



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun de Tiaret  
Faculté des Sciences de la nature et de la vie



## Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de doctorat LMD  
Domaine : Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences agronomiques  
Spécialité : Production animale

### THÈME

# ÉTUDE DE LA SAISONNALITÉ DE LA REPRODUCTION DES OVINS DANS LA RÉGION DE BÉCHAR

Présenté et soutenu par :

**GANI Fouad**

#### Jury:

|   |  |
|---|--|
| Présidente : Mme BENCHAIIB Fatima       | Professeur à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret |
| Directeur de thèse : Mr NIAR Abdellatif | Professeur à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret |
| Examineur : Mr LOUACINI Brahim Kamel    | MCA à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret        |
| Examinatrice : Mme ZIDANE Azeddina      | MCA à l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef   |
| Examineur : Mr TAHERTI Mourad           | MCA à l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef   |

Année Universitaire : 2019-2020

## Remerciements

« La louange est à Allah de par la grâce de qui se réalisent les bonnes choses ».

Tout d'abord, je remercie Dieu, l'Exalté de m'avoir donné le courage, la force et la patience d'achever ce modeste travail.

Ce travail a été revu, rectifié et approuvé par mon directeur de thèse : Monsieur **NIAR Abdellatif** Professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie. Je le remercie d'abord pour m'avoir fait confiance, en acceptant de m'encadrer et de me diriger, ensuite pour m'avoir initiée à la recherche scientifique, pour sa disponibilité de tous les instants, ses orientations judicieuses, sa bonne humeur et ses qualités humaines et relationnelles.

Aussi, je tiens à remercier très sincèrement les membres de mon jury de thèse.

Mme **BENCHAIB Fatima**, Professeur à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury. Hommages respectueux.

Mr **LOUACINI Brahim Kamel**, Maître de conférences à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret, pour m'avoir honoré, en acceptant d'examiner ce travail.

Mme **ZIDANE Azeddinia**, Maître de conférences à l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef, pour avoir bien voulu accepter de faire partie du jury.

Mr **TAHERTI Mourad**, Maître de conférences à l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ma thèse et de faire partie du jury de soutenance.

Mes remerciements s'adressent à tous les éleveurs qui m'ont accueilli avec patience et compréhension, sans oublier les vétérinaires étatiques des daïra d'Igli et de Taghit.

Je tiens à exprimer ma gratitude à tous mes enseignants qui m'ont mis entre les mains les connaissances nécessaires en particulier Mr. **GUEMOUR Djilali**.

Merci à tous ceux qui ont pu contribuer de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Enfin, je suis reconnaissant envers ma famille, mes amis et collègues qui, tout au long de mon parcours, ont appuyé mes efforts et ouvert des voies que je n'aurais pas été en mesure d'emprunter sans aide.

## Liste des abréviations

---

**%** : pour cent

**<** : inférieur à

**>** : supérieur à

**°** : degré

**°C** : degré Celsius

**AANAT** : Arylalkylamine N-acétyltransférase

**ABP** : Androgen binding protein

**AMPc** : Adénosine monophosphate cyclique

**ATP** : Adénosine triphosphate

**cm** : centimètre

**cm<sup>2</sup>** : centimètre carré

**ddl** : degrés de liberté

**E2** : œstradiol

**FSH** : Hormone folliculo-stimulante (Follicle Stimulating Hormone)

**g** : gramme

**GCS** : ganglion cervical supérieur

**GnRH** : Hormone de libération des gonadotrophines (Gonadotropin Releasing Hormone)

**h** : heure

**ha** : hectare

**HPG** : hypothalamo-hypophyso-gonadique

**IgG** : Immunoglobuline G

**J** : jour

**KISS-1** : kisspeptine de type 1

**KISS1R** : récepteur au Kiss1

**Km<sup>2</sup>** : kilomètre carré

**L** : litre

**LH** : Hormone lutéinisante (Luteinizing Hormone)

**LHRH** : Luteinizing Hormone Releasing Hormone

**m** : mètre

**min** : minute

**ml** : millilitre

**mm** : millimètre

**mUI** : milli-unité internationale  
**ng** : nanogramme  
**NMDA** : N-méthyl D-aspartate  
**nmol** : nanomole  
**NPV**: noyau para ventriculaire.  
**NSC** : noyau supra chiasmaticque  
**p** : seuil de signification  
**P4** : progestérone  
**pg** : picogramme  
**PGF2 $\alpha$**  : Prostaglandine F2alpha  
**pmol** : picomole  
**PRL** : prolactine  
**r** : coefficient de corrélation de Pearson  
**RH** : tractus rétino-hypothalamique  
**rpm** : rotation par minute  
**T3** : tri-iodothyronine  
**T4** : thyroxine  
**tr/min** : tours par minute  
**TRIS** : Tris (hydroxyméthyl) aminométhane  
 **$\mu$ L** : microlitre

## Liste des figures

---

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 1 :</b> Aire de répartition des races ovines de l'Algérie .....  | 6  |
| <b>Figure 2 :</b> Appareil reproducteur du bélier .....  | 9  |
| <b>Figure 3 :</b> Régulation hormonale de la spermatogenèse.....   | 13 |
| <b>Figure 4 :</b> Anatomie de l'appareil reproducteur de la brebis .....   | 14 |
| <b>Figure 5 :</b> Profils hormonaux au cours du cycle œstrien chez la brebis .....   | 20 |
| <b>Figure 6 :</b> Variation saisonnière de l'activité sexuelle chez les brebis Île-de-France .....   | 26 |
| <b>Figure 7 :</b> Variations saisonnières du poids testiculaire et de la production de spermatozoïdes<br>par jour et par testicule chez le bélier Île-de-France .....                          | 28 |
| <b>Figure 8 :</b> Interactions hormonales chez la brebis .....   | 33 |
| <b>Figure 9 :</b> Diagramme des principaux mécanismes de contrôle de la synthèse de mélatonine<br>.....  | 34 |
| <b>Figure 10 :</b> Contrôle neuroendocrinien de la reproduction saisonnière chez la brebis .....   | 36 |
| <b>Figure 11 :</b> Carte de situation géographique de la wilaya de Béchar .....  | 40 |
| <b>Figure 12 :</b> Un troupeau du système nomade.....  | 47 |
| <b>Figure 13 :</b> Un troupeau du système pastoral sédentaire .....  | 47 |
| <b>Figure 14 :</b> Exemple d'un troupeau du système oasien.....  | 48 |
| <b>Figure 15 :</b> Répartition mensuelles des agnelages dans les troupeaux suivis.....   | 54 |
| <b>Figure 16 :</b> la courbe cumulative de la répartition mensuelle des agnelages à Béchar .....   | 56 |
| <b>Figure 17 :</b> Variations du taux plasmatique de progestérone (a), œstradiol (b), FSH (c) et LH<br>(d) chez les brebis au cours des quatre saisons : automne, hiver, printemps et été..... | 70 |
| <b>Figure 18 :</b> Concentrations plasmatiques mensuelles (moyenne $\pm$ S.E.M.) des hormones FSH<br>(a), LH (b) et testostérone (c) chez les béliers .....                                    | 80 |

## Liste des tableaux

---

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau 1</b> : Evolution de l'effectif du cheptel ovin de 2008 à 2017 .....   | 3  |
| <b>Tableau 2</b> : Caractéristiques du cycle de la brebis .....   | 18 |
| <b>Tableau 3</b> : Les données climatiques de la wilaya de Béchar.....  | 42 |
| <b>Tableau 4</b> : Evolution des effectifs des ovins à Béchar .....   | 43 |
| <b>Tableau 5</b> : Localisation des élevages ovins suivis.....  | 46 |
| <b>Tableau 6</b> : Caractéristiques des élevages suivis .....   | 50 |
| <b>Tableau 7</b> : Paramètres de reproduction des troupeaux suivis.....   | 51 |
| <b>Tableau 8</b> : Localisation des brebis utilisées pour les dosages .....   | 60 |
| <b>Tableau 9</b> : Les composants de réactifs Access hFSH.....  | 63 |
| <b>Tableau 10</b> : Les composantes de Pack Réactifs Access hLH.....  | 65 |
| <b>Tableau 11</b> : Les composantes de Pack Réactifs Access Progestérone.....   | 66 |
| <b>Tableau 12</b> : Les composantes de Pack Réactifs E2 III .....   | 68 |
| <b>Tableau 13</b> : Résultats d'analyse de variance (ANOVA) .....   | 71 |
| <b>Tableau 14</b> : Les sous-ensembles homogènes du test post hoc de Duncan pour la<br>progestérone .....   | 72 |
| <b>Tableau 15</b> : Les sous-ensembles homogènes du test post hoc de Duncan pour la LH.....   | 72 |
| <b>Tableau 16</b> : Localisation des béliers utilisés pour les dosages.....   | 76 |
| <b>Tableau 17</b> : Les composants de réactifs Access testostérone.....   | 78 |
| <b>Tableau 18</b> : Statistiques descriptives des concentrations plasmatiques de FSH, LH et<br>testostérone selon les saisons chez les béliers.....           | 80 |
| <b>Tableau 19</b> : Corrélations de Pearson (r) entre les concentrations en FSH, LH et testostérone<br>plasmatiques pour chaque saison chez les béliers ..... | 83 |

## Table des matières

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| Liste des abréviations ..... | I   |
| Liste des figures .....      | III |
| Liste des tableaux .....     | IV  |
| Introduction générale .....  | 1   |

### Partie I : Etude bibliographique

#### Chapitre I : Généralités sur l'élevage ovin en Algérie

|   |   |
|---|---|
| 1- Importance et évolution de l'effectif .....                | 3 |
| 2- Les races ovines Algériennes .....                         | 3 |
| 2-1- Les races principales ovines .....                       | 3 |
| 2-1-1- Race Ouled Djellal (Race arabe blanche) .....          | 3 |
| 2-1-2- Race Rembi .....                                       | 4 |
| 2-1-3- Race Hamra ou Béni Iguil .....                         | 4 |
| 2-2- Les races secondaires .....                              | 4 |
| 2-2-1- Berbère .....  | 4 |
| 2-2-2- Barbarine .....  | 5 |
| 2-2-3- D'man .....  | 5 |
| 2-2-4- Sidahou .....  | 5 |
| 2-2-5- Tazegzawth .....                                       | 5 |
| 3- Distribution géographique et systèmes d'exploitation ..... | 6 |
| 3-1- Les régions telliennes (ou zones céréalières) .....      | 6 |
| 3-2- Les régions steppiques .....                             | 7 |
| 3-3- Les régions sahariennes .....                            | 7 |
| 3-3-1- Le système pastoral nomade et semi-nomade .....        | 7 |
| 3-3-2- Le système pastoral sédentaire .....                   | 8 |
| 3-3-3- Le système oasisien .....                              | 8 |

#### Chapitre II : Rappels d'anatomie et de physiologie de la reproduction chez les ovins

|  |    |
|--|----|
| 1- L'appareil génital mâle : rappels anatomiques ..... | 9  |
| 1-1- Le scrotum .....                                  | 10 |

|  |    |
|--|----|
| 1-2- Les testicules .....  | 10 |
| 1-3- L'épididyme .....   | 10 |
| 1-4- Les glandes annexes .....   | 10 |
| 1-5- Les organes d'évacuation.....   | 11 |
| 2- Physiologie de la reproduction chez le bélier .....   | 12 |
| 2-1- La puberté chez le jeune bélier.....  | 12 |
| 2-2- La Libido.....  | 12 |
| 2-3- Production des spermatozoïdes .....   | 12 |
| 2-4- Régulation endocrinienne de la spermatogenèse .....   | 12 |
| 3- L'appareil génital femelle : rappels anatomiques .....  | 14 |
| 3-1- Ovaires .....   | 15 |
| 3-2- Oviductes .....   | 15 |
| 3-3- L'utérus .....  | 15 |
| 3-4- Le vagin .....  | 16 |
| 3-5- La vulve .....  | 16 |
| 4- Physiologie de la reproduction chez la brebis.....  | 16 |
| 4-1- La puberté .....  | 16 |
| 4-2- Production des ovules .....   | 17 |
| 4-3- Le cycle sexuel de la brebis .....  | 17 |
| 4-3-1- La durée du cycle.....  | 17 |
| 4-3-2- Les différentes phases du cycle .....   | 18 |
| 4-3-3- Dialogue hormonal et variation des niveaux hormonaux au cours du cycle de la brebis ..... | 18 |
| 4-3-4- Arrêt du cycle œstral.....  | 21 |
| 4-4- La fécondation.....   | 22 |
| 4-5- La gestation .....  | 22 |
| 4-6- La parturition.....   | 23 |
| 4-7- La lactation.....   | 24 |

### **Chapitre III : Saisonnalité de la reproduction chez les ovins**

|   |    |
|---|----|
| 1- Saisonnalité de l'activité sexuelle chez les brebis..... | 25 |
| 1-1- Le comportement de l'œstrus et activité ovarienne..... | 25 |
| 1-2- L'activité endocrine.....                              | 26 |
| 2- Variations saisonnières chez les béliers.....            | 27 |

|  |    |
|--|----|
| 2-1- La libido .....   | 27 |
| 2-2- Les caractéristiques séminales et les mesures testiculaires.....        | 27 |
| 2-3- Activité endocrinienne .....  | 29 |
| 3- Sources de variations de la saisonnalité de la reproduction .....         | 29 |
| 3-1- La photopériode et la localisation géographique.....                    | 29 |
| 3-2- La race.....  | 30 |
| 3-3- La température.....   | 30 |
| 3-4- Âge.....  | 31 |
| 3-5- Nutrition.....  | 31 |
| 3-6- L'effet bélier .....  | 31 |
| 4- Explications physiologiques de la photopériode.....                       | 32 |
| 4-1- Action indirecte (dépendante des œstrogènes).....                       | 32 |
| 4-2- Action directe (indépendante des œstrogènes).....                       | 33 |
| 4-2-1- La mélatonine .....   | 33 |
| 5- Le rôle des hormones thyroïdiennes dans la reproduction saisonnière ..... | 38 |
| 6- Kisséptine et reproduction saisonnière .....                              | 38 |
| 7- Le rythme de reproduction endogène chez les ovins .....                   | 39 |

## **Partie II : Etude expérimentale**

### **Chapitre I : Présentation de la région d'étude**

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1- La situation géographique..... | 40 |
| 2- Le relief.....                 | 41 |
| 3- Le climat .....                | 41 |
| 4- L'effectif des ovins.....      | 42 |
| 5- Les parcours .....             | 43 |

### **Chapitre II : Caractéristiques de reproduction et répartition des agnelages**

|  |    |
|--|----|
| 1- Introduction.....                                     | 44 |
| 2- Matériel et méthodes .....                            | 45 |
| 2-1- Le design d'étude .....                             | 45 |
| 2-2- Analyses statistiques.....                          | 46 |
| 3- Résultats et discussions .....                        | 46 |
| 3-1- Caractéristiques de la reproduction des ovins ..... | 46 |

|   |    |
|---|----|
| 3-1-1- Modes d'élevage.....   | 46 |
| 3-1-2- Les races élevées.....   | 48 |
| 3-1-3- La conduite de la reproduction.....  | 48 |
| 3-1-4- Âge au premier agnelage.....   | 49 |
| 3-4-5- Caractéristiques des troupeaux suivis.....                                   | 49 |
| 3-4-6- Fertilité, prolificité, mortalité des agneaux et productivité numérique..... | 50 |
| 3-2- Répartition mensuelle des agnelages.....                                       | 52 |
| 4- Conclusion.....  | 57 |

### **Chapitre III : Les dosages hormonaux de P4, E2, FSH et LH chez les brebis**

|  |    |
|--|----|
| 1- Introduction.....                                 | 59 |
| 2- Matériel et méthodes.....                         | 60 |
| 2-1- Animaux et localisation.....                    | 60 |
| 2-2- Prélèvements sanguins.....                      | 61 |
| 2-3- Dosages hormonaux.....                          | 61 |
| 2-3-1- Principe général de la chimiluminescence..... | 61 |
| 2-3-2- Dosage de la FSH.....                         | 62 |
| 2-3-3- Dosage de la LH.....                          | 64 |
| 2-3-4- Dosage de la progestérone.....                | 65 |
| 2-3-5- Dosage de l'œstradiol.....                    | 67 |
| 2-4- Analyses statistiques.....                      | 68 |
| 3- Résultats et discussions.....                     | 68 |
| 4- Conclusion.....                                   | 74 |

### **Chapitre IV : Les dosages hormonaux de FSH, LH et testostérone chez les béliers**

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1- Introduction.....                  | 75 |
| 2- Matériel et méthodes.....          | 76 |
| 2-1- Animaux et localisation.....     | 76 |
| 2-2- Prélèvements sanguins.....       | 76 |
| 2-3- Dosages hormonaux.....           | 77 |
| 2-3-1- Dosage de la FSH et la LH..... | 77 |
| 2-3-2- Dosage de la testostérone..... | 77 |
| 3- Résultats et discussion.....       | 79 |
| 3-1- Profils hormonaux.....           | 79 |

|  |     |
|--|-----|
| 3-2- Corrélations entre les hormones ..... | 83  |
| 4- Conclusion .....                        | 84  |
| <b>Conclusion générale</b> .....           | 85  |
| <b>Références bibliographiques</b> .....   | 87  |
| <b>Résumé</b> .....                        | V   |
| <b>Abstract</b> .....                      | VI  |
| <b>ملخص</b> .....                          | VII |

## **Publications**

- 1- Seasonal variations of the reproductive activity in local breed's ewes raised in the South-west of Algeria.
- 2- Seasonal changes in plasma levels of FSH, LH, and testosterone in local rams raised in Southwestern Algeria.

# **Introduction générale**

## **Introduction générale**

La reproduction est l'un des piliers majeurs de la conduite d'élevage. Elle participe fortement à la rentabilité de l'élevage. En effet, le choix des stratégies et des méthodes de reproduction qui peuvent contribuer à l'amélioration de la productivité nécessite une connaissance approfondie des variations saisonnières de l'activité sexuelle.

Depuis longtemps, il est largement rapporté que les ovins domestiques (*Ovis aries*) sont connus par la caractéristique de saisonnalité de la reproduction (Marshall, 1937 ; Yeates, 1947 ; Hafez, 1952). Ce caractère se définit par l'alternance entre une période d'activité sexuelle et une période de repos sexuel.

Chez la brebis, la période de la saison sexuelle se caractérise par la succession de cycles œstriens tous les 15 à 18 jours. En revanche, la période de repos sexuel est caractérisée par l'établissement d'un état d'anœstrus, le plus souvent associé à l'absence d'ovulation (Thimonier *et al.*, 1969). Chez les béliers, l'activité sexuelle est maximale en même temps que chez les brebis et elle diminue ensuite sans s'annuler. La saisonnalité de la reproduction des béliers se manifeste par des variations au cours du cycle annuel du poids et du volume testiculaire, reflétant les variations de la spermatogénèse, la qualité du sperme, ainsi que par des variations comportementales (Dufour *et al.*, 1984 ; Kafi *et al.*, 2004). Ces différences de profils saisonniers de reproduction traduiraient des différences sexuelles au sein des mécanismes neuroendocriniens contrôlant la fonction de reproduction (Karsch *et al.*, 1984 ; Karsch et Moenter, 1990).

L'activité sexuelle est chez les ovins est fortement influencée par la photopériode, qui est le principal modulateur de cette saisonnalité (Legan et Winans, 1981 ; Robinson et Karsch, 1988). Cependant, d'autres paramètres environnementaux, tels que la température, la disponibilité et la qualité de l'alimentation et les interactions sociales seraient vraisemblablement des régulateurs potentiels de la saisonnalité de la reproduction (Gündoğan *et al.*, 2003 ; Pineda, 2003b). En outre, la saisonnalité de reproduction n'est pas uniquement la conséquence de conditions environnementales permissives, mais elle est le résultat d'un mécanisme endogène de mesure du temps, dont la période est proche de celle des variables géophysiques (Migaud, 2014).

À l'inverse, d'importantes variations observées chez les races des latitudes plus élevées, lorsque la latitude diminue, le saisonnement des races locales est de moins en moins marqué

et les durées individuelles d'anœstrus raccourcissent. Dans les régions subtropicales, quelques races maintiennent leurs cyclicités ovulatoires toute l'année et d'autres présentent un faible saisonnement de leur activité ovulatoire ou œstrale (Baril *et al.*, 1993).

En Algérie, l'élevage ovin compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles et occupe une place très importante dans le domaine de la production animale (Chellig, 1992). En plus, il joue un rôle économique, social et rituel important. En effet, la viande ovine est traditionnellement la plus appréciée par la population nord-africaine et le mouton reste, par excellence, l'animal associé aux fêtes religieuses et familiales. Il représente aussi une source de trésorerie facilement mobilisable (Rondia, 2006).

