09	0,44	0,23	0,07	-0,09	-0,03	-0,06	0,17	0,36	0,66	0,61	0,42	0,36	1	
Testo (ng/ml)	0,08	-0,07	-0,01	0,28	0,04	0,06	0,03	0,24	0,4	0,13	0,34	0,34	0,28	0,005	1

Légende : PV (poids vifs), PT (périmètre thoracique), CS (circonférence scrotale), DT (diamètre testiculaire), LT (longueur testiculaire), DE (Diamètre queue de l'épididyme), Vol (volume éjaculat), Conc (Nombre spermatozoïdes/ml), Tot Conc. (Nombre Total spermatozoïdes/éjaculat), Mob Spz (Mobilité spermatozoïdes), VCL (vitesse curviligne), VSL (Vitesse linéaire droite), VAP (Vitesse déplacement moyenne), Testo (Taux Testostérone).

### III7- Caractéristiques des agneaux de la race tazegzawt à la puberté

L'analyse individuelle des données d'âge, de poids corporel, de la taille des testicules, du taux de l'hormone sexuelle mâle (Testostérone) et des paramètres spermatiques à la première collecte de la semence nous a permis de déterminer les animaux pubères et les non pubères. Nous avons considéré la puberté comme étant le stade physiologique où l'animal produit du sperme avec apparition des premiers spermatozoïdes mobiles dans l'éjaculat (Olster et Foster, 1986 ; Chakraborty *et al.*, 1989 ; Abdel Rahim, 1997), mais aussi, le moment où le premier éjaculat collecté par l'électro-éjaculateur contient au moins  $50 \times 10^6$  spermatozoïdes avec 10% de mobilité massale (Mukasa-Mugerwa et Ezzaz, 1992 ; Wheaton et Godfrey 2003 et Jafariahangari *et al.* 2012).

Dans le cas de notre étude, il est nécessaire de préciser que tous les agneaux utilisés n'ont pas atteint la puberté au même moment mais à des âges différents et à des performances corporelles, testiculaires et spermatiques différentes. On se basant sur la seconde définition de la puberté, il ressort du tableau 18 que la puberté chez le mâle de la race **Tazegzawt** commence à l'âge de 29 semaines, 60% des agneaux étudiés (6/10) ont atteint la puberté entre 29 et 39 semaines d'âge avec un poids vif compris entre 34,5 et 49 Kg et une variation de la circonférence scrotale de 18.7 à 29 Cm. Tandis que les autres agneaux (40%) n'ont pas encore atteint la puberté au premier éjaculat malgré la bonne performance du poids corporel et de la taille testiculaire, cependant, les caractéristiques spermatiques (concentration et mobilité des spermatozoïdes) ne répondent pas au seuil minimum de la puberté.

Ci-dessous nous présenterons la moyenne de chaque paramètre caractérisant la puberté.

**III7.1- Age de la puberté** : L'âge moyen de la collecte de sperme avec apparition des spermatozoïdes mobiles chez la race **Tazegzawt** est de  $32,4 \pm 3,53$  semaines, avec un intervalle compris entre 29 et 39 semaines. Notant que, chez certains individus la collecte de la semence a été possible deux semaines auparavant (27 semaines) avec observation de spermatozoïdes mobiles. Pour les premières collectes, la quantité et la qualité de la semence sont faibles, elles s'améliorent avec l'avancement des animaux dans l'âge. Cette étude a démontré que l'âge de l'apparition de la puberté du mâle de la race Tazegzawt diffère d'un individu à l'autre, elle débute à l'âge de 29 semaines chez les animaux les plus lourds avec des tailles testiculaires plus

importantes. L'apparition de la puberté s'étale jusqu'à l'âge de 39 semaines chez des animaux moins lourds avec des tailles testiculaires réduites (Tableau 18).

### **III7.2- Caractéristiques corporelles, testiculaires et hormonale (testostérone)**

**III7.2.1- Poids vif et Périmètre thoracique :** A la première collecte du sperme, le poids vif et le périmètre thoracique moyens de l'agneau de la race Tazegzawt sont respectivement de  $46,7 \pm 3,6$  Kg et  $84,18 \pm 3,25$  cm avec des intervalles de 34,5 à 49,5 Kg et de 74.5 à 87 cm. La production du sperme a commencé chez les animaux plus jeunes et plus lourds avec un grand pourtour thoracique ayant atteint un poids vif d'environ 49 Kg et un périmètre thoracique de près de 84 Cm. Cependant le sperme n'est pas forcément de bonne qualité et ne répondant pas au seuil minimum de la puberté. D'autres agneaux ont produits du sperme à un âge plus avancé avec un poids vif inférieur (34.5 Kg) et une bonne qualité spermatique répondant au seuil minimum de la puberté. En effet, les agneaux de la race **Tazegzawt** ont atteint la puberté à différents poids corporel et âge, les plus lourds atteignent la puberté plutôt que les plus légers. (Tableau 18).

#### **III7.2.2- Paramètres testiculaires :**

A la première collecte du sperme, les testicules des agneaux de la race **Tazegzawt** se caractérisent par une taille moyenne de la circonférence scrotale de  $27 \pm 3$  Cm, du diamètre testiculaire de  $4,51 \pm 0,53$  Cm, de la longueur du testicule de  $9,40 \pm 1,05$  Cm et du diamètre de la queue de l'épididyme de  $2,39 \pm 0,22$  Cm. Les mesures de chaque paramètre testiculaire varient entre 18.7 et 29 Cm pour la circonférence scrotale, entre 3,37 et 5,20 Cm pour le diamètre du testicule, entre 7,14 et 11,8 Cm pour la longueur du testicule et entre 1,70 et 2,65 Cm pour le diamètre de la queue de l'épididyme. Certains jeunes agneaux au poids vif élevé ont eu de plus grande taille de testicule à la puberté, tandis que, les moins lourds ont des tailles de testicule inférieures (Tableau 18).

#### **III7.2.3- Taux de l'hormone sexuelle mâle (testostérone) à la puberté :**

A la puberté, le taux moyen de la testostérone dans le sang chez les agneaux de la race **Tazegzawt** est estimé à  $0,59 \pm 0.36$  ng/ml. L'analyse des données individuelles présentées dans le tableau 18, montre que les taux de la testostérone à la première collecte du sperme sont globalement faibles et varient d'un individu à l'autre (CV=62,10%), ne dépassant pas 1 ng/ml

(0.03 à 1 ng/ml), excepté pour le cas d'un agneau qui a atteint la puberté à l'âge tardif avec un taux de 1.46 ng/ml. Considérant la puberté comme étant la première collecte de sperme avec présence de spermatozoïdes; et sur la base des pics de la testostérone observés chez les agneaux étudiés, on peut distinguer trois cas de puberté en relation avec la concentration élevée de la testostérone (pic) : le premier cas, un agneau (1/10) (Annexe : Fig. 9, Agneau 7) n'a enregistré aucune concentration élevée de testostérone et atteint la puberté tardivement (dernier); le second cas, les agneaux (7/10) (Annexe : Fig. 9, Agneau 1,3,5,6,8,9,10) ont enregistré des concentrations élevées de testostérone avant la puberté et enfin le troisième et dernier cas, les agneaux (2/10) (Annexe : Fig. 9, Agneau 2 et 4) ont enregistré des concentrations élevées de testostérone après la puberté (Tableau 18). Dans le premier cas, l'agneau a atteint la puberté à l'âge tardif mais avec des pics de la testostérone très faibles ne dépassant pas un taux de 0.31 ng/ml à la 17<sup>ème</sup> semaine d'âge. Concernant les deux derniers cas, les pics de concentration élevés de testostérone enregistrés avant ou après la puberté du mâle varient selon les individus. Les concentrations élevées de la testostérone avant la puberté ont été observé chez les agneaux à partir de la 11<sup>ème</sup> semaine d'âge avec un taux de 1.1 ng/ml. La dose de testostérone dans le sang la plus importante est enregistré avant la puberté à l'âge de 25 semaines avec une valeur de 3,53 ng/ml et la plus basse à l'âge de 23 semaines avec une valeur de 1.1 ng/ml (Tableau 18).

Les concentrations élevées de la testostérone sont enregistrées six (6) semaines après l'âge de la puberté de l'agneau, soient à 37 semaines avec un taux de 2,45 ng/ml. Le taux le plus bas est enregistré à l'âge de 41 semaines avec 0,9 ng/ml (Tableau 18).

### III7.3- Caractéristiques séminales à la puberté

La caractérisation spermatique des agneaux de race **Tazegzawt** à travers les différents paramètres étudiés, montre que les concentrations spermatiques et la mobilité des spermatozoïdes varient d'un individu à l'autre. Les coefficients de variations (CV) obtenus sont élevés, atteignent ou dépassent 50 % (Tableau 18), ce qui explique l'hétérogénéité dans les données statistiques et donc l'écart important des valeurs dans chaque paramètre au sein du groupe d'animaux.

### III7.3.1- Volume de l'éjaculat

A la première collecte, les agneaux de la race **Tazegzawt** ont produit des quantités variables de sperme qui dépassent légèrement le  $\frac{1}{2}$  ml par éjaculat et par animal. La quantité moyenne collectée est estimée à  $0,4 \pm 0,2$  ml avec les valeurs minimales et maximales enregistrées de 0.02 et 0,63 ml respectivement. Malgré les petites quantités de sperme produites par éjaculat chez certains agneaux, l'analyse de celles-ci indiquent que ces animaux sont au stade pubère avec les seuils minimums de puberté prédéfinis (Tableau 18).

### III7.3.2- Concentration en spermatozoïdes

Les concentrations de spermatozoïdes par millilitre dans les premiers éjaculats collectés varient d'un agneau à un autre, les valeurs maximale et minimales obtenues sont respectivement de  $1,4 \times 10^9$  et  $41,8 \times 10^6$  spermatozoïdes /ml. La concentration moyenne en spermatozoïdes par millilitre est estimée à  $962,44 \pm 475,61 \times 10^6$  spermatozoïdes / ml. Certains agneaux de bonnes tailles corporelles et testiculaires ont donné du sperme avec une concentration spermatique basse mais le seuil minimum de puberté est atteint ( $>50 \times 10^6$  spermatozoïdes/ml). Par contre, chez d'autres agneaux de taille corporelle et testiculaire inférieure, les concentrations spermatiques ont aussi atteint le seuil minimum de la puberté. Chez tous les agneaux étudiés, les concentrations en spermatozoïdes répondent au seuil minimum de la puberté à l'exception de deux agneaux qui ont donnés des concentrations proches de  $50 \times 10^6$  spermatozoïdes (Tableau 18).

### III7.3.3- Mobilité des spermatozoïdes

Les premières collectes de sperme sont caractérisées également par une variation de la mobilité des spermatozoïdes d'un individu à l'autre avec un coefficient de variation de presque 70 %. La meilleure mobilité (90 %) est observée chez un agneau pubère à l'âge de 35 semaines. La plus mauvaise mobilité (3.7 %) est constatée chez un agneau à l'âge de 31 semaines. Le taux de mobilité moyen ( $\pm$ DS) obtenu à la première collecte est de  $33.63 \pm 23.2$  %. Tous les agneaux ont atteint le seuil minimum de mobilité spermatique ( $> 10\%$ ) à l'exception de trois agneaux qui ont une mobilité inférieurs à 10% (Tableau 18).

Tableau 18 : Caractéristiques des agneaux de la race Tazegzawt à la puberté (à la première collecte du sperme)

Agneaux N°	Age (Sem)	PV (Kg)	PT (Cm)	CS (Cm)	DT (Cm)	LT (Cm)	DE (Cm)	Vol (ml)	Concentration Spzd/mlx10 <sup>6</sup>	Mob (%)	Testo (%)	* Pics de Testostérone en ng/ml (âge en Semaines) De 11 à 49 semaines d'âge
1	29	49.5	87	27.8	4.93	8.77	2.26	0.54	1400.5	6.4	1.00	<b>2.71(25); 1(29); 1.3(39) Avant Puberté</b>
2	31	<u>49.0</u>	80.3	23.3	4.34	10.4	2.26	0.63	71	12.5	0.06	0.32(17); <b>2.45(37)</b> Après Puberté
3	<u>29</u>	46.5	83.8	<u>29.0</u>	4.24	10.0	2.65	0.20	<b>322.4</b>	<b>50</b>	0.42	<b>1.12(19); 1.39(27); 0.92(31)</b> ; 0.5(39); 2.8(47) Avant Puberté
4	31	38.0	77.8	24.7	4.64	11.0	2.44	0.48	46	3.7	0.28	<b>0.9(41); 1(45)</b> ; 0.84(49) Après Puberté
5	31	39.0	76	21.6	4.19	10.3	2.18	0.46	<b>90.5</b>	<b>13.64</b>	0.14	<b>1.91(17); 0.68(23)</b> ; 0.51(33); 2.19(49) Avant Puberté
6	29	48.5	84.4	28.3	5.20	11.8	2.53	0.50	935	5.63	0.40	0.7(15); <b>3.1(17); 1.1(19); 2.88(21)</b> ; 0.8(23); <b>3.53(25); 0.82(31)</b> ; 2.92(33); 3.83(35); 2.6(37); 1.1(39); 3.9(41); 3.1(45); 1.62(47); 3.92(49) Avant Puberté
7	<u>39</u>	37.0	74.5	<u>18.7</u>	<u>3.37</u>	<u>7.14</u>	<u>1.70</u>	0.15	<b>180</b>	<b>31.37</b>	0.03	<b>Pics très faibles 0.31(17); 0.25(23) ni Avant ni Après (dernier pubère)</b>
8	33	43.0	76	25.1	4.30	8.04	2.24	0.17	42	14.3	1.46	<b>1.2(11); 1.5(25); 1.9(27); 0.6(29); 1.46(33)</b> ; 2(35); 1.14(37); 2.23(45); 2(47); 2.6(49) Avant Puberté
9	37	<u>34.5</u>	78.5	21.3	4.00	8.70	1.93	0.62	<b>100</b>	<b>47.5</b>	0.03	<b>1.1(23)</b> ; 0.6(31) Avant Puberté
10	35	46.0	82	20.3	3.38	8.1	2.36	0.02	<b>163.2</b>	<b>90</b>	0.03	<b>1.6(21); 1.31(45)</b> Avant Puberté
Moyennes	32.4	46.7	84.2	27.0	4.51	9.4	2.4	0.40	962.5	33.63	0.6	
Dévi. Std.	3.53	3.6	3.25	3.0	0.53	1.05	0.22	0.2	475.6	23.2	0.36	
CV (%)	-	7.6	3.9	11.1	11.7	11.2	9.1	51	49	69	62.1	

N°: Numéro, S: Semaines, PV: Poids Vif, CS: Circonférence Scrotale, DT: Diamètre Testiculaire, LT: Longueur Testiculaire, DE: Diamètre Epididyme, Vol: Volume du sperme, Spzd: Spermatozoïdes, Mob: Mobilité des spermatozoïdes, Testo: Taux Testostérone dans le sang, Dévi. Std.: Déviation Standard, CV: Coefficient de Variation.

\*Nous n'avons inscrit dans le tableau que les pics de testostérone les plus importants obtenus chez chaque agneau de 11 à 49 semaines d'âge.

### III7.3.4- Vitesses de déplacement des spermatozoïdes

À la puberté les moyennes ( $\pm$ DS) des différentes vitesses de déplacement des spermatozoïdes (VCL, VSL et VAP) obtenues sont de  $80,32 \pm 67,78$  ;  $26,72 \pm 28,55$  et de  $42,47 \pm 34,51$   $\mu\text{m/s}$  avec des valeurs minimales (10,10 ; 0,00 ; 0,00  $\mu\text{m/s}$ ) et maximales (271 ; 131,5 ; 138,5  $\mu\text{m/s}$ ) respectivement (Tableau 19).

**Tableau 19 :** Vitesses de déplacement des spermatozoïdes des agneaux de la race Tazegzawt à la puberté

	Moyennes $\pm$ DS	Minimum	Maximum	CV (%)	Médiane
VCL ( $\mu\text{m/s}$ )	$80,32 \pm 67,78$	10,10	271,6	84,4	57,2
VSL ( $\mu\text{m/s}$ )	$26,72 \pm 28,55$	0,00	131,5	107	14,7
VAP ( $\mu\text{m/s}$ )	$42,47 \pm 34,51$	0,00	138,5	81,2	38

### III7.3.5- Corrélations entre les paramètres étudiés au moment de la puberté

Du tableau 20, il ressort qu'à la puberté, le poids vif de l'agneau de la race **Tazegzawt** est fortement corrélé avec le périmètre thoracique et les mesures testiculaires ainsi qu'avec le taux de la testostérone, les concentrations spermatiques et les différentes vitesses de déplacement des spermatozoïdes, mais la corrélation est négative avec le volume du sperme et la mobilité spermatique. L'âge à la puberté est positivement corrélé avec le volume de l'éjaculat, avec la mobilité des spermatozoïdes et avec la vitesse de déplacement des spermatozoïdes du type VCL, mais la corrélation est négative avec les autres paramètres.

La corrélation est positive entre la testostérone et les paramètres corporels, testiculaires et spermatique sauf avec la mobilité des spermatozoïdes et différentes vitesses de déplacement des spermatozoïdes. La circonférence scrotale est positivement corrélée avec les paramètres spermatiques sauf avec le volume du sperme, la mobilité spermatique et la vitesse de déplacement des spermatozoïdes VCL. Les mesures testiculaires sont corrélées positivement avec la concentration spermatique mais négativement avec la mobilité spermatique, exceptée avec le diamètre de la queue de l'épididyme.

**Tableau 20:** Corrélation âge - croissance corporelle – testiculaire – Testostérone – caractéristiques spermatiques chez les agneaux de la race Tazegzawt à la puberté

	Vol (ml)	Conc (Spz/ml)	Tot Conc (Spz/Ejacl)	Mob Spz (%)	VCL (µm/s)	VSL (µm/s)	VAP (µm/s)	Age (Sem)	PV (Kg)	PT (Cm)	CS (Cm)	DT (Cm)	LT (Cm)	DE (Cm)	Testo (ng/ml)
<b>Vol (ml)</b>	1														
<b>Conc (Spz/ml)</b>	0,04	1													
<b>Tot Conc (Spz/Ejacl)</b>	0,52	0,76	1												
<b>Mob Spz (%)</b>	-0,74	-0,38	-0,71	1											
<b>VCL (µm/s)</b>	-0,41	-0,15	-0,21	0,48	1										
<b>VSL (µm/s)</b>	-0,28	0,14	-0,06	0,22	0,65	1									
<b>VAP (µm/s)</b>	-0,38	0,03	-0,14	0,37	0,87	0,91	1								
<b>Age (Sem)</b>	0,14	-0,82	-0,43	0,24	0,10	-0,20	-0,09	1							
<b>PV (Kg)</b>	-0,24	0,72	0,54	-0,15	0,16	0,19	0,20	-0,77	1						
<b>PT (Cm)</b>	-0,2	0,86	0,65	-0,22	0,07	0,19	0,16	-0,80	0,94	1					
<b>CS (Cm)</b>	-0,15	0,82	0,35	-0,19	-0,17	0,20	0,60	-0,95	0,63	0,94	1				
<b>DT (Cm)</b>	0,59	0,68	0,78	-0,81	-0,37	-0,06	-0,22	-0,66	0,50	0,72	0,62	1			
<b>LT (Cm)</b>	-0,11	0,32	-0,11	-0,07	-0,16	0,15	0,03	-0,76	0,34	0,56	0,76	0,44	1		
<b>DE (Cm)</b>	-0,57	0,52	-0,07	0,31	0,14	0,31	0,27	-0,83	0,62	0,61	0,83	0,19	0,78	1	
<b>Testo (ng/ml)</b>	0,3	0,79	0,86	-0,67	-0,22	-0,002	-0,11	-0,62	0,63	0,68	0,57	0,80	0,09	0,19	1

Légende : PV (poids vifs), PT (périmètre thoracique), CS (circonférence scrotale), DT (diamètre testiculaire), LT (longueur testiculaire), DE (Diamètre queue de l'épididyme), Vol (volume éjaculat), Conc (Nombre spermatozoïdes/ml), Tot Conc. (Nombre Total spermatozoïdes/éjaculat), Mob Spz (Mobilité spermatozoïdes), VCL (vitesse curviligne), VSL (Vitesse linéaire droite), VAP (Vitesse déplacement moyenne), Testo (Taux Testostérone).

## DISCUSSION

**Tazegzawt** est une race ovine algérienne originaire des montagnes de la Kabylie précisément dans la région d'Akbou (wilaya de Bejaïa), d'où d'ailleurs, une deuxième appellation : race d'Akbou. Selon les déclarations des éleveurs (enquêtes personnelles 2011/2012), l'élevage de cette race avec des effectifs importants était très répandu dans la région mais malheureusement, ces dernières années on assiste à la réduction dramatique du nombre d'éleveurs et du cheptel disponible. Par conséquent, cette race est considérée comme une ressource zoo génétique locale menacée de disparition malgré son adaptation aux conditions du milieu et de l'environnement et son potentiel de croissance (observation d'un grand gabarit). Elle demeure méconnue et n'a fait l'objet que de quelques études de caractérisation (Hamblil et Tazarat, 2003 et El Bouyahiaoui *et al.*, 2015), la prise en charge de l'aspect connaissance et maîtrise de la reproduction de la race constitue une base essentielle pour l'amélioration et la sélection génétique, l'amélioration de sa productivité ainsi qu'un des atouts pouvant contribuer à sa sauvegarde et à la lutte contre la menace de disparition.