En outre, les ovins sont répartis sur toute la partie nord du pays, avec toutefois une plus forte concentration dans la steppe et les hautes plaines semi-arides céréalières (80 % de l'effectif total). Il existe aussi des populations au Sahara, exploitant les ressources des oasis et des parcours désertiques (Feliachi *et al.*, 2003).

Nombreux sont les travaux qui portent sur l'étude de la saisonnalité des ovins en Algérie aussi bien pour les femelles (Ammar-Khodja et Brudieux, 1982 ; Niar *et al.*, 2001 ; Taherti *et al.*, 2016 ; Zidane, 2016) que pour les mâles (Darbeïda et Brudieux, 1980 ; Benia *et al.*, 2013 ; Allaoui *et al.*, 2014 ; Belkadi *et al.*, 2017 ; Belkhiri *et al.*, 2019). Néanmoins, dans le Sahara Algérienne, les caractéristiques de reproduction des ovins ont été très peu étudiées.

Ainsi, les objectifs du présent travail visaient à déterminer les caractéristiques des variations de l'activité sexuelle des ovins dans la région de Béchar, et améliorer l'état des connaissances sur les potentialités reproductrices de notre patrimoine animal.

La présentation de notre travail est précédée d'une revue bibliographique abordant essentiellement quelques données sur l'élevage ovin en Algérie, et les caractéristiques de reproduction notamment le caractère saisonnier chez les ovins, puis une présentation de la région d'étude. Nos résultats expérimentaux sont regroupés en trois parties:

- la première partie est consacrée à la présentation des caractéristiques de reproduction des ovins dans la wilaya de Béchar, et l'étude de la saisonnalité des agnelages ;
- la deuxième partie analyse les modifications des concentrations hormonales en FSH, LH, P4 et E2 chez les brebis au cours des quatre saisons ;
- la troisième s'intéresse à l'étude des variations saisonnières des concentrations hormonales en FSH, LH et testostérone chez les béliers.

# **Partie I :**

# **Etude bibliographique**

## 1- Importance et évolution de l'effectif

L'élevage ovin occupe une place importante en Algérie, avec un effectif de près de 28,40 millions de têtes, ce qui place l'Algérie au premier rang en Afrique du Nord (FAOSTAT, 2019). Outre sa contribution de plus de 50 % dans la production nationale des viandes rouges et de 10 à 15 % dans le produit intérieur brut agricole, l'élevage ovin joue un rôle socioculturel important (Moula *et al.*, 2013).

Les effectifs des ovins ont connu une nette et constante augmentation depuis l'indépendance. Ces productions ont suivi l'explosion de la demande liée à la croissance de la population algérienne. Ce cheptel est passé de près de 4,47 millions de têtes en 1962 à plus de 17,61 millions de têtes en 2000 (FAOSTAT, 2019), soit une multiplication par plus de 3,9 en 38 ans. Les effectifs ovins restent globalement stables depuis deux décennies, avec quelques variations annuelles selon les conditions climatiques. L'évolution des effectifs des ovins ces dix dernières années est représentée dans le tableau 1.

**Tableau 1** : Evolution de l'effectif du cheptel ovin de 2008 à 2017 (en million de tête).

| Année    | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Effectif | 19,95 | 21,40 | 22,87 | 23,99 | 25,19 | 26,57 | 27,81 | 28,11 | 28,13 | 28,39 |

(FAOSTAT, 2019)

## 2- Les races ovines Algériennes

De toutes cette espèce, l'ovin algérien fait preuve d'une grande diversité ; cette dernière peut s'apprécier à la fois par le nombre total de types de populations et du nombre de celles ayant un effectif important (Feliachi *et al.*, 2003). Les ressources génétiques ovines sont groupées en races principales, dominantes et d'autres races secondaires.

### 2-1- Les races principales ovines

#### 2-1-1- Race Ouled Djellal (Race arabe blanche)

C'est la plus importante et la plus intéressante des races ovines algériennes. C'est une race entièrement blanche, à laine fine, à queue fine, à taille haute, à pattes longues, puissante, apte pour la marche. Elle craint cependant les grands froids (Chellig, 1992). Le mouton Ouled Djellal s'est adapté progressivement à l'ensemble des systèmes de production et il progresse même dans les systèmes sylvopastoraux des montagnes du nord du pays. C'est une excellente race à viande (Feliachi *et al.*, 2003).

Il existe trois variétés de la race Ouled Djellal (Lafri, 2011):

- variété Chellalia: Elle est retrouvée dans les régions de Ksar Chellala, Taguine, et Boghar : c'est la variété la plus petite et la plus légère.
- variété lourde (Hodnia): Elle est retrouvée dans les régions de Ouled naïl, Djelfa, Sidi Aïssa, Boussaâda, M'sila, Sétif et Ain M'lila. Cet ovin est de forme bien proportionnée, taille élevée et de couleur paille claire ou blanche. La laine couvre tout le corps jusqu'aux jarrets.
- variété Djellalia: On la trouve dans les wilayas de Biskra et M'sila. C'est un mouton longiligne, haut sur pattes, adapté au grand nomadisme. Une laine blanche, fine et jarreuse. Le ventre et le dessus du cou sont nus pour une majorité des moutons de cette variété.

### **2-1-2- Race Rembi**

Cette race serait issue de la blanche par mutation, car elle présente les mêmes caractéristiques avec une taille moins basse, une tête fauve, des membres et carcasse très forts (Khelifi, 1999). Cette race est particulièrement rustique et productive. Elle est très recommandée pour valoriser les pâturages pauvres des montagnes. Elle est particulièrement adaptée aux régions de l'Ouarsenis et des Monts de Tiaret. La race Rembi occupe la zone intermédiaire entre la race Ouled Djellal à l'Est et la race El Hamra à l'Ouest (Chekkal *et al.*, 2015).

### **2-1-3- Race Hamra ou Béni Iguil**

Cette race originaire de l'Est du Maroc est de bonne conformation. La taille est plus petite que celle des races arabes, et correspond à une adaptation au milieu de vie qui est l'immensité plate de la steppe sans relief, soumise aux grands vents. Son aire d'extension est comprise entre le Chotte Ech-Chergui à l'Est, l'Atlas saharien au Sud-est, le Maroc à l'Ouest et les monts de Tlemcen et de Saida au Nord (Feliachi *et al.*, 2003). La qualité de sa viande est excellente, ce qui lui permet d'être la meilleure race à viande en Algérie, et qui s'exporte même très bien, en raison de la finesse de son ossature et de la rondeur de ses lignes (Chellig, 1992).

## **2-2- Les races secondaires**

### **2-2-1- Berbère**

Le mouton Berbère constitue probablement la population ovine la plus ancienne de l'Afrique du Nord, vraisemblablement issue de métissages avec le mouflon sauvage. C'est un petit mouton à laine emmêlée, et dont les performances en général ne sont pas encore connues,

excepté qu'elle peut survivre sur des terres marginales. Son aire d'extension couvre l'ensemble de l'atlas tellien de Maghnia à la frontière tunisienne (Feliachi *et al.*, 2003).

### **2-2-2- Barbarine**

Cette race est de morphologie proche de la race tunisienne dont elle se différencie par sa queue moins grasse. La réserve de gras au niveau de la queue et ses gros sabots en font une race adaptée aux conditions de l'Erg oriental, son habitat principal (Moula *et al.*, 2013). Cette race est remarquablement adaptée au désert de sable et aux grandes chaleurs de l'été. Elle utilise très bien les pâturages maigres des dunes de l'erg oriental. Elle se nourrit surtout de Drin (Chellig, 1992).

### **2-2-3- D'man**

C'est une race saharienne répandue dans les oasis de l'ouest Algérien et de sud Marocain. Elle est très rustique, supporte très bien les conditions sahariennes et elle est plus prolifique (Chellig, 1992 ; Chekkal *et al.*, 2015)

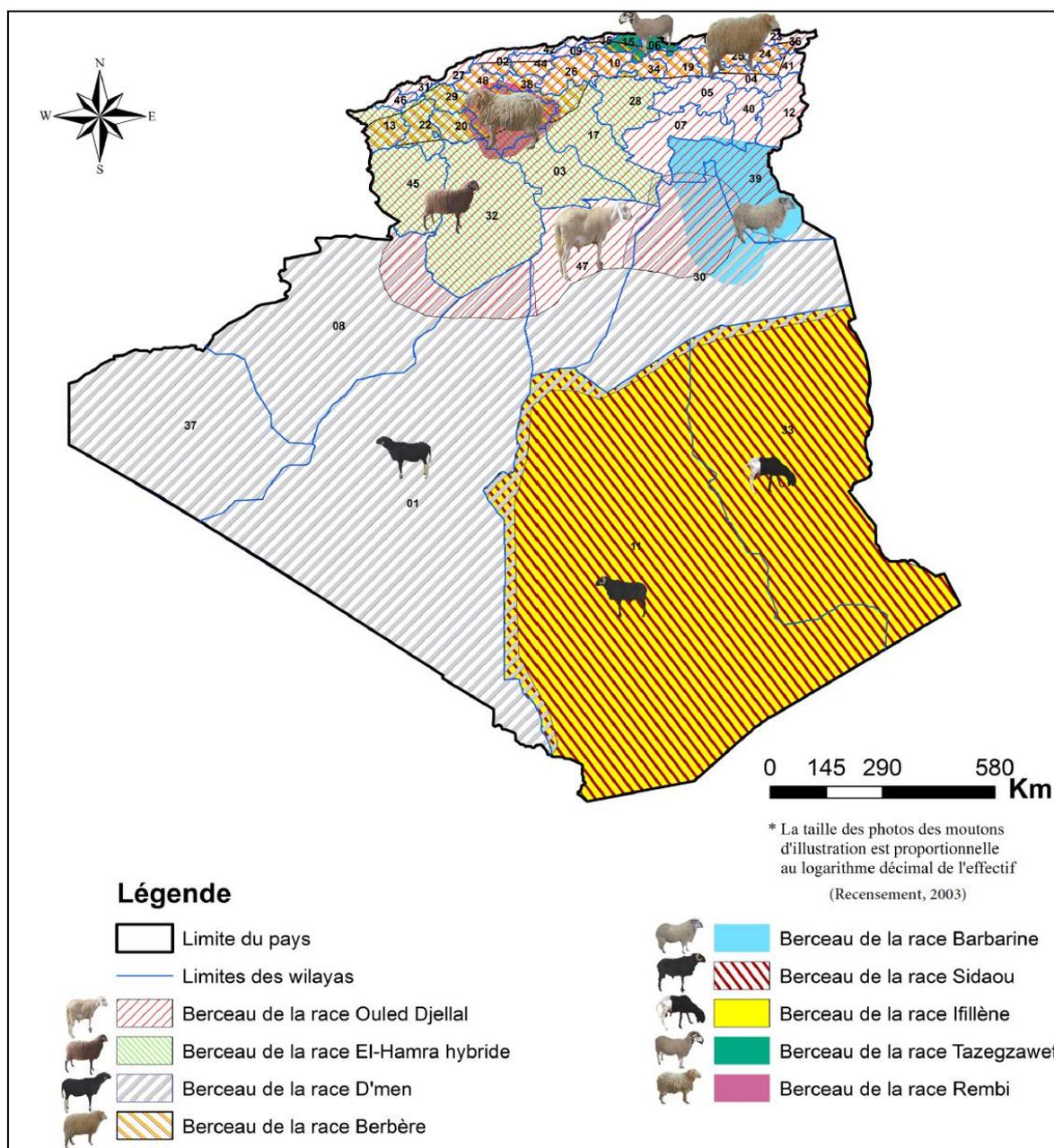
### **2-2-4- Sidahou**

Cette race s'appelle la « targuia », parce qu'elle est élevée par les Touaregs qui vivent et nomadisent au Sahara entre le Fezzan en Lybie-Niger et au sud algérien au Hoggar-Tassili. Elle est couverte de poils, n'a pas de laine, sa queue est longue et fine (Chellig, 1992). La race Targuia est résistante au climat saharien et aux grandes marches, c'est la seule race qui peut vivre sur les pâturages du grand Sahara très étendus (Chellig, 1992).

### **2-2-5- Tazegzawth**

Selon Moula *et al.* (2013), cette race a longtemps été ignorée par la communauté scientifique et n'est pas encore répertoriée officiellement. Elle est reconnaissable à ses taches noires à reflets bleuâtres, son nom kabyle signifiant bleu. Tazegzawth se rencontre principalement dans les wilayas de Béjaïa et de Tizi-Ouzou. Elle est menacée par les croisements non contrôlés avec les autres races.

Les berceaux de ces différentes races ovines algériennes sont résumés dans la figure 1.



**Figure 1 :** Aire de répartition des races ovines de l'Algérie (Chekkal *et al.*, 2015).

### 3- Distribution géographique et systèmes d'exploitation

Suivant la localisation géographique, les grandes zones d'exploitation du cheptel ovin sont: les régions telliennes, la steppe et les régions sahariennes.

#### 3-1- Les régions telliennes (ou zones céréalières)

Le système semi-intensif constitue un élément-clé du système agricole de cette zone et qui se caractérise par la complémentarité céréaliculture/élevage ovin. En plus du pâturage sur jachères (très répandue dans la région) et sur résidus des récoltes, les animaux reçoivent un

complément en orge et en foin (Feliachi *et al.*, 2003). Dans certaines régions, telles que la Kabylie, les animaux sont nourris en hiver de feuilles de figuier et de brindilles d'oliviers et au printemps ils sont conduits dans les champs en jachère qui leur fournissent une alimentation suffisante puis dans les parties montagneuses sur les pacages estivaux (Nedjraoui, 2003).

### **3-2- Les régions steppiques**

En Algérie, les régions steppiques constituent les terres de parcours par excellence dans lesquelles se posent les vrais problèmes liés au pastoralisme (Nedjraoui, 2003). Dans ces régions, le système de production est majoritairement extensif (Feliachi *et al.*, 2003). La population steppique, composée essentiellement de pasteurs-éleveurs pratiquait le nomadisme (concernant le déplacement de l'ensemble de la famille), et la transhumance (qui ne concerne que le berger et son troupeau). Ce sont des formes sociales d'adaptation à ces milieux arides qui permettent de maintenir l'équilibre et de survivre aux crises écologiques dues à des sécheresses cycliques (Nedjraoui, 2003).

Actuellement, cet élevage a complètement changé de visage. Les éleveurs qui pratiquaient la transhumance et ou le nomadisme tendent actuellement à réduire leurs déplacements (Nedjraoui, 2003)

### **3-3- Les régions sahariennes**

Dans les régions sahariennes, le mode d'élevage le plus courant est de type extensif à semi-intensif. En effet, divers systèmes se rencontrent dans ces régions.

#### **3-3-1- Le système pastoral nomade et semi-nomade**

Les éleveurs semi-nomades possèdent des troupeaux de petite taille (moins de 50 têtes), alors que les éleveurs nomades possèdent des troupeaux plus importants, plus de 100 têtes. Dans la plupart des cas, les troupeaux sont confiés à des bergers payés au mois et entièrement pris en charge (alimentation et vêtement). Les zones de transhumance les plus proches concernent les vallées d'oued, et des complémentations sont données aux troupeaux quand ils sont au niveau des campements (Nedjraoui, 2003).

Le système pastoral nomade a beaucoup régressé ces dernières années. C'est au regard des tendances actuelles qui se manifestent par une option massive des nomades pour la vie sédentaire, que le mode de vie nomade a évolué en mode semi-nomade (Senoussi, 2011).

### **3-3-2- Le système pastoral sédentaire**

Incarnant les petits ruminants ovins associés ou non aux caprins, ce type est présumé comme étant un élevage sédentaire sur parcours. Il est présent partout, sédentaire signifiant ici que les troupeaux se déplacent, sur des distances variables, mais qu'ils reviennent chaque soir à la région habitée. L'élevage sédentaire est donc en tout lieu une formule technique toujours présente, notamment pour les petits troupeaux, quelle que soit la difficulté du milieu (Senoussi, 2011).

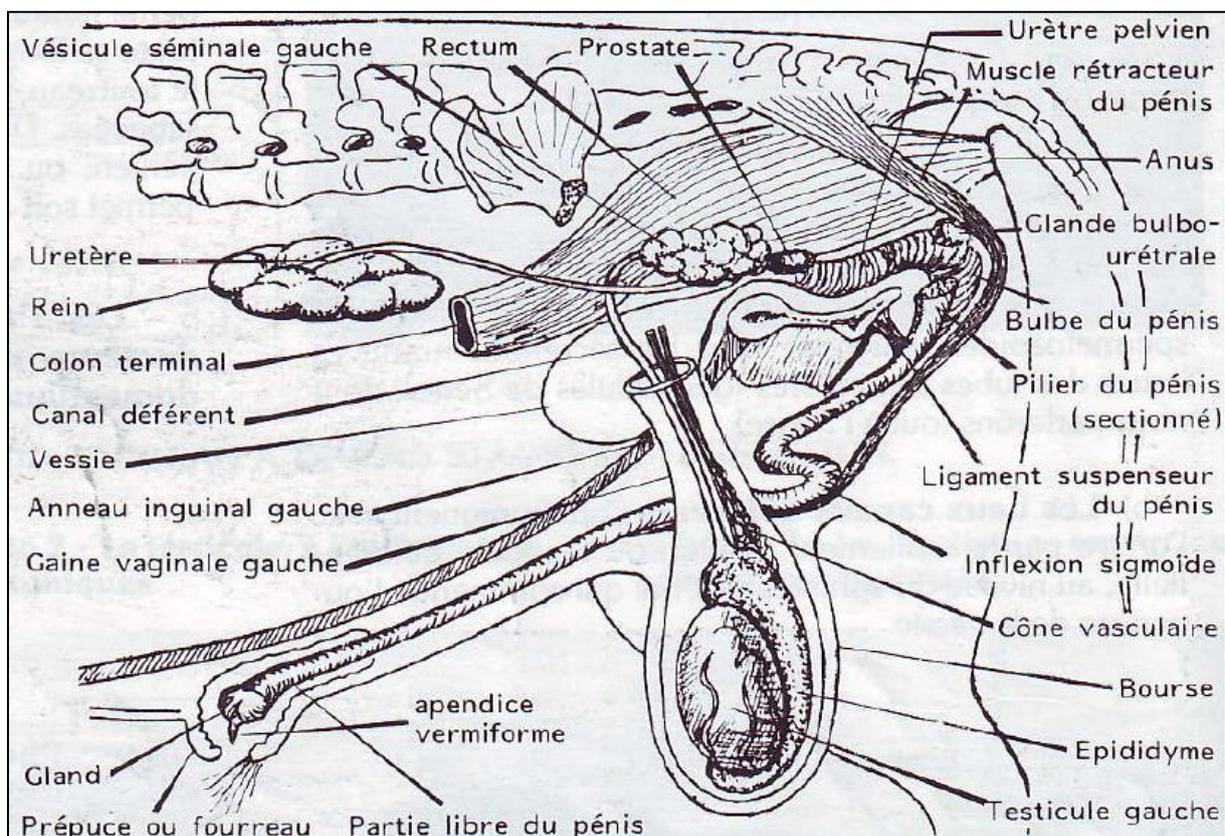
### **3-3-3- Le système oasisien**

L'élevage des ovins dans les oasis est caractérisé par des petits effectifs et sa composition raciale hétérogène. L'absence de pâturage autour de la plupart des oasis fait que le troupeau doit attendre sa subsistance de la production de la palmeraie, laquelle d'ailleurs ne réserve pas assez de superficie aux cultures fourragères (Toutain, 1979).

Le processus de la reproduction est un phénomène physiologique complexe. De plus, chaque espèce présente des particularités propres. Une bonne connaissance de ces particularités de la reproduction permet une meilleure maîtrise de ses techniques. Ce chapitre décrit les appareils génitaux, mâles et femelles ainsi que leur régulation endocrinienne dans l'espèce ovine.

### **1- L'appareil génital mâle : rappels anatomiques**

Les organes reproducteurs du bélier (figure 2) comprennent les testicules, les épидидymes, les glandes annexes et les organes d'évacuation. Les spermatozoïdes passent du testicule dans l'épididyme, où ils acquièrent leur motilité et leur fécondance et où ils seront stockés. Lors de l'éjaculation, ils sont propulsés dans le canal déférent et l'urètre, puis mélangés avec les sécrétions des glandes annexes, pour constituer l'éjaculat (Baril *et al.*, 1993).