Dans cette partie, nous allons discuter les changements des divers paramètres de reproduction des agneaux de la race **Tazegzawt** durant la première année après la naissance et comparer les résultats obtenus à ceux des autres études effectuées chez la même espèce ou chez des espèces différentes. Il s'agit d'une présentation du développement sexuel et l'estimation de l'âge de la puberté des agneaux de la race **Tazegzawt** grâce à un suivi d'animaux portant sur les changements de certains paramètres de développement corporel et des organes sexuels, des variations du taux de l'hormone sexuelle mâle (testostérone) dans le sang et des caractéristiques spermatiques. Pour Land (1977), la caractérisation de la puberté et le développement sexuel précoce constituent un outil précieux pour la sélection des mâles d'une race. Préalablement, la prise en compte des caractéristiques pondérales et de la vitesse de croissance des agneaux est nécessaire car elles sont directement liées aux paramètres de la reproduction.

## VI- Poids vif à la naissance

Le poids moyen à la naissance ( $4,97 \pm 0,98$  kg) des agneaux **Tazegzawt** est considérable, il reflète probablement l'importance du matériel génétique des parents et les bonnes conditions de l'alimentation des brebis pendant la deuxième moitié de la gestation (Craplet et Tirbier 1980). Ce poids enregistré se rapproche du poids moyen à la naissance des agneaux (5,05 kg) rapporté par Craplet et Thibier (1980) et dépasse légèrement celui de la meilleure et la plus réponde race algérienne : la Ouled Djellal, soit  $4,49 \pm 0,67$  kg (Boussena *et al.*, 2013). Il est significativement supérieur à celui des autres races : la Barbarine  $3,1 \pm 0,7$  kg et El Hamra 3,4 kg, la Taadmit 3,0 et 4,3 kg (Belaid, 1986). Comparativement aux races des autres pays, le poids moyen à la naissance de **Tazegzawt** est supérieur à celui de la race Sardi (3,34 kg) et Dman (2,37 kg) du Maroc (Boujanane 2002) ; de la race D'man ( $2,5 \pm 0,5$  et  $2,4 \pm 0,3$  kg) de Tunisie (Chafri et Mahouchi 2011) ; de la race Awassi,  $4,3 \pm 0,25$  (Kridli *et al.*, 2006a),  $4,2 \pm 0,33$  kg (Emsen 2005) du moyen orient ; de la race Hu, ( $2,71 \pm 0,09$  kg) de chine (Yue 1996) et d'autres races telles que la Romanov, la Finnoise ou Landrace et la Coopworth (Fahmy, 1990). Mais, il est inférieur à celui de la race Redkaraman ( $5,6 \pm 0,33$  kg) en Turquie (Emsen 2005).

Le poids à la naissance des agneaux Tazegzawt varie d'un individu à un autre, il a atteint un maximum de 6,3 kg et un minimum de 2,5 kg, cette variation peut être liée à l'effet génétique des parents et le type de naissance (Poivey *et al.*, 1982 ; Armbruster *et al.*, 1991 ; Abassa *et al.*, 1992 ; Yapi-Gnaore *et al.*, 1997b), le numéro d'agnelage et l'âge de la brebis (Fall *et al.*, 1982 ; Poivey *et al.*, 1982 ; Abassa *et al.*, 1992 ; London *et al.*, 1994 ; Yapi-Gnaore *et al.*, 1997a ; Dekhili et Mehnane, 2004) et la saison de naissance (Dekhili et Mehnane 2004).

## VI2- Poids à différents âges types

Les poids vifs moyens des agneaux **Tazegzawt** obtenus aux différents âges types (30, 60, 90 et 120j) correspondent aux poids moyens des agneaux définis par Craplet et Thibier (1980). Par contre, ils sont supérieurs à ceux enregistrés chez la race Sardi, Dman à l'âge de 30 et 90 j rapportés par Boujanane (2002) ; de la race Ouled Djellal aux différents types d'âge rapportés par Boussena (2013). Par contre, le poids moyen de l'agneau Tazegzawt à 9 semaines d'âge est inférieur à celui de la race Awassi au même âge

(22,8±4,04 vs 24,6±1,1 kg). A l'âge de 60 et 120 j, l'agneau de la race Kivircik de Turquie présente un poids moyen de 17±0,87 et 22,82±0,91 kg respectivement (Elmaz *et al.*, 2007), qui sont inférieurs aux poids moyens obtenus dans notre étude (22,8±4,04 et 32,85±6,41 kg).

A l'âge de 25 semaines, le poids moyen de l'agneau **Tazegzawt** dépasse celui d'Ouled Djellal (Boussena, 2013), de Dman (Berger *et al.*, 1989; Boujenane et Kerfal 1990; Ben Ahmed 1991a; Bourfia et Touchberry, 1993a), de Boujaâd (Boujenane, 2006) et des agneaux issus de croisement entre Awassi et Redkaraman (Emsen, 2005) soient 39,70±6,97 kg vs 31,07±1,27 kg, 23 kg, 32,9 kg et 31,4±1,76 kg respectivement.

A l'âge de 49 semaines, le poids moyen enregistré (52±7.9 kg) est inférieur à celui de la race Santa Ines à l'âge de 48 semaines soit 54,3±1,6 kg (Souza *et al.*, 2009). Chez la race Ouled Djellal, Boussena (2013) a enregistré un poids moyen des agneaux à l'âge de 365j de 55,38±0,85 kg. A cet effet, on peut déduire que malgré l'hétérogénéité pondérale au sein du groupe d'agneaux étudié, les poids moyens obtenus à différents types d'âges sont jugés relativement acceptables et cela serait dû essentiellement aux caractéristiques maternelles et les conditions du milieu d'élevage favorables et bien sûr à un potentiel génétique intrinsèque (Villette-Houssin et Theriez 1982). Cependant, les différences de poids entre les races ne sont pas uniquement liées à des différences de génotypes et d'alimentation (Emsen, 2005; Duguma *et al.*, 2007; Chafri *et al.*, 2008; Abdullah *et al.*, 2010), mais également à l'environnement (Gurdal Gorekçi et Evrim, 2000).

### VI3- Gain Moyen Quotidien (GMQ)

La vitesse de croissance moyenne calculée est supérieure à celle de la race Santa Ines du Brésil (Souza *et al.*, 2009), soient 175,42±87,17 vs 166,2 g/j pour une durée d'étude similaire et dépasse largement le GMQ de 66,8 g/j chez la race Yankasa du Nigeria (Osinowo *et al.*, 1992). En revanche, elle est inférieure à celles calculées chez les lignées ovines libyennes Brownhead et Blackhead soient respectivement 216,7 et 213,9 g/j (Madani *et al.*, 1989) et chez la race Romanov et Finnoise ou Landrace finnoise dans un intervalle naissance-sevrage (70j) avec respectivement 230 et 204 g/j (Fahmy, 1990) et aussi chez la race Friesland (245 g/j), Chios (240g/j), Karagouniki (215g/j) et Serres (191,3g/j) entre la naissance et la puberté (210j) (Belibasaki et Kouimtzi 2000). Avant

l'âge de sevrage (25 semaines) nous avons enregistré chez les agneaux **Tazegzawt** de bons taux de croissance moyen compris entre 180 et 276 g/j, cela est probablement dû au potentiel de croissance de cette race tributaire de la quantité de lait fournie par la brebis durant les premières semaines de la vie de l'agneau, laquelle dépend de la quantité et de la qualité de l'alimentation des brebis (Jarrige 1988). En effet, Gbanboche *et al.* (2005), rapportent l'importance de l'amélioration de la production laitière des brebis pour la croissance des agneaux. La période post sevrage caractérisée par la diminution de la vitesse de croissance induisant parfois des pertes de poids considérables influençant forcément le développement sexuel des animaux, cela peut être due à l'effet du stress provoqué par la séparation brebis-agneaux, au changement de régime alimentaire après le sevrage et aux conditions d'élevage (concurrence entre les animaux pour l'alimentation, croissance en saison d'été prolongée, parcours de pâturage pauvres, rupture de stock et qualité d'aliments distribués...). Mukasa-Mugerwa et Ezaz (1992), indique que les régimes alimentaires améliorent le gain moyen quotidien et sont susceptibles d'améliorer le développement des testicules ainsi que la maturité sexuelle chez les agneaux. Des travaux de recherche concernant l'influence de certains facteurs sur la vitesse de croissance des animaux ont montré que les gains moyens quotidiens varient selon la saison car le taux de croissance est faible en été qu'en hiver (Maria *et al.*, 2007); varient selon l'alimentation (Duguma *et al.*, 2007 et Chafri *et al.*, 2008); selon l'année (Bela et Haile, 2009) et aussi selon le type génétique ou la race (Abdullah *et al.*, 2010; Macit *et al.*, 2002 et Macit *et al.*, 2003).

#### **VI4- Évolution du poids vif et du périmètre thoracique**

Les deux courbes d'évolution du poids vif et du périmètre thoracique en fonction de l'âge des agneaux de race **Tazegzawt** répondant à l'équation de régression du type linéaire polynomiale de premier ordre, correspondent à la suggestion de Lyne et Verhagen (1957) et au modèle de croissance corporelle de celui rencontré chez les animaux domestiques (Arthur *et al.*, 2001). Ils sont deux paramètres corporels fortement corrélés entre eux ( $r=0,96$ ) et avec l'âge ( $r=0,78$  PV et  $0,73$  PT), ceci est en accord avec les résultats de Bahhar (1998). Ce résultat de forte corrélation entre le poids vif et le périmètre thoracique permet chez la race **Tazegzawt** l'estimation du poids corporel à

partir des mesures du périmètre thoracique. Plusieurs facteurs conditionnent la croissance des animaux, le niveau de l'alimentation influence significativement le taux de croissance et le poids vif des agneaux (Adrews et Orskov, 1970). En effet, les changements dans les mesures corporelles au sein du groupe d'agneaux et à tous les âges sont significatifs. Les poids vifs moyens enregistrés varient selon les individus, cette variation peut être expliquée, d'une part par la variation de poids vif des agneaux à la naissance, certains individus n'ont pas pu rattraper leurs retard de croissance. D'une autre part, elle peut être liée à la concurrence pour l'alimentation entre les individus du groupe d'animaux étudié, les agneaux ayant eu une croissance plus rapide sont ceux qui ont eu plus accès à la nourriture. Ce constat de concurrence a été signalé par Kridli *et al.* (2006), sur un plus grand nombre d'agneaux et aussi par Loretz *et al.* (2004) et Ungerfeld et Gonzalez-Pensado (2008) chez les ruminants. Les agneaux les plus dominants consomment plus d'aliments que les dominés. De ce fait, probablement certains individus ont eu des gains de poids supérieurs à d'autres (Tableau 9) et par conséquent sont plus lourds (Tableau 8). La croissance corporelle ainsi que le développement sexuel sont tributaires des conditions nutritionnelles (Dyrmundsson et Lees, 1972), avec ainsi l'âge de la puberté qui sera lié à la croissance corporelle des mâles (Ungerfeld et Gonzalez-Pensado, 2008).

Les corrélations positives de l'âge, du poids vifs et du périmètre thoracique avec les mesures testiculaires (Tableau 10) démontre l'existence d'une forte relation entre le poids corporel et le développement sexuel comme cela a été soutenu par de nombreuses publications (Courot, 1962 ; Skinner et Rowson, 1968 ; Kritzinger *et al.*, 1984 et Souza *et al.*, 2010).

Les résultats de performance de croissance de la race **Tazegzawt** présentés ci-dessus, nous donnent une idée sur certains paramètres de croissance mais n'expriment pas réellement le potentiel zootechnique de la race à cause du nombre réduit de notre échantillon et la non prise en compte d'autres facteurs intrinsèques (caractéristiques des parents, âge de la brebis, état de santé de la brebis, type de naissance...) et extrinsèques (alimentation des brebis pendant la gestation, alimentation des agneaux, facteurs climatiques, la photopériode ...). Néanmoins, ces résultats sont utiles et nécessaires dans l'analyse des paramètres de développement sexuel et de détermination de la puberté.

### VI5- Développement testiculaire et l'organe reproducteur

Un des moyens d'évaluation de l'état de développement sexuel consiste en des prises de mesures biométriques sur les testicules (Anas Salem *et al.*, 2005). Selon El-Wishy et El-Sawaf (1971), Salhab *et al.* (2001), Emsen (2005) et Boussena *et al.* (2013) l'analyse biométrique du développement testiculaire a une grande importance car elle est significativement corrélée avec l'activité de reproduction. Dans notre étude, la croissance des gonades, basée sur la circonférence scrotale, le diamètre et la longueur testiculaire et diamètre de la queue de l'épididyme sont caractérisés par une évolution progressive correspondant à la croissance corporelle, ce résultat concorde avec celui obtenu par plusieurs auteurs (Abdel Rahim *et al.*, 1989; Hassan *et al.*, 2009 ;BenHamouda *et al.*, 2011). Le développement testiculaire des agneaux de la race étudiée suit un modèle sigmoïde caractérisé par une phase initiale de croissance lente (jusqu'à la 9<sup>ème</sup> semaine d'âge) suivie d'une phase intermédiaire de croissance progressive et rapide (entre 9 et 35 semaines), puis une phase terminale de croissance lente (jusqu'à la 49<sup>ème</sup> semaine d'âge). La première phase de croissance lente n'a pas pu être observée du fait que l'expérimentation a commencé à l'âge de 9 semaines, avant cet âge nous ne disposons pas de données des mesures des testicules. La période de développement testiculaire est semblable à celle obtenue par Madani et Rahal, (1988); Ahmad et Noakes (1996) et Koyuncu *et al.* (2005), elle se rapproche de celles obtenues par Souza *et al.* (2010) et diffère de celles obtenues par Haboby *et al.* (1994), Salhab *et al.* (2001) et Elmaz *et al.*, (2007). Chez la race D'man, la croissance des testicules des agneaux est continue jusqu'à l'âge de 30 semaines (Chafri et Mahouachi, 2011). L'augmentation progressive et rapide des paramètres testiculaires suggère que les agneaux sont en phase de développement sexuel, comme cela a été rapporté par Emsen (2005). Selon salisbury *et al.* (1978), cette phase indique la division de l'épithélium germinale et le début de l'activité spermatogénétique, c'est à ce stade que l'agneau atteint la puberté. Les diminutions constatées dans les mesures testiculaires notamment la circonférence scrotale au cours de l'expérimentation seraient probablement dues à l'effet de la diminution du poids corporel. Emsen (2005), a constaté une sensibilité de la race Awassi aux températures élevées et à la mauvaise nutrition sur la circonférence scrotale et le volume testiculaire.

La circonférence scrotale est considérée comme le meilleur indicateur du développement sexuel chez le mâle (Notter *et al.*, 1981). Belibasaki et Kouimtzis (2000) et Kridli *et al.*, (2002), rapportent que la circonférence scrotale diffère d'une race à une autre (Kridli, 2006b). Les mesures des circonférences scrotales des agneaux de la race **Tazegzawt** augmentent d'une façon linéaire et proportionnelle au poids corporel.

Selon Pezzanite *et al.* (2010), la circonférence scrotale minimale chez les ovins âgés entre 5 à 6 mois est de 29 cm, elle atteint 32 cm à l'âge de 10 à 12 mois. Ces mêmes auteurs recommandent une circonférence scrotale de 33 cm pour la mise à la reproduction du bélier, ils jugent que 30 cm de circonférence scrotale est acceptable chez les antenais. Dans le cas de la présente étude, à l'âge de 49 semaines (11.5mois), la valeur moyenne de la circonférence scrotale obtenue ( $28,06 \pm 1,34$  cm), elle est inférieure à la valeur minimale de la circonférence scrotale préconisée ci-dessus. En revanche, on note que certains agneaux **Tazegzawt** ont atteint une circonférence scrotale supérieure à 30 cm à l'âge de 35 semaines (8mois) sous l'influence significative ( $p < 0,01$ ) de la taille des parents, l'âge et le poids corporel de l'agneau (Salhab *et al.*, 2001). Il a été constaté que les agneaux **Tazegzawt** les plus lourds ont eu des testicules plus gros, ce qui indique que la croissance testiculaire suit la croissance corporelle. Ce constat concorde avec les résultats obtenus par d'autres auteurs (Abdel Rahim *et al.*, 1989 et Hassan *et al.*, 2009 et Mahouachi *et al.*, 2011). Les corrélations positives des paramètres testiculaires avec l'âge et le poids vifs au cours de la période de croissance coïncident avec les corrélations obtenues par Blache *et al.* (2000). Mais également, les corrélations positive obtenues entre les différentes mesures testiculaires dans notre étude ( $r=0,91$  à  $0,97$  et  $p < 0,001$ ) sont en accord avec ce qu'a obtenu Salhab *et al.* (2000) et Koyuncu *et al.*, (2005) ( $r=0.56$  à  $0.95$ ) et aussi avec les conclusions de Negussie Danaa *et al.*, (2000) (soit  $r=0,70$  à  $0,98$ ). Selon Salhab *et al.* (2000), les corrélations élevées de la circonférence scrotale avec les autres mesures testiculaires pourraient fournir une estimation utile de la croissance testiculaire. La corrélation positive de la circonférence scrotale avec le poids et avec l'âge est en accord avec les résultats obtenu par Mukasa-Mugerwa & Ezaz (1992).

Les corrélations positives du poids corporel avec les autres mesures testiculaires (le diamètre et la longueur testiculaire et le diamètre de la queue de l'épididyme :  $r=0.89$  ;

0.86 ; 0.89 respectivement) concordent avec les résultats de Carr et Land (1975) et Touré et Meyer, (1990). L'âge et le poids corporel des agneaux ont un effet direct sur les paramètres testiculaires, ce résultat a été rapporté par Abdel Rahim *et al.* (1989), par Land et Carr (1975) et Skinner et Rowson (1968) pour les ovins.

Les mesures testiculaires sont mieux corrélées avec le poids vifs qu'avec l'âge, la même constatation a été obtenue par Salhab *et al.* (2000) chez la race Awassi. La corrélation du poids corporel avec la circonférence scrotale donne la possibilité d'estimation du poids vif à partir de la circonférence scrotale et l'estimation serait légèrement améliorée en incluant le périmètre thoracique (Mukasa-Mugerwa & Ezaz, 1992).

La comparaison du développement du pénis des jeunes agneaux de la race **Tazegzawt** avec les autres races ovines permet de déduire que la séparation des adhésions du pénis chez les agneaux étudiés a commencé plus tard que celle des races ovines Brownheads et Blackheads de la Libye (Madani *et al.*, 1989) soient 164 vs 120j avec des poids vifs de  $36,8 \pm 5,01$  vs  $33,6 \pm 3,5$  Kg. Ainsi, l'âge et le poids moyen des mâles au stade 3 de détachement complet est supérieur à celui des races libyennes (Madani *et al.* 1989) et la race du mouton du désert du Soudan (Thoyba Faroug Fadol Karrar, 2005) et de la race chinoise (Yue 1996). Par contre, elle a commencé plus tôt que chez la race Yankasa du Nigéria (Osinowo *et al.*, 1992) soit respectivement à 27 et 39 semaines d'âge de séparation partielle et complète. Mais elle se rapproche de celui de la race santa Ines du Brésil (Souza *at al.*, 2010). Cependant, Dun (1955); Courot (1961); Skinner et Rowson (1968) et Skinner *et al.* (1968), ont rapporté la séparation complète des adhésions du pénis chez des agneaux de différentes races à un âge très jeune compris entre 62 et 73 jours. Les séparations des adhésions du pénis varient selon les races et d'un individu à un autre. Il est important de signaler que, la séparation du pénis de la muqueuse préputiale est en générale fortement liée au taux croissance corporelle (Skinner et Rowson, 1968), ce dernier est considéré comme un déterminant majeur de la puberté. Les différences dans le degré de séparation des adhésions du pénis sont associées à des différences claires dans les mesures corporelles (Poids Vif et Périmètre Thoracique) et testiculaire (Circonférence scrotale) (Tableau 18). Cette constatation a été également évoquée par Madani *et al.* (1989). En effet, selon Dyrmondsson (1973) et Osinowo *et al.* (1992), le

développement des organes reproducteurs est étroitement corrélé au poids corporel et avec l'âge, les béliers les plus lourds montrent un développement plus avancé que les béliers les plus légers du même âge. D'après Osinowo *et al.* (1992), le début de la spermatogénèse est précédé de l'effondrement complet des adhérences du pénis et une grande accumulation d'une réserve de sperme dans l'épididyme nécessaire pour la lutte pendant plusieurs semaines.