**Figure 2 :** Appareil reproducteur du bélier (Soltner, 2001).

### **1-1- Le scrotum**

Le scrotum, dans lequel le testicule descend pendant la vie fœtale, est chez l'adulte, très pendulaire et permet de conserver le testicule de 4 à 7°C plus froid que le reste du corps (Baril *et al.*, 1993). Cette régulation est assurée par des mécanismes d'échanges thermiques entre le sang artériel et le sang veineux dans le cordon testiculaire, et par la présence de nombreuses glandes sudoripares dans la peau du scrotum. Cette dernière contient également quelques thermorécepteurs qui mettent en route les mécanismes corporels de thermorégulation, si la température du scrotum s'élève (Baril *et al.*, 1993). Si la température testiculaire atteint la température du reste du corps, pendant seulement quelques heures, l'animal devient stérile environ 14 jours plus tard (Setchell, 1991).

### **1-2- Les testicules**

Les testicules sont les gonades mâles qui assurent la production de spermatozoïdes (spermatogenèse) et synthétisent la testostérone, principale hormone sexuelle chez le mâle. Les testicules du bélier sont situés en région inguinale. Ils sont attachés au corps par le cordon spermatique, qui comprend les vaisseaux sanguins, les nerfs et le canal déférent. Le cordon spermatique entre dans la cavité abdominale à travers le canal inguinal. Le long axe du testicule est vertical; la tête de l'épididyme est dorsale, tandis que le corps de l'épididyme est en position médiale. Les testicules sont ovales et allongés (Boukhliq *et al.*, 2018). En général, le poids du testicule d'un animal adulte varie entre 170 g et 250 g chez le bélier (Barone, 2001) selon l'espèce, la race, la saison et l'état nutritionnel des animaux (Baril *et al.*, 1993).

### **1-3- L'épididyme**

L'épididyme est un canal très fin et enchevêtré, d'une longueur de 50 à 60 m (un canal par testicule). C'est dans la partie inférieure, la queue de l'épididyme – partie renflée en bas du testicule – que sont emmagasinés les spermatozoïdes. La queue de l'épididyme contient, en effet, plus de 70 % des réserves de spermatozoïdes (20 à 40 milliards). C'est à l'intérieur de ces tubules que se produit la maturation des spermatozoïdes, période durant laquelle ils acquièrent leur motilité et leur pouvoir fécondant (Castonguay, 2018).

### **1-4- Les glandes annexes**

Les glandes sexuelles accessoires comprennent l'ampoule du canal déférent, glande vésiculaire, prostate et les glandes bulbo-urétrales. Les glandes accessoires sécrètent des

liquides supplémentaires qui, lorsqu'ils sont combinés avec le sperme et d'autres sécrétions de l'épididyme, forment le sperme. Certaines sécrétions contiennent des nutriments comme le fructose, tandis que d'autres produisent des sécrétions alcalines pour élever le pH de l'éjaculat. Ces sécrétions sont ajoutées rapidement et de force pendant l'accouplement pour propulser le sperme dans l'urètre (Abebe, 2008).

Les ampoules sont des dilatations de l'extrémité urétrale du canal déférent; c'est également un lieu de stockage pour les spermatozoïdes avant l'éjaculation (Baril *et al.*, 1993). Les vésicules séminales sont situées de chaque côté de l'urètre intra-pelvien et à côté de la partie terminale des canaux déférents. Le conduit des vésicules séminales et le ductus deferens partagent un conduit éjaculatoire commun qui débouche dans l'urètre intra-pelvien (Boukhliq *et al.*, 2018). Leur longueur est de 3 à 4 cm, et leur largeur est d'environ 2 cm (Barone, 2001). Ces deux glandes produisent à elles seules 60 % du liquide séminal (Boukhliq *et al.*, 2018). Les glandes de Cowper, ou glandes bulbo-urétrales sont globuleuses, mesurant approximativement 1 cm de diamètre (Barone, 2001). Elles sont situées dans la région caudale de l'urètre (Baril *et al.*, 1993). La prostate est une glande unique entourant l'urètre pelvien. Sa partie conglomérée (corps) est absente, mais la partie disséminée est très développée (Barone, 2001).

### **1-5- Les organes d'évacuation**

L'urètre est un long conduit impair servant à l'excrétion de l'urine et celle du sperme, il comporte trois parties (Leborgne *et al.*, 2013) :

- l'urètre pelvien logé dans le bassin ;
- le bulbe de l'urètre, qui quitte le bassin en réalisant une courbure bien marquée vers l'avant ; c'est à ce niveau qu'apparaissent les formations érectiles : le corps spongieux et le corps caverneux ;
- l'urètre pénien.

Le pénis est l'organe mâle de la copulation (Cochran, 2011), mesurant 40 centimètres en moyenne (Barone, 2001). Il est pourvu d'un "S pénien" (inflexion sigmoïde) qui s'efface au moment de l'érection. Le gland du pénis comporte un filet du gland ou appendice filiforme, filament de 4 cm de long (Meyer *et al.*, 2004) . Le corps caverneux forme un relief particulier situé sur sa face droite, caudalement au col du gland, mais distinct de celui-ci : c'est le tubercule spongieux (Barone, 2001).

## **2- Physiologie de la reproduction chez le bélier**

### **2-1- La puberté chez le jeune bélier**

La puberté est le moment de la maturité sexuelle. Comme chez la brebis, la puberté dépend du poids de l'animal, plus que de son âge. Les premiers accouplements ont lieu pour un poids vif proche de 40 à 50 % du poids adulte (Meyer *et al.*, 2004). En outre, la puberté du bélier est associée à une augmentation marquée de la sécrétion de testostérone, de la spermatogenèse et du comportement sexuel (Jainudeen *et al.*, 2000). Chez les agneaux de race Ouled Djellal, la puberté apparaît à un âge moyen de 7,5 mois (Boussena *et al.*, 2016).

### **2-2- La Libido**

Le mâle pratique une parade sexuelle vers l'ensemble des femelles pour reconnaître celles qui sont en œstrus : flairages, flehmen (les lèvres sont retroussées), montes. Les femelles en chaleur acceptent la monte. Il n'y a aucun rapport entre l'ardeur du mâle et sa fécondité. Une alimentation déséquilibrée, un stress thermique prononcé ou un problème sanitaire peuvent diminuer ou supprimer la libido. Les béliers peuvent se battre entre eux pour pouvoir saillir les brebis (Meyer *et al.*, 2004).

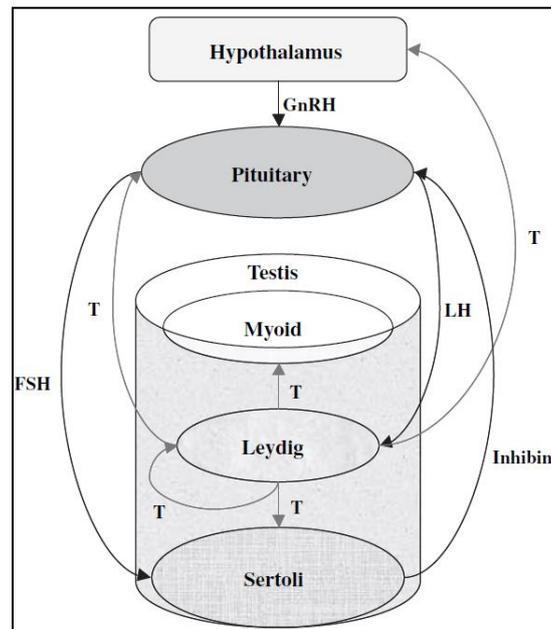
### **2-3- Production des spermatozoïdes**

La production de spermatozoïdes motiles et fertiles (spermatogenèse) débute à la puberté et se fait à l'intérieur des tubules séminifères des testicules. La durée de formation des spermatozoïdes dans les testicules est de 40 jours, et leur passage dans l'épididyme dure entre 10 et 14 jours, pour une durée totale de production d'environ 2 mois. Chaque jour, environ 6 à 10 milliards de spermatozoïdes sont formés. La production spermatique est relativement constante, soit autour de 20 millions de spermatozoïdes par gramme de testicule par jour. Un éjaculat moyen de 1 ml contient approximativement 3 à 4 milliards de spermatozoïdes (Castonguay, 2018).

### **2-4- Régulation endocrinienne de la spermatogenèse**

La spermatogenèse est régulée par les actions coordonnées de l'axe hypothalamo-hypophysaire-gonadique (figure 3). La gonadolibérine (GnRH), une neurohormone déca peptidique sécrétée par l'hypothalamus dans le système porte hypophysaire, transportée par le sang vers l'hypophyse dont elle stimule la sécrétion des gonadotrophines LH et FSH par les cellules gonadotropes. La LH est libérée de manière pulsatile en réponse à la libération

pulsatile de GnRH par l'hypothalamus et est délivrée aux testicules via le système vasculaire. La LH se lie à son récepteur sur les cellules de Leydig et stimule la synthèse et la sécrétion de testostérone (O'Donnell *et al.*, 2006). La prolactine, autre hormone d'origine antéhypophysaire ainsi que l'inhibine se lient à des récepteurs et facilitent l'action stimulante de la LH. Aucune de ces deux hormones n'est cependant capable de stimuler seule la production de testostérone. La FSH se lie aux récepteurs mis en évidence au niveau de la membrane basale des cellules de Sertoli et stimule ainsi la synthèse des protéines, la mobilisation des ressources énergétiques, la production du fluide testiculaire et le débit par les cellules de Sertoli de protéines telles que l'ABP et l'inhibine (Johnson et Everitt, 2001). En outre, la FSH est nécessaire pour le déclenchement de la spermatogenèse et, chez l'adulte, elle agit en synergie avec la testostérone pour maintenir ou restaurer la spermatogenèse (Zirkin, 1998 ; Mc Lachlan, 2000 ; Haywood *et al.*, 2003).



**Figure 3 :** Régulation hormonale de la spermatogenèse (Holdcraft et Braun, 2004).

La testostérone inhibe la sécrétion de LH par feedback négatif selon deux voies. L'effet feedback négatif s'exerce prioritairement sur l'hypothalamus, ce qui entraîne une diminution des pulses de GnRH et donc, indirectement, une diminution de la libération de LH et FSH par l'hypophyse antérieure. De plus, la testostérone agit directement sur la glande pituitaire pour réduire la sensibilité des cellules sécrétrices de LH à la GnRH. Ceci explique pourquoi la testostérone inhibe plus LH que FSH. La concentration en testostérone est beaucoup plus élevée dans les testicules que dans le sang. Seule cette forte concentration de testostérone

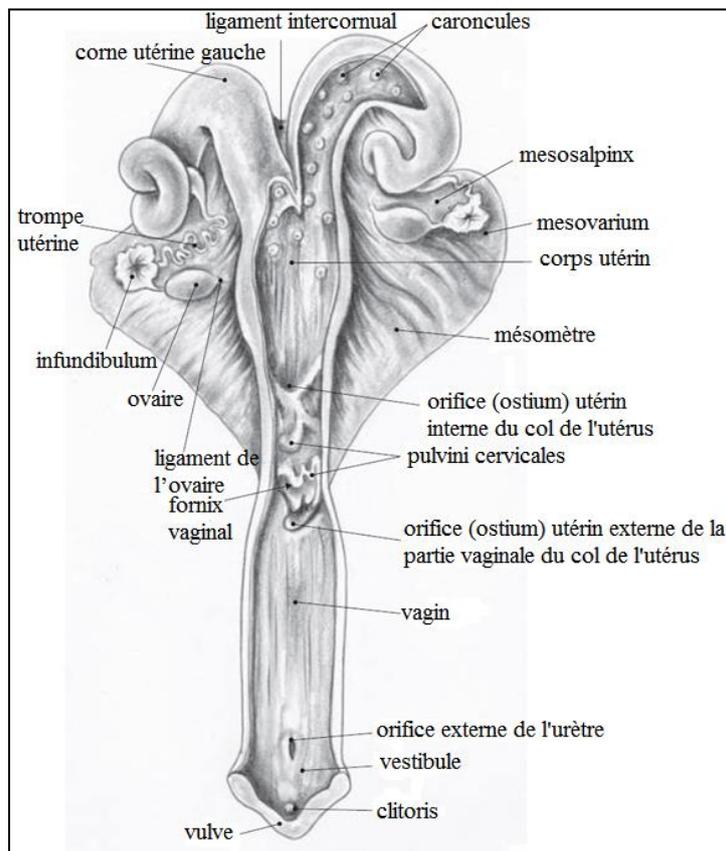
testiculaire est suffisante pour soutenir la production des spermatozoïdes (Sherwood *et al.*, 2016).

Aussi, les cellules de Sertoli agissent négativement sur l'étage central, via la sécrétion d'inhibine et positivement par la synthèse d'activine. L'inhibine et l'activine inhibant ou activant, selon les cas, en rétroaction la production des gonadotropines hypophysaires, ainsi que les productions des cellules de Leydig (Gilles *et al.*, 2006).

Les hormones thyroïdiennes, surrénaliennes, pancréatiques interviennent également dans la régulation des fonctions testiculaires. En effet, les pathologies de ces systèmes endocriniens sont régulièrement associées à des altérations de la spermatogenèse. Des récepteurs, pour la plupart de ces hormones, ont d'ailleurs été décrits dans le testicule (Dadoune et Démoulin, 2001).

### 3- L'appareil génital femelle : rappels anatomiques

Les différents organes reproducteurs chez les brebis (figure 4) comprennent les ovaires, les oviductes, l'utérus, le cervix, le vagin et la vulve.



**Figure 4 :** Anatomie de l'appareil reproducteur de la brebis (Constantinescu, 2017).

### **3-1- Ovaires**

Les ovaires sont de petits organes en forme d'amande (2 cm de longueur x 1 cm d'épaisseur) dont le poids varie en fonction de l'activité ovarienne (Castonguay, 2018). Ils sont placés très bas, au-dessous de la région sou-lombaire, incomplètement encapuchonnés dans un repli du ligament large (Bressou, 1978). Ils remplissent à la fois des fonctions exocrines (libération des œufs) et endocriniennes (stéroïdogénèse) (Hafez et Hafez, 2000).

### **3-2- Oviductes**

L'oviducte est un organe tubulaire qui va de l'ovaire à la corne utérine correspondante. Tube circonvolutionné de 15-19 cm de long, il est constitué, dans l'ordre, du pavillon qui capture l'ovule pondue par l'ovaire lors de l'ovulation, de l'ampoule et de l'isthme qui est relié à la corne utérine (Baril *et al.*, 1993).

- Le pavillon en forme d'entonnoir, a une surface d'environ 6-10 cm<sup>2</sup>. L'ouverture du pavillon est rattachée en un seul point central à l'ovaire.
- L'ampoule est la partie la plus longue et la plus large de l'oviducte, et où les œufs sont conservés plusieurs jours après l'ovulation. La fécondation se produit dans l'ampoule.
- L'isthme est la partie la plus courte et la plus étroite de l'oviducte. Il est directement relié à l'utérus par la jonction utéro-tubaire.

### **3-3- L'utérus**

L'utérus est un organe creux où l'œuf vient se fixer pour donner lieu au développement embryonnaire. Il est formé par deux cornes utérines, un corps et un col ou cervix. L'utérus de la brebis est de type bipartite, avec un septum qui sépare les deux cornes (Hafez et Hafez, 2000). La paroi de l'utérus est formée par une muqueuse, couche musculaire et séreuse. La muqueuse ou endomètre est glandulaire, avec un épithélium prismatique où débouchent des glandes tubulaires (Fernandez et Ruiz Matas, 2003). Elle présente des zones élevées dépourvues de glandes, appelées caroncules, qui établissent l'union avec le placenta fœtal (Fernandez et Ruiz Matas, 2003). Il y a entre 70-100 caroncules dans un utérus de brebis (Castonguay, 2018).

Les cornes sont longues, accolées à leur base sur une assez longue étendue, et un septum médian divise partiellement le corps utérin. Le col de l'utérus représente un canal en forme de

tire-bouchon du fait de l'épaississement de la muqueuse (Drion *et al.*, 2005). Il est formé par de nombreux anneaux cartilagineux (5 à 7) en quinconce, qui empêchent le dépôt du sperme au-delà du col de l'utérus (Dudouet, 2003).

Le cervix est une partie très importante qui sépare en permanence la cavité utérine de la cavité vaginale. Il est composé d'un tissu muqueux sécrétant le mucus cervical et d'un tissu musculéux comprenant des muscles lisses et des fibres de collagène. Les anneaux cervicaux consistent en une série de crêtes dures ou de plis annulaires (Baril *et al.*, 1993).

### **3-4- Le vagin**

Le vagin est un organe cylindrique, musculaire, muni d'une muqueuse tégumentaire dépourvue de glandes, avec des plis longitudinaux et un épithélium pavimenteux pluristratifié, soumis aux changements cycliques (Fernandez et Ruiz Matas, 2003). Sa longueur est de 7 - 14 cm (Drion *et al.*, 2005).

Chez l'agnelle, une mince membrane, l'hymen, obstrue partiellement le vagin. Elle est perforée lors du premier accouplement (Castonguay, 2018).

### **3-5- La vulve**

C'est la partie commune à l'appareil urinaire et génital. Elle est formée par le vestibule vaginal et l'orifice vulvaire, délimité par les lèvres. Le vestibule reçoit l'urètre en avant de l'hymen. À mi-longueur et latéralement, débouchent les glandes de Bartholin dont la sécrétion lubrifiante facilite l'accouplement. La commissure supérieure des lèvres vulvaires est séparée de l'anus par le périnée. Au niveau de la commissure ventrale se trouve le clitoris qui est l'équivalent rudimentaire du pénis, dépourvu d'urètre, mais pourvu d'un tissu érectile (Leborgne *et al.*, 2013).

## **4- Physiologie de la reproduction chez la brebis**

### **4-1- La puberté**

La puberté correspond à l'observation du premier comportement œstral de la jeune agnelle. Dans des conditions normales d'élevage, l'agnelle atteint la puberté vers l'âge de 5 à 9 mois (Castonguay, 2018). La première ovulation ne s'accompagne pas d'un comportement œstral. En effet, deux ovulations de ce type peuvent survenir pendant la puberté chez les agnelles ayant une phase lutéale courte après leur première ovulation (Foster et Hileman, 2015).

Plusieurs facteurs peuvent influencer l'apparition de la puberté, tel que la saison de la naissance, la nutrition, le poids vif et les interactions sociales (Dyrmundsson, 1981).

Les événements physiologiques conduisant à la puberté chez l'agnelle sont analogues à ceux qui régulent le début de la saison sexuelle chez la brebis adulte (Jainudeen *et al.*, 2000). L'axe gonadotrope, activé pendant la période périnatale, entre en quiescence durant toute la période de la vie juvénile. À partir de la puberté cet axe est réactivé, ce qui se traduit par l'augmentation de la fréquence et de l'amplitude des pulses de GnRH conduisant à la sécrétion de FSH et de LH puis à l'ovulation (Migaud *et al.*, 2016).

#### **4-2- Production des ovules**

Chez la femelle des mammifères, la production de gamètes est le résultat de deux phénomènes indissociables: l'ovogenèse et la folliculogenèse. Ces processus, initiés pendant la vie fœtale, se poursuivent pendant toute la vie de la femelle, et sont étroitement contrôlés à chacune de leurs étapes par de nombreux facteurs hormonaux et environnementaux (Monniaux *et al.*, 2009).

Deux phases successives caractérisent le développement folliculaire : la folliculogenèse basale et la folliculogenèse terminale. La folliculogenèse basale se déroule apparemment normalement en l'absence de FSH, ce qui est observable expérimentalement chez la brebis après hypophysectomie. La folliculogenèse terminale est strictement dépendante de la présence de FSH et, pour les stades terminaux de maturation du follicule préovulatoire, de la présence de LH. L'apparition de récepteurs de LH sur les cellules de granulosa est la «signature» d'une maturité complète du follicule, qui devient apte à ovuler (Monniaux *et al.*, 2009). Les follicules préovulatoires parviennent au stade préovulatoire (ou follicules de Graaf) avec des tailles variant entre 5 et 10 mm chez la brebis (Leborgne *et al.*, 2013).

#### **4-3-Le cycle sexuel de la brebis**

##### **4-3-1- La durée du cycle**

Chez la femelle, le cycle œstral correspond à la succession périodique de modifications morphologiques, histologiques et hormonales au niveau de l'appareil reproducteur entre deux œstrus consécutifs. La durée moyenne du cycle sexuel ou œstral est de 17 jours, mais cette durée peut varier de 14 à 19 jours selon les races, l'âge, les individus et la période de l'année (Castonguay, 2018).

#### **4-3-2- Les différentes phases du cycle**

Le cycle ovarien est divisé en deux phases (Gayrard, 2007) :

- une phase folliculaire qui correspond à la période qui s'étend de la fin de la croissance folliculaire à l'ovulation (phases de pro œstrus et œstrus)
- une phase lutéale qui débute après l'ovulation et s'achève avec la régression du ou des corps jaune (phases de métœstrus et diœstrus).

Conventionnellement, le jour 0 (J0) du cycle œstral est le jour de l'ovulation qui sépare donc la phase folliculaire de la phase lutéale. Le tableau 2 présente la durée de ces deux phases folliculaires chez la brebis.