Le modèle de développement testiculaire mis en évidence dans cette étude en relation avec la croissance corporelle nous permet de déterminer le début de la puberté chez les agneaux de la race étudiée. L'intervalle de la croissance rapide des testicules nous indique que la puberté des agneaux de race **Tazegzawtse** situe avant l'âge de 35 semaines. A ce stade, on estime que la sélection précoce des mâles reproducteurs sur la base des mesures des testicules n'est pas une méthode sûre et pertinente. Par ailleurs, les résultats des observations de l'état de développement du pénis s'avèrent plus indicatif de la puberté chez les agneaux étudiés. On se basant sur l'observation de la séparation complète du pénis de la muqueuse, Nous pouvons retenir que l'âge moyen d'entrée en puberté de cette race est de  $31,4 \pm 0,85$  semaines avec un poids vif moyen de  $41,20 \pm 6,05$  Kg et une circonférence scrotale de  $22,64 \pm 3,53$  Cm. Cependant, il serait utile de confirmer ses résultats à travers d'autre procédure d'analyse des caractéristiques spermatiques et les taux de la testostérone plasmatique dans le sang.

#### **VI6- Caractéristiques spermatiques**

L'âge et le poids vif des agneaux de la race **Tazegzawt** à la première collecte de sperme par électro éjaculation avec présence de spermatozoïdes sont respectivement de 27 semaines et de 44 kg. Boussena (2013), a obtenue avec la même méthode de collecte du sperme chez les agneaux de la race Ouled Djellal à l'âge moyen plus jeune ( $145,1 \pm 10$  jours) et à un poids moyen inférieur ( $30,04 \pm 1,46$  kg). Chez les agneaux Kivircik, Taşkın & Kaymakci (1996), ont rapporté que l'âge de la première collecte de sperme est de 144,4 jours. Pour ces premières récoltes, la qualité de la semence est plus faible que celle des adultes, elles sont souvent caractérisées par l'immobilité et l'immaturité de la majorité des spermatozoïdes, selon Baril *et al.* (1993) et Castonguay (2006), la qualité du sperme doit s'améliorer quelques semaines plus tard (de 3 à 10).

Il est généralement admis que les caractéristiques de la semence s'améliorent avec l'âge (Wiemer et Ruttle, 1987 ; Rege *et al.*, 2000). Dans le cas de notre étude, nous avons observé des variations significatives ( $p < 0.0001$ ) des valeurs des paramètres spermatique (Volume du sperme, concentrations et mobilités des spermatozoïdes) en fonction de l'âge. Souza *et al.*, (2010), ont observé chez la race Santa Ines des fluctuations dans les volumes du sperme collecté et des augmentations régulières dans les concentrations et la motilité des spermatozoïdes. Les valeurs moyennes de volume de sperme ( $0,5 \pm 0,33$  ml), de concentration du sperme ( $1,5 \times 10^9 \pm 816,05$  spermatozoïdes/ml) et de mobilité des spermatozoïdes ( $34,51 \pm 25$  %) obtenues chez les agneaux de la race **Tazegzawt** âgés entre 29 et 49 semaines sont inférieures aux intervalles de valeurs caractérisant la semence de différentes races ovines définies par plusieurs auteurs (Karagiannidis *et al.*, 2000; Salhab *et al.*, 2003; Kafi *et al.*, 2004; Zamiri et Khodaei, 2005; Deldar Tajangookeh *et al.*, 2007; Gundogan, 2007; Zamiri *et al.*, 2010) soient 0.6-1.6 ml volume du sperme,  $2.6-5.5 \times 10^9$  spermatozoïdes/ml et 60-90 % de mobilité du sperme. Il est à noter que certains individus ont atteint des valeurs de volume de sperme, de concentration spermatique et de mobilité des spermatozoïdes situées dans les intervalles cités ci-dessus, soient respectivement un minimum et un maximum de 0,20 à 1,8 ml de volume du sperme,  $37,80$  à  $2800,7 \times 10^6$  de concentration en spermatozoïdes/ml et 3,01 à 100 % de mobilité des spermatozoïdes. Ces écarts importants entre le maximum et le minimum des trois paramètres montrent l'hétérogénéité des valeurs obtenues reflétés par les coefficients de variation élevés. Ces différences pourraient être liées à la race, à la méthode de collecte, l'intervalle entre les collectes, aux conditions d'ambiance, mais aussi probablement à la nutrition (l'insuffisance de l'alimentation chez certains agneaux par rapport à d'autres, liée au problème de la concurrence alimentaire au sein du groupe évoqué précédemment). C'est ainsi que Kum-Diaka *et al.* (1985) rapportent que, la malnutrition et des températures ambiantes élevées pendant les saisons sèches affectent probablement la qualité du sperme.

Dans la présente étude, on considère que les spermatozoïdes de la semence des mâles de la race ovine **Tazegzawt** sont mobiles car pour toutes les collectes la vitesse moyenne curviligne (VCL) obtenue dépasse  $20 \mu\text{m/s}$  (Farrell *et al.*, 1996, Marco-Jiménez *et al.*,

2005 and Tuli et al., 1992). On note qu'à l'âge de 35 semaines, la motilité est rapide, la vitesse curviligne moyenne enregistrée maximale de  $139,7 \pm 60,56 \mu\text{m/s}$ , dépasse  $75 \mu\text{m/s}$  (Bravo et al., 2011).

Les résultats de variations significatives des paramètres de vitesses des spermatozoïdes durant la période de l'étude s'accordent avec ceux obtenus par Ortega-Ferrusola et al. (2009) chez l'équin, par Dorado et al. (2010) chez le caprin, par Bravo et al., (2011) chez l'ovin.

Comme indiqué par Salhab et al. (2003), l'âge et la croissance corporelle sont significativement corrélés avec le volume du sperme, la concentration et la motilité des spermatozoïdes, ceci concorde avec les résultats de notre étude. Dans les mensurations corporelles, il est aussi intéressant et utile de prendre en compte l'état corporel des animaux car elle est significativement corrélée avec le poids testiculaire et la production de sperme journalière (Baril et al., 1993). Également, les différents paramètres testiculaires pris en considération sont significativement et positivement corrélés avec le volume, la concentration et la mobilité du sperme, ceci correspond aux résultats obtenus par Olmaz et al. (2007) sur la race ovine Kiviricik. En outre, Yarney et al., (1990), précisent que la taille des testicules est liée à la production du sperme chez les agneaux en croissance et chez les béliers adultes. La production de Spermatozoïdes a aussi une relation moyenne à élevée avec les mesures testiculaires (Rege et al., 2000). Lorsque la circonférence scrotale augmente, la production de sperme augmente (Langford et al., 1987).

La corrélation est positive entre les paramètres spermatiques considérés, cela a été indiqué par Salhab et al. (2003) chez les agneaux de la race Awassi. La corrélation est négative entre les vitesses de déplacement des spermatozoïdes (VCL, VSL et VAP) et les autres paramètres spermatiques (volume du sperme, concentration des spermatozoïdes)

La Testostérone influe grandement sur la spermatogénèse (production de sperme) car cette hormone sexuelle mâle est impliquée dans la division mitotique et la maturation des spermatogonies (Lincoln, 1989). Dickson et Sanford (2005), ont rapporté l'existence de

relation entre la production de sperme et la concentration de la testostérone. Ci-dessous nous analyserons l'évolution des données de concentrations de la testostérone plasmatique obtenues chez les jeunes agneaux de la race **Tazegzawt** en plein croissance et comparer ces données avec celles obtenues par d'autres auteurs. Aussi, nous mettrons en évidence les corrélations des concentrations de la testostérone avec les autres paramètres de développement sexuel.

#### **VI7- Changements de taux d'hormone sexuelle (testostérone) dans le sang**

Dans le cas de notre étude, les taux de testostérone obtenus chez les jeunes agneaux pendant la durée de l'expérimentation sont très variables entre les individus, ceci correspond à ce qu'ont rapporté Dickson et Sanford (2005), les concentrations de la testostérone peuvent différer au sein des races. Cette variation au sein du groupe a induit des fluctuations des taux moyens de la testostérone, ce résultat est contraire à celui obtenu par Fahmy (1997) rapportant que les concentrations de testostérone augmentent de façon linéaire avec l'âge. Après la naissance, la concentration élevée de testostérone (1,2 ng/ml) chez les agneaux de la race **Tazegzawt** a été observé à l'âge de 11<sup>ème</sup> semaine (tableau 17), mais pour la plupart des agneaux étudiés, les concentrations de la testostérone après la naissance sont faibles, la première importante concentration a été observée à l'âge de 17 semaines (3,1 ng/ml) (tableau 17). Les agneaux de la race **Tazegzawt** ont commencé à sécréter de la testostérone plus tard (durant le 3<sup>ème</sup> mois) que la race Romanov (Lafortune *et al.*, 1984). Chakraborty *et al.*, 1989), rapportent que l'augmentation de la sécrétion de la testostérone commence après 18 semaines d'âge pour atteindre les concentrations maximales au moment de la puberté. Il important de noter que les taux de testostérone sécrétés n'augmentent pas d'une façon linéaire mais subissent des fluctuations d'une manière variable d'un individu à un autre. En effet, Adam et Findlay (1997), ont rapporté que les agneaux nourris en ad libitum avaient de plus grands testicules et une plus grande sécrétion de la testostérone. Ainsi, le poids corporel et la taille des testicules peuvent contribuer à la sécrétion active de la testostérone (El Khalifa *et al.*, 2013). Les agneaux avec de larges testicules produisent plus de testostérone que les agneaux avec de petits testicules, ainsi, pour cela corrélation positive entre ces deux paramètres ( $r=0.40$ ) dans cette étude est similaire a celle obtenue

par Kridli *et al.* (2007) ( $r=0,41$ ). Selon Lincoln et Short, (1980), les concentrations de la testostérone reflètent le développement du testicule.

Notre étude a montré que l'agneau de la race **Tazegzawt** en croissance avec un bon poids corporel et de grande taille testiculaire secrète d'importantes quantités de testostérone avec des niveaux de sécrétion variables entre 17 et 49 semaines d'âge. Dans d'autres études, il est rapporté des concentrations élevées de testostérone entre 35 et 52 semaines d'âge chez le bélier Ontouais Rideau et Finish Landrace (Langford *et al.*, 1998); entre 29 et 36 semaines chez le bélier Romanov (Lafortune *et al.*, 1984) et entre 32 et 42 semaines chez l'agneaux de la race Santa Ines (Souza *et al.*, 2010). Lee *et al.* (1976); Olster et Foster (1986), ont rapportés des augmentations de la testostérone sérique entre 25 et 28 semaines d'âge. Les agneaux de la race **Tazegzawt** ayant eu un retard dans le développement sexuel et donc à atteindre la puberté, les valeurs de concentration de la testostérone fluctuent entre 0,03 et 1,1 ng/ml. En effet, Kridli *et al.* (2007), ont constaté des concentrations très basses chez les agneaux Awassi ayant atteint la puberté tardivement.

Les corrélations de la testostérone avec l'âge, les différentes mesures corporelles et testiculaires sont positives, le même résultat de corrélation a été obtenu par Kridli *et al.* (2006a) et Elmaz *et al.* (2007).

#### **VI8- Caractéristiques de la race tazegzawt à la puberté :**

Les estimations très divergentes de l'âge et du poids corporel à la puberté vu dans la littérature peuvent résulter des différences dans les méthodes d'évaluation de la puberté (Madani *et al.*, 1989). Dans notre cas, nous considérons l'âge à la puberté comme étant le moment de l'apparition des premiers spermatozoïdes mobiles dans l'éjaculat collecté par l'électro-éjaculateur (Abdel Rahim, 1997 ; Olster et Foster, 1986 ; Olster et Foster, 1988 ; Chakraborty *et al.*, 1989). Ci-dessous, nous discuterons l'âge à la puberté et les performances corporelles et testiculaires obtenus chez la race étudiée.

### VI8.1- Age à la puberté

Considérant la puberté comme étant l'âge auquel l'éjaculat contient un minimum de  $50 \times 10^6$  spermatozoïdes/ml avec au moins 10% de motilité spermatique (Wolf *et al.*, 1965; Mukasa-Mugerwa et Ezaz, 1992; Evans *et al.*, 1995 et Wheaton and Godfrey, 2003); l'âge moyen de la puberté des antenais de la race **Tazegzawt** ( $32,4 \pm 3,53$  semaines soit  $226,8 \pm 24,71$  j ou  $7,56 \pm 0,82$  mois) est similaire à celui de la race Ouled Djellal ( $228 \pm 6,95$  j) obtenu par Boussena (2013) et ceux des races croisés Romanov-Awassi ( $226 \pm 5$  j) et Charollais-Awassi ( $223 \pm 5$  j) rapportés par Kridli *et al.*, (2006a). Le mâle de la race **Tazegzawt** atteint la puberté plutôt que la race Awassi ( $243 \pm 5$  j) (Kridli *et al.*, 2006a). Mais plus tard que la race Kivircik (7 mois) de la Turquie (Elmaz *et al.*, 2007), de la race à queue grasse ( $171,5 \pm 39,9$  jours) de Libye citée par Madani *et al.*, (1989); de la race Merino (191-201 jours) cité par Pretorious et Marincowitz (1968); de la race Clun Forest (122 jours) cité par Dyrmondsson et Lees (1972a); de la race Santa Ines ( $28 \pm 0,8$  semaines) du Brésil rapporté par Souza *et al.* (2010) et des races Friesland ( $178,6 \pm 10,8$  jours), Chios ( $189,6 \pm 12,7$  jours), Karagouniki ( $186,7 \pm 10,2$  jours) et Serres ( $209,4 \pm 4,6$  jours) cités par Belibasaki et Kouimtzi (2000) et Alexopoulos *et al.* (1991) et le mouton du désert ( $23,3 \pm 1,6$  semaines) cité par Thoyba Faroug Fadol Karrar (1996). La race Hu (120 jours) de la Chine rapporté par Yue, (1996); la race Suffolk ( $117 \pm 6$  j) rapporté par Skinner et Rowson (1968) et la race D'man (166 j) en Tunisie rapporté par Bensghir (1987) et (24 semaines) rapporté par Chafri *et al.* (2008), atteignent la puberté à un âge plus précoce.

Au sein du groupe d'agneaux de la race étudiée, l'âge d'entrée en puberté est variable d'un individu à l'autre, l'intervalle d'âge compris entre 29 et 39 semaines (203 et 273 j ou 6,7 et 9,1 mois) dépasse celui des petits ruminants (4-6 mois) défini par Jainudeen *et al.*, (2000). Skinner *et al.* (1968); Lee *et al.* (1981); Olster et Foster (1986), rapportent chez les agneaux un intervalle d'âge entre 16 et 45 semaines, tandis que, Elits, (2004), indique que le mouton atteint la puberté entre 5 et 9 mois. Chez les agneaux de la race Ouled Djella, Boussena (2013) a obtenu un intervalle d'âge de la puberté compris entre 28 et 36 semaines, tandis que, chez les agneaux Suffolk, Skinner et Rowson (1968) déterminent un intervalle d'âge compris entre 115 et 146 jours.

La confrontation du résultat de l'âge de la puberté entre les races n'est pas aisé en raison des diverses méthodes utilisées dans la détermination de celui-ci et l'implication de plusieurs paramètres déterminants la puberté. Les différences d'âges moyens de la puberté constatées entre les mâles de la race **Tazegzawt** et les autres races ovines sont probablement liées aux types génétiques. En effet, l'âge à la puberté des agneaux diffère significativement ( $p < 0,05$ ) entre génotypes (Kridli *et al.*, 2007) et entre les groupes de races d'agneaux (Kridli *et al.*, 2007). Glatzel (1988), rapporte que souvent les agneaux de différentes races élevés dans des conditions comparables atteignent la puberté à différents âges et poids vifs. Considérant les agneaux sur lesquels nous avons travaillé de race pure, l'âge de la puberté obtenu n'est ni précoce ni tardif. Cependant, il est possible d'améliorer l'avènement de la puberté d'une race par la limitation des effets défavorables (Emsen, 2005) et par le croisement avec une race plus prolifique (Derqaoui *et al.*, 1992). Pour Hunter, (1982) et Kridli *et al.*, (2006b), les agneaux issus de croisement atteignent la puberté plus tôt que les races pures. Les variations de l'âge à la puberté peuvent également être attribuées à la différence dans le seuil du poids corporel, aux facteurs génétiques, nutritionnels et environnementaux.

L'âge de la puberté ou le moment de l'apparition de la puberté n'est pas seulement fonction de l'âge chronologique (Ebling, 2005). Plusieurs résultats de recherche ont démontré l'effet de plusieurs facteurs dans l'apparition du moment de la puberté. Chez les agneaux, l'âge à la puberté est fonction du génotype (Belibasaki et Kouimtzis, 2000 ; Emsen, 2005 ; Kridli *et al.*, 2006a), il est fortement tributaire du poids corporel (KAT-saounis, 1980; Pappa-Michailidou *et al.*, 1997) qui est lui-même est influencé par la disponibilité quantitative et qualitative des aliments (Kumi-Diaka, 1985). L'influence directe des facteurs nutritionnels sur la reproduction, notamment la puberté, sont les plus importants (Fernandez *et al.*, 2004). Au sein et entre les groupes, les différences significatives dans les poids des individus engendrent des différences dans l'âge de leur entrée en puberté. La saison de naissance (Skinner et Rowson, 1968 ; Mukasa-Mugerwa et Ezaz, 1992 ; Delgadillo *et al.*, 2007) et la photopériode (Foster *et al.*, 1985) sont aussi des facteurs importants qui interviennent dans la maturation sexuelle des races ovines

saisonniers. Wood *et al.*, (1991), rapportent que l'influence de la photopériode chez le mâle est minime par rapport à la femelle.

### VI8.2- Poids vif à la puberté

A l'âge de la puberté, l'anténaïs de la race **Tazegzawt** pèse en moyenne  $46,86 \pm 3,58$  Kg, il dépasse le poids moyens de l'agneau de la race Awassi ( $42,3 \pm 1,7$  Kg); de l'agneau croisé Romanov-Awassi ( $38,8 \pm 1,7$  Kg) cités par Kridli *et al.*(2006b); de la race Ouled Djellal ( $40,4 \pm 1,21$  Kg) obtenu par Boussena (2013); de la race à queue grasse de Libye (40 Kg) rapporte par Madani *et al.*(1989); de la race Sulffolk ( $36,8 \pm 1,40$  Kg) cite par Skinner et Rowson (1968); de la race Kivircit ( $34,5 \pm 1,12$  Kg) cité par Elmaz *et al.*, (2007). Cependant, il se rapproche du poids à la puberté de la race Serre ( $44,5 \pm 3,9$  kg); de la race Karagouniki ( $44,9 \pm 3,2$  kg) cités par Belibasaki et Kouimtzi (2000) et de l'agneau croisé Charollais-Awassi ( $44,2 \pm 1,8$  kg) rapporté par Kridli *et al.*, (2006b). Par contre, le poids à la puberté de la race **Tazegzawt** obtenu est inférieur à celui de la race Chios ( $50,2 \pm 2,6$  Kg), Friesland ( $49,8 \pm 3,7$  Kg) rapportés par Belibasaki et Kouimtzi (2000). On note que, Yue (1996), chez la race Hu, Thoyba Faroug Fadol Karrar, (1996), chez le mouton du désert, Bensghir (1978) et Charfi *et al.*, (2008), chez la Dman et Mukasa-Mugerwa et Ezzaz (1992 ) chez la race Menz ont enregistré de légers poids vifs à la puberté que celui obtenu dans cette étude, soient respectivement de  $18,5 \pm 1,48$  Kg;  $25,6 \pm 2,9$  Kg; 19,7 Kg et 24 Kg et  $19,3 \pm 0,4$  Kg.

La présente étude a révélé l'intervalle de poids vif à la puberté des agneaux de la race **Tazegzawt** situé entre 34,5 et 49,5 Kg. Skinner *et al.*, (1968); Lee *et al.*, (1981) et Olster et Foster, (1986) déterminent un intervalle de poids à la puberté réduit situé entre 30 et 40 Kg chez les agneaux. Chez les races ovines Chios, Karagouniki et Serres, Belibasaki et Kouimtzi (2000), déterminent un intervalle de 35 à 37 Kg et chez la Ouled Djellal, Boussena (2013), obtient un intervalle de 34,5 à 47,5 Kg. Skinner et Rowson (1968), déterminent un intervalle de poids vifs à la puberté plus important de 29,5 à 50 Kg chez la race Suffolk.

Le poids vifs à la puberté représente 40 à 50 % du poids adulte chez les ovins (Breaden et Fuquay, 1997), il représente respectivement 50 et 55% chez les races prolifiques Friesland et Chios et 65 à 67% chez les races moins prolifiques Karagouniki et Serres

(Belibasaki et Kouimtzis 2000).Dyrmundsson et Lees (1972) ont rapporté que chez les agneaux Clun forestiers, le poids vif à la puberté représente 35 à 45% du poids adulte. D'autres études rapportent des chiffres de 46.5% chez les agneaux issus du croisement Rambouillet x béliers Colombie-(Jimenez Severiano et Pijoan, 1984) et de 65% chez les agneaux de la race Suffolk et de 50% chez les agneaux Suffolk métissés (Skinner et Rowson, 1968).Chez la race ovine **Tazegzawt**, le poids vifs à l'âge adulte n'est pas encore défini, donc nous ne sommes pas en mesure de déterminer ce que représente le poids à la puberté par rapport au poids adulte.

Les différences dans les poids corporels pubertaires peuvent être attribuées aux facteurs génétiques et nutritionnels. Belibasaki et Kouimtzis, (2000) ; Kridli *et al.*(2006) et Villasmil-Ontiveros *et al.* (2011) suggèrent que le poids vif des agneaux à la puberté est probablement lié au génotype. En effet, Belibasaki et Kouimtzis (2000), rapportent qu'à la puberté, les agneaux Freisland et Chios sont plus lourd que Karagouniki et Serres.Hassan *et al.* (1993), constatent que le poids à la puberté des agneaux issus de croisement est plus lourd que ceux des races pures. Ainsi, Kridli *et al.* (2006a) ont obtenus chez les agneaux de différents génotype (Awassi et croisés Awassi-Romanov et Awassi-Charollais) des âges différents à la puberté mais des poids vifs similaires (environ 40Kg). Dans notre étude, comme pour l'âge, les agneaux **Tazegzawt** ont atteint la puberté à des poids vifs différents. Sachant que la réalisation de la puberté est fortement liée à un plus grand poids corporel (Madani *et al.*, 1989 et Abi Saab *et al.*, 1997), la croissance rapide chez certains agneaux de la race Tazegzawt a induit un bon développement corporel et testiculaire qui a favorisé le développement sexuel rapide (puberté). Cette constatation a été rapporté par plusieurs auteurs (Dun, 1955 ; Skinner et Rowson, 1968. Skinner *et al.*, 1968; Pretorious et Marinocowitz 1968). Ceci confirme que le développement sexuel est étroitement lié à la croissance corporel qu'à l'âge chronologique (Abi Saab *et al.*, 1997). Les agneaux ayant accusés un retard de croissance corporelle et testiculaire ont atteint tardivement la puberté et à des poids vifs inférieurs à ceux des précédents. En effet, Foster *et al.* (1985) ont rapporté que les animaux en dessous du poids vif critique retardent la puberté ou échoue à l'atteindre. Il a également

été indiqué que l'immaturation sexuelle chez les agneaux a été associée aux faibles taux de croissance corporelle et testiculaire (Dyrumndsson, 1978).

Le poids corporel est plus important que l'âge pour la survenue de la puberté, les agneaux doivent être soumis à un plan nutritionnel élevé afin d'atteindre la puberté s'ils doivent être utilisés comme futurs reproducteurs dans les programmes de sélection.

### **VI8.3- Circonférence scrotale et autres paramètres testiculaires à la puberté :**

La taille moyenne de la circonférence scrotale au moment de la puberté est estimée à  $27 \pm 3$  Cm, elle varie selon les individus et atteint la taille maximale parmi les agneaux les plus lourds avec une valeur de 29 Cm et une taille minimale parmi les agneaux les plus légers avec une valeur de 18,7 Cm. Cette taille moyenne est similaire à celles de Serres ( $27 \pm 1,1$  Cm) et Karagouniki ( $27,5 \pm 2$  Cm) et Chio ( $28,9 \pm 2,9$  Cm) rapportées par Belibasaki et Kouimtzi (2000), mais elle dépasse celle de la race Ouled Djellal ( $21,77 \pm 0,83$  Cm) citée par Boussena (2013), de la race Menz ( $21,5 \pm 0,3$  Cm) citée par Mukasa-Mugerwa et Ezzaz (1992) et de la race Kivircik ( $25,09 \pm 0,89$  Cm) citée par Elmaz *et al.*, (2007). Par contre, Belibasaki et Kouimtzi (2000) rapportent une taille moyenne chez la Friesland ( $33,9 \pm 1$  Cm), supérieure au résultat obtenu chez l'agneau **Tazegzawt**.

La présente étude nous a montré l'importance de la taille de la circonférence scrotale à la puberté par rapport à certaines races. La circonférence scrotale au moment de la puberté diffère d'une race à une autre (Belibasak et Kouimtzi, 2000), sachant que, le poids corporel est un paramètre plus important que l'âge pour la détermination du début de la puberté (Kridli *et al.*, 2006b), mais en absence de poids vif, la mesure de la circonférence scrotale peut être l'indicateur utile de l'apparition de la puberté (Mukasa-Mugerwa et Ezzaz, 1992). Elle est considérée comme le meilleur indicateur du développement sexuel chez le mâle (Notter *et al.*, 1981) et même un indicateur de l'âge de puberté (Binlgin *et al.*, 2004). D'après Mukasa-Mugerwa et Ezzaz (1992) et Alves *et al.* (2006), la prise de mesure de la circonférence scrotale peut être considérée comme un critère de sélection des animaux destinés à la reproduction. L'étude effectuée par Mukasa-Mugerwa et Ezzaz, (1992), a montré que la circonférence seule ou avec le périmètre thoracique pourrait prédire le poids pré-pubère de l'agneau.

Concernant les autres paramètres testiculaires, les moyennes obtenues du diamètre et longueur des testicules et du diamètre de queue de l'épididyme soient respectivement  $4,51 \pm 0,53$  ;  $9,4 \pm 1,05$  et  $2,4 \pm 0,22$  Cm, dépassent la longueur moyenne du testicule de la race Ouled Djellal et presque similaires pour le diamètre du testicule et le diamètre de la queue de l'épididyme (Boussena, 2013).

#### VI8.4- Caractéristiques spermatiques à la puberté

Les résultats de notre étude ont montré que les jeunes mâles de la race **Tazegzawt** d'âge moyen de  $32,4 \pm 3,53$  semaines et de poids vif moyen de  $46,86 \pm 3,58$  Kg avec une circonférence scrotale moyenne de  $27 \pm 3$  Cm, donnent une semence qui dépasse largement les seuils minimums de concentration en spermatozoïdes ( $962,5 \pm 475,6 \times 10^6$  spermatozoïdes /ml) et de mobilité spermatique ( $33,63 \pm 23,2$  %) définis par Wolf *et al.* (1965), Evans *et al.*, (1995), Mukasa-Mugerwa et Ezzaz (1992), Wheaton et Godfrey (2003) et Jafariahangari *et al.* (2012), qualifiant ainsi ces animaux de pubères. En analysant les résultats individuellement, nous constatons qu'à l'âge de 29 semaines, certains agneaux de la race **Tazegzawt** commencent produire du sperme de qualité répondant aux caractéristiques de la puberté. D'autres agneaux au même âge ou à l'âge avancé, produisent aussi du sperme qui ne répond pas aux caractéristiques de la puberté du fait qu'il présente soit une bonne concentration en spermatozoïdes mais une mauvaise mobilité spermatique ou inversement. Ceci concorde avec ce qu'a rapporté Court (1976), le sperme à la puberté est d'une mauvaise qualité avec une forte proportion d'anomalies et de faible motilité, mais il s'améliore significativement quelques mois plus tard.

Souza *et al.* (2010), observent que l'agneau de la race ovine Tropicale Santa Ines commence la production du sperme à l'âge de 29 semaines, un résultat similaire à celui de notre étude.

##### VI8.1.1- Volume du sperme

Le volume du sperme produit par l'ensemble des agneaux de la race **Tazegzawt** au moment de la puberté varie de 0,02 à 0,63 ml et la moyenne ( $0,4 \pm 0,2$  ml) est inférieure aux volumes de sperme obtenus par l'électroéjaculation chez les agneaux de la race Ouled Djellal (Boussena, 2013), de la race Awassi et des agneaux croisés Charollais-

Awassi (Kridli *et al.*, 2006b), mais elle se rapproche du volume obtenu chez les agneaux croisés Romanov-Awassi (Kridli *et al.*, 2006b). Il est par contre supérieur au volume ( $0,29 \pm 0,24$  ml) obtenu avec le vagin artificiel chez l'agneau Hu (Yue, 1996). Skinner et Rowson (1968), rapportent que les agneaux de la race Suffolk, produisent par l'électroéjaculation un volume moyen de sperme de 1,1 ml (avec présence de spermatozoïdes), celui-ci est largement supérieur à celui obtenu dans notre étude.

Les différences dans les quantités de production de sperme à la puberté entre notre étude et les autres études effectuées par d'autres auteurs peuvent être expliquées par les différences de races, de l'environnement de l'élevage des animaux ou même de la période et de la technique utilisée pour la collecte de la semence. Quant aux différences de production du sperme au sein du groupe étudié (CV=51%), elles peuvent être liées à l'insuffisance de la consommation de l'alimentation chez certains individus. La production de sperme est liée à la taille des testicules, en effet, l'observation des testicules de petites tailles combinée au poids corporel chez certains agneaux de la race **Tazegzawt** explique dans certains cas la faible production du sperme. Yarney *et al.* (1990), rapportent qu'à la puberté les agneaux avec des testicules de plus grande taille produisent du sperme avec un grand volume et plus de spermatozoïdes.

#### **VI8.4.2- Concentration en spermatozoïdes**

À la puberté, la concentration spermatique varie entre 42 et  $1400,5 \times 10^6$  spermatozoïdes/ml avec une concentration moyenne de  $962,5 \pm 475,6 \times 10^6$  spermatozoïdes/ml. Cette moyenne de concentration est largement supérieure à celle de la race Ouled Djellal, soit  $7,01 \pm 0,98 \times 10^6$  spermatozoïdes/ml (Boussena, 2013), de la race Hu, soit  $293 \pm 0,95 \times 10^6$  spermatozoïdes/ml (Yue, 1996) et de la race Suffolk, soit  $45 \times 10^6$  spermatozoïdes/ml (Skinner et Rowson, 1968) mais inférieure à celle de la race Kivircik, soit  $1,32 \pm 0,23 \times 10^9$  spermatozoïdes/ml (Olmaz *et al.*, 2007).

#### **VI8.4.3- Mobilité spermatique**

Chez les agneaux de la race **Tazegzawt**, la mobilité spermatique moyenne ( $33,63 \pm 23,2$  %) obtenue à la puberté est inférieure à celle de la race Suffolk (65 %) rapportée par Skinner et Rowson, (1968), à celle de la race Santa Ines (64%) citée par Souza *et al.* (2010) et à celle de l'agneau croisé Romanov-Awassi (Kridli *et al.*, 2006a),

mais supérieure à celle rapportée par Yue (1996), chez la race Hu, avec 17 % et celles rapportées par Kridli *et al.*, (2006a) chez la race Awassi et les agneaux croisés Charollais-Awassi. L'âge, la race, les conditions d'élevage et de l'environnement ainsi que la méthode de la détermination de ce paramètre de la puberté peuvent expliquer les différences de mobilité entre les races étudiées. Pour les premières collectes de sperme, Kridli *et al.* (2006a), précise que la concentration spermatique et la mobilité des spermatozoïdes sont particulièrement faibles, néanmoins, chez agneaux de la race **Tazegzawt** étudiés, les résultats des deux paramètres obtenus sont acceptables car ils dépassent largement le seuil minimum caractérisant la puberté.

#### **VI8.4.4- Hormone sexuelle testostérone à la puberté :**

Les résultats des taux de la testostérone obtenus à l'âge de la puberté s'avèrent complexes du fait de la variabilité des valeurs de concentrations de cette hormone entre les agneaux. Pour la majorité des agneaux, ils ont montré une augmentation des concentrations de testostérone, ce résultat concorde avec ce qu'a obtenu Kridli *et al.* (2007) chez les agneaux et Ozsar *et al.* (1990) chez les chevreaux. Nous avons également observé des agneaux avec des concentrations élevées de la testostérone après la puberté, cette même constatation a été établie par Souza *et al.* (2010) sur l'agneau de la race Santa Ines à 42 semaines d'âge. Également, d'autres études ont rapporté des concentrations plus élevées de testostérone chez les béliers Outouais, Rideau et Finish Landrace entre 35 et 52 semaines d'âge (Langford *et al.*, 1998), chez l'Ile-de-France à environ 38 semaines et chez les béliers Romanov entre 29 et 36 semaines (Lafortune *et al.*, 1984). Ceci traduit les différences de sécrétion de la testostérone chez les agneaux selon les races.

Le cas exceptionnel présenté dans les résultats de notre étude concernant l'agneau ayant atteint la puberté tardivement avec de faibles pics de testostérone, cela peut être expliqué probablement par le faible taux de croissance de l'animal suite à une insuffisance alimentaire qui a eu des répercussions défavorables sur la sécrétion hormonale. En effet, Wood *et al.* (1991), rapportent que chez les agneaux, le système neuroendocrinien de la reproduction; qui conduit à la puberté, s'avère sensible aux niveaux nutritionnels.

### VI8.5- Corrélations entre les paramètres à la puberté

Notre étude a montré qu'au moment de la puberté il existe une corrélation positive du poids corporel avec le périmètre thoracique ( $r=0,94$  ;  $p<0,0001$ ) et avec toutes les mesures testiculaires, contrairement à l'âge qui est négativement corrélé avec les mesures corporelles et testiculaires. Ce qui indique l'importance du poids corporel par rapport à l'âge dans la détermination du début de la puberté. Mukasa-Mugerwa et Ezzaz (1992), ont obtenu des résultats similaires, indiquant la corrélation positive de la circonférence scrotale avec le poids mais négative avec l'âge. Ahmad et Noakes (1996), ont obtenu également au moment de la puberté chez des chevreaux une corrélation plus étroite de la taille des testicules avec le poids qu'avec l'âge. Le résultat de corrélation significative du poids corporel avec la circonférence scrotale ( $r=0,63$  ;  $p<0,0001$ ) obtenu à la puberté est en accord avec les résultats de recherche antérieurs (Mukasa-Mugerwa et Ezzaz, 1992 et Kridli *et al.*, 2006b) ceci confirme aussi l'importance de la circonférence scrotale dans la détermination de la puberté. En effet, Mukasa-Mugerwa et Ezzaz (1992), proposent l'utilisation de la taille de la circonférence scrotale en absence du poids corporel comme un indicateur de l'apparition de la puberté.

L'hormone de reproduction mâle (testostérone) est corrélée positivement avec les paramètres corporels et testiculaires, cette même corrélation a été indiquée par l'étude effectuée par Elmaz, (2007).

## **CONCLUSION**

Au terme de ce présent travail de recherche sur la puberté et les caractéristiques reproductives des agneaux de la race **Tazegzawt**, les conclusions pour chaque paramètre en relation avec les objectifs visés dans cette étude peuvent être présentées ainsi :

Concernant le développement corporel, il est important de noter que la race **Tazegzawt** présente des caractéristiques de croissance intéressantes. Le poids vif des agneaux enregistré à la naissance est considérable du fait qu'il soit meilleur par rapport au poids des autres races ovines algériennes ou celles des pays voisins. Les poids vifs à différentes âges et les taux de croissance enregistrés demeurent acceptables. Avant le sevrage, sous l'effet de la qualité maternelle et les conditions d'élevage favorables, les agneaux ont enregistré de bons poids corporel et de meilleurs taux de croissance. Par contre, après le sevrage, le stress de séparation des agneaux de leurs mères et les conditions d'élevage, ont affecté défavorablement les caractéristiques de croissance des agneaux (taux de croissance et poids corporel). La forte corrélation entre le poids corporel et le périmètre thoracique indique la possibilité d'estimation du poids corporel à partir de la mesure du périmètre thoracique.

Cependant, les résultats de croissance corporel obtenus ne reflètent pas réellement le potentiel zootechnique de la race du fait du nombre réduit de l'échantillon étudié et aussi la non prise en considération d'autres facteurs intrinsèques et extrinsèques. Néanmoins, il apparaît que la race **tazegzawt** a un bon potentiel de croissance, elle est vraisemblablement à tendance viande. L'amélioration du poids à la naissance et du taux de croissance peuvent être réalisés par la sélection des parents et par l'amélioration du plan nutritionnel.

Pour le développement testiculaire, des prises de mesures sur une seule gonade suffisent pour évaluer l'état de développement sexuel du mâle du fait que la différence entre les deux gonades n'est pas significative. La valeur reproductive du mâle peut être déterminée à partir de la croissance des testicules. Cette dernière est progressive et rapide entre 9 et 35 semaines d'âge, correspondant ainsi à la phase de développement sexuel. Cette phase indique le début de la spermatogénèse qui correspond aussi au stade pubertaire. Considérant la circonférence scrotale comme meilleur indicateur du développement sexuel, à l'âge de 35 semaines certains agneaux de la race **Tazegzawt** atteignent une

circonférence scrotale d'au moins 30 Cm. Les paramètres testiculaires sont positivement corrélés avec l'âge, le poids vif et le périmètre thoracique ce qui démontre l'existence d'une forte relation entre le poids corporel et le développement sexuel. Les mesures testiculaires sont mieux corrélées avec le poids vif qu'avec l'âge, les agneaux les plus lourds ont eu des testicules plus développés. La corrélation positive du poids vif avec la circonférence scrotale permet d'estimer le poids vif à partir de la mesure de la circonférence scrotale.

L'observation de l'état de développement du pénis est un indicateur de la maturité sexuelle. Certains jeunes agneaux **Tazegzawt** (les plus lourds) peuvent être considérés en état de maturité sexuelle à partir de la 27<sup>ème</sup> semaine d'âge car la séparation du pénis de la muqueuse préputiale est complète. Cet état est fortement lié au taux de croissance corporel (poids vif et périmètre thoracique) et testiculaire (circonférence scrotale). Les agneaux ayant subi un retard dans la croissance corporel ont accusé un retard dans la séparation complète du pénis de la muqueuse préputiale.

La collecte de sperme par électro éjaculation est une technique simple ne nécessitant pas un entraînement pour l'animal et ne présente pas de risques. Cette technique permet de vérifier réellement si l'animal est pubère. La première collecte a été obtenue à l'âge de 27 semaines mais avec une qualité spermatique faible (immaturité et immobilité de la plupart des spermatozoïdes). Par conséquent, l'utilisation des jeunes mâles à cet âge pour des accouplements naturels ou pour la collecte du sperme et l'insémination artificielle est déconseillée. Toutefois, la semence s'améliore avec l'âge mais cette amélioration est variable selon les individus. La production du sperme en quantité et en qualité dépend de l'état de développement corporel et testiculaire, en effet, les caractéristiques spermatiques sont positivement corrélées entre elles et aussi avec la croissance corporelle et les différentes mesures testiculaires.

Les résultats de concentrations de la testostérone dans le sang ne sont pas concluants car les taux obtenus durant la période de l'expérimentation varient avec l'âge et d'un individu à un autre. Néanmoins, on note que l'observation de pics élevés de testostérone a commencé essentiellement à l'âge de 17 semaines. Les agneaux au plus grand poids

corporel et une grande taille testiculaire secrètent plus de la testostérone, en effet, le taux de testostérone est positivement corrélé avec la croissance corporelle et testiculaire.

Le jeune mâle de la race **Tazegzawt** atteint la puberté à l'âge moyen de  $32,4 \pm 3,53$  semaines (29 à 39 semaines), au poids vif moyen de  $46,86 \pm 3,58$  Kg (34,5 à 49,5Kg) et avec une circonférence scrotale moyenne de  $27 \pm 3$  Cm (29 à 18,7 Cm). Nous considérons que ce moment de la puberté obtenu n'est ni précoce ni tardif et il est possible de l'améliorer par l'élimination des effets défavorables et/ ou par le croisement avec une race prolifique. Chez les agneaux étudiés, le moment d'entrée en puberté est significativement influencé par le poids corporel et la taille des testicules, les agneaux ayant eu une croissance rapide a induit un bon développement corporel et testiculaire favorisant ainsi un développement sexuel rapide (puberté). Ceux qui ont accusé un retard dans la croissance corporel et testiculaire ont atteint la puberté quelques semaines plus tard et à un poids vif inférieur. Ceci confirme que la puberté est étroitement liée à la croissance corporelle, de ce fait, il est judicieux de suggérer que les agneaux prévus comme futurs reproducteurs soient soumis à un bon régime nutritionnel. Faute de mesure de poids corporel, la mesure de la circonférence scrotale peut être considérée comme le meilleur indicateur du développement sexuel et aussi de l'âge à la puberté, elle représente un critère de sélection des mâles destinés à la reproduction.

A la puberté, les jeunes agneaux de la race **Tazegzawt** présentent des caractéristiques moyennes de concentration en spermatozoïdes de  $926,5 \pm 475,6 \times 10^6$  spermatozoïdes/ml (42 à  $1400,5 \times 10^6$  spermatozoïdes/ml) et de mobilité de  $33,63 \pm 23,2\%$  (0 à 100%). Notons qu'à partir de 29 semaines les agneaux sont capables de produire du sperme de bonne qualité répondant aux caractéristiques de la puberté.