**Tableau 2 :** Caractéristiques du cycle de la brebis (Driancourt et Levasseur, 2001).

|               | Durée du cycle (jours) | Phase lutéale (jours) | Phase folliculaire (jours) | Durée de l'œstrus | Moment de l'ovulation               |
|---------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| <b>Brebis</b> | 17 (15-19)             | 15 (14-16)            | 2 (2-3)                    | 24 h              | 18-36 h Après le début des chaleurs |

Moyenne (min-max).

#### **4-3-3- Dialogue hormonal et variation des niveaux hormonaux au cours du cycle de la brebis**

L'espèce ovine a la particularité de renfermer à la fois des races polyovulantes (Romanov, Finnoise...) et des races mono-ovulantes (Ile-de-France, Mérinos...). De plus, au sein de ces races ovines, il existe des lignées (Booroola, Cambridge, Belclare...) présentant des caractéristiques exceptionnelles en termes de quota ovulatoire et de prolificité (Monniaux *et al.*, 2009).

La brebis a plusieurs vagues folliculaires par cycle. Au cours de chaque vague s'enchaînent les phases de recrutement (phase de croissance d'une cohorte de follicules gonado-dépendants ayant un besoin élevé en FSH), de sélection (phase où le follicule le plus développé devient de plus en plus dépendant de la LH et de moins en moins de la FSH), puis de dominance (pendant laquelle le follicule qui va ovuler et son ovocyte deviennent pleinement matures, alors que les autres follicules régressent) (Driancourt *et al.*, 2014).

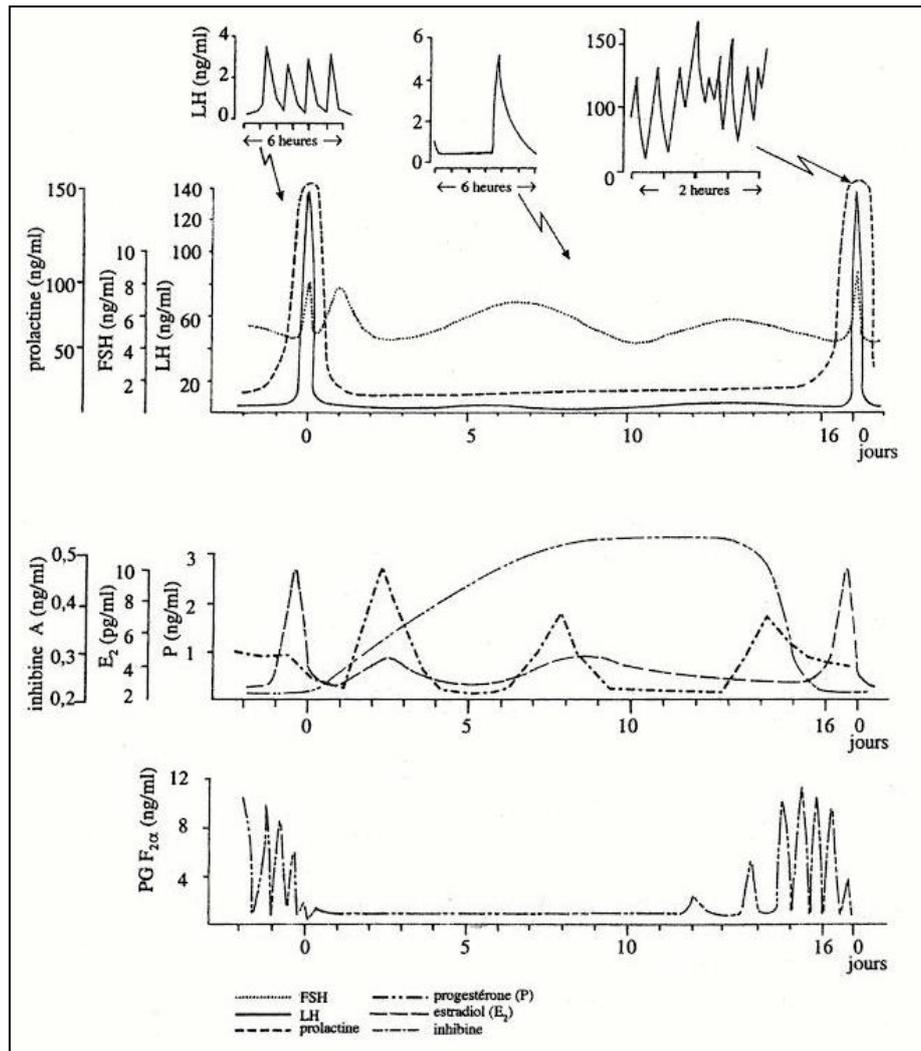
Pendant la saison de reproduction, chez la brebis, il y a typiquement trois ou quatre vagues folliculaires par cycle (Ginther *et al.*, 1995 ; Evans *et al.*, 2000 ; Bartlewski *et al.*, 2001).

La première vague débute immédiatement après l'ovulation et le follicule dominant qui s'y développe atteint sa taille maximale, d'environ 7 mm, vers J5-J6. Après une brève période de stagnation (vers J6-J7), ce follicule régresse et une deuxième vague démarre immédiatement. Cette deuxième vague culmine généralement vers J10-J13 (J10 pour les cycles à 4 vagues, J13 pour les cycles à 3 vagues), avec un follicule présentant un diamètre maximal réduit (5-6 mm) par rapport au follicule de la première vague (Driancourt *et al.*, 2014). Enfin, pour les cycles à trois vagues, c'est la régression du follicule de la deuxième vague qui permet l'initiation de la troisième vague folliculaire. Celle-ci coïncidant avec la régression du corps jaune, cette troisième vague donne naissance au follicule pré-ovulatoire (Driancourt *et al.*, 2014).

Le cycle œstral résulte de l'interaction coordonnée de quatre organes: cerveau, hypophyse, ovaire et utérus. Pour comprendre le contrôle de ce cycle, nous devons analyser la communication entre ces organes, qui se produit en grande partie via sept hormones: GnRH de l'hypothalamus; l'hormone lutéinisante (LH) et l'hormone folliculostimulante (FSH) de l'hypophyse; l'œstradiol, l'inhibine et la progestérone de l'ovaire; la PGF2 $\alpha$  de l'utérus et du corps jaune.

Les fluctuations des hormones hypophysaires (LH, FSH et prolactine) et ovariennes (œstradiol, inhibine et progestérone), et le profil de libération de PGF2 $\alpha$  au cours du cycle de la brebis sont montrés dans la figure 5.

Peu après le début de l'œstrus, il se produit une décharge de gonadotrophines qui entraîne l'ovulation, marquant la fin de la phase folliculaire et le début de la phase lutéale. En début de phase folliculaire (J14-J15), la concentration plasmatique en œstradiol est très faible (quelques pg/ml), et la pulsatilité de LH limitée (1 pulse d'amplitude moyenne toutes les 3 heures). L'augmentation de la pulsatilité de LH (1 pulse/h d'amplitude faible) permet l'élévation de l'œstradiol pré-ovulatoire en augmentant la production de testostérone (androgènes) par la thèque. La maturation du follicule qui va ovuler s'accompagne entre J15 et J17 d'une élévation de sa production d'œstradiol (d'un facteur 5 à 10). Cette production d'œstradiol est responsable de la chute de FSH observée au cours de la phase folliculaire (Driancourt et Levasseur, 2001).



**Figure 5:** Profils hormonaux au cours du cycle œstrien chez la brebis (Driancourt *et al.*, 2014).

Une fois le niveau maximum d'œstradiol atteint, celui-ci déclenche par rétroaction positive, le pic ovulatoire de gonadotropines (LH et FSH) qui induit l'ovulation 24-28 heures plus tard. L'ovulation est suivie d'une seconde élévation de FSH (2<sup>ème</sup> pic) et de la formation du corps jaune qui sécrète principalement de la progestérone, dont les niveaux maxima sont atteints vers J8 (2-3 ng/ml). Pendant cette période d'activité du corps jaune, la pulsativité de LH est faible (1 pulse/6 h), mais les pulses présentent une forte amplitude. Des fluctuations de FSH existent en nombre variable et à intervalles plus au moins réguliers. Elles sont produites par le renouvellement des vagues folliculaires pendant la phase lutéale. (Driancourt et Levasseur, 2001). En fin de la phase lutéale et en l'absence de gestation, l'utérus émet des décharges d'une nouvelle hormone, la prostaglandine PGF<sub>2α</sub>. Cette hormone provoque la destruction du corps jaune (ou lutéolyse) et par conséquent l'arrêt de la sécrétion de progestérone, ce qui signe le début d'une nouvelle croissance folliculaire (Gordon, 1997).

#### **4-3-4- Arrêt du cycle œstral**

L'anœstrus est l'absence de comportement d'œstrus, résultant de l'interruption de l'activité ovarienne. Celui-ci peut avoir plusieurs origines d'où les différentes dénominations :

##### **4-3-4-1- L'anœstrus de gestation**

Logiquement, pendant la gestation, il n'y a pas de cycles sexuels. De plus, Bartlewski *et al.*, (2000) ont rapporté qu'au début de la gestation chez les brebis, il y a une suppression de la croissance du follicule antral qui semble être exercée principalement par le conceptus.

##### **4-3-4-2- L'anœstrus saisonnier**

Les petits ruminants présentent une période d'anœstrus saisonnier, pendant laquelle les femelles ne présentent ni chaleur ni ovulation. On distingue classiquement deux degrés d'anœstrus saisonnier, léger ou profond, par des différences de la fréquence de pulsativité de LH, du niveau maximal de développement folliculaire observé, et de la possibilité ou non d'induire les chaleurs et l'ovulation par la mise en présence avec un mâle. Pendant l'anœstrus léger d'une brebis, des vagues de croissance folliculaire se produisent régulièrement, et les follicules dominants atteignent environ 6 mm de diamètre (versus 8 mm chez une brebis cyclée), mais produisent peu d'œstradiol à cause d'une pulsativité réduite de LH (un pulse toutes les 12 h). Pendant l'anœstrus profond, le renouvellement des vagues folliculaires est altéré, induisant des périodes pendant lesquelles aucun follicule ne croît. Une transition vers une période d'anœstrus léger est un pré requis avant une reprise de la cyclicité (Driancourt *et al.*, 2014).

##### **4-3-4-3- L'anœstrus post-partum**

Selon l'intensité des causes impliquées, cet anœstrus peut également être léger (avec présence de vagues folliculaires atteignant une taille maximale limitée et produisant peu d'œstradiol) ou profond (avec des ovaires au repos, dépourvus de follicules de plus de 5 mm, et donc de vagues folliculaires). Chez les petits ruminants, la coïncidence de l'anœstrus saisonnier avec l'anœstrus post-partum produit un anœstrus profond (Driancourt *et al.*, 2014).

##### **4-3-4-4- L'anœstrus pathologique**

L'anœstrus est considéré comme pathologique à cause de nombreux facteurs tels que les carences nutritionnelles, les influences environnementales qui ont causé des déséquilibres

endocriniens, les maladies de l'ovaire et de l'utérus, et les maladies infectieuses provoquant la mort embryonnaire précoce ou l'avortement (Pineda, 2003a).

#### **4-4- La fécondation**

La fécondation est la fusion du gamète mâle avec le gamète femelle. Cette fusion aboutit à la formation d'une cellule unique : le zygote (ou embryon de stade 1 cellule). Elle a lieu dans l'ampoule de l'oviducte chez les mammifères. La fécondation est donc précédée par la libération de l'ovule : c'est la ponte ovulaire ou ovulation et la libération des spermatozoïdes ou éjaculation. La rencontre des deux gamètes s'opère à l'issue d'une insémination naturelle appelée aussi accouplement (ou coït), ou à l'issue d'une insémination artificielle (in vivo dans le tractus génital de la femelle ou in vitro en "éprouvette"). Chez les ovins, la durée de fertilité des gamètes varie de 30 à 48 h chez le mâle et de 15 à 24 h chez la femelle, si la rencontre n'a pas lieu dans ces heures, les gamètes dégénèrent (Gayrard, 2007).

#### **4-5- La gestation**

##### *Caractéristiques*

La durée normale de la gestation chez la brebis est de 150 jours, durée variable en fonction de la race et de l'individu, avec un écart allant jusqu'à 13 jours entre les individus d'une même race (Jainudeen *et al.*, 2000).

L'implantation du ou des embryons a lieu le 18<sup>ème</sup> jour, et le stade fœtal est atteint à 35 jours. Pendant le premier mois, la mortalité embryonnaire peut être importante. Ses conséquences sont bien visibles: nombreux retours en chaleur, mauvaise fertilité et faible prolificité. Tous les stress (variation brutale du régime alimentaire, traitements collectifs, tonte, chaleur excessive...) sont responsables de cette mortalité (Deblay, 2002).

Pendant la deuxième partie de la gestation, les besoins alimentaires des brebis dépendent du nombre de fœtus qu'elles portent. Une sous-alimentation importante peut provoquer une diminution du poids des agneaux et une plus grande mortalité à la naissance. Ces agneaux ont également des performances de croissance inférieures aux autres. La sous-alimentation se répercute également sur la lactation et, chez les brebis qui portent 2 ou 3 agneaux, elle peut conduire à des toxémies de gestation (Deblay, 2002).

### *Diagnostic de gestation*

Les principales méthodes utilisées pour étudier la gestation chez la brebis peuvent être classées en deux catégories (El Amiri *et al.*, 2003) :

D'une part, les méthodes de laboratoire, parmi lesquelles on peut citer les dosages hormonaux (sulfate d'œstrone, hormone lactogène placentaire, progestérone) et les dosages de protéines spécifiques ou associées à la gestation. D'autre part, les méthodes cliniques, dont la radiographie, la palpation recto-abdominale et l'ultrasonographie (Doppler, mode-A et mode-B).

### **4-6- La parturition**

Chez les ovins, la mise bas est appelée agnelage. Ce terme désigne également l'ensemble des mises bas du troupeau.

#### *Déroulement d'une mise bas*

À l'approche de la mise bas, la brebis est agitée, inquiète et cherche à s'isoler. Cette phase préparatoire dure en général entre 2 et 6 heures. L'agneau se présente le plus souvent en position antérieure et sa naissance dure entre 10 et 20 minutes. S'il y a un deuxième agneau, il est expulsé environ un quart d'heure plus tard. La délivrance se produit normalement 1 à 3 heures après la mise bas (Deblay, 2002).

#### *La régulation hormonale de la parturition*

Le processus de parturition est initié et contrôlé par un ensemble complexe d'interactions hormonales ayant un impact sur le myomètre, col de l'utérus, caduque et membranes fœtales (Mesiano *et al.*, 2015). Chez la brebis, les concentrations plasmatiques en progestérone sont élevées pendant toute la durée de la gestation, et la parturition est précédée par une chute de ces concentrations. Une brusque augmentation des concentrations plasmatiques en œstradiol 17- $\beta$  (origine placentaire ou ovarienne) est également observée. Il en résulte une diminution du rapport des concentrations de progestérone à celles de l'œstradiol (Gayrard, 2007).

L'axe hypothalamo-hypophysaire fœtal est responsable de déclenchement de la mise bas (Leborgne *et al.*, 2013). Au cours des 2 à 3 dernières semaines de gestation, la sécrétion de la corticolibérine (CRH), d'adrénocorticotrophine (ACTH), du cortisol surrénalien et de l'androstènedione augmente chez le fœtus; les concentrations plasmatiques de cortisol

augmentent rapidement pendant les 2 à 3 derniers jours précédant la naissance (Rawlings et Bartlewski, 2007).

#### **4-7- La lactation**

Comme chez les autres mammifères d'élevage, la quantité de lait par lactation varie avec le potentiel génétique de l'animal, l'alimentation, les conditions d'élevage et le numéro de lactation. En plus, la durée de lactation des brebis dépend du mode d'élevage (Deblay, 2002) :

- en élevage allaitant avec production d'agneaux de bergerie, les brebis sont tarées à la vente des agneaux (une centaine de jours après la mise bas),
- en élevage allaitant avec production d'agneaux d'herbe, la durée de l'allaitement est beaucoup plus variable,
- en élevage laitier, la lactation des brebis suit le rythme imposé par les laiteries: début de la collecte en décembre et la collecte fin juillet. Les agneaux sont sevrés vers l'âge d'un mois au moment où le ramassage du lait commence.

Les animaux domestiques sont généralement classés comme des espèces à reproduction saisonnière et non saisonnière, selon le moment de l'activité sexuelle au cours de l'année. Chez les ovins, la plupart des races se caractérisent par l'alternance entre une période d'activité et une période de quiescence. Le présent chapitre a pour objet d'aborder les variations saisonnières de l'activité sexuelle chez les brebis et les béliers, les facteurs et les sources de variation de ce caractère, ainsi que les explications physiologiques concernant l'effet de la photopériode dans la génération du rythme saisonnier de reproduction.

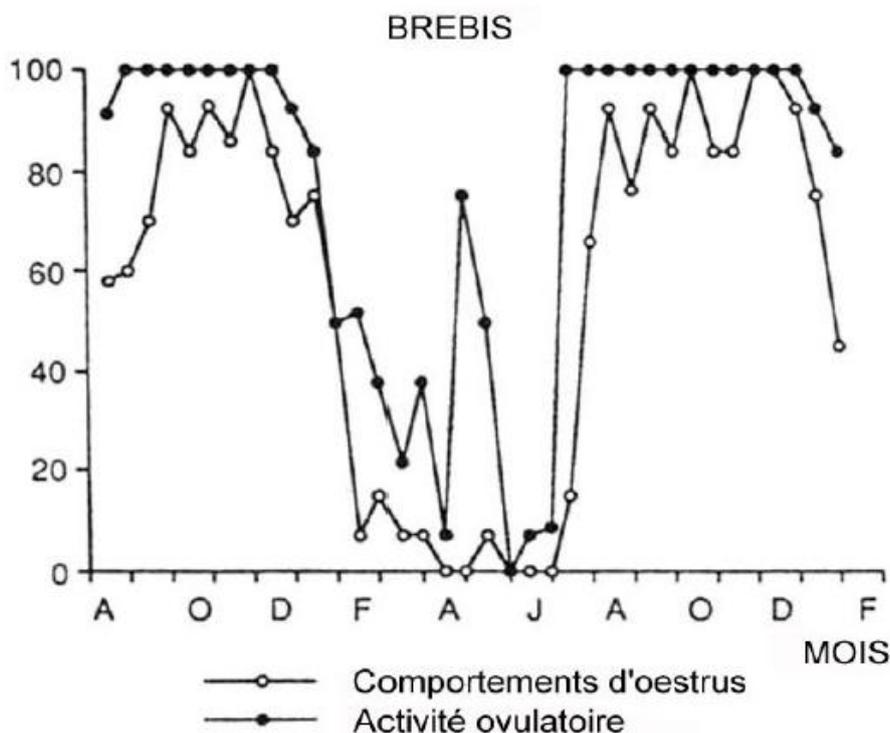
### **1- Saisonnalité de l'activité sexuelle chez les brebis**

La saisonnalité de la reproduction chez la brebis est caractérisée par des variations remarquables du comportement d'œstrus, de la fréquence des ovulations et du statut endocrinien.

#### **1-1- Le comportement de l'œstrus et activité ovarienne**

Chez les ovins de l'hémisphère nord et sous des latitudes tempérées, la saison de l'activité sexuelle chez la femelle débute à la fin de l'été et dure jusqu'à la fin de l'hiver; la parturition se déroule donc au printemps, plus propice pour que la descendance dispose des conditions optimales sur le plan alimentaire ou climatique (Balasse *et al.*, 2016). Cette période de reproduction est caractérisée par la cyclicité et la réceptivité sexuelle des femelles.

En revanche, au cours de l'année, il apparaît une période d'anœstrus que l'on peut définir par son intensité et sa durée (Thimonier *et al.*, 1969) (figure 6). Lorsque la saison d'anœstrus est établie, les brebis n'ovulent plus, n'expriment plus de chaleurs et ne développent pas de corps jaune (Thimonier *et al.*, 1969 ; Gallegos-Sanchez *et al.*, 1998 ; Hashem *et al.*, 2011). Au cours de cette période, le développement folliculaire ne s'arrête pas (Rosa et Bryant, 2003), donc les ovaires restent actifs et présentent une croissance folliculaire ralentie qui s'accélérera lors de la transition vers la saison de reproduction (Bartlewski *et al.*, 1998 ; Bartlewski *et al.*, 1999a).



**Figure 6 :** Variation saisonnière de l'activité sexuelle chez les brebis Île-de-France (Thimonier *et al.*, 1969).

Il existe donc des variations saisonnières du comportement d'œstrus cyclique et de l'activité ovarienne. Une telle dissociation œstrus-ovulation existe tout au long de l'année avec plus ou moins d'intensité (Thimonier *et al.*, 1969). La proportion de femelles ovulantes est supérieure à celui des femelles en œstrus. Cette supériorité est due aux ovulations silencieuses.

Ainsi, il existe des arrêts de l'activité cyclique du comportement d'œstrus. Ces arrêts sont plus fréquents certains mois de l'année définissant une période d'anœstrus. Par exemple, Thimonier *et al.* (1969) ont observé une durée moyenne de l'anœstrus de 179 jours chez les brebis de race Île-de-France, et de 114 jours chez les brebis de race Préalpes.

### 1-2- L'activité endocrine

L'existence du saisonnement de l'activité neuroendocrinienne chez la brebis est largement rapportée. En effet, les événements hormonaux associés à l'anœstrus sont évidemment très différentes de celles observées pendant la saison sexuelle.

Par comparaison à la variation des niveaux hormonaux au cours d'un cycle normal chez la brebis (chapitre II), pendant la période d'anœstrus, les taux de progestérone restent faibles et aucune décharge des gonadotrophines n'est observée. Cependant, ni l'ovaire ni le système générateur de

pulses LH ne sont inactifs (Rosa et Bryant, 2003). La fréquence d'impulsion de LH pendant l'œstrus saisonniers est inférieure à n'importe quel moment durant le cycle œstral (Yuthasastrakosol *et al.*, 1975 ; Scaramuzzi et Baird, 1977). Cette faible activité LH pendant l'œstrus est due à une augmentation de la sensibilité et à la rétroaction négative de l'œstradiol (Legan *et al.*, 1977 ; Karsch *et al.*, 1993) par rapport à la saison de reproduction. Les concentrations circulantes d'œstradiol sont également plus faibles pendant la période de non-reproduction par rapport à la saison de reproduction (Scaramuzzi et Baird, 1977). De plus, la sécrétion de FSH est non pulsatile (Bister et Paquay, 1983) et les taux de progestérone restent faibles (inférieur à 0,5 ng/ml) (Thimonier *et al.*, 2000).

En outre, l'œstrus chez les ovins est associé à des niveaux élevés de prolactine (Walton *et al.*, 1980). Cependant, la suppression de la sécrétion de la prolactine avec la bromocriptine n'a pas stimulé la fonction gonadique chez la brebis (McNeilly et Land, 1979).

## **2- Variations saisonnières chez les béliers**

Les variations saisonnières de l'activité sexuelle concernent à la fois le mâle et la femelle. Chez les béliers, la saisonnalité de la reproduction se manifeste par des variations au cours du cycle annuel du poids et du volume testiculaire, reflétant les variations de la spermatogénèse, ainsi que par la libido.

### **2-1- La libido**

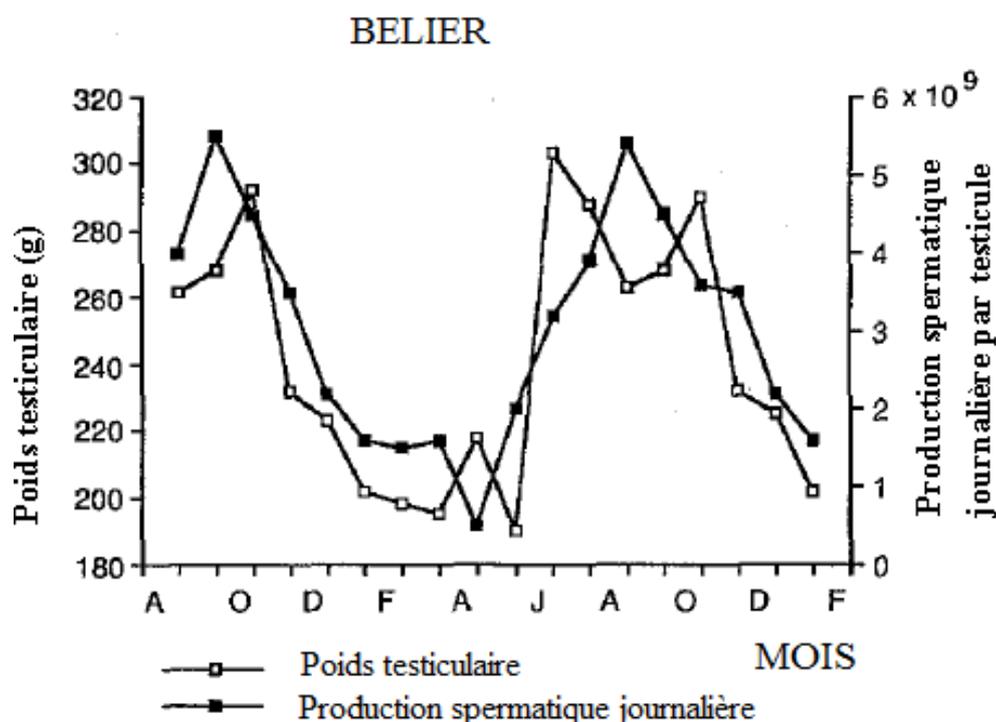
Diverses études ont montré les influences saisonnières sur les comportements sexuels et la libido des béliers. En effet, Tulley et Burfening (1983) ont rapporté que l'effet des jours plus courts d'automne et de l'hiver ou d'une photopériode modifiée pour simuler des jours plus courts a entraîné une augmentation de la libido. En outre, Avdi *et al.* (2004) ont observé que les signes de comportements sexuels ont été significativement affectés par les mois chez les béliers de Chios et de Serres au cours de deux années successives. En revanche, Kafi *et al.* (2004) ont décrit que la libido des béliers Karakul n'a pas été affectée par les hautes températures estivales dans le sud de l'Iran.

### **2-2- Les caractéristiques séminales et les mesures testiculaires**

Il est approuvé que le processus de la spermatogénèse soit maintenu tout au long du cycle annuel. Cependant, chez les béliers, des variations significatives dans les caractéristiques séminales et la taille des testicules sont largement rapportés, avec les valeurs les plus élevées en

automne et les plus basses en été (Dufour *et al.*, 1984). À cet égard, Karagiannidis *et al.* (2000) ont constaté que le sperme des béliers présente d'importantes variations dans la quantité et la qualité, dans lequel la meilleure semence est produite en période de reproduction (la fin de l'été et en automne). De même, Simplicio *et al.* (1982) ont observé des différences saisonnières significatives au niveau du volume, de la masse, du pourcentage de motilité et de la concentration des spermatozoïdes, ainsi que des mesures de testicules linéaires. En plus, Dacheux *et al.* (1981) ont remarqué une variation saisonnière dans le débit du liquide du rete testis chez les béliers d'Ile-de-France ; le débit minimum étant en hiver et le maximum en automne. Aussi, D'alessandro et Martemucci (2003) ont montré que la saison exerce une influence significative sur le moment optimal de la congélation du sperme chez le bélier de Leccese dans les zones tempérées avec des meilleures performances en été et en automne (saison de reproduction).

En outre, Cameron (2008) a rapporté que chez les béliers, le poids testiculaire est généralement maximal lors de la saison de reproduction et minimal à la fin de l'hiver (Figure 7). De même, Avdi *et al.* (2004) ont remarqué que les béliers de Chios et de Serres présentaient des variations saisonnières marquées dans leur volume testiculaire au cours de deux années successives.



**Figure 7 :** Variations saisonnières du poids testiculaire et de la production de spermatozoïdes par jour et par testicule chez le bélier Île-de-France (Chemineau *et al.*, 1992).

### 2-3- Activité endocrinienne

Les variations saisonnières de l'activité reproductrice chez des béliers sont associées aux modifications endocriniennes. En effet, Schanbacher et Lunstra (1976) ont remarqué que, chez les béliers Finn et Suffolk, les concentrations sériques de LH étaient plus faibles en mai et augmentaient brusquement en juillet, lorsque la photopériode quotidienne commençait à diminuer. De même, les concentrations sériques de testostérone étaient plus élevées en octobre, et elles ont diminué progressivement au cours des mois d'hiver et ont atteint les niveaux les plus bas à la fin mars.

Selon Jainudeen *et al.* (2000), la diminution de la longueur des jours (ou jours courts) stimule la sécrétion de FSH, de LH et de testostérone chez les béliers, tandis que l'augmentation de la longueur des jours (ou jours longs) inhibe ces hormones. L'ampleur de la sécrétion sérique de gonadotrophine et de testostérone chez les béliers matures en réponse aux changements de longueur du jour montre des différences raciales. Ces différences sont apparentes pendant les jours courts, lorsque l'axe hypothalamo-hypophyso-testiculaire est plus actif.

### 3- Sources de variations de la saisonnalité de la reproduction

Il existe divers facteurs intervenant dans la saisonnalité de la reproduction, et par conséquent dans la durée de la saison sexuelle chez les mâles comme chez les femelles. Ces facteurs sont la photopériode et la localisation géographique, la race, l'âge, la lactation, la nutrition et l'environnement.

#### 3-1- La photopériode et la localisation géographique

Il est évident que la photopériode varie en fonction de la latitude, donc de la localisation géographique. Chez les ovins comme chez les autres mammifères à reproduction saisonnière, ce sont les variations annuelles de la durée de jour, ou photopériode, qui sont principalement responsables de l'alternance entre saison sexuelle et saison de repos sexuelle (Ortavant *et al.*, 1988). Ainsi, la saisonnalité de la reproduction est plus ou moins marquée selon la latitude. Sous les latitudes moyennes et élevées (> 40°) la plupart des races ovines manifestent un saisonnement marqué de leur activité sexuelle (Avdi *et al.*, 1993). D'autre part, dans les environnements tropicaux et subtropicaux, les brebis sont complètement non saisonnières ou polyoestrus par intermittence avec la qualité et la disponibilité de la nourriture dictant l'activité de l'élevage (Rosa et Bryant, 2003).

En outre, Baril *et al.* (1993) ont rapporté que la distribution des mises bas dans l'année sous les latitudes moyennes et élevées n'est pas uniforme et la plupart des races locales d'ovins donnent naissances aux jeunes à la fin de l'hiver et au début du printemps. Toutefois, avec la diminution de latitude, la distribution saisonnière des parturitions des races locales et de plus en plus variable.

### 3-2- La race

Dans un même environnement, la durée de la saison de reproduction varie énormément d'une race à l'autre. Cette observation souligne le rôle joué par certains paramètres génétiques, présentant un polymorphisme fonction de la race, dans le contrôle de sa saisonnalité (Pelletier *et al.*, 2000). De plus, des variations individuelles peuvent également être observées à l'intérieur d'une même race (Colas et Guerin, 1980).

Lahlou-Kassi et Boukhliq (1989) ont conclu, pour un ensemble des races étudiées en Afrique du Nord et Sahélienne, la présence d'une période de faible activité sexuelle et ovarienne centrée en mars, sauf pour la race D'man qui montre un comportement sexuel constant tout au long de l'année. Pour les autres races méditerranéennes, la période de l'œstrus saisonnier est de 3-4 mois (février-mai). Pour la race sahéenne Peul et la race Djallonké de la zone subhumide, l'œstrus saisonnier est moins marqué et est limité en mars et en avril.

Chez les Rasa Aragonesa, la durée moyenne de l'œstrus saisonnier au cours des deux années d'étude était inférieure à 100 jours (91 et 84 jours), ce qui montre que cette race présente une saisonnalité moindre (Forcada *et al.*, 1992).

Dacheux *et al.* (1981) ont constaté également des différences entre les béliers des races Ile-de-France, Romanov, Préalpes du Sud et cross-breed Romanov dans la concentration de spermatozoïdes et la sécrétion du liquide du rete testis.

### 3-3- La température

Il est évident que la température affecte la reproduction. Si des niveaux de température et d'humidité élevés ne semblent pas avoir d'effets sur le début de la saison sexuelle, l'exposition à des températures extrêmes (stress thermique) au début ou durant la saison de reproduction peut affecter la période d'activité sexuelle ou la supprimer. Chez les ovins, une exposition des femelles à des températures basses (7-9°C) entre mai et octobre cause une avance de saison sexuelle. Toutefois, les variations annuelles de la température n'exercent qu'une influence

mineure sur les rythmes saisonniers (Migaud, 2014). Aussi, chez les béliers, les températures élevées peuvent toutefois avoir des effets adverses sur la libido, la qualité et la fertilité du sperme (Alliston *et al.*, 1961).

### **3-4- Âge**

La saison de reproduction est moins longue pour les agnelles que pour les brebis matures. Évidemment, le début de la première saison sexuelle pour les jeunes agnelles dépendra principalement de leur saison de naissance et de leur développement corporel (Castonguay, 2018). De plus, Mandiki *et al.* (1998a) ont observé, chez les béliers, que les valeurs du diamètre scrotal et la qualité de la semence ont été plus élevées, et les changements saisonniers plus marqués au cours de la troisième année d'âge que de la deuxième.

### **3-5- Nutrition**

Chez les espèces saisonnées, la nutrition est considérée comme le principal facteur modulateur du signal photopériodique (Forcada et Abecia, 2006). En effet, une sous-alimentation prolongée peut réduire le nombre de cycles œstraux des brebis dans une saison sexuelle. Une mauvaise alimentation ou une mauvaise condition de chair durant la période post-partum causera un retard dans l'apparition des chaleurs, des chaleurs silencieuses, un retard dans l'ovulation, une diminution du taux d'ovulation, un taux de conception faible et une augmentation de la mortalité embryonnaire (Castonguay, 2018).

Chez les béliers, l'apport en nutriments modifie la fréquence des pulses de GnRH, et donc la sécrétion de LH et de FSH. Cet effet hypothalamique semble impliquer des changements dans la réactivation du générateur d'impulsions GnRH à la rétroaction négative à travers des mécanismes indépendants des neurones opioïdiques (Martin et Walkden-Brown, 1995).

### **3-6- L'effet bélier**

Le principe de l'effet bélier est l'introduction subite des mâles dans le troupeau de femelles après une période d'éloignement. L'odorat mais aussi tous les autres sens de la femelle sont impliqués pour induire la meilleure réponse ovulatoire chez les femelles en anœstrus (Pearce et Oldham, 1988). L'introduction des béliers provoquera une augmentation de la sécrétion tonique de LH, des pics pré-ovulatoires de LH et FSH, et l'ovulation (Martin et Scaramuzzi, 1983).

Selon Thimonier *et al.*, (2000), la majorité des brebis ovule dans les 2 à 4 jours qui suivent l'introduction des béliers, mais cette première ovulation est souvent silencieuse. Elle peut être

suivie directement, environ 17 jours plus tard, d'une seconde ovulation généralement accompagnée de chaleurs. Cependant, dans certains cas dont la fréquence est variable, ce premier moment d'ovulation est suivi d'un cycle ovulatoire de durée courte mais relativement constante (environ 6 jours), puis d'un nouveau moment d'ovulation généralement silencieux également. Ce n'est qu'après un deuxième cycle ovulatoire de durée normale qu'apparaissent alors œstrus et ovulation.

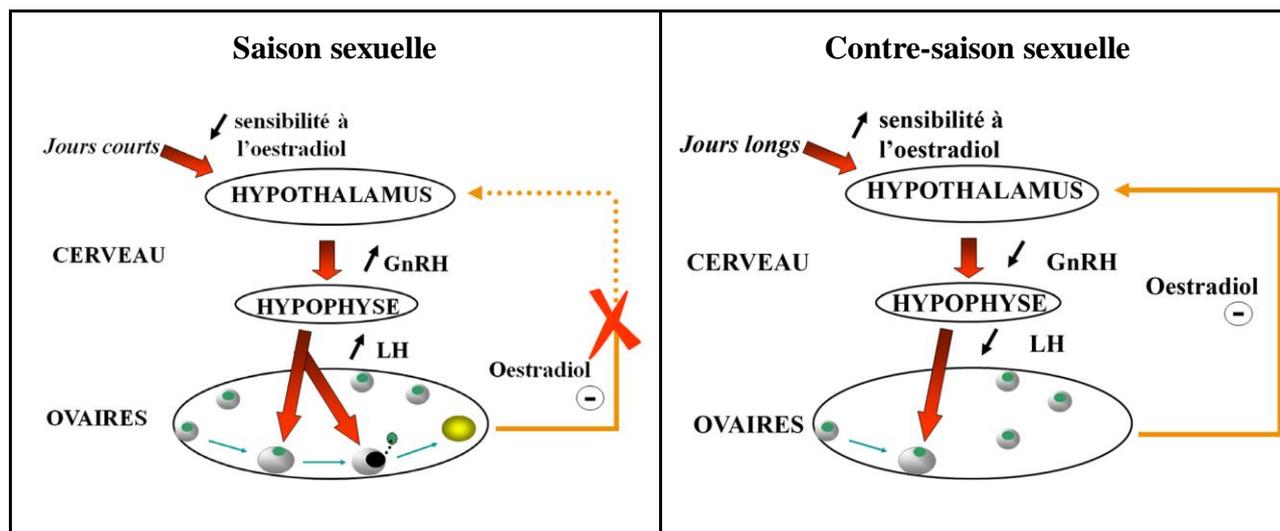
#### **4- Explications physiologiques de la photopériode**

Il existe deux explications de l'effet que joue la lumière sur la reproduction physiologique interne des ovins: la première est basée sur une action dépendante des œstrogènes (action indirecte), et la deuxième indépendante de l'action des œstrogènes (action directe). Ces deux mécanismes ont cependant la même cible: la sécrétion de la GnRH au niveau de l'hypothalamus (Castonguay, 2018).

##### **4-1- Action indirecte (dépendante des œstrogènes)**

Des modifications de l'activité de l'axe hypothalamo-hypophysaire par changements de l'hormone de libération des gonadotrophines hypophysaires (GnRH) et de l'hormone lutéinisante (LH) contrôlent les changements saisonniers de la reproduction ovine. De telles modifications reflètent des différences de sensibilité à la rétroaction négative de l'œstradiol circulant (Karsch *et al.*, 1993).

Chez les brebis, le mécanisme par lequel la photopériode régule la reproduction saisonnière inclut la modulation de la réponse à l'action négative de l'œstradiol sur la sécrétion des gonadotrophines (Legan et Karsch, 1980). Les jours courts induisent le début de la saison sexuelle en provoquant une diminution de la réponse au rétrocontrôle négatif de l'œstradiol, alors que les longs jours terminent les cycles œstraux par une augmentation dramatique de la réponse à la réaction de l'œstradiol (Legan et Winans 1981 ; Karsch *et al.*, 1993) (figure 8).



**Figure 8 :** Interactions hormonales chez la brebis (Castonguay, 2018).

Par conséquent, chez les brebis ou les béliers castrés, la sécrétion pulsatile de LH est plus faible pendant la saison de repos sexuel que pendant la saison sexuelle (Pelletier et Ortavant, 1975). De même, l'exposition à des jours courts entraîne une augmentation de la FSH sérique, alors que les jours longs entraînent une diminution de la FSH (Legan et Karsch, 1980).

#### 4-2- Action directe (indépendante des œstrogènes)

Selon Castonguay (2018), la photopériode a également une action indépendante des stéroïdes, une action qu'on pourrait qualifier de "directe". Cette action a été mise en évidence principalement par la mesure des niveaux de LH de brebis ovariectomisées et ayant subi des traitements photopériodiques (renversement de la photopériode et changement cyclique de photopériode à tous les 90 jours). De ce fait, la fréquence des pics de LH était plus élevée pendant les jours courts que pendant les jours longs même chez les brebis ovariectomisées (en absence des œstrogènes) et que cette observation se répète lors de traitements photopériodiques.