Concernant le taux de la testostérone dans le sang, nous retenons qu'il commence à augmenter (plus de 1ng/ml) à partir de la 11<sup>ème</sup> semaine d'âge et la puberté survient quelques semaines plus tard.

A la puberté, la corrélation des mesures testiculaires est positive avec le poids vif et le périmètre thoracique mais négative avec l'âge, ceci démontre l'importance du poids par rapport à l'âge dans la détermination du début de la puberté.

En perspective, nous recommandons de reprendre la même étude sur des agneaux nés en saison d'automne et procéder à une confrontation des résultats obtenus avec ceux nés au printemps (cas de notre étude). La prise en compte des facteurs de photopériode et de température est nécessaire afin de déterminer leurs effets sur la puberté et les caractéristiques reproductives des jeunes mâles de la race **Tazegzawt**. En outre, il est aussi utile de prendre en considération d'autres facteurs tels que : les caractéristiques des parents, les conditions d'élevage des brebis en état de gestation et la qualité maternelle des brebis après mise bas.

## REFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abassa K.P., Pessinaba J. et Adeshola-Ishola A. (1992).** Croissance pré-sevrage des agneaux Djallonké au Centre de Kolokopé (Togo). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1992, 45, 49-54.
- Abdel Rahim, S. E. (1997).** Studies on the age of puberty of male camels (*Camelus dromadaries*) in Saudi Arabia. *Vet. J.*, 154: 79-83.
- Abdel Rahim, S. E. A., Sharaby, M. A. And Suleiman, I. O. (1989).** Studies on the age of puberty of Najdi ram. *Anim. Repro. Sci.*, 20, 1: 67-69.
- Abdullah A.Y., Kridli R.T., Momani Shaker M. and Obeidat M.D. (2010).** The relationship between semen quality and mineral composition of semen in various ram breeds. *Small Rum. Res.*, 38:45-49.
- Abi Saab S., Sleiman 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 Ruminant Reseach* 25, 17-22.
- Abraham M. C., Puhakka J., Ruete A., Al-Essawe E.M., De Verdier K. and al., (2016).** Testicular length as an indicator of the onset of sperm production in alpacas under Swedish conditions. *Acta Vet. Scand.* 58:10.
- Adam C.L. and Findlay P.A. (1997).** Effect of nutrition on testicular growth and plasma concentrations of gonadotrophins, testosterone and insulin-like growth factor I (IGF-I) in pubertal male Soay sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*, 111, 121-125.
- Adeley I.O.A. (1984).** Seasonal effect on lamb production under tropical conditions. *Niger J. Anm. Prod.*, 11, 168-174.
- Adham I.M., Emmen J.M. and Engel W. (2000).** The role of the testicular factor INSL3 in establishing the gonadal position. *Mol. Cell. Endocrinol.*, 160 (1-2), 11-16.
- Adrews R.P. et Orslov E.R. (1970).** The nutrition of the early weaned lamb. I. The influence of protein concentration and feeding level on rate of gain in body weight. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 5, 11-18.
- Ahmad A. and Noakes D.E. (1996).** Sexual maturity in British breeds of Goat Kids. *Br. Vet.* 152-93.
- Ahmad M., Latif M., Ahmad M., Qazi M.H., Sahir N. and Arslan M. (1984).** Age-related changes in body weight scrotal size and plasma testosterone levels in buffalo bulls (*Bubalus bubalis*). *Theriogenology* 22: 651-656.
- Aissaoui, C., Chibani, J. et Bouzebda, Z. (2004).** Etudes des variations de la production spermatique du bélier de race Ouled Djellal soumis à un régime pauvre. *Renc. Rech. Ruminants.*, 14 : 380.
- Alberio R. and Colas G. (1976).** Influence of photoperiodism on sexual development of the young Ile de France ram. *Porc. 8th Int. Congr. Anim. Reprod. A.I., Cracow*, pp. 26-29.
- Alexopoulos, K., Karagiannidis, A. and Tsakalot P., (1991).** Development of macroscopic and microscopic characteristics of ejaculate from Chios, Serres and Karagouniki breed lambs. *Theriogenology* 36, 667-680.
- Al-Ghalban A.M., Tabaa M.J. and Kridli R.T. (2004).** Factors affecting semen characteristics and scrotal circumference in Damascus bucks. *Small Ruminant Res.* 53: 141-149.

- Al-Kawmani A.A., Alfuraiji M.M., Abou-Tarboush F., Alodan M. and Abul Farah M. (2014).** Development changes in testicular interstitium in teh Nadji Ram Lambs. Saudi Journal of Biological Sciences. 21, 133-137.
- 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. Science Direct, APCBEE Procedia 8 260-265.
- Almeida AM., Schwalbach LMJ., Cardoso LA.andGreyling JPC. (2007).** Small Ruminant Research: in press, doi: 10.1016/j. Scrotal, testicular and semen characteristics of young Boer bucks fed winter veld hey: the effect of nutritional supplementation. Smallrum. res. 02.001
- Al-Nakib F.M.S, Lodge G.A. and Owen J.B. (1986).** A study of sexual development in ram lambs. Anim. Prod. 43, 459-468.
- Alves, J. M., Mcmanus, C., Lucci, C. M., Carneiro, H. C. R., Dallago, B. S., Cadavid, V. G., Marsiag, P. A. P. and Louvandini, H. (2006).** Season of birth and puberty in Santa Inês Lambs. R. Bras. Zootec., 35: 958-966.
- Amann R.P. (1962).** Reproductive capacity of dairy bulls. III. The effect of ejaculation frequency, unilateral vasectomy and age on spermatogenesis. Am. J. Anat. 110, 49–53.
- Amann R.P. and Schanbacher B.D. (1983).** Physiology of male reproduction. University of Nebraska - Lincoln. P380-388
- Ana Salem I., Salem I.A. and Aboulwaffa G. (2005).** Relationship of puberty and semen characteristics to seasonal and nutritional variation Saidi ram lambs. Egyptian J.Anim. Prod. 42(2): 145-156.
- Arienti G., Carlini E., Verdacchi R. and Palmerini C.A. (1997).** Transfert of aminopeptidase activity for prostasomes to sperm. Biochim Biophys acta, (1336): 269-274.
- Armbruster T., Peters K.J. and Hadji-Thomas A.(1991).** Sheep production in the humid zone of eastAfrica: III. mortality and productivity of sheep in improved production systems in Côte - d'Ivoire. *J. Anim. Breed. Genet.*, 1991b, 108, 220 - 226.
- Arthur G. H.; Noakes, D.E.; Parkinson, T.J. and England, G.C.W. (2001).**Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics. 8th edition. China.
- Bahhar K. (1998).** Etude de l'avènement de la puberté chez le chevreau Noir de Montagne du Maroc : développement corporelle et testiculaire. Mémoire. 3ème Cycle Biologie. Animale. IAV Hassan II, Rabat, Maroc., 124 p.
- Baril G., Chemineau P., Cognie Y., Guérin Y., Leboeuf B., Orgeur P. et Vallet J.C. (1993).** Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. Chapitre 4 : Collecte et conservation de la semence. Station de la physiologie de la reproduction. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) France. FAO 1993. Département de l'agriculture [www.fao.org/docrep/009/t0121f/T0121F06.htm](http://www.fao.org/docrep/009/t0121f/T0121F06.htm)
- Barsoum I. and Yao H. H. (2006).** The road to maleness: from testis to Wolffian duct. Trends Endocrinol. Metab., 17(6), 223-228.
- Barth A. D., Brito L. F. C. and Kastelic J. P. (2008).** The effect of utrition on sexual development of bulls. Theriogenology, 70 : 485–494
- Bearden, H.J. and Fuquay, J.W. (1997).** Applied Animal Reproduction. 4th ed. Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, N, J, USA.

- Bela B. and Haile A. (2009).** Factors affecting growth performance of sheep under village management conditions in the South Western part of Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 21(11).
- Belaid D. (1986).** Aspect de l'élevage ovin en Algérie. OPU (Office de Publications Universitaires) Alger : 107p.
- Belchetz P.E., Plant T.M., Nakai Y, Keogh E.J. and Knobil E. (1978).** Hypophysial responses to continuous and intermittent delivery of hypothalamic gonadotropin-releasing hormone. *Science*. 202:631-3.
- Belibasaki S. and Kouimtzis S. (2000).** Sexual activity and body and testis growth in pubertal ram lambs of Friesland, Chios, Karagouniki and Serres dairy sheep in Greece. *Small Ruminant Research*. 37, 109-113.
- Ben Ahmed S. (1991a).** Évaluation des performances de croissance et de reproduction de la race D'man en station et dans d'autres élevages des vallées de Draâ et Dadès. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle Agronomie, Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.
- Ben Hamouda M. (2011).** Amélioration génétique des ovins allaitants en Tunisie: Bilan et perspectives. *Option Méditerranéennes*, A (97), pp. 125-132.
- Benseghir A. (1978).** Contribution à l'étude de la fonction sexuelle mâle de deux races ovines marocaines : D'man et Beni Hsen. Thèse Doctorat Vétérinaire, L.A.V. Hassan II, Rabat, Maroc, pp24.
- Benvent MC. (1987).** Quelques aspects de la croissance chez les animaux supérieurs d'élevage; Station de physiologie animale, Centre de Recherche Agronomique Midi.
- Bielli A., Pérez R., Pedrana G, Milton J.T.B., Lopez A., Blackberry M. A., Duncombe G, Rodriguez-Martinez H. and Martin G.B. (2002).** Reproduction. Fertility. *Development*, 14 (6), 333 – 337.
- Bilaspuri G.S. et Singh K. (1992).** Development changes in body weight and testicular characteristics in Malabari goat kids. *Theriogenology* 37, 507-520.
- Bindon B.M. and Piper L.R. (1976).** Assessment of new and traditional techniques of selection for reproduction rate. In: Tomes, G.J., Congr., Muresk, Perth, WA, Inst., Perth, pp. 387±401. Robertson, D.E., Lightfoot, R.J. (Eds.), *Sheep Breed. Proc. Int.*
- Blache D., Chagas L. M. Blackberry M. A., Vercoe, P. E. and Martin, C. B. (2000).** Metabolic factor affecting the reproductive axis in male sheep. *J. Reprod. Fertil.*, 120 : 1-11.
- Bohring C. and Krause W. (1999).** Serum levels of inhibin B in men with different causes of spermatogenic failure. *Andrologia*. 31:137-41.
- Boly H., Koubaye A., Viguier-Martinez M.C. et Yenikoye A.(1993).** Gestation et reprise de l'activité sexuelle après le part chez la brebis Djallonké, variété « Mossi ». *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1993, 46, 631-636.
- Bonnes G., Desclaude J., Drogoul C., Gadoud R., Jussiau R. et al. (2005).** Physiologie de l'activité sexuelle du mâle in *Reproduction des animaux d'élevage*. Educagri éditions, Dijon.
- 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.
- Boujenane I. and Kerfal M. (1990).** Estimates of genetic and phenotypic parameters for growth traits of D'man lambs. *Animal Production* 51, 173-178.

- Boujenane I., (1989).**Inheritance of reproduction traits in crosses between the D'man and Sardi breeds of sheep. PhD Dissertation, University of California, Davis, pp 152.
- Boujenane I. (2002).**Développement de la race synthétisée ovine DS. Small ruminant research, 45(1): 51-57.
- Boujenane I., Boudiab A. et El Aich A. (1982).**Performances de production des races ovines locales marocaines. Actes Institut Agronomiques Vétérinaire 2 : 24-48.
- Boujenane, I. (2006).** Reproduction and production performance of Moroccan sheep breeds. Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 14:1-18.
- Bourfia M. and Touchberry R. W. (1993a).**Diallel cross of three Moroccan breeds of sheep. I. Lambs growth and carcass traits. Journal of Animal Science 71, 870-881.
- Boussena S. (2013)** Performances de reproduction chez les ovins Ouled Djella. Avènement de la puberté et caractéristiques séminales chez le mâle jusqu'à l'âge de 1 an. Thèse Doctorat, Institut des Sciences vétérinaires, Département de Production Animales, Université Constantine 1, 2013.
- Boussena S., Bouaziz O., Zerrougi S., Derqaoui L. et Tainturier D. (2013).**Performances de croissance corporelle et testiculaire avant le sevrage chez les agneaux de race Ouled Djellal. Revue Méd. Vét., 2013, 164, 4, 191-199.
- Boussena S., Aimeur R., Hireche S., Bouaziz O., Tainturier D.(2014).** Contrôle des performances de reproduction (corporelles, testiculaires et spermatiques) chez les antenais de race *Ouled Djellal* de la puberté jusqu'à la mise à la reproduction. Revue Méd. Vét., 2014, 165, 9-10, 289-296.
- Bravo J.A., J. Montaner J., Calero R. and Royce T.J. (2011).** Identification of sperm subpopulations with defined motility characteristics in ejaculates from Ile de France rams. Animal Reproduction Science 129, 22– 29.
- Britol F.C., Barth A.D., Wilde R.E. and Kstelic J.P. (2012).**Effect of growth rate from 6 to 16 months of age on sexual development and reproductive function in beef bulls. Theriogenology. 77: 1398-405.
- Brown Douglas C.G. (2003).** Aspects of puberty and growth in pasture-raised New Zealand Thoroubreds born in spring and autumn. Thesis of Doctor of Philosophy at Massey University, Palmerston North, New Zealand. P182.
- Cameron J.L. (1990).** Factors controlling the onset of puberty in primates. In: Adolescence and puberty. Oxford University Press. New York, USA: PP. 9-28.
- Carr I., Clegg E.J. and Meek G.A. (1968).** Sertoli cells as phagocytes: an electron microscopic study. J. Anat. 102:501-9.
- Carr W. R. and Land R.B. (1975).** Plasma luteinizing hormone levels and testis diameters of ram lambs of different breeds. J.Reprod. Fert. 42, 325.
- Castonguay F. (2006).** La reproduction chez les ovins. Université Laval, Agriculture et Agroalimentaire (Québec): 1-154
- Celis J.P., Rodriguez O.L. and Quintal J. (1987).** Correlation between scrotal circumference and some zoometric measurements with testis weight in Pelibuey sheep. Tec Pecú Mex 25: 85-93
- Chafri N. and Mahouachi M. (2011).**Effet du niveau alimentaire intra-utérin sur le moment d'apparition de la puberté et la croissance testiculaire et corporelle chez les agneaux de la race D'man. Renc. Rech. Ruminants, 2011, 8p.

- Chafri N., Mahouachi M. and Ben Hamouda M. (2008).** Effets du niveau alimentaire après mise bas sur le développement de la fonction reproductive chez l'agneau de race prolifique D'man : Développement testiculaire et déclenchement de la puberté. Renc. Rech. Ruminants., 15:394.
- Chakraborty P.K., Stuari L.D. and Brown J.L. (1989).** Puberty in the male Nubian Gaot : Serum concentration of LH, FSH and Testosterone from birth through puberty and semen characteristics st sexual maturity. Animal Reproduction Science, 20, 91-101.
- Chekkal F., Benguega Z., Meradi S., Berredjough D., Boudibi S. et Lakhdari F. (2015).** Guide de caractérisation phénotypique des races ovines de l'Algérie. Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA). 2015, 53p.
- Chellig, R., (1992).** Les races ovines algériennes. O.P.U. Alger, 80 p
- Clarke IJ. and Scaramuzz RJ. (1976).** Effects of testosterone implants n pregnant ewes on their female offspring. Journal of Embryology. 126. 695-702.
- Cohen-Tannoudji J., Combarous Florian Guillou Y., Clément F. et Kah O. (2015).** «Approche Intégrative et Transactionnelle de la Reproduction Animale et Humaine» GDR 3606 REPRO: Groupement de Recherche.
- Cotta Y., Terqui M. and Courot M. (1975).** Testosterone et LH plasmatiques chez l'agneau de la naissance à la puberté. C.R. Acad. Sci. Uparis, Sér. D, 280, 1473-1476.
- Coulter G.H., Rounsaville T.R and Foote R.H. (1976).** Heritability of testicular size and consistency in Holstein bulls. J.Anim. Sci. 43, 9.
- Courot M. (1961).** Proceeding of the 10th international congress on animal reproduction, The Itage 2, 216.
- Courot M., de Reviers M. and Pelletier J. (1975).** Variations in pituitary and blood LH during puberty in the male lamb. Relation to time of birth. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 15, 509-516.
- Courot, M. (1962).** Action des hormones gonadotropes sur le testicule de l'agneau impubère. Réponse particulière de la lignée Sertolienne. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys., 2 : 157-162.
- Court M. (1967).** Endocrine control of the supporting and germ cells of the impuberal testis. Journal of Reproduction and Fertility, (Supplement 2), 89-101.
- Court M. (1976).** Semen quality and quantity in ram. In: G.J. Tomes, D.E. Robertson, R.J. Lightfoot (eds.) Sheep Breeding. 2ème ed., Butterworths London. UK, pp 495-503.
- Craplet C et Thibier M. (1980).** Le mouton. Production- Reproduction-Génétique-Alimentation- Maladies. Tome IV. 4<sup>ème</sup> édition Vigot. 560 p.
- Cribiu EP. et Chaffaux S. (1990).** L'ntersexualité chez les mammifères domestiques. Reprod. Nutr. Dev. Suppl. 1, 51s-61s,
- Crim L.W. and Geschwind I.I. (1972).** Patterns of FSH and LH secretion in the developing ram: the influence of castration and replacement therapy with testosterone propionate. Biology of Reproduction and Fertility, 61, 363-371.
- Da Silva P., Aitken R.P., Rhind S.M., Racey P. A. and Wallace J.M. (2001).** Influence of placentally mediated fetal growth restriction on the onset of puberty in male and female lambs. Journals of Reproduction anf Fertility, 1470-1626
- Davis G.P., Hinch G.N., Thwates C.J. and Kinghorn B.P. (1986).** Attainment of puberty in rams selected on weaning weight. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. Vol. 16.
- De Rooij D.G. andLok D. (1987).** Regulation of the density of spermatogonia in the seminiferous epithelium. Exp. Cell. Res. 240: 16-27.

**Dehimi M.L. (2005).** Chapter Three: Small ruminant breeds of Algeria. In: IÑGUEZ, L. (Ed.) Characterisation of small ruminant breeds in West Asia and North Africa. Vol.2: North Africa. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. (ICARDA), Aleppo, Syria, 196p.

**Dekhili M. et Mehnane R. (2004).** Facteurs d'accroissement en poids des agneaux (Ouled Djellal) de la naissance au sevrage. Renc. Rech. Ruminants : 205.

**Dekhili M. (2002).** Performances reproductives des brebis de race Ouled Djellal nés doubles ou simples. Renc. Rech. Ruminants, 9 : 155.

**Dekhili M. et Aggoun, A. (2007).** Performances reproductives des brebis de race Ouled Djellal, dans deux milieux contrastés. Arch. Zootech., 56, 216 : 963-966.

**Dekhili M. et Benkhelif, R. (2005).** Bilan portant sur les performances reproductives d'un troupeau de brebis Ouled Djellal. Renc. Rech. Ruminants, 12 : 162.

**Dekhili M. et Mahane, S. (2004).** Facteurs de l'accroissement en poids des agneaux (Ouled-Djellal) de la naissance au sevrage. Renc. Rech. Ruminants, 11 : 235

**Deldar Tajangokeh H., Zare Shahneh A., Moradi Shahrehabak M. and Shakeri M. (2007).** Monthly Variation of plasma concentrations of testosterone and thyroid hormones and reproductive characteristics in three breeds of Iranian fat-tailed rams throughout one year. Pak.J. Biol. Sci. 10, 3420-3424.

**Delgado J.A., De Santiago-Miramontes M.A. and Carrillo E. (2007).** Season of birth modifies puberty in female and male goats raised under subtropical conditions. Animal, 1: 858-864.

**Derqaoui L., El Fadili M., François D. and Bodin L. (2009).** Onset of puberty in D'man and Timahdite breeds of sheep and their crosses. 60 th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 24-27 August 2009, No. 13: 276p, Barcelona, Spain.

**Desjardins C. (1978).** Endocrine regulation of reproductive development and function in the male. J. Anim. Sci., 47: 56-79.

**Dickson K.A. and Sanford L.M. (2005).** Breed diversity in FSH, LH and testosterone regulation of testicular function and in libido of young adult rams on the southeastern Canadian prairies. Small Ruminant Res. 56:189-203.

**Dominique B. (2006).** Dynamic and integrative aspects of the regulation of reproduction by metabolic status in male sheep. Reprod.Nutr. Dev., 46: 379-90.

**Donovan B.T. and Van der Werff ten Bosch (1965).** The effects of naloxone on circulating gonadotrophin concentrations in the perpubertal heifer Journal of Reproduction and Fertility 96 847-855.

**Dorado J., Molina I., Muñoz-Serrano A. and Hidalgo M. (2010).** Identification of sperm subpopulations with defined motility characteristics in ejaculates from Florida goats. Theriogenology, 74:795-804.

**Douglas C.G.B. (2003).** Aspects of puberty and growth pasture raised New Zealand Thoroughbreds born in spring and autumn. Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Science, Massey University. Thesis, 182p.