##### 4-2-1- La mélatonine

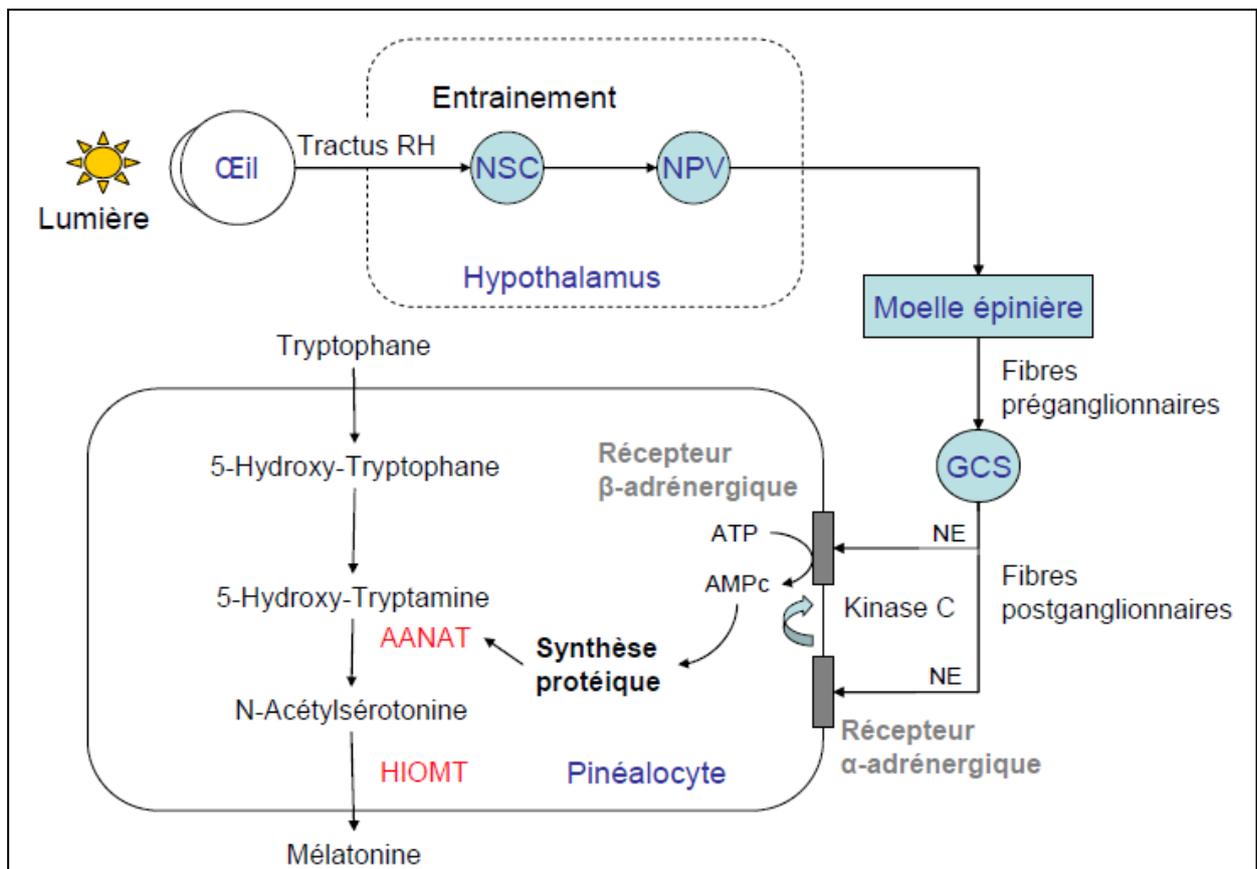
La photopériode est traduite chimiquement par la durée de sécrétion nocturne d'une hormone, la mélatonine, au niveau de l'hypothalamus pré-mammillaire (HPM) (Malpaux *et al.*, 1998).

##### 4-2-1-1- Synthèse et sécrétion de la mélatonine

L'information photopériodique est transmise par l'intermédiaire de la rétine, jusqu'à la glande pinéale (appelée aussi épiphyse) par voie nerveuse. Le tracé nerveux passe par différents noyaux hypothalamiques (supra-chiasmatique et para-ventriculaire, entre autres), puis par le ganglion

cervical supérieur, situé dans le cou. L'ablation de ce ganglion empêche toute interprétation du signal photopériodique (Chimineau *et al.*, 1992).

La mélatonine est synthétisée principalement au niveau des pinéaloocytes de la glande pinéale et dans les photorécepteurs de la rétine (Wiechmann, 1986). Cependant, chez les mammifères, la plupart sinon la totalité de l'hormone atteignant les sites périphériques est dérivée de la glande pinéale, et la pinéalectomie conduit à une grande réduction, dans la plupart des cas à des concentrations indétectables, de la mélatonine circulante (Arendt, 1998). La mélatonine est synthétisée à partir du tryptophane via 5-hydroxylation par tryptophane-5-hydroxylase en 5-hydroxytryptophane, décarboxylation par aminoacide décarboxylase aromatique en 5-hydroxytryptamine (sérotonine), N-acétylation par N-acétyltransférase en N-acétylsérotonine (NAT) et O-méthylation par hydroxyindole-O-méthyltransférase (HIOMT) en mélatonine (N acétyl-5-méthoxytryptamine) (Figure 9).



**Figure 9** : Diagramme des principaux mécanismes de contrôle de la synthèse de mélatonine (Arendt, 1998).

L'activité de l'enzyme NAT en particulier augmente de 30 à 70 fois la nuit et, dans la plupart des cas, elle limite la vitesse de synthèse de la mélatonine (Klein *et al.*, 1997). La durée de la

sécrétion rythmique de mélatonine est proportionnelle à la longueur de la nuit, qui change au cours de l'année. La mélatonine distribue donc une information temporelle à la fois journalière (la nuit) et saisonnière (la longueur de la nuit) (Pevet *et al.*, 2006).

En outre, chez les ovins et les caprins, l'augmentation de la synthèse de mélatonine après le début de la nuit est très rapide (environ 10 minutes), et cette synthèse se maintient plus au moins constante pendant toute la nuit (Malpaux, 2001).

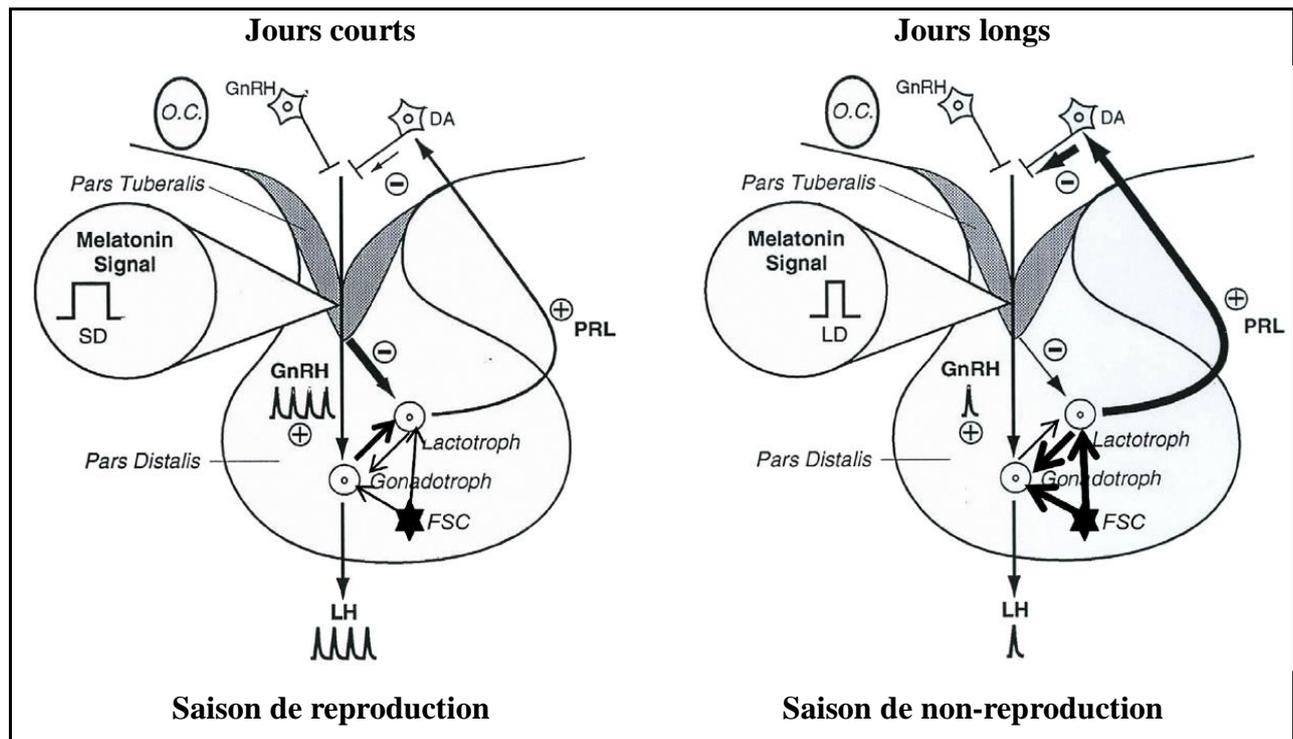
#### **4-2-1-2- Sites d'action de la mélatonine**

Comme toutes les hormones, l'activité de la mélatonine est médiée par sa fixation sur des sites de liaisons. Ces sites sont identifiés chez plusieurs espèces dans différentes structures cérébrales. Chez les ovins, des sites spécifiques de liaison de la mélatonine ont été identifiés dans la *pars tuberalis*, au niveau des colliculus supérieurs, des plexus choroïdes et dans l'hippocampe (Lincoln, 1998).

#### **4-2-1-3- Mode d'action de la mélatonine**

La mélatonine peut agir à différents niveaux de l'axe hypothalamo-hypophysaire et gonadique. Toutefois, une étape clé de son action implique des événements au niveau du système nerveux central. En particulier, l'effet majeur de la mélatonine est de modifier la fréquence de libération du LHRH (luteinizing hormone releasing hormone, ou gonadolibérine) hypothalamique, ce qui, par voie de conséquence, change la fréquence de libération de la LH et l'activité des gonades (Malpaux *et al.*, 1996) (figure 10).

Ainsi, des brebis ovariectomisées, traités avec un implant sous-cutané d'œstradiol et soumises à des jours longs, se caractérisent par une fréquence de libération de LHRH de l'ordre de 1 pulse par période de 6 heures. Le traitement de tels animaux avec un implant sous-cutané de mélatonine qui produit un effet «jours courts», va se traduire par une stimulation de la libération pulsatile de LHRH pour atteindre une fréquence de l'ordre de 10 pulses/ 6 heures (Viguié *et al.*, 1995). Dans ce contexte, Chemineau *et al.* (1996) ont rapporté que l'administration continue de mélatonine par un implant sous-cutané permet de mimer les jours courts alors que les yeux des animaux perçoivent les jours longs naturels du printemps et de l'été. Chez le bélier, l'insertion d'implants permet une avance de la croissance testiculaire et une amélioration de la production spermatique.



**Figure 10** : Contrôle neuroendocrinien de la reproduction saisonnière chez la brebis

(Tortonese, 2016).

La mélatonine exerce ses fonctions en se liant à deux récepteurs membranaires qui appartiennent à la famille des récepteurs couplés aux protéines G (RCPG). Ces récepteurs contiennent sept domaines transmembranaires typiques et sont appelés MT1 et MT2 (Reppert *et al.*, 1994 ; Schuster, 2007). Les MT1 et MT2 sont largement distribués dans différents organes du corps, y compris le cerveau et d'autres organes périphériques (Lampiao et Plessis, 2013). Chez les mammifères, il a été rapporté que la mélatonine affecte la fonction de reproduction par l'activation des sites récepteurs de la mélatonine dans l'axe HPG (Malpaux, 2001). Lorsque ces récepteurs sont activés, ils provoquent une inhibition de l'activité de l'adényl-cyclase (von Gall *et al.*, 2002), une inhibition de la sécrétion de prolactine par les *pars tuberales* (Tortonese, 2016), une diminution de la production de l'AMPc et de l'activité de la protéine kinase A, et une atténuation de la sécrétion de gonadotrophines induites par le GnRH (Balík *et al.*, 2004). Aussi, Martin (2008) a rapporté que sur culture primaire de cellules de *pars tuberalis* de mouton, la mélatonine inhibe la production d'AMPc induite par une stimulation à la Forskoline.

L'action de la mélatonine n'est pas directe sur les neurones à GnRH, mais elle implique des inter neurones multiples (dopamine, sérotonine, kisspeptine...) qui ne sont que partiellement connus (Monniaux *et al.*, 2009).

### **Dopamine**

Le système dopaminergique intervient au niveau de du noyau A15 de l'aire hypothalamique rétro chiasmatic latérale, et via un renforcement de l'activité tyrosine hydroxylase de l'éminence médiane (Caraty *et al.*, 1997).

Cette chute de l'activité est au moins en partie responsable de la stimulation simultanée de la libération de la GnRH. En effet, le blocage de la tyrosine hydroxylase dans l'éminence médiane chez des animaux exposés à des jours longs inhibiteurs induit une stimulation de la sécrétion pulsatile de LH, comparable à celle obtenue en jours courts. Cet effet est traduit par des récepteurs dopaminergiques du type D2 (Malpaux, 2001).

La dopamine a un effet inhibiteur sur la sécrétion de LH. Inversement l'administration d'un antagoniste dopaminergique (la pimozide) stimule la sécrétion de LH. La dopamine est mise en jeu surtout au niveau de l'éminence médiane, à la base de l'hypothalamus (qui sécrète le GnRH). L'exposition à des jours courts ou l'application d'un implant de mélatonine diminuent la concentration de dopamine à ce niveau (Meyer, 2009).

### **Sérotonine**

La sérotonine exerce un effet inhibiteur, indépendante des stéroïdes, de la sécrétion de LH chez les brebis en anœstrus (Whisnant et Goodman, 1990). Cet effet, qui disparaît pendant la saison sexuelle, implique des récepteurs 5HT-2A dont la densité dans l'hypothalamus ventrolatéral postérieur varie en réponse à la photopériode (Malpaux, 2001).

### **Les acides aminés excitateurs**

Les acides aminés excitateurs (glutamate, aspartate, etc.) peuvent être impliqués dans la régulation de la sécrétion de LHRH par la mélatonine (Malpaux *et al.*, 1996).

Cette variation de la libération de LHRH induite par le NMDA peut simplement traduire un changement dans les stocks immédiatement libérables de LHRH ; en effet, ces stocks sont plus importants chez des animaux à faible activité gonadotrope. Alternativement, elle pourrait traduire un changement dans la stimulation endogène des récepteurs au NMDA qui ferait partie des mécanismes responsables de l'action de la mélatonine (Malpaux *et al.*, 1996).

### 5- Le rôle des hormones thyroïdiennes dans la reproduction saisonnière

Les hormones thyroïdiennes jouent un rôle important dans la saisonnalité de la reproduction dans un large spectre d'espèces. En effet, Ils sont donc nécessaires pour la transduction du signal de mélatonine dans le système neurosécrétoire GnRH (Malpaux, 2006). Chez les ovins, l'ablation de la thyroïde maintient la cyclicité ovarienne sans interruption (Nicholls, 1988), et par conséquent, le rythme de reproduction saisonnier n'est pas exprimé (Rosa et Bryant, 2003). En revanche, une thyroïdectomie réalisée en saison de l'anœstrus n'a pas d'impact sur le moment de la transition vers la saison de reproduction (Thrun *et al.*, 1997). Néanmoins, l'effet de la thyroïdectomie peut être entièrement compensé par l'administration de thyroxine exogène (Webster *et al.*, 1991). D'autre part, chez les béliers, la thyroïdectomie pendant le repos sexuel saisonnier réactive presque immédiatement l'axe gonadotrope (Parkinson et Follett, 1994).

En outre, Thrun *et al.* (1997) ont conclu que l'action de l'hormone thyroïdienne sur les altérations saisonnières de l'axe neuroendocrinien reproducteur de la brebis est plutôt limitée aux changements qui causent le développement de l'anœstrus. Dans ce contexte, pour un passage en anœstrus en condition physiologique normale, la forme active de la T4, l'hormone T3, doit être présent vers la fin de la période d'œstrus (Migaud, 2014).

### 6- Kisspeptine et reproduction saisonnée

Les kisspeptines apparaissent comme des cibles intéressantes dans le développement de nouveaux outils de maîtrise de la reproduction. Dans ce contexte, Smith *et al.* (2007) ont conclu que, chez la brebis ovariectomisée, l'expression de la kisspeptine dans le noyau arqué augmente fortement pendant la période de transition entre la saison d'anœstrus et la saison de reproduction.

Aussi, selon Caraty (2008), une administration périphérique (intraveineuse) de la kisspeptine stimule fortement la sécrétion des gonadotrophines. Chez la brebis, elle permet de synchroniser l'ovulation à l'heure près, en saison de reproduction, ou d'induire une cyclicité suivie d'une ovulation chez des animaux en état de repos sexuel.

Donc, les kisspeptines interviennent pour réactiver l'axe hypothalamo-hypophysaire lors de l'entrée en période de reproduction. Néanmoins, il est à noter que les neurones à kisspeptines ne possèdent pas de récepteurs à la mélatonine. Ceci implique l'existence d'un ou plusieurs relais entre la mélatonine et le système KISS-1/KISS1R (Caraty et De Roux, 2014).

### 7- Le rythme de reproduction endogène chez les ovins

Le caractère endogène des rythmes saisonniers de reproduction a été confirmé chez les mâles et les femelles par la démonstration de la persistance de ces rythmes en l'absence d'éclairement ou en condition d'éclairement constant (Howles *et al.*, 1980 ; Howles *et al.*, 1982 ; Karsch *et al.*, 1989 ; Jackson et Kao, 1990). Selon Cameron (2008), les brebis soumises à un traitement continu de jours courts, et en absence d'indices lumineux, leur permettant de reconnaître le moment réel de l'année, devenant progressivement « acycliques ». Ainsi, elles cyclaient de façon aléatoire, la plupart une fois par année mais pas nécessairement durant la période de reproduction attendue (automne, hiver). De plus, Legan et Karsch (1983) notèrent que des brebis ovariectomisées et ayant subi une énucléation bilatérale des yeux, présentaient des variations annuelles marquées de la sécrétion de LH. Chez ces femelles, la sécrétion de LH était plus élevée en automne et en hiver et diminuait de manière importante au printemps et en été. Et des brebis aveugles, dont les ovaires étaient intacts, présentaient également des variations identiques de l'activité saisonnière ovarienne. Finalement, l'observation que l'ablation de la glande pinéale ou des ganglions cervicaux supérieurs n'abolit pas les fluctuations des fonctions de reproduction appuie également la thèse de l'existence d'un rythme endogène (Lincoln *et al.*, 1989 ; Castonguay, 2018).

Ce processus endogène semblait résulter de la présence d'un rythme circannuel de reproduction, c'est-à-dire d'un rythme endogène entraînant la reproduction des femelles à un intervalle d'environ 365 jours (Robinson et Karsch, 1988). Il est intéressant de noter que la perception complète du cycle photopériodique annuel n'est pas nécessaire : les jours croissants de la fin de l'hiver et du printemps sont suffisants pour « recalculer » le rythme endogène sur une base annuelle (Malpaux, 2001).

# **Partie II :**

# **Etude expérimentale**

La connaissance des caractéristiques de la région d'étude est un élément indispensable dans toute investigation concernant les êtres vivants, notamment le cas de notre étude où la localisation géographique et les facteurs environnementaux ont un impact important sur la reproduction des ovins. Ce chapitre est consacré à la présentation de la situation géographique, le climat et l'effectif ovin dans la wilaya de Béchar.

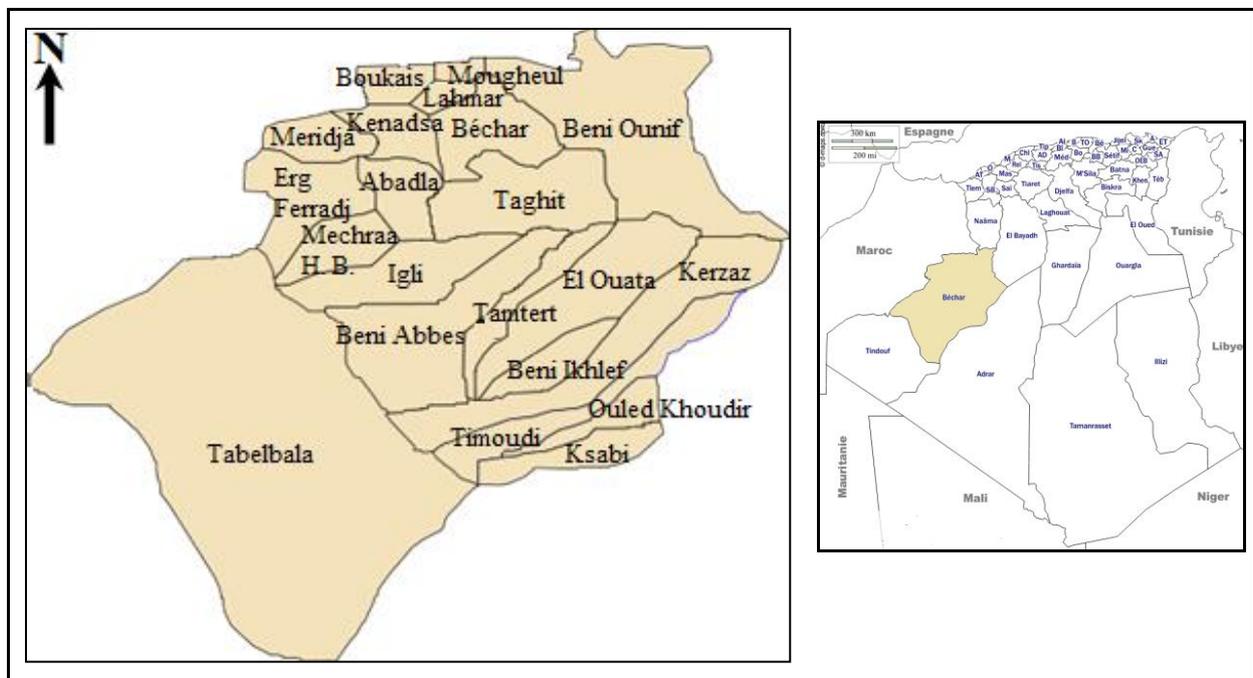
### 1- La situation géographique

La wilaya de Béchar est située au Sud-ouest de l'Algérie, à la frontière marocaine. Elle est circonscrite entre 0°20'E et 5°17'O de longitude, 28°15'N et 32°20'N de latitude.

Elle est limitée :

- à l'Est par la wilaya d'Adrar ;
- à l'Ouest par le Royaume du Maroc ;
- au Nord par les wilayas de Naâma et d'El Bayadh ;
- et au Sud par les wilayas de Tindouf et d'Adrar (figure 11).

Avec une superficie de 161.400 Km<sup>2</sup>, soit 6,77 % du territoire national, la wilaya de Béchar occupe le 5<sup>ème</sup> rang par rapport à l'ensemble des wilayas du pays.



**Figure 11** : Carte de la situation géographique de la wilaya de Béchar.

La wilaya de Béchar est organisée en 12 daïras et 21 communes. Dans le cadre de la nouvelle circonscription administrative de la wilaya de Béchar, la daïra de Béni-Abbés a été érigée en 2015 dans le rang des wilayas déléguées, et elle couvre 10 communes.

## **2- Le relief**

Selon ANDI (2013), le territoire de la wilaya de Béchar est formé de cinq (05) principaux reliefs :

- ✓ Les montagnes: elles sont dénudées et parfois élevées, citons: le Djebel Antar (1953 m), le Djebel Grouz (1835 m) et le Djebel Béchar (1206 m).
- ✓ Les Oueds: six principaux oueds sillonnent la wilaya ; du Nord au Sud on rencontre : Oued Namous, Oued Zouzfana, Oued Béchar, Oued Guir, Oued Saoura et Oued Daoura.
- ✓ Les vallées: ce sont des dépressions façonnées par les cours d'eau importants. Les principales sont celles de la Zouzfana, du Guir, et de la Saoura.
- ✓ Les Regs (Hamada): ce sont des vastes étendues rocailleuses. Les plus importants sont celles de Guir et Daoura.
- ✓ Les ergs: Ils représentent des massifs dunaires pouvant atteindre jusqu'à 300 m de hauteur. Les ergs existants portent le nom de: Grand Erg Occidental, Erraoui, Erg El Atchane, et ergs Iguidi.

## **3- Le climat**

Le climat est du type désertique continental, et se caractérise par des hivers rigoureusement froids succèdent à des étés très chauds. Les extrêmes de température connaissent des variations annuelles très considérables, où le thermomètre descend de 5°C au-dessus de zéro durant la saison froide qui s'étend de décembre à février pour dépasser le 44°C en période estivale à partir du mois de juin à août (Station météorologique de Béchar, 2019).

Les précipitations sont irrégulières et faibles avec environ 90 mm/an. La période la plus pluvieuse est celle allant du mois d'octobre au mois d'avril. Concernant l'ensoleillement, la durée théorique maximale est atteinte le 21 juin au solstice d'été, avec une durée de 14h 04min; le minimum qui n'est que de 09h 56min se produit au solstice d'hiver, entre le 17 et le 26 décembre.

Les moyennes mensuelles des températures, humidités et l'insolation totale sont représentées dans le tableau 3.

**Tableau 3 :** Les données climatiques de la wilaya de Béchar (Station météorologique de Béchar, 2019).

| Mois      | Températures (°c) | Humidités relatives (%) | Insolation totale moyenne (h) |
|-----------|-------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Janvier   | 9,8               | 75,6                    | 265,8                         |
| Février   | 12,3              | 70,3                    | 250,4                         |
| Mars      | 17,2              | 57,7                    | 288,8                         |
| Avril     | 21,5              | 51,2                    | 304,0                         |
| Mai       | 25,8              | 45,4                    | 343,0                         |
| Juin      | 30,9              | 39,7                    | 327,3                         |
| Juillet   | 35,1              | 29,7                    | 320,6                         |
| Août      | 34,0              | 34,1                    | 319,6                         |
| Septembre | 28,4              | 52,9                    | 264,4                         |
| Octobre   | 22,8              | 62,7                    | 261,7                         |
| Novembre  | 15,1              | 73,0                    | 248,0                         |
| Décembre  | 10,8              | 80,9                    | 252,1                         |

En outre, la position géographique de Béchar est telle qu'elle n'est pas soumise à des vents cycloniques (cyclones et ouragans) ; cependant, les vents très forts (tempêtes) soulevant ainsi poussières et sable peuvent sévir et causent des dégâts importants.

#### 4- L'effectif des ovins

Selon les statistiques de la DSA Béchar (2018), l'élevage ovin occupe la première place avec 228258 têtes dont 182368 brebis, en deuxième lieu l'élevage caprin avec 73256 têtes, ensuite l'élevage camelin (26031 têtes) et enfin l'élevage bovin (2183 têtes).

L'évolution des effectifs des ovins du 2009 à 2016 est représentée dans le tableau 4.

**Tableau 4** : Evolution des effectifs des ovins dans la wilaya de Béchar (DSA Béchar, 2018).

| Année                          | 2009  | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   |
|--------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Nombre total (tête)</b>     | 99499 | 117766 | 117239 | 162000 | 215560 | 176741 | 169915 | 228258 |
| <b>Nombre de brebis (tête)</b> | 63702 | 78156  | 74888  | 93320  | 133429 | 160072 | 151623 | 182368 |

L'évolution des effectifs a connu une augmentation considérable, passant de près de 100000 têtes en 2009 à 228258 têtes en 2016, avec un taux d'accroissement de 2,28.

En outre, les effectifs des ovins sont répartis sur toutes les communes de la wilaya, avec une intensité remarquable à Beni Ounif, Béchar et Abadla.

### 5- Les parcours

Selon les statistiques de la DSA de Béchar (2018), la superficie totale des terres de pacage et des parcours dans la wilaya de Béchar est de 1.319.237 ha. L'état général des parcours et les surfaces couvertes par la végétation sont restreints par la pluviométrie et le surpâturage.

Les principales plantes sahariennes rencontrées dans ces parcours sont : "Oum Ibina" (*Euphorbia guyoniana*) ; "Rguig" (*Helathmum lipii*) ; "Rtem" (*Retama retam*) ; "Noug" (*Anvillea radiata*) ; "Guezzah" (*Pituranthos chloranthus*) ; "Oum rekba" (*Panicum turgidum*) ; "Drinn" (*Stipagrostis pungens*) ; "Arfage" (*Rhantherium adpressum*) ; "Souide" (*Suaeda fruticosa*).

### **1- Introduction**

Il est bien connu que chaque espèce animale d'élevage se caractérise par des particularités spécifiques. Ainsi, le développement et l'amélioration de la rentabilité et de la productivité d'un élevage d'animaux domestiques nécessitent absolument l'approfondissement et la compréhension de ses caractéristiques et de ses paramètres de reproduction.

L'espèce ovine se distingue par le caractère saisonnier de la reproduction qui se traduit par une alternance entre des périodes d'activité et d'inactivité sexuelles. Cependant, ce caractère est plus au moins marqué selon les régions et les races.

Divers auteurs utilisent la date de mise bas comme référence dans l'analyse des variations saisonnières de reproduction chez les ovins. En effet, l'étude des périodes d'agnelages par suivi, observations et la présence auprès des animaux permet de donner un aperçu général approfondi. En plus, elle est considérée comme une preuve vivante de l'existence ou de l'absence de la saisonnalité de reproduction.

Dans ce contexte et selon Baril *et al.* (1993), sous les latitudes moyennes et élevées, la distribution des agnelages dans l'année n'est pas uniforme, et la plupart des races locales ovines donnent naissance aux jeunes à la fin de l'hiver et au début du printemps. Dans les races primitives de moutons tels que le mouton de Soay, originaire du nord de l'Ecosse, les agnelages ont lieu en avril. Beaucoup d'autres races de mouton en Europe du Nord sont dans la même situation.

En revanche chez le mouton du désert soudanais (Sulieman *et al.* 1990), le Mérinos de l'Ouest d'Australie (Arnold et Charlick, 1984) et les brebis javanaises à queue fine d'Indonésie (Setiadi et Iniguez, 1995), il n'y a aucune tendance saisonnière distincte de l'agnelage, lorsque les béliers sont présents pendant les douze mois.

Le présent chapitre consiste à :

- mettre en lumière les caractéristiques de reproduction des ovins dans la wilaya de Béchar ;
- étudier la saisonnalité des agnelages par l'établissement de la courbe de répartition des agnelages au cours d'une année pour un effectif important de brebis.

## **2- Matériel et méthodes**

### **2-1- Le design d'étude**

Cette étude a débuté par une enquête auprès de 65 éleveurs dans 5 zones différentes de la région de Béchar (Igli, Taghit, Béchar, Beni Ounif et Abadla), en vue d'offrir un aperçu général de l'élevage ovin et de la conduite de la reproduction. Le choix des éleveurs se fait à base de la représentativité des différents modes d'élevages pratiqués et selon les informations des vétérinaires et des subdivisions agricoles.

Le questionnaire de l'enquête a porté sur les points suivants :

- les caractéristiques générales de l'exploitation ;
- le cheptel ;
- la conduite de la reproduction ;
- l'âge à la mise en reproduction ;
- les événements sanitaires survenus.

12 éleveurs faisant partie de cette étude ont fait l'objet d'un suivi mensuel. Ce suivi s'est déroulé sur une période d'une année, allant de décembre 2016 et jusqu'à novembre 2017. Le choix des troupeaux s'est fait en fonction de la disponibilité et de la motivation de l'éleveur. Les informations relatives aux agnelages étaient enregistrées chaque mois lors du passage régulier et systématique. Le cheptel concerné était composé de 1430 brebis, primipares et multipares et âgées de 1 à 7 ans. Il est réparti sur 5 communes (Tableau 5).

Tableau 5 : Localisation des élevages ovins suivis.

| Numéro d'élevage | La commune | Effectifs de brebis |
|------------------|------------|---------------------|
| 01               | Igli       | 21                  |
| 02               | Igli       | 125                 |
| 03               | Igli       | 12                  |
| 04               | Igli       | 20                  |
| 05               | Igli       | 53                  |
| 06               | Taghit     | 80                  |
| 07               | Taghit     | 20                  |
| 08               | Taghit     | 120                 |
| 09               | Taghit     | 160                 |
| 10               | Béchar     | 680                 |
| 11               | Béni Ounif | 130                 |
| 12               | Abadla     | 09                  |
| <b>Total</b>     |            | <b>1430</b>         |

## 2-2- Analyses statistiques

Après la création d'une base de données sur Excel contenant les informations recueillies, les données obtenues ont été soumises à une analyse descriptive afin d'obtenir les pourcentages, les moyennes et les écarts-types à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistics version 22.

## 3- Résultats et discussions

### 3-1- Caractéristiques de la reproduction des ovins

#### 3-1-1- Modes d'élevage

L'élevage pratiqué dans la région est du type extensif à semi-intensif. En effet, trois modes peuvent être distingués :

- **mode 1** : le système nomade et semi-nomade

Dans ce type, les éleveurs ont des troupeaux plus importants (plus de 100 têtes). Les ovins sont souvent associés aux caprins (figure 12). Dans la plupart des cas, les troupeaux sont confiés à des bergers payés. Le bétail se déplace d'un endroit à l'autre en fonction des

pâturages abondants et à proximité des puits. En période de disette (années de sécheresse), les lits des Oueds restent toujours fertiles, ce qui profite à certains troupeaux.



**Figure 12** : Un troupeau du système nomade.

- **mode 2** : le système pastoral sédentaire

L'élevage est généralement pratiqué en combinaison avec l'agriculture (figure 13). Les systèmes d'alimentation étaient principalement basés sur l'utilisation de pâturages naturels tout au long de la journée.



**Figure 13** : Un troupeau du système pastoral sédentaire.

Dans ces deux premiers systèmes, les animaux recevaient un complément alimentaire concentré qui variait de 200 à 500 g par tête et par jour, en fonction de l'état des pâturages.

- **mode 3** : le système des oasis

Ce mode est caractérisé par des effectifs réduits. Généralement, les animaux sont maintenus en stabulation toute l'année, avec une alimentation à base de sous-produits du palmier dattier, de foin et de concentré (figure 14). Ainsi, les brebis qui mettent bas ont bénéficié d'un supplément de concentré et de fourrages verts lors des premiers jours qui suivent l'agnelage.



**Figure 14** : Exemple d'un troupeau du système oasien.

Dans la plupart des cas, les animaux reçoivent des soins vétérinaires, notamment des vaccins contre la peste des petits ruminants ou de la clavelée, et qui sont habituellement pris en charge par l'État.

### **3-1-2- Les races élevées**

Déterminer la race d'un troupeau est souvent difficile du fait que les croisements en élevage sont très pratiqués. Cependant, il est parfois intéressant de trouver la dominante d'une race dans le troupeau (Dudouet, 2003).

Dans les troupeaux faisant partie de cette enquête, la race blanche (Ouled Djellal) est la principale race exploitée. En deuxième lieu, on spécifie la race Rembi. Le reste de l'effectif est représenté par la race D'man et en nombre limité la race Sidahou.

### **3-1-3- La conduite de la reproduction**

Le mode pratiqué dans cette région est généralement la lutte libre. Ce mode à l'avantage de la simplicité, par contre le contrôle de la paternité est impossible, d'où une plus faible sélection (Soltner, 2001).

De plus, chez 92,31 % des éleveurs enquêtés, les béliers sont présents en permanence dans le troupeau. Un seul bélier est utilisé dans chaque petit troupeau, tandis que dans les grands troupeaux, le ratio brebis/bélier varie de 15 à 30 brebis par bélier. Dans ce contexte, Ridler *et al.* (2012) ont rapporté que le ratio entre le nombre de mâles et de femelles varie en fonction du nombre, l'âge et l'état nutritionnel des animaux concernés, le mode de lutte, la période de l'année et la localisation des animaux. Selon Jainudeen *et al.* (2000), un bélier adulte est normalement assigné pour 30 brebis.

De plus, chez tous les éleveurs enquêtés, nous avons remarqué l'absence d'interventions technologiques telles que la synchronisation hormonale des chaleurs et l'insémination artificielle.

### **3-1-4- Âge au premier agnelage**

L'âge au premier agnelage est l'un des traits essentiels surtout dans les élevages destinés à la production de viande. Les éleveurs enquêtés ont déclaré que l'âge au premier agnelage variait de 12 à 18 mois, avec une moyenne de 14,5 mois. En effet, l'âge moyen à la première saillie fécondante est de 9,5 mois. Cela indique que les femelles sont précoces dans cette région.

L'âge moyen au premier agnelage révélé dans cette étude est inférieur à celui rapporté par Lahlou-Kassi (1987), qui a signalé que toutes les races de la région de l'Afrique du Nord, à l'exception du D'Man, ont un premier agnelage tardif avec un âge moyen de 22 mois.

### **3-4-5- Caractéristiques des troupeaux suivis**

Le suivi est mené afin de calculer les paramètres de reproduction et d'établir la courbe d'agnelage. Le tableau 6 réunit les données relatives aux élevages suivis.

Tableau 6 : Caractéristiques des élevages suivis.

| N° d'élevage | Nombre de brebis | Nombre de mâles | Période de présence des béliers  | Mode d'élevage |
|--------------|------------------|-----------------|--|----------------|
| 01           | 21               | 01              | Toute l'année  | Stabulation    |
| 02           | 125              | 5               | Toute l'année  | Parcours       |
| 03           | 12               | 01              | Toute l'année  | Stabulation    |
| 04           | 20               | 01              | D'avril à septembre  | Parcours       |
| 05           | 53               | 03              | Toute l'année  | Parcours       |
| 06           | 80               | 3               | De juin à décembre   | Parcours       |
| 07           | 20               | 01              | Toute l'année  | Stabulation    |
| 08           | 120              | 4               | Toute l'année  | Parcours       |
| 09           | 160              | 6               | Toute l'année  | Parcours       |
| 10           | 680              | 34              | Toute l'année  | Parcours       |
| 11           | 130              | 5               | Toute l'année  | Parcours       |
| 12           | 09               | 01              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25/09/2016 jusqu'à 25/11/2016</li> <li>• 23/04/2017 jusqu'à 11/06/2017</li> </ul> | Stabulation    |

Les troupeaux suivis rassemblaient tous les modes d'élevages existants dans la région d'étude. Les éleveurs des troupeaux 6, 9 et 11, sont sédentaires, en plus ils possèdent des terres agricoles alors que les éleveurs des troupeaux 2, 4, 5, 8 et 10 pratiquent la transhumance et ou le nomadisme. Le reste des élevages sont maintenus en stabulation permanente.

En outre, dans les élevages suivis, nous avons remarqué l'absence du carnet d'agnelage excepté pour l'élevage 12, et il s'agit de l'élevage de l'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne.

### 3-4-6- Fertilité, prolificité, mortalité des agneaux et productivité numérique

Les résultats des statistiques descriptives des paramètres sont montrés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Paramètres de reproduction des troupeaux suivis.

| N° de troupeau(%)             | Fertilité (%) | Prolificité (%) | Mortalité des agneaux (%) | Productivité numérique (%) |
|-------------------------------|---------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|
| 1                             | 61,90         | 123,08          | 37,50                     | 47,62                      |
| 2                             | 82,40         | 104,85          | 32,41                     | 58,4                       |
| 3                             | 100,00        | 116,67          | 21,43                     | 91,66                      |
| 4                             | 65,00         | 100,00          | 7,69                      | 60                         |
| 5                             | 87,50         | 111,42          | 12,82                     | 90,56                      |
| 6                             | 92,50         | 101,35          | 5,33                      | 88,75                      |
| 7                             | 65,00         | 115,38          | 20,00                     | 60                         |
| 8                             | 75,83         | 107,69          | 5,10                      | 77,5                       |
| 9                             | 73,12         | 100,85          | 9,32                      | 66,87                      |
| 10                            | 111,18        | 111,90          | 9,69                      | 112,35                     |
| 11                            | 119,23        | 112,90          | 10,86                     | 120                        |
| 12                            | 166,67        | 120,00          | 0                         | 200                        |
| <b>Moyen ±<br/>Ecart Type</b> | 91,69 ± 29,91 | 110,51 ± 7,66   | 14,35 ± 11,37             | 89,47 ± 41,32              |

### Fertilité

Le taux moyen de fertilité au cours d'un cycle annuel de suivi a été de  $91,69 \pm 29,91$  %. Ce taux varie considérablement d'un troupeau à l'autre. La différence entre les troupeaux peut être justifiée par la conduite d'élevage très différente entre les élevages. Les taux de fertilité les plus bas sont enregistrés dans les troupeaux n° 1, 4 et 7 avec des valeurs inférieures ou égales à 65%. Ces troupeaux appartenant au système oasien ont un nombre de 20 et 21 brebis. Les autres troupeaux de ce système (n° 3 et 9) avec un nombre limité de brebis se caractérisent par des taux considérables de fertilité. De plus, notre résultat montre que le système pastoral sédentaire se caractérise, dans la majorité des cas, par des taux de fertilité plus élevés que celui du système nomade.

Dans le nord-est de l'Algérie, Benyounes *et al.* (2013) ont trouvé un taux moyen de fertilité plus élevé pour Ouled Djellal (98,9 %) et plus faible pour Taâdmit (75 %). Alors que Kouriba *et al.* (2004) ont obtenu un taux proche (92 %) chez la race Toronké dans la zone semi-aride de Kayes (Mali).

### **Prolificité**

La prolificité est un trait économiquement important de tout troupeau. Elle est influencée par plusieurs facteurs tels que le taux d'ovulation, la fécondité, la mortalité fœtale et les facteurs environnementaux. Dans les troupeaux suivis, le taux moyen de prolificité a atteint 110,51 %, avec un écart-type de 7,66 %. Ce résultat est très proche de ceux obtenus par Benyounes *et al.* (2013) dans la race Ouled Djellal (110 %) et Taâdmit (102 %), et par d'Otte et Chilonda (2002) dans les systèmes pastoraux des zones arides d'Afrique subsaharienne (107 %).