**Drews U. (2000).** Local mechanisms in sex specific morphogenesis. Cytogenet. Cell Genet, 91 (1-4), 7-80.

**Ducker M.J., Bowman J.C. and Temple A. (1973).** The effect of constant photoperiod on the expression of oestrus in the ewes. J. Reprod. Fertil., Suppl., 19: 143-150.

**Dudouet C. (1997).** La production des moutons. 1<sup>ère</sup> édition, France Agricole. 280p.

- Dudouet C. (2003).** La production du mouton. 2<sup>eme</sup> \_edition ISBN n<sub>2</sub>. Edition France agricole: 28-30.
- Dufour J.J., Fahmy M.H. and Minivielle F. (1984).** Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in rams with long or short breeding season. *J. Anim. Sci.* 58: 416-422.
- Duguma G., Taddeset T., Kumsa T. and Abergaz S. (2007).** Evaluation of the impact of plane of nutrition on growth and carcass traits of Horro lambs castrayed at differnt ages. In: Degefa T., Feyissa F. (Ed.) Procrdings of the 15th Annual Conference of the Ethiopian Society of Animal production (ESAP) Held in Addis Ababa, Ethiopia, October 4-6.
- Dun R.B. (1955).** Puberty in Merinos rams. *Aust. Vet. J.* 31, 104.
- Dyrmundsson O.R. (1973).** Puberty and early reproductive performance in sheep. II. Ram lambs. *Anim. Breed Abstr.*, 41: 419-430.
- Dyrmundsson O.R. (1978).** A note on sexual development of Icelandic rams. *Anim. Prod.*, 26: 335-338.
- Dyrmundsson O.R. and Lees J.L. (1972).** Pubertal development of Clun Forest ram lambs in relation to time of birth. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 79, 83-89.
- Ebling F.J.P. (2005).** The neuroendocrine timing of puberty. *Reproduction*, 129: 675-683.
- Eicher E.M. and Washbum L.L. (1986).** Genetic control of primary sex determnation in mice. *Annu. Rev. Genet.* 2, 327-360.
- Eilts, B.E. (2004).** Breeding Management of Rams (Puberty and Sperm Production). Louisiana State University, School of Veterinary Medicine.
- El Bouyahiaoui R., ArboucheF., Ghozlane F., MoullaF., Belkheir B., Bentrioua A., Hidra H., Mansouri H., Iguerouada M., Bellahreche A., et Djaout A.(2015).** Répartition et phénotype de la race ovine Bleue de Kabylie ou *Tazegzawt* (Algérie). *Livestock Research for Rural Development* 27 (10) 2015.
- El Khalifa E.I., Ahmed M.E., Hafez Y.H., El-Zolaky O.A., Bahera K.M. and Abido A.A. (2013).** Age at puberty and fertility of Rahmani sheep fed on biological inoculated corn silage. Faculty of Agriculture, Ain Shams University. *Annals of Agricultural Science* (2013) 58 (2). 163-172.
- Elits B.E. (2004).** Breeding Management of rams (Puberty and sperme Production) Louisiana State University. School of Veterinary Medicine.
- Elmaz O., Cirit U and Demir H. (2007).** Relationship of testicular development with age, body weight, semen characteristics and testosterone in Kiircik ram lambs. *South african Journal of animal Science* 37(4).
- Elmaz O., Dikmen S., Cirit U. and Demir H. (2008).** Prediction of postpubertal reproduction potential according to prepubertal Body weight, Testicular size, and testosterone concentration using multiple regrssion analysis in Kivircik ram lambs. *Turk. J. Anim. Sci.*: 32 (5): 335-343.
- El-Wishy A. B. and El-Sawaf S.A. (1971).** Development of sexual activity in male Damascus goats. *Indian J. Anim. Sci.* 41, 350-356.
- Elzawam A.Z. (2013).** Establishment of spermatogenesis following testicular tissue ectopic Xenografting in Alpaca. Washington State University. Department of veterinary Clinical Sciences.

- Emsen E. (2005).** Testicular development and body weight gain from birth to 1 year of age of Awassi and Redkaraman sheep and their reciprocal crosses. *Small Rum. Res.*, 59: 79-82.
- Evans A.C.O., Davies F.J., Nasser L.F., Bowman P. and Rawlings N.C. (1995).** Differences in early patterns of gonadotrophin secretion between early and maturing bulls, and changes in semen characteristics at puberty. *Theriogenology* 43, 569-578.
- Fahmy M.H. (1990).** Nouvelles races de moutons au Canada. Agriculture Canada Publication, 33p.
- Fahmy M.H. (1997).** Carcass composition in Romanov and crossbred male lambs from 10 to 34 weeks of age and its association with testosterone concentration. *Small Ruminant Res.* 26:267-276
- Fahmy M.H., (1990).** Reproductive performance of Romanov ewe lambs having conceived at three months of age. *Can. J. Anim. Sci.* 70:715-717.
- Fall A., Gueye E., Diop M., Sandford J., Wissocq J. Y., and al. (1982).** Evaluation des productivités des ovins taurins et des taurins Ndama au Centre de Recherche zootechnique de Kolda, Sénégal, Centre International pour l'élevage en Afrique (Cipea) : Addis-Abeba 74p,
- Farrell, P.B., Foote, R.H., McArdle, M.M., Trouern-Trend, V.L. and Tardif, A.L., (1996).** Media and dilution procedures tested to minimize handling effects on human, rabbit and bull sperm for computer-assisted sperm analysis (CASA). *J. Androl.* 17, 293–300.
- Fernandez M., Giralde F.J., Frutos P., Lavin P. and Mabtecon A.R. (2004).** Effect of undegradable protein supply on testicular size spermogram parameters and sexual behavior of mature assaf rams. *Theriogenology.* 62. 299-310.
- Folch J. (1983).** Influence of age, photoperiodism and temperature on semen production of rams. In Courot, M. (Ed). *The male in farm Animal Reproduction.* Martinus Nijhoff Publishers, Amsterdam.
- Fontbonne A., Maenhoudt C., Borges P., Santos N. et Fontaine E. (2014)** Utilisation d'implants sous-cutanés d'agonistes de la GnRH chez les carnivores domestiques pour maîtriser la reproduction. *Communication, Bul. Acad. Vét. France -2014-Tome 167.* 165-170.
- Foote R.H. (1978).** Factors influencing the quantity and quality of semen harvested from bulls, rams, boars and stallions. *J. Anim. Sci.* 47, 1-11.
- Foote R. H. (1969).** Research techniques to study reproductive physiology in the male, in techniques and procedures in *Animal Science Research.* P80 Amer. soc. Anim. Champaign, IL.
- Foster D.L., Ebling F.J.P. and Clapool L.E. (1988).** Timing of puberty by photoperiod. *Reprod. Nutr. Develop.*, 28:349-364.
- Foster D.L., Yollon S.M. and Olster D.H. (1985).** Internal and external determination of the timing of puberty in the female. *J. Reprod. Fertil.* 75: 327-344.
- Fourie PJ, Schwalbach LM, Naser FWC. et Van der Westhuizen C (2004).** Scrotal, testicular and semen characteristics of young Dorper rams managed under intensive and extensive conditions. *Small Ruminant Research.* 54:1. 53-59.
- Galloway D.B. (2000).** The development of the testicles in Alpacas in Australia. *Australian Alpaca Association.* Canberra; 21-3.

**Gaouar S. B., Anne Da Silva A., Elena Ciani E., Samia Kdidi S., Aouissat M., Dhimi L., Lafri M., Abderrahman Maftah A. and Mehtar N. (2015).** Admixture and Local Breed Marginalization Threaten Algerian Sheep Diversity. PLoS ONE 10(4): e0122667. doi:10.1371/journal.pone.0122667

**Gaouar S B S., Lafri M., Djaout A., El-Bouyahiaoui R., Bouri A., Bouchatal A., Maftah A., Ciani E and Da Silva A B., (2017).** Genome-wide analysis highlights genetic dilution in Algerian sheep. *Heredity*, 118, 293–301 <http://www.nature.com/hdy/journal/v118/n3/full/hdy201686a.html>

**Gbenbouche A.B., Hornck J. L., Adamou-N'Diaye M., Edorh A. P., Farnier F., Abiola F. A. et Leroy P. L. (2005).** Caractérisation et maîtrise des paramètres de la reproduction et de croissance des ovins Djallonké (*Ovis amon aries*). *Ann. Méd. Vét.* 2005, 149, 148-160.

**Gherardi P.B., Lindsay D.R. and Oldham C.M. (1980).** Testicle size in rams and flock fertility. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 13:48-50.

**Ghorbankhani F., Souri M., Moeini M.M. and Mirmahmoudi R. (2015).** Effect of nutritional state on semen characteristics, testicular size and serum testosterone concentration in Sanjabi ram lambs during the natural breeding season. *Animal Reproduction Science* 153; 22-28.

**Ghozlane, F., Ziki, B. et Yakhlef, H. (2005).** Variations saisonnières des caractères quantitatifs du sperme de bélier de race Ouled Djellal. *Renc. Rech. Ruminants.*, 12 : 380.

**Gier H. T. and Marion G. B. (1970)** Development of the mammalian testis. In Johnson W.R. Gomes et Vandermark N. L. (Ed.). *The testis*. Vol. 1, p1. Academic Press. New York.

**Girma Abebe (2008).** Chapter 5: Reproduction in Sheep and Goats, in Ethiopia Sheep and Goat Productivity Improvement Program: Sheep and Goat Production Handbook for Ethiopia.

**Glatzel P. (1988).** Variation in hormonal feedback and reproductive performance in rams of different genotypes from birth through puberty. *Theriogenology*, 30: 763-776.

**Gundogan M. (2007).** Seasonal variation in serum testosterone: T3 and andrological parameters of two Turkish sheep breeds. *Small Rumin. Res.* 67, 312-316.

**Gürdal Görekçi, Ş. and Evrim, M. (2000).** Comparative studies on the production performances of Chios and Imroz sheep kept under semi-intensive condition. III. The effects of some environmental factors on production characteristics. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 24: 553-561.

**Habert R., Lejeune H. and Saez J.M., (2001).** Origin differentiation and regulation of fetal and adult Leydig cells. *Molecular and cellular Endocrinology*. 2001 ; 179:47-74.

**Haboby A. A., Alkass A.E. and Ishak M.A. (1994).** Growth pattern of some sexual organs during pubertal period of docked Awassi and Hamadani rams. *IPA J. Agric. Res.* 4, 76-85.

**Hadzi T.N. (1988).** Facteurs de variation de mortalité et de croissance des agneaux Djallonké au centre d'appui Technique de Kolokopé au Togo.

**Hafez E.S.E. (1993).** *Reproduction in farm Animals* (6th edn). Lea and Febiger. Philadelphia, USA.

**Hammond J. (1961).** Le mouton : la reproduction, la croissance et l'hérédité des

animaux de la ferme. Edition Vigot frère, Paris.

**Hassan M.R., Pervage Ershaduzzaman M. and Talukder M.A. (2009).** I: Influence of age on the spermiogramic parameters of nativesheep. *J. Bangladesh Agril, Univ.,* 7, 301-304.

**Hassan F., Mousa M. T., Aboul-Naga A. M., El-Hommosi F. and Abd El-Hafez, G. (1993).** Puberty and early mating performance in subtropical fat-tailed sheep and their crosses. In: LEBBIE, S. H. B., REY, B., IRUNGU, E. K. (Ed.) *Small Ruminant Research and Development in Africa, Proceeding of the second Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network, AICC, Arusha, Tanzania, 7-11 December 1992.* ILCA (international Livestock Centre of Africa)/CTA (Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation) Addis Ababa, Ethiopia, 268 p.

**Hauschild M. et Theintz G. (2008).** Le développement de la fonction testiculaire. *Paediatrica,* 19 (3) : 51-55

**Hawkins J.M.E. (1987).** *The Oxford Senior Dictionary.* Oxford University Press, UK.

**Haynes N.B. and Schanbacher B.D. (1983).** The control of reproductive activity in the ram. In: I. Gordon, *Controlled Reproduction in sheep and goats.* (CAB International, Wallingford, UK), 431-451.

**Herrera-Alarcón, J., Villagómez-Amezcuca, E., González-Padilla, G. and Jiménez-Severiano, H. (2007).** Stereological study of postnatal testicular development in Blackbelly sheep. *Theriogenology,* 68, 4: 582-591.

**Howles C.M., Craigon J. and Haynes N.B. (1982).** Long term rhythm in testicular volume and plasma prolactin concentration in rams reared for 3 years in constant photoperiod. *Journal of Reproduction and Fertility,* 65, 439-466.

**Hunter (1982).** *Reproduction of farm Animals.* Longman Group Ltd., Broomfield Mill, UK,  
**Illingworth PJ, Groome NP, Byrd W, Rainey WE, McNeilly AS, Mather JP, and al.(1996).** Inhibin-B: a likely candidate for the physiologically important form of inhibin in men. *J. Clin. Endocrinol Metab.* 81:1321-5.

**Jafarihangari Y., Smith S., Sharma R. K., Zerehdaran S. and Blair H. (2012).** The effect of pre-natal environment on live weight, reproductive and semen characteristics in ram lambs. *Small Rum. Res.,* 103: 200-204.

**Jainudeen M.R., Wahid H. and Hafez E.S.E. (2000).** Sheep and goats. In: Hafez, E.S.E., Hafez, B. (Eds.), *Reproduction in Farm Animals.* Seventh ed. Lippincott, Williams & Wilkins, Maryland, pp. 172-181.

**Jarrige R. (1988).** *Alimentation des bovins, ovins et caprins.* Ed. R. Jarrige, INRA, Paris, 471 p

**Jimenez Severiano H. and Pijoan P.J. (1984).** Onset of puberty in ram lambs in the Mexican highlands. In: *Proceedings of the Tenth International Congress on Animal Production and Artificial Insemination II.* Illinois, USA, June 10-14, pp. 174-177.

**Jiménez-Severiano H., Reynoso M.L., Román-Poncec S.I. and Robledob V.M. (2010).** Evaluation of mathematical models to describe testicular growth in Blackbelly ram lambs. *Theriogenology* 74, 1107-1114,

**Johnson M. H. and Everitt B. J. (2006).** *Reproduction.* Edition De Boeck Université : 30-125

**Josso N., Pcard JY. and Tran D. (1977).** The anti mullerian hormone. *Rec. Pro.Horm.Res*333, 117-167.

**Joste A. (1991).** Les pèrpes d'une recherche :l'étude de la différenciaton sexuelle. Médeane/sciences ; 7: 263-75.

**Joste A., Vgier B., Prepin J. and Perchellet JP. (1973).** Studies on sex differentiation in mammals. Recent Prog. Horm. Res; 29: 1-41.

**Jurd R. D. (2002).** L'essentiel en Biologie Animale. Berti Editions (Paris): 275-317

**Juyena N.S., Vencato J., Pasini G., Vazzana I. and Stellata C. (2013).** Alpaca semen quality in relation to different diets. *Reprod. Fertil. Dev.* 25: 683-90.

**Kafi, M., Safdarian, M. and Hashemi, M., (2004).** Seasonal variation in semen characteristics: scrotal circumference and libido of Persian Karakul rams: technical note. *Small Rumin. Res.* 53, 133 -139.

**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.

**Katsaounis N. (1980).** Breeds of sheep. In: Kyriakids (Ed.) *Sheep Husbandry.* Thessaloniki, pp. 107-176.

**Kaymakçi M., Sarican C. and Karaca O. (1988).** Investigations on the testis characteristics in Acipayam male lambs. *Ege Univ. Ziraat Fak. Der.,* 25: 109-123.

**Knight T. W. (1977).** Methods for the indirect estimation of testes weight and spenn numbers in Merino and Romney rams. *N. Z.J. Agric. Res.* 20,219.

**Knobil E. (1974).** On the control of gonadotropin secretion in the rhesus monkey. *Recent Prog Horm Res.* 30:1-46.

**Koyuncu M., Kara Uzun S., Ozis S. and Duru S. (2005).**Development of testicular dimensions and size, and their relaship to age and body weight in growing Kivircik (Western Thrace) ram lambs. *Czech J. Anim. Sci.* 50, (6): 243-248.

**Kridli R.T., Abdullah Y. A., Shaker M.M. and Masa'deh M. (2007).** Sexual activity and puberty in pure Awassi and crosses and backcrsses with Charollais and Romanov sheep breeds. *New Zealand Journal of Agricultural Reseach,* Vol. 50; 429-436.

**Kridli RT., Abdullah Y. A., Momani Shaker M. et Al-Momani AQ. (2006b).** Age at puberty and some biological parameters of Awassi and its first crosses with Charollais and Romanov rams. *Italian Journal of Animal Science* 5: 193-202.

**Kridli RT, AbdullahY. A. and Momani Shaker M. (2006a).** Sexual performance and reproductive characteristics of young adult Awassi, Charollais-Awassi and Romanov-Awassi rams. *Sheep and Goat Research Journal* 21: 12-16.

**Kridli R.T., Momani Shaker M., Abdullah Y. A. and Sada I., (2002).** Libido and biological parameters of mature Awassi, Awassi x Charollais and Awassi x Romanov rams. *J. Anim. Sci.* 80 (Suppl. 1):75-76.

**Kritzinger N.M., Stindt H.W. and Van Der Westhuysen J.M. (1984).** *South African Journal of Animal Science* 14, 88.

**Kumar D., Josh N. and Naqvi S. M. K. (2010).** Objective assessment of sperm motion characteristics of Malpura ram lamb raised under intensive managment system in semiarid tropical environment. *Trop. Anim. Health Prod.,* 42: 653-658.

**Kumi-Diaka J., Djang-Ford T.K., Sekoni V.O. and Ogwu D. (1985).** Effect of different husbandry systems on the reproductive development of post-weaning ram lambs under tropical conditions. *Theriogenology,* Vol. 23 No.24, 583-591.

**Lafortune E., Blanc M.R., Orgeur P., Pelletier J., Perreau C., Terqui M. and Hochereau-de-Reviere M.T. (1984).**A comparison of the changesinLH,FSH

and testosterone in spring born ram lambs of two different breeds. *Reprod Nutr Develop* 24, 947–952.

**Laib N. et Yahi F. (2008).** Contribution à l'étude de la croissance des agneaux de la naissance à 4 mois. Mémoire d'ingénieur Y Constantne (El Khroub): 8-16.

**Land R.B. et Carr W.R. (1975).** Testis growth and plasma LH concentration following hemicastration and its relation with female prolificacy in sheep. *J. Reprod. Fert.* 45, 495.

**Land R.B. (1973).** The expression of female sex-limited characters in the male. *Nature* 1973; 241:208-9.

**Land R.B. (1977).** Animal Breeding Research Organisation Report. 23-29.

**Land R.B. (1978).** Reproduction in young sheep: some genetic and environmental sources of variation. *J. Repro. Fertil.*, 52: 427-436.

**Land R.B. and Carr R. (1975).** Testis growth and plasma LH concentration following hemicastration and its relation with female prolificacy in sheep. *J. Reprod. Fert.* 45, 495-501.

**Land R.B. and Sales D.I. (1977).** Mating behaviour and testis growth of finish Landrace, Tasmanian Merino and crossbred rams. *J. Anim. Prod.* 24: 83-90

**Land, R.B. et Carr W.R. (1975).** Testis growth and plasma LH concentration following hemicastration and its relation with female prolificacy in sheep. *J. Reprod. Fert.* 45, 495±501.

**Longford G.A., Ainsworth G.A., Marcus L. and Shrestha J.N. (1987).** Photoperiod entrainment of testosterone luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, and prolactin cycles in rams in relation to testis and semen quality. *Biol. Reprod.* 37: 489-99.

**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 Rumin Res* 29, 225–231.

**Le Jeune H., Jegou B., Carreau S. and Saez I.M., (1996).** Régulation paracrine et autocrine des fonctions testiculaires. In : Drosowley MA, Belaisch J., Vermeulen A., Coord., *Endocrinologie Masculine*. Paris : Doin- 503p.

**Lee V.W.K., Bremner W.J., Cummings I.A., De Kretser D.M. and Findley J.K. (1981).** Effects of LH-RH infusion, castration and cryptorchidism on gonadotropin and testosterone secretion in developing rams. *J. Reprod. Fertil. (Suppl.)*, 30: 111-118.

**Lee V.W.K., Cummings I.A., De Kretser D.M., Findley J.K., Hudson B. and Keogh E.J. (1976).** Regulation of gonadotrophin secretion in rams from birth to sexual maturity. Plasma LH, FSH and testosterone levels. *J. Reprod. Fertil.* 46:1-6.

**Lefebvre P. et Bringer J. (2005).** Impact des facteurs nutritionnels sur les troubles de l'ovulation. *mt médecine de la reproduction*, 7 (4) : 249-255.

**Lincoln G.A. (1979).** Photoperiodic control of seasonal breeding in the ram: Participation of the cranial sympathetic nervous system. *J. Endocrinol.*, 82: 135-147.

**Lincoln G.A. (1989).** Seasonal aspects of testicular function. In: Burger H. and De Kretser D. (eds.) *The testis* 2nd ed. Raven, New York, USA, pp 329-385.

**Lincoln G.A. and Short R.V. (1980).** Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent Prog. Horm. Res.*, 36: 1-43

**Llaurado J.G. and Dominguez O.V. (1963).** Effect of cryptorchidism on testicular enzymes involved in androgen biosynthesis. *Endocrinology* 72, 292–297.

- London J.C. and Wenger J.H. (1996).** Investigation into traditionally managed Djallonké-sheep production in humid and subhumid zones of Asante, Ghana. 113, 483-492.
- Longford G.A., Ainsworth G.A., Marcus L. and Shrestha J.N. (1987).** Photoperiod entrainment of testosterone luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, and prolactin cycles in rams in relation to testis and semen quality. *Biol. Reprod.* 37: 489-99.
- Loretz C., Wechsler B., Hauser R. and Rusch P. (2004).** A comparison of space requirements of horned and hornless goats at the feed barrier and in the lying area. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 87, 275-283.
- Lunstra D.D., Ford J.J. and Echtenkamp S.E. (1978).** Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.*, 46: 1054-1062.
- Lyne, A. A. G. and Verhagen A.M.W. (1957).** Growth of the masupial *Trichosurus vulpecula* and a comparison with some higher mammals. *Growth* 21:167.
- Macit M., Esenbuga N. and Karaoglu M. (2002).** Growth performance and carcass characteristics of Awassi, Morkaraman and Tushin lambs grazed on pasture and supported with concentrate. *Small Rum. Res.*, 44:241-246.
- Macit M., Esenbuga N. and Karaoglu M. (2003).** Growth and carcass characteristics of three fat-tailed pure breeds under grazing with concentrate supplementation. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 27:331-337
- Madani M.O., Rahal M.S., Zawia M. T. and Eluwhaishi B. A. (1989).** Puberty and early sexual development in Libyan Fat-Tailed Ram Lambs. *British Veterinary Journal* 145-276 (3)
- Madani M.O.K. and Rahal M.S. (1988).** Puberty in Libyan Male Goats. *Animal Reproduction Science*, 17 : 207-216
- Mahouachi M., Chafri N., Ben Hamouda M., Rekik M. and Lassoued N. (2011).** Effets de la nutrition sur les performances reproductives chez les agneaux et le belier. *Option Méditerranéennes, A N° 97* : 117-121.
- 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
- Maria I.F.M., El-Darawany A.A., Fadiel A. and Abdel-Hafez M.A.M. (2007).** Physiological traits as affected by heat stress in sheep. *Small Rum. Res.*, 7, 1:1-12.
- Martin G.B., Tjondrogoro S. and Blackerry M.A. (1994).** Effects of nutrition on testicular size and the concentration of gonadotrophins, testosterone and inhibin in plasma of mature male sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*, 101 121-128.
- Martin L.J. and Tremblay J.J. (2010).** Nuclear Receptors in Leydig Cell Gene Expression and function. *Biology of reproduction*. 352: 14-26.
- Martin G-B., Sutherland S.R.D. and Lindsay D.R. (1987).** Effects of nutritional supplements on testicular size and the secretion of LH and testosterone in Merino and Boroola rams. *Anim. Reprod. Sci.* : 267-281.
- McLachlan R.I., O'Donnell L., Meachem S.J., Stanton P.G., de Kretser D.M., Pratis K. and al. (2002).** Identification of specific sites of hormonal regulation in spermatogenesis in rats, monkeys, and man. *Recent Prog Horm Res.* 57:149-79.

**Mclaren A. (1984).** Meiosis and differentiation of mouse germ cells. *Symp Soc Exp Biol.* 38: 7-23

**Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche (2016).** Service des statistiques agricoles : Séries statistiques des Productions animales, 1997-2015.

**Moulla F. et El Bouyahiaoui R. (2015).** Populations ovines locales algériennes de la kabylie : Ressources génétiques animales méconnues et en danger d'extinction. In Workshop National : Valorisation des «races» locales ovines et caprines à faibles effectifs «Un réservoir de diversité génétique pour le développement local».02-03 Mars 2015. INRAA. Alger.

**Mori A.(1959).** Studies in the reproductive failure of ram caused by undernutrition. I. On the effects of undernutrition upon the mating potency of ram and the effects of normal feeding upon its recovery from impotence. *Tohoku J. Agric. Res.* 10: 263-267.

**Moura A. and Erickson B.H. (1997).** Age-related changes in peripheral hormone concentrations and their relationships with testis size and number of sertoli and germ cells in yearling beef bulls. *J. Reprod. Fertil.* 111, 183-190.

**Mukasa-Mugerwa E, and Ezaz Z. (1992).** Relationship of testicular growth and size to age, body weight and onset of puberty in Menz ram Lambs. *Theriogenology* 38:979-988,

**Negussie Danaa, Teshome Shenkoru and Azage Tegegne (2000).** Growth rates and testicular characteristics of Ethiopian highland sheep offered chickpea haulm supplemented with incremental levels of *Leucaena leucocephala* leaf hay. *Livestock Production Science* 65:209-217.

**Nianogo A. J. (1992).** Paramètres de production des ovins Mossi de Gampéla. In: Rey B., Lebby S.H.B., Reynolds., (eds), *African Small Ruminant Research network.* International Livestock Center for Africa (ILCA): Addis Ababa, 346-421.

**Nishimura S., Okano K., Yasukouchi K., Tabata S. and Iwamoto H. (2000).** Testis development and puberty in the male Tokara (Japanese native) goat. *Animal Reproduction Science* 64: 127-131

**Notter D. R., Lucas J.R. and McClaugherty F.S. (1981).** Accuracy of estimation of testis weight from in situ testis measures in ram lambs. *Theriogenology* 15:227.

**Notter D.R., Lucas J.R., McClaugherty F.S. and Copenhaver J.S. (1985).** Breed group differences in testicular growth patterns in spring-born ram lambs. *J. Anim. Sci.* 81 : 1414-26.

**Oldham C.M., Adams N.R., Gherardi P.B., Lindsay D.R. and Mackintosh, J.B. (1978).** The influence of level of feed intake on sperm producing capacity of testicular tissue in the ram. *Aust. J. Agric. Res.* :173-179.

**Olster D.H. and Foster D.L. (1986).** Control of gonadotropin secretion in the male during puberty: a decrease in response to steroid inhibitory feedback in the absence of an increase in steroid independent drive in the sheep. *Endocrinology*, 118: 2225-2234.

**Ortega-Ferrusola C., Macías García B., Suárez Rama V., Gallardo-Bolaños J.M., González-Fernández L., Tapia J.A., Rodríguez-Martínez H. and Peña FJ. (2009).** Identification of sperm subpopulations in stallion ejaculates: changes after cryopreservation and comparison with traditional statistics. *Reprod Domest. Anim.*, 44:419–23.

- Osinowo O. A., Marire B.N. and Ekpe A. (1992).** Preliminary study of postnatal growth and reproductive tract development in Yankasa rams. *Animal Reproduction Science*, 27 (1992) 49-54.
- Ozsar S., Guven B., Kalkandelen G. and Van de Wiel D. (1990).** Testosterone and LH concentrations in the male Angora goat during puberty. *Animal Reproduction Science* 23 319-326.
- Pailhoux E., Pannetier M. and Mandon-Pépin B.(2014).** Chapitre 1 : Différenciation sexuelle des gonades et l'appareil génital. In : La reproduction animale et humaine. Editions Quae. 750p.
- Pailhoux E., Pannetier, M. and Mandon-Pépin B. (2014).** La différenciation sexuelle des gonades et de l'appareil génital. In : La reproduction animale et humaine. Edition Quae. 750p.
- Pappa-Michailidou V., Avdi. M., Zafrakas A., Alifakiotis T. and Michailidou J. (1997).** Ovarian response to hCG injections during the pubertal period in three breeds of sheep with different ovulation rates and litter sizes. *Theriogenology* 47, 1215-1219.
- Paquay R. (2003).** Le comportement reproducteur du mouton. Filière Ovine et caprine N°7.
- Pezzanite L., Bridge A., Neary M. and Hutchens T. (2010).** Animal Sciences Breeding Soundness Examinations Of Rams And Bucks. Purdue University Cooperative Extension Service, West Lafayette, In 47907. [https://Mdc.Itap.Purdue.Edu/Item.Asp?Item\\_Number=As-599-W#.W1ed-Bhdiu](https://Mdc.Itap.Purdue.Edu/Item.Asp?Item_Number=As-599-W#.W1ed-Bhdiu)
- Poivey J.P., Landais E. et Berger Y. (1982).** Etude et amélioration génétique de la croissance des Djallonké. Résultats obtenus au centre de Recherche Zootechnique de Bouaké (Côte d'Ivoire). *Rev. Elev. Méd. Pay Trop.*, 35, 421-433.
- Pretorius P.S. and Marincowitz G. (1968).** Post-natal penis development, testis descent and puberty in Merino ram lambs on different planes of nutrition. *South African Journal of Agricultural Science*. 11: 319-334.
- Purvis I.W., Kilgour R.J., Edey T.N. and Piper L. R. (1984).** Variation in testis diameter and serving capacity within and between 14 Merino lines. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 15, 545.
- Quirino C.R., Bergmann J.A.G., Vale Filho V.R., Andrade V.J. and Pereira J.C.C. (1999).** Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. *Theriogenology* 52: 25-34.
- Rawlings N.C., Hafs H.D. and Swanson L.V. (1972).** Testicular and blood plasma androgens in Holstein bulls from birth through puberty *J. Anim. Sci.*, 34: 435-440.
- Rege J.E.D., Toe F., Mukasa-Mugerwa E., Tembely S., Anindo D., Baker R.L. and Lahlou-Kassi A. (2000).** Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep: Genetic parameters of testicular measurements. *Small Ruminant Res.* 37(3): 173-187.
- Rezagholidzadeh A., Gharagozlou F., Amir Niasari-Naslaji A., Akbarinejad V. and Ziapour, S., (2015).** Evaluation of sperm characteristics in Caspian Stallions Using Computer-Assisted Sperm Analysis. Article in Press. *Journal of Equine Veterinary Science* xx 1-5.
- Robaire B. and Hermo L., (1988).** In the physiology of reproduction, Eds. Knobil, E and Neill, J.D. Vol1 (23): 999-1080.
- Roberts S.J. (1971).** Veterinary obstetrics and genital diseases. Edwards Bros., Inc., Ann Arbor, MI, p 62-721.

**Rowson L.E.A. and Murdoch M.I.(1954).** Electrical ejaculation in the bull. *Vet. Rec.* 66,326.

**Rukundo, R. (2007).** Contribution à l'étude de l'activité androgenique de *Nauclea latifolia*, Sm, (Rubiaceae). Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Ecole Inter-Etats et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V.). P85.

**Russell L.D. (1990).** Histological and histopathological evaluation of the male germline: regulation of spermatogonial stem cells. *Journal of Endocrinology.* 205: 133-45.

**Salhab S.A., Zakawi M., Wardeh M., Al-Masri M.R. and Kaddem R. (2001).**Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, body weight and parental size in growing Awassi ram lambs. *Small Ruminant Res.* 40, 187-191.

**Salhab S.A., Zakawi M., Wardeh M.F., Al-Masri M.R. andt Kassem R. (2003).** Characterization and evaluation of semen in growing Awassi Ram Lambs. *Tropical Animal Health and production,* 35 : 455-463.

**Salisbury G. W., Van Demark N.L. and Lodge J.R. (1978).** Physiology of reproduction and artificial insemination of cattle. Freeman, San Francisco, USA.

**Schanbacher B. D. (1982).** Hormonal interrelationships between hypothalamus, pituitary and testis of rams and bulls. *J. Anim. Sci.,* 55: 56-67.

**Shanbacher B. D., Gomes W. R. and Vandermark N.C. (1974).** Development changes in spermatogenesis, testicular carnitine acetyltransferase activity and serum testosterone in the ram *Journal of Animal Science* 39, 889-892.

**Schoeman S.J. and Combrink G.C. (1978).** Testicular development in Doper, Dohne Merinos and crossbred rams. *S. Afr. Tydskr. Veek.* 17 (1).

**Schoeman, S.J., Els, H.C. and Combrink, G.C. (1987).** A preliminary investigation into the use of testis size in cross-bred rams as a selection index for ovulation rate in female relatives. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 17, 144-147.

**Setchell, B.P. (1991).** Male reproductive organs and semen. In: CUPPS, P.T. (Ed.) *Reproduction in domestic animals.* 4th Ed., Academic Press, Inc. San Diego. New York. Boston. London. Sydney. Tokyo: 670 p.

**Sharpe R. (1994).** Regulation of spermatogenesis. In: Knobil E, Neill JD, editors. *The Physiology of reproduction.* 2nd ed. New York: Raven Press; p1363–436.

**Short R. V. (1974).**Sexual differentiation of the brain of the sheep *NSERM* 32, 121-142.

**Sivachelvan M. N., Ali Ghali M. and Chibuzo G. A. (1995).**Foetal age estimation in sheep and goats. *Small Ruminant Res.,* 1995, 19, 69-76.

**Skinner J. D. and Rowson L.E.A. (1968).** Puberty in Suffolk and cross-bred rams.*J. Reprod. Fert.* 16, 479-488.

**Skinner J.D., Booth W.D., Rowson L.E.A. and Karg H. (1968).** The postnatal development of the reproductive tract of the Suffolk ram, and changes in the gonadotrophin content of the pituitary. *J. Reprod. Fertil.,* 16: 463-477.

**Souza C.E.A., Araujo A.A., Oliveira J.T.A., Lima Souza A.C., Nieva J.N.M. and Moura A.A. (2010).** Reproductive Development of Inês rams During the first Year of Life: Body and Testis Growth, Testosterone concentrations, Sperm Parameters, Age at Puberty and seminal Plasma Proteins. *Reproduction in Domestic Animals.* 45, 644-653,

- Sumar J (1996).** Reproduction in llamas and alpacas. *Anim Reprod Sci.* 42:405–15.
- 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 ès sciences. Univ. Hassiba Benbouali Chlef. P96.
- Taskin T. and Kaymakçi M. (1996).** Variation of some reproductive characteristics in male Kivircik and Daglic Lambs. *J. Agri. Fac. Ege Uni.* 33, 73-80.
- Teinturier C. (2002).** Mécanismes neuroendocriniens de la maturation pubertaire. *Gynécologie Obstétrique & Fertilité*, 30 : 809-813
- Theriz A. (1982).** Influence de l'alimentation sur les performances de reproduction des ovins. 9<sup>ème</sup> Journées de Recherche Ovine et Caprine. INRA-ITOVIC, 294-326.
- Thibault C. (1973).** Sperm transport and storage in vertebrates. *Journal of Reproduction and Fertility (Suppl.18)*, 39-45,
- Thoyba Faroug and Fadol Karrar (2005).** Pubertal traits in male and female sudanese desert sheep. Thesis Matser degree of Veterinary Science, Univ. Of Khartoum.
- Tibary A. and Vaughan J. (2006).** Reproductive physiology and infertility in male South American camelids: a review and clinical observations. *Small Ruminant Res.* 61:283–98.
- Tibary A., Pearson L.K. and Anouassi A. (2014).** Applied andrology in camelids. In: Chenoweth PJ, Lorton SP, editors. *Animal andrology: theories and applications.* Wallingford: CAB International; p418–49.
- Tiwari S.B. and Sahni K.L. (1981).** Puberty and reproductive performance in ram lambs of indigenous, exotic and crossbred sheep under semi-arid conditions. *Indian Journal of Animal Science*, 51, 634-638.
- Toe F., Rege J.E.O., Mugerwa E., Tembly S., Aninodo D., Baker R.L. and Lahlou-Kassi A. (2000).** Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep I. Genitic parameters of testicular measurements in ram lambs and relationship with age at puberty in ewe lambs. *Small Rum. Res.* 2000 ; 36: 227-40.
- Tortora G. J. and Grabowski S.R., (1996).** Bone tissue. In Tortora G.J. et Grabowski S.r., (Eds.). *Principales of anatomy and physiology (8 Edn).* Harper Collins College Publishers, USA. Pp. 65-68.
- Tortora G. J. and Grabowski S. R., (1995).** *Biologie Humaine ; Cytogénétique – Régulation – Reproduction.* Edition de : Centre Educatif et Culturel inc, (Québec) : 310-349
- Toure G. et Mayer C. (1990).** Evolution corporelle, testiculaire et comportementale chez les agneaux Djallonké. *Agronomie Africaine*, 2(1), pp. 45-51.
- Tuli R.K., Schmidt-Baulain R. and Holtz W. (1992).** Computer-assisted motility assessment of spermatozoa from fresh and frozen-thawed semen of the bull, boar and goat. *Theriogenology* 38, 487–490.
- Ungerfeld R. and Gonzalez-Pensado S.P. (2008).** Social rank affects reproductive development in male lambs. *Animal Reproduction Science* 109: 161-171.
- Van Vlaenderen G. (1985).** Togo septentrional : programme d'aménagement et de développement intégré du Nord Togo, Kara c/o PNUD. *Rev. Mond. Zootech.*, 53, 19-26.
- Vilain É., McElreavey K., Herskowitz K. et Fellous M. (1992).** La détermination du sexe : faits et nouveaux concepts. *Société Française de Génétique.* m/s N 9, Vol. 8,

**Villanueva C. et De Roux N. (2014).** Chapitre 11 : La puberté. In : La reproduction animale et humaine. Edition Quae. 750p.

**Villanueva C., Huijbregts L., Chevrier L., Jacquier S., Villoing L. De Roux N. (2010).** Mécanismes biologiques et gènes impliqués dans l'initiation de la puberté: rôle des kisspéptins. Journées nationales du DES d'Endocrinologie- Diabète et maladies métaboliques (Paris) : 53-59.

**Villette-Houssin Y. et Theriez M., (1982).**Facteurs de variation du poids à la naissance des agneaux. L'agneau et le chevreau nouveau nés. 7<sup>ème</sup> Journées de la Recherche Ovine et Caprine. INRA-ITOVIC, 165-186.

**Walkley J.R.W. and Smith C. (1980).** The use of physiological traits in selection for litter size in sheep. J. Reprod. Fert. 59, 83-88.

**Watson R.H., Sapsford C.S. and McCane I. (1956).** The development of the testis, epididymis and penis in the young Merinos. Australian Journal of Agricultural Research, 7, 574-590.

**Wheaton J.E. and Godfrey R.W. (2003).** Plasma LH, FSH, testosterone, and age at puberty in ram lamb actively immunized against an inhibin  $\alpha$ -subunit peptide. Theriogenology 60, 933-941.

**Wiemer, K.E. and Ruttle J.L. (1987).** Semen characteristics, scrotal circumference and bacterial isolates of fine wool range rams. Theriogenology 28, 625-637.

**Wiggins EL. and Terril CE. (1953).** Variation in penis development in ram lambs. J. Anim. Sci. 12, 524-534.

**Wolf F. R., Almquist J. O. and Hale E. B. (1965).** Prepuberal behaviour and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance, J, Anim, Sci, 24:761.

**Wood R.I and Foster D. L. (1998).** Sexual differentiation of reproductive neuroendocrine function in sheep. Reviews of Reproduction 3, 130-140.

**Wood R.I., Ebling F.J.P. and Foster D.L. (1991).** Sex differences in nutritional modulation of gonadotrophin secretion during development: studies in the growth-retarded lamb. Biology of Reproduction 44, 632-639.

**Yapi-Gnaore C. V., Oya A., Rege J. E. O. and Dagnogo B. (1997a).** Analysis of an open nucleus breeding programme for Djallonké sheep in the Coast, Examination of non-genetics factors. Anim. Sci, 20, 265-300.

**Yapi-Gnaore C. V., Rege J. E., Oya A. and Alemayelu N. (1997b).** Analysis of an open nucleus-breeding programme for Djallonké sheep in the vory Coast. 2. Response to selection on body weight. Anim. Sci, 64, 301-307.

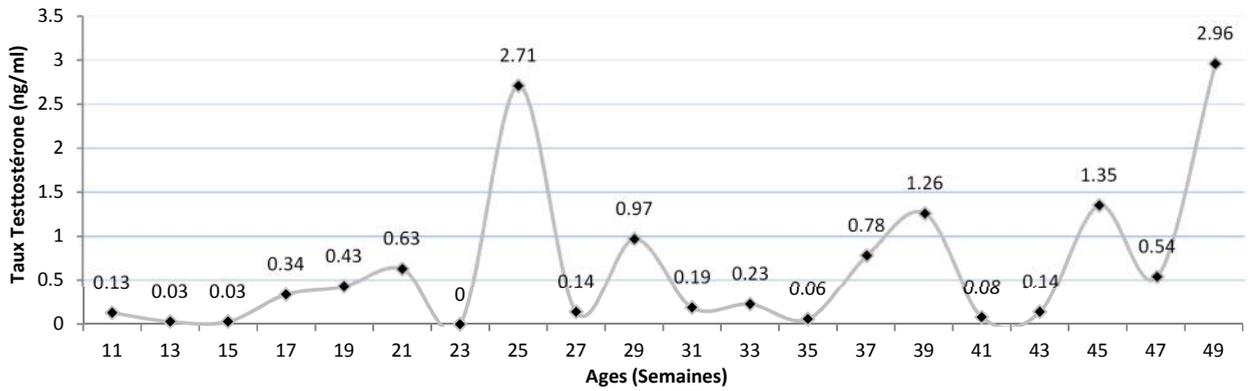
**Yarney T.A. Sandford L.M. and Palmer W.M. (1990).** Pubertal development of ram lambs: body weight and testicular size measurements as indices of postpubertal reproductive function. Can. J. Anim. Sci. 70:139-147.

**Yue G. (1996).** Reproductive characteristics of Chinese Hu sheep. Animal Reproduction Science 44: 223-230.

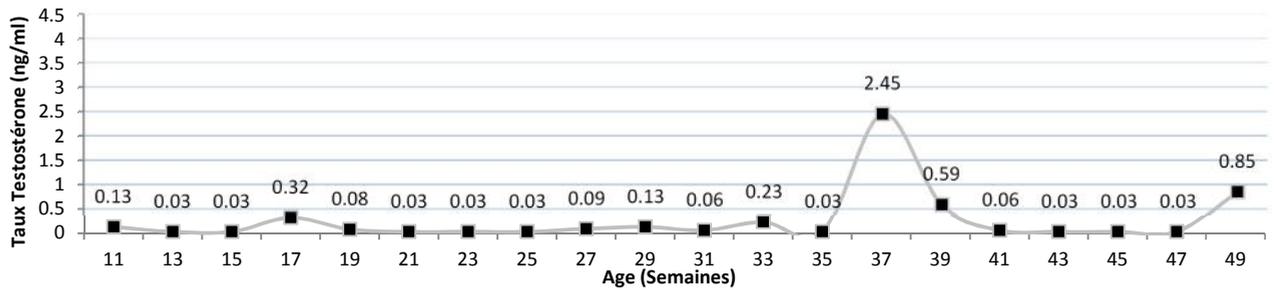
**Zamiri M.J. and Khodaei H.R. (2005).** Seasonal thyroidal activity and reproductive characteristics of Iranian Fat-tailed rams. Anim. Repro. Sci. 88, 245-255.

**Zamiri M.J. Khalil B. Jafaroghli M. and Farshad A. (2010).** Seasonal variation in seminal parameters testicular size and plasma testosterone concentration in Iranian Moghani rams. Anim. Reprod. Sci. 94, 132-136.

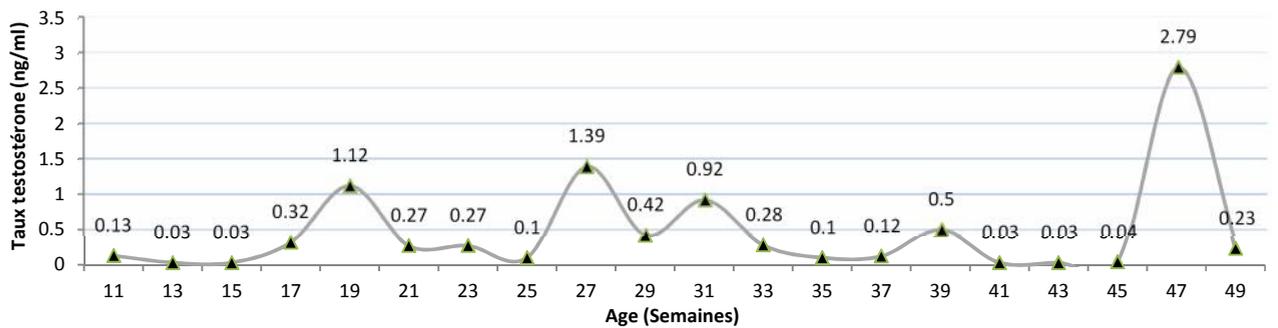
## ANNEXES



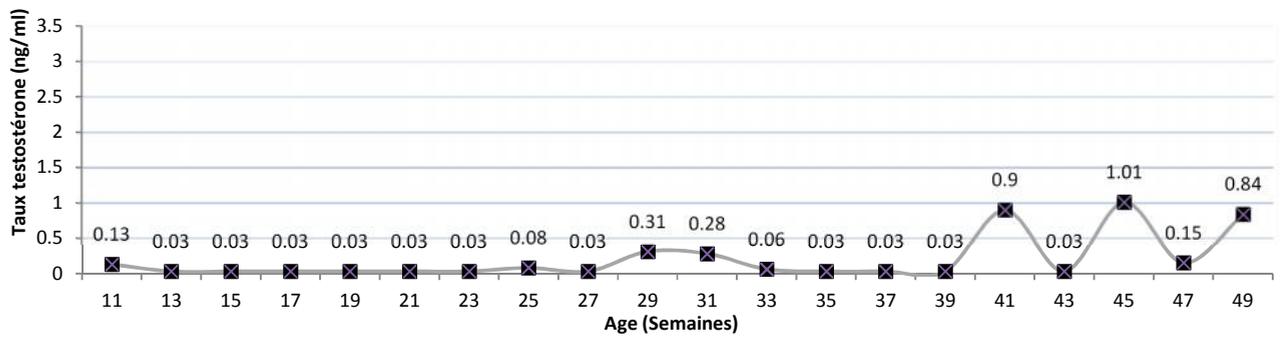
Variations du taux de la testostérone chez l'agneau 1 "Tazegzawt" de 11 à 49 semaines d'âge



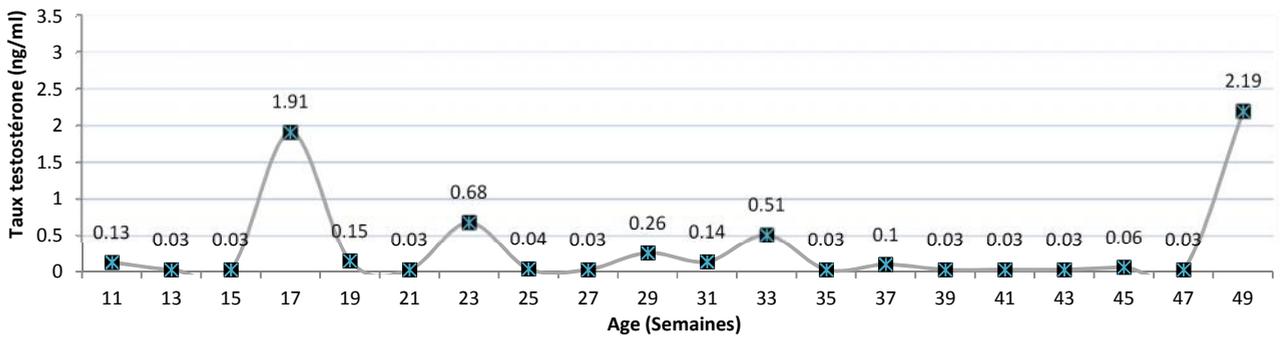
Variations du taux de la testostérone chez l'agneau 2 "Tazegzawt" de 11 à 49 semaines d'âge



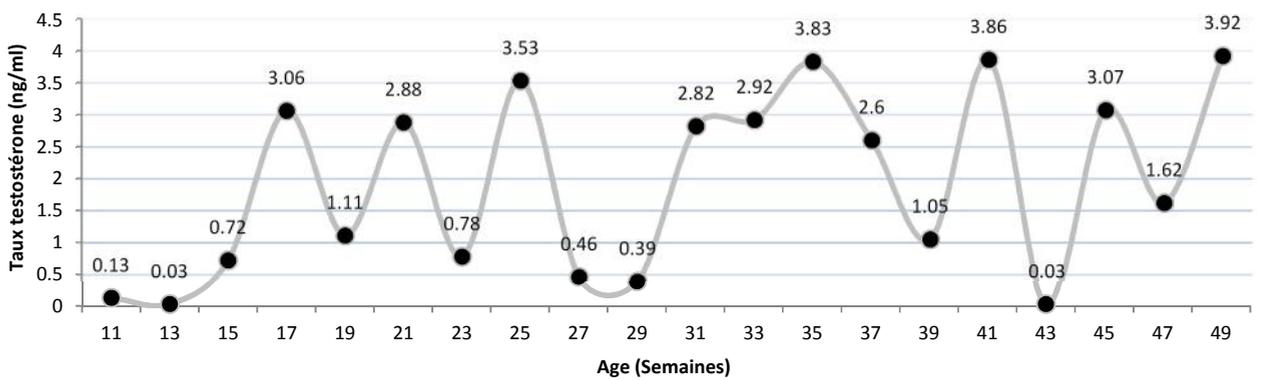
Variations du taux de la testostérone chez l'agneau 3 "Tazegzawt" de 11 à 49 semaines d'âge



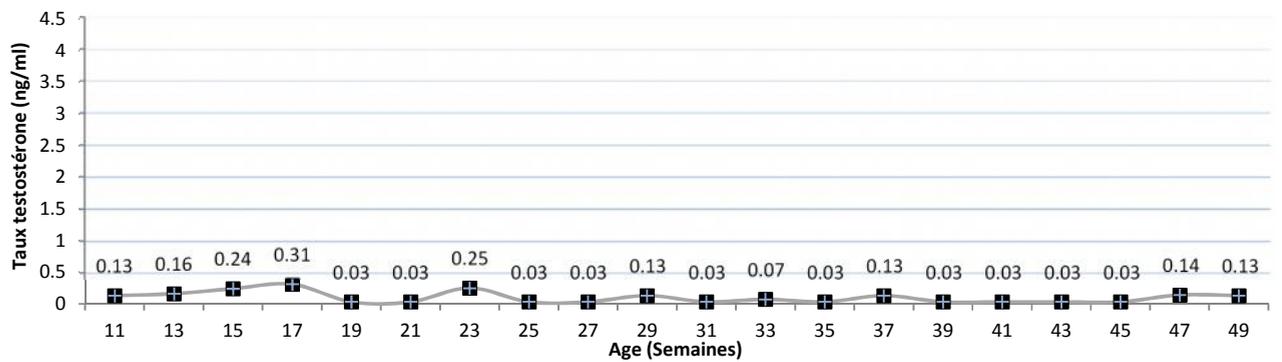
Variations du taux de la testostérone chez l'agneau 4 "Tazegzawt" de 11 à 49 semaines d'âge



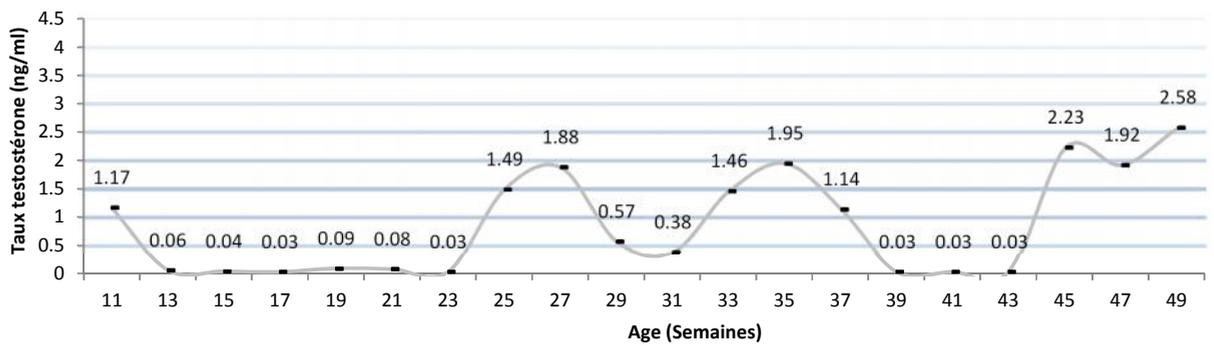
Variations du taux de la testostérone chez l'agneau 5 "Tazegzawt" de 11 à 49 semaines d'âge



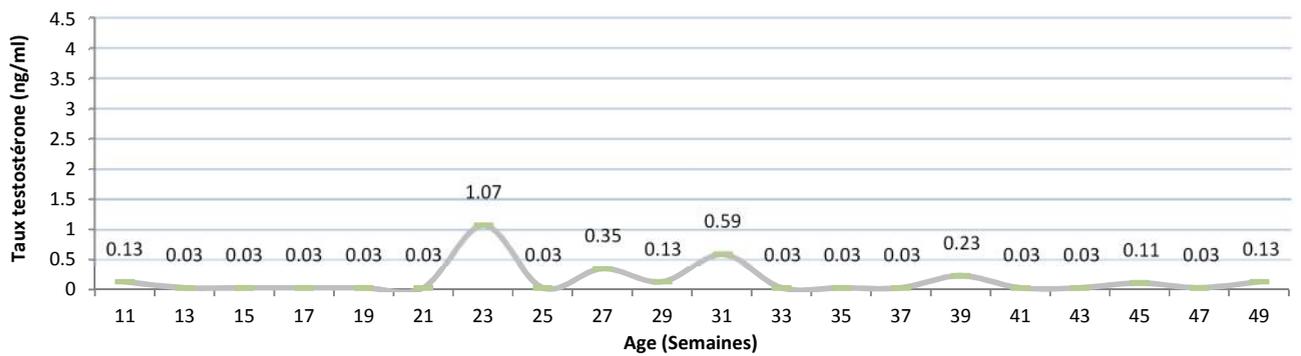
Variations du taux de la testostérone chez l'agneau 6 "Tazegzawt" de 11 à 49 semaines d'âge



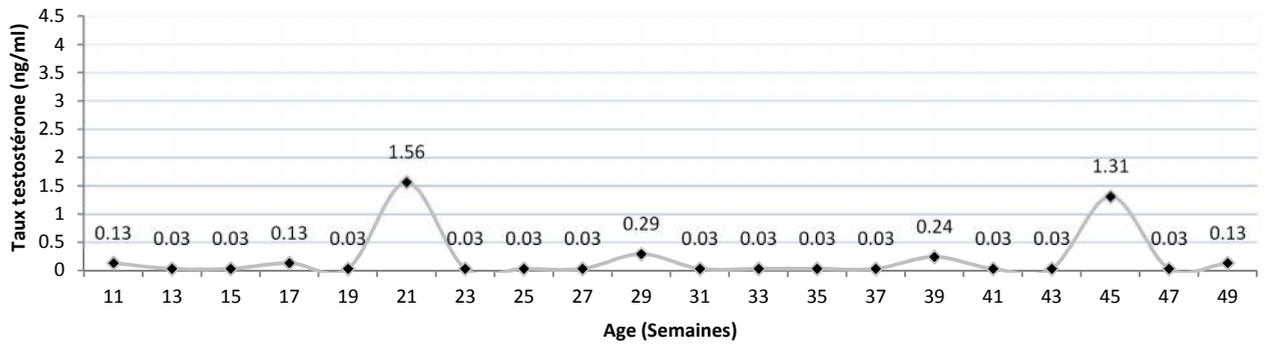
Variations du taux de la testostérone chez l'agneau 7 "Tazegzawt" de 11 à 49 semaines d'âge



Variations du taux de la testostérone chez l'agneau 8 "Tazegzawt" de 11 à 49 semaines d'âge



Variations du taux de la testostérone chez l'agneau 9 "Tazegzawt" de 11 à 49 semaines d'âge



Variations du taux de la testostérone chez l'agneau 10 "Tazegzawt" de 11 à 49 semaines d'âge

**Figures 19 :** Évolution individuelle des taux de la testostérone dans le sang des agneaux de la race Tazegzawt

# **AGE, POIDS A LA PUBERTE ET CARACTERISTIQUES REPRODUCTIVES CHEZ LES AGNEAUX DE LA RACE « TAZEGZAWT » EN KABYLIE**

## **Résumé**

Notre travail de recherche consiste à étudier la puberté et le développement sexuel chez les agneaux de la race Tazegzawt de la région montagneuse dans la wilaya de Bejaïa. A cet effet, un échantillon de 10 agneaux nés au printemps a été constitué pour un suivi des paramètres de croissance et de reproduction de 9 à 49 semaines d'âge. Les paramètres pris en considération sont : la croissance corporelle (PV et PT) et testiculaire (CS, DT, LT et DE), l'état de développement du pénis, les caractéristiques spermatiques (volume, concentration et mobilité du sperme) et le taux de la testostérone dans le sang. Les agneaux ont été élevés dans le troupeau avec leurs mères jusqu'au sevrage (25 semaines), après le sevrage, le groupe d'agneaux a été placé dans un box nourris de foin, de concentré d'orge, de pâturage, de complément minéraux et de l'eau. Cet élevage a été soumis à des conditions naturelles de températures et de lumière. Les résultats de croissance corporelle et testiculaire montrent que chaque paramètre évolue progressivement selon une courbe correspondant à une équation de régression de type linéaire. La race présente un bon potentiel de croissance qui favorise la croissance testiculaire. La séparation complète des adhérences du pénis de la muqueuse prupurtiale est fortement liée au poids corporel et à la taille des testicules. Elle a été observée en premier chez les agneaux les plus lourds avec des testicules plus développés. Les concentrations de testostérone obtenues diffèrent selon les individus, pour la majorité des animaux, l'élévation du taux de la testostérone débute à partir de la 17<sup>ème</sup> semaine d'âge avec des pics variant entre 1.12 et 3.92 ng/ml. La collecte de sperme par l'électro-éjaculateur a été progressive chez le groupe d'agneaux étudiés, elle a commencé à l'âge de 27 semaines. Les analyses spermatiques ont indiqué que le mâle de la race Tazegzawt rentre en puberté à l'âge moyen de  $32.4 \pm 3.53$  semaines avec un poids vif et une circonférence scrotale moyens de  $46.7 \pm 3.6$  kg et  $27 \pm 3$  cm respectivement. L'apparition de la puberté diffère selon les individus. Les agneaux à poids élevé et des testicules de grande taille ont atteint la puberté à l'âge de 29 semaines. Pour la majorité des antenais, les pics de testostérone enregistrés avant l'âge de la puberté est compris entre 1.1 (23 semaines) et 3.53ng/ml (25 semaines). A la puberté, le sperme est caractérisé par des moyennes en volume, en concentration et en mobilité de  $0.4 \pm 0.2$  ml,  $962.44 \pm 475.61 \times 10^6$  spermatozoïdes/ml et  $33.63 \pm 23.2$  % respectivement. Les résultats de corrélations ont mis en évidence l'étroite relation entre le développement corporel, la croissance testiculaire et les caractéristiques spermatiques.

**Mots clés :** Ovin, Race Tazegzawt, Mâle, Puberté, Croissance Corporelle, Testicules, Testostérone, Paramètres Spermatiques

## **AGE, BODY WEIGHT AT THE PUBERTY AND REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS IN TAZEGZAWT RAM LAMBS BREED OF KABYLIA**

### **Abstract:**

This research consists to study the onset of puberty and sexual development in ram lambs of the Tazegzawt breed of the mountainous region in Bejaia department. For this purpose, a sample of 10 ram lambs born in the spring was set up to monitor reproductive parameters from 9 to 49 weeks of age. The parameters studied are the body growth (Body Weight and Thoracic Perimeter), the testicular growth (Scrotal Circumference, Testicular Diameter, Testicular Length and Cauda Epididymis Diameter), the state of penile development, the sperm characteristics (volume, concentration and mobility of sperm) and the concentration of testosterone in the blood. The ram lambs were raised in the flock with their mothers until weaning (25 weeks), then transferred into the box receiving hay, concentrate, mineral supplement, pasture and water. This breeding has been subjected to natural conditions of temperature and light. The results of body and testicular growth show that each parameter progressively evolves along a curve corresponding to a linear type regression equation. This breed has good growth potential that promotes testicular growth and better sexual development. The complete separation of penile adhesions from the preputial mucosae is strongly related to body weight and testicular size. It was first observed in heavier lambs with more developed testicles. The testosterone concentrations obtained differ from one individual to another. For the majority of animals, the elevation of the testosterone level starts from the 15th week of age and the recorded peaks vary between 1.12 and 3.92 ng / ml. In the group of ram lambs, semen collection by the electro-ejaculator has been progressive; it started at the age of 27 weeks. Spermatic analyzes indicated that the male of the Tazegzawt breed attain puberty at the mean age of  $32.4 \pm 3.53$  weeks with a scrotal circumference and body weight of  $46.7 \pm 3.6$  kg and  $27 \pm 3$  cm respectively. The onset of puberty differs according to individuals. Heaviest ram lambs with large testicles reached puberty at the age of 29 weeks. For most ram lambs, peaks of testosterone recorded before the age of puberty are between 1.1 (23 weeks) and 3.53 ng / ml (25 weeks). At puberty, sperm is characterized by volume of  $0.4 \pm 0.2$  ml, concentration of  $962.44 \pm 475.61 \times 10^6$  spermatozoa / ml and mobility of  $33.63 \pm 23.2\%$ . The correlation results demonstrated the close relationship between body development, testicular growth, and sperm characteristics.

**Key words:** Body Growth, Puberty, Ram Lamb, Sheep, Sperm Parameters, Tazegzawt Breed, Testes, Testosterone.