### **Mortalité des agneaux : (naissance - sevrage)**

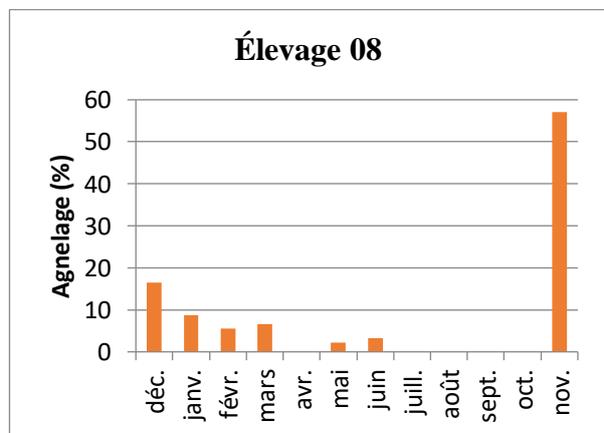
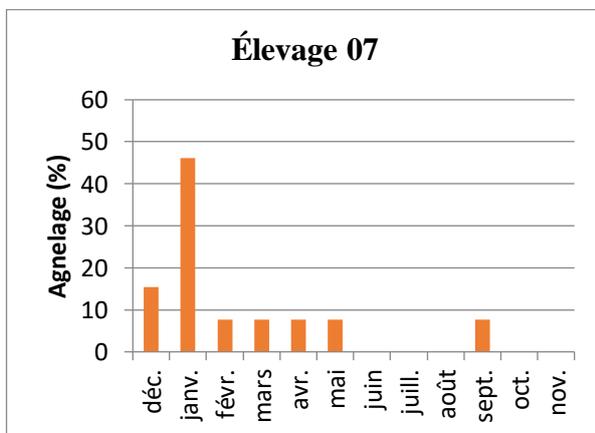
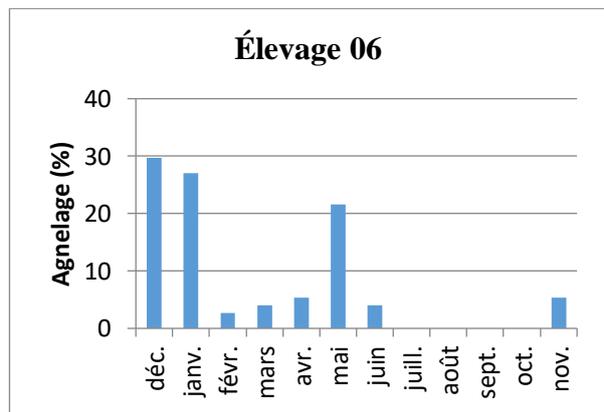
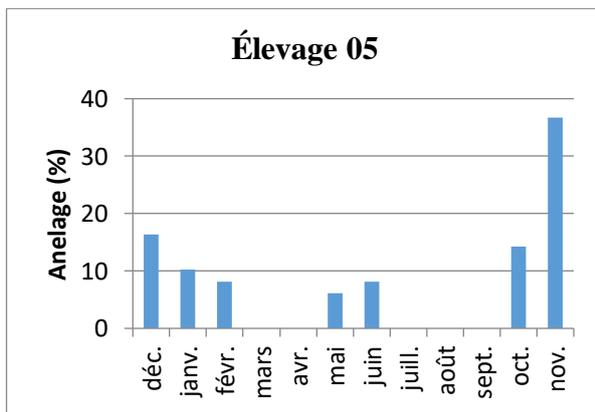
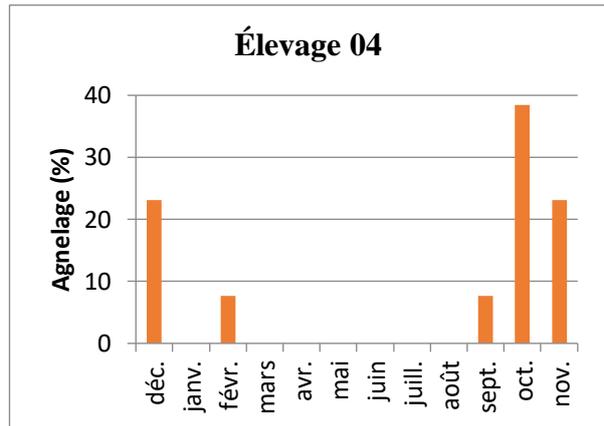
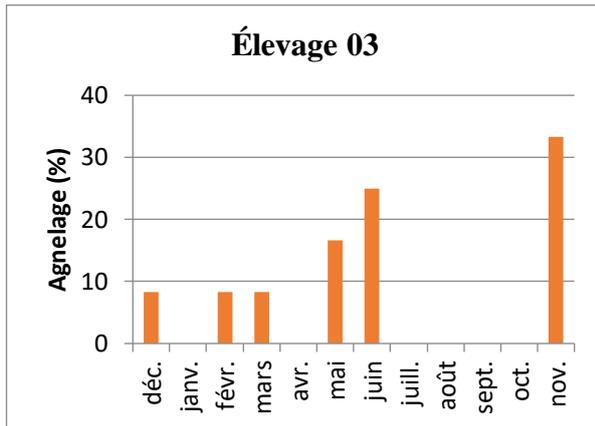
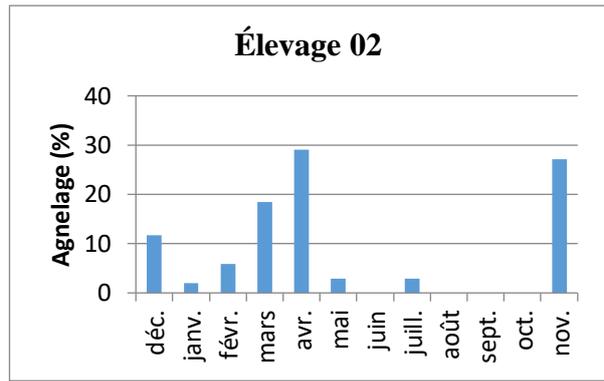
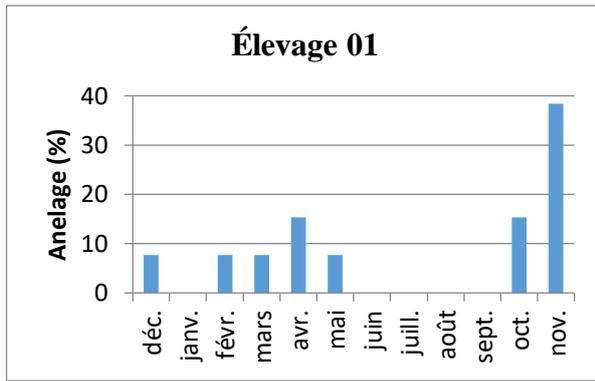
Le taux moyen de mortalité avant le sevrage a été de 14,35 %, avec un écart-type de 11,37 %. Le stress dû à la chaleur ou au froid et la malnutrition sont les principales causes de mortalité des agneaux dans la zone d'étude. À cet égard, les éleveurs des troupeaux n° 4, 6, 12, qui isolent les béliers et les introduisent dans les troupeaux en des périodes déterminées ont un faible taux de mortalité avant sevrage. En revanche, les taux élevés (20 % à 37,5 %) sont enregistrés dans les troupeaux n° 1, 2, 3 et 7 en raison d'un nombre considérable d'agnelages en plein hiver pour les troupeaux n° 1, 3 et 7 et en plein été pour le troupeau n° 2. Le taux moyen de mortalité des agneaux calculé dans la présente étude a été supérieur à celui observé par Korteby *et al.* (2017) chez la brebis Ouled Djellal à Biskra (1,70 %) et par Thieme *et al.* (1999) en Anatolie centrale (6,9 %) et inférieur à celui observé par Otte et Chilonda (2002) dans les systèmes pastoraux des zones arides de l'Afrique subsaharienne (28,7 %) et par Salomon *et al.* (2006) chez la race Barbados Blackbelly en Guyane (16 %).

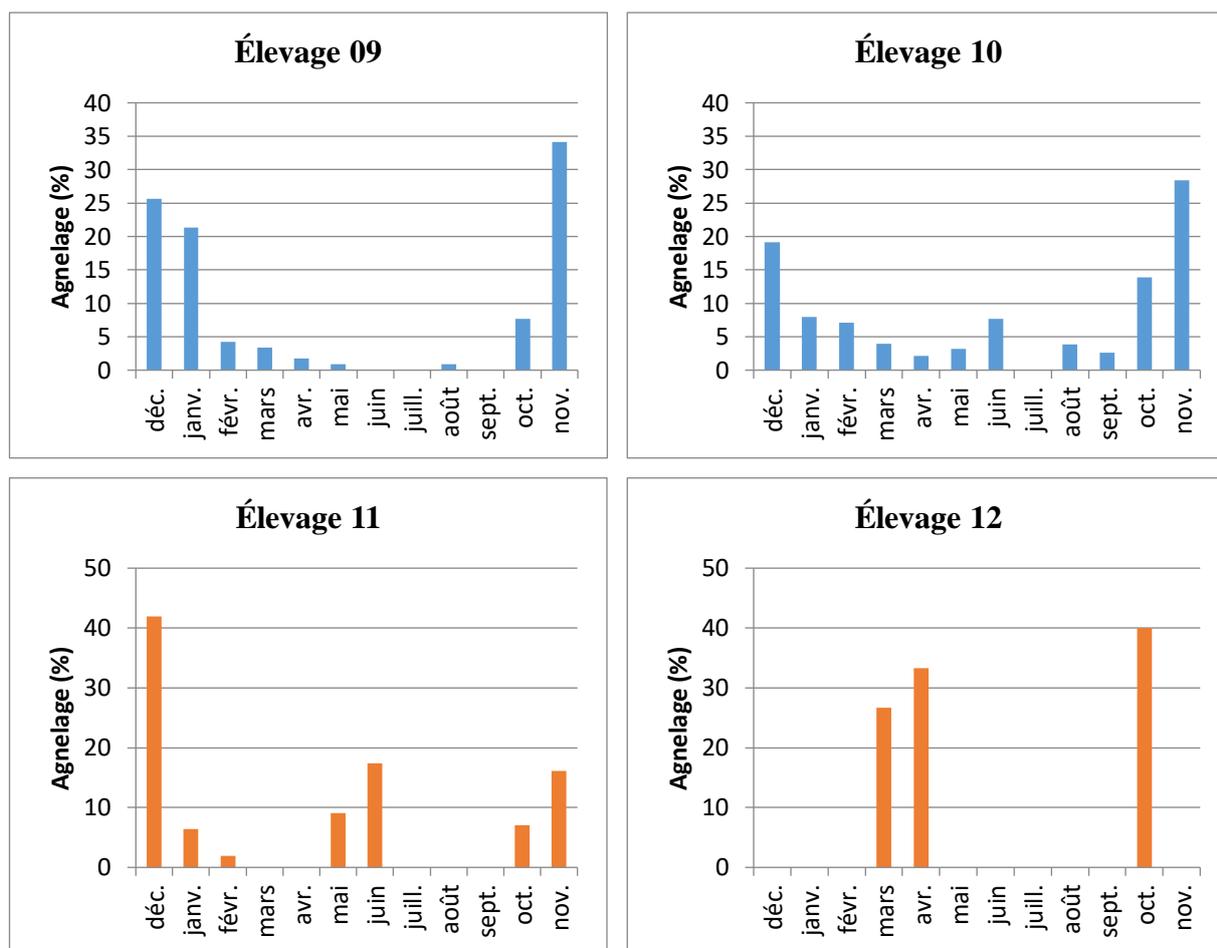
### **Productivité numérique**

La productivité numérique reflète le nombre d'agneaux produits par brebis. Elle résulte de la fertilité, de la prolificité ainsi que de la mortalité agneaux. Le taux de productivité numérique moyen est de  $89,47 \pm 41,32$ . Ce taux varie d'un troupeau à l'autre. La valeur la plus élevée (200 %) est enregistrée chez le troupeau n° 12 à cause de sa prolificité élevée.

### **3-2- Répartition mensuelle des agnelages**

À l'exclusion des élevages (4, 6 et 12) où les béliers ne sont pas en permanence dans les troupeaux et par conséquent les périodes des agnelages ont été définies au préalable, dans les autres troupeaux, les agnelages sont répartis sur l'ensemble des mois de l'année. La figure 15 illustre les pourcentages des agnelages par mois pour chaque troupeau.





**Figure 15 :** Répartition mensuelle des agnelages dans les troupeaux suivis.

Les agnelages ne sont pas répartis de manière uniforme sur l'année. En plus, ces répartitions diffèrent d'un élevage à un autre.

La figure 15 montre clairement l'existence :

- d'un pic d'agnelage en automne pour les élevages 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10 et 11 ;
- deux pics d'agnelage en printemps et en automne pour les élevages 2 et 12 ;
- deux pic d'agnelage en hiver en et en printemps pour l'élevage 6 ;
- un pic d'agnelage en hiver pour l'élevage 7.

La majorité des élevages ont eu un pic d'agnelage en automne. Ce pic est étroit pour être associé à une plus grande disponibilité de la ressource alimentaire au moment de la lutte (printemps). En outre le pic de printemps coïncide avec le bon moment pour l'allaitement et de la survie des petits.

De même, Lassoued (2011) a rapporté qu'en Tunisie, les agnelages d'élevage ovin conduit en système traditionnel sont répartis sur toute l'année, avec un pic important aux mois d'octobre-novembre issu d'une lutte de printemps, et un autre moins important au printemps. Aussi, Killanga *et al.* (2004) ont observé deux pics de mises bas dans l'année : 64,2 % entre les mois de juillet et de décembre; 25,4 % entre mars et mai. De son côté, Niare (1996) a remarqué que le trimestre septembre – octobre – novembre enregistre près de la moitié des naissances.

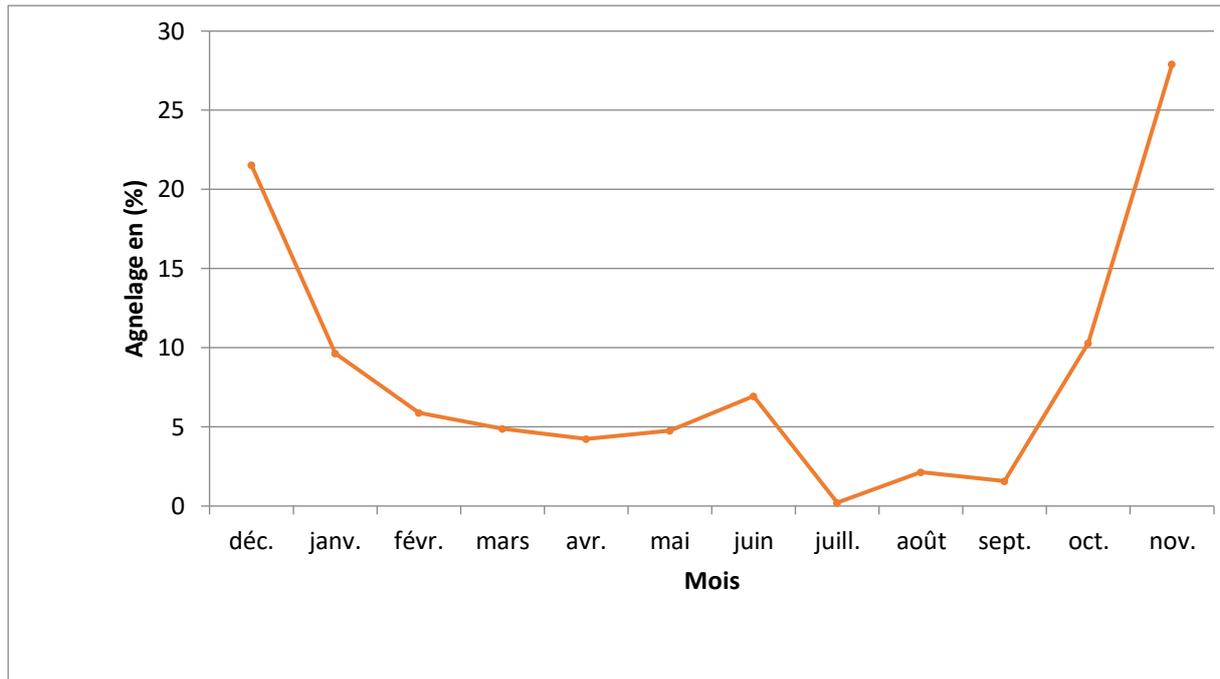
Le pic d'agnelages durant la période hivernale n'a concerné qu'un nombre limité de troupeaux. Il est à signaler en plus, que ces agnelages ont généralement été associés à un taux de mortalité des agneaux considérable.

En revanche, les pourcentages les plus faibles ont été enregistrés durant l'été dans la quasi-totalité des troupeaux, notamment au mois de juillet où nous avons remarqué une absence presque totale des agnelages dans les troupeaux, suivis à l'exception du troupeau 2 avec trois agnelages représentant 2,91 % durant ce mois.

Dans ce contexte, Bechchari *et al.* (2005) ont rapporté que la période des agnelages au Maroc oriental s'étale de septembre à mai. Quelques naissances peuvent même survenir après, et correspondent soit à des rattrapages de brebis vides après les mises bas du début de l'automne, soit à une deuxième mise à la lutte peu après l'agnelage précoce de l'automne (ce qui est moins fréquent en années sèches).

La répartition irrégulière des naissances mensuelles dans chaque élevage est due au mode d'élevage, à la conduite de reproduction et à l'effectif de chaque troupeau. À cet égard dans les troupeaux où les béliers restent en permanence, plus le nombre des brebis est élevé, plus les mises bas s'étalent sur la plupart des mois de l'année. C'est pourquoi nous avons eu recours à l'établissement d'une courbe de répartition des agnelages de l'ensemble des effectifs suivis.

Pour un total de 1411 agnelages survenus au cours de l'année, la figure 16 englobe la distribution mensuelle des agnelages.



**Figure 16 :** la courbe cumulative de la répartition mensuelle des agnelages à Béchar.

La répartition des naissances au cours de l'année montre qu'il n'y a pas un arrêt total de l'activité sexuelle, mais elle est plus fréquente à certaines périodes de l'année. Le maximum des naissances est concentré sur la période d'octobre à janvier, ce qui représente 69,38 % des agnelages avec un pic des naissances au mois de novembre. Aussi, un léger pic est apparu en fin printemps (début juin) avec une valeur de l'ordre de 6,95 %. En revanche, le minimum des naissances est enregistré en juillet, août et septembre avec des taux respectivement de 0,21 %, 2,13 % et 1,56 % d'agnelage.

Il est connu que les niveaux de latitudes affectent les variations annuelles de la photopériode et de la température ambiante. En effet, les animaux adaptés à des climats des hautes latitudes ont des saisons de reproduction courtes et bien définies, tandis que les latitudes tropicales, où photopériode et température varient peu au cours de l'année, sont habitées par de nombreux animaux avec de longues saisons de reproduction (Bronson, 1988). Par ailleurs, selon Baril *et al.* (1993), les agnelages se produisent toute l'année chez de nombreuses races ovines tropicales et subtropicales. C'est le cas des brebis élevées dans la région de Béchar (située en zone subtropicale), avec du nombre d'agnelages variable d'un mois à l'autre.

Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par Niar *et al.* (2001) qui ont rapporté que les brebis algériennes sont capables de se reproduire tout au long de l'année. En effet, les brebis pâturant les prairies du littoral de l'extrême nord-est algérien et la brebis Ouled Djellal

élevée dans le nord-ouest de l'Algérie sont caractérisées par des aptitudes à agneler toute l'année (Taherti *et al.* 2016 ; Zidane et Ababou, 2017 ; Hadeif, 2018). Des résultats semblables ont été observés dans divers autres zones, chez la race ovine D'man des palmeraies du sud marocain (Bouix *et al.*, 1974), les ovins élevés dans le nord-ouest tunisien (Rekik *et al.*, 2000), les ovins Peuhl transhumants du Nord-Burkina (Wilson, 1988), la race de Marwari du désert du Rajasthan en Inde (Mittal et Ghosh, 1980) et chez la race ovine Djallonké dans les conditions villageoises au Togo (Amegee, 1983) et dans la zone guinéenne au Bénin (Gbangboché *et al.*, 2004). En outre, Lassoued et Khaldi (1995) ont observé que les races Queue Fine de l'Ouest et Noire de Thibar au sud-ouest de Tunis présentent une variation saisonnière, des activités ovarienne et œstrale pas très marquées, avec toutefois la possibilité de se reproduire à contre-saison.

Notre résultat rapporte que la majorité des luttes fécondantes ont eu lieu entre la période mi-printemps - fin de l'été, coïncidant ainsi avec les jours longs dans la région d'étude, contrairement aux autres races originaires des latitudes moyennes et élevées qui entrent en période de repos sexuel ou anœstrus plus ou moins long, lorsque les jours se rallongent (Quirke et Hanrahan, 1985 ; Rosa et Bryant, 2003). Ainsi, Thimonier *et al.* (1969), pour leur part, ont observé une cessation de comportement d'œstrus cyclique chez les brebis Ile-de-France et Préalpes, mais la reprise de l'activité ovarienne se manifeste dès la deuxième quinzaine du mois de juin, période qui correspond aux jours les plus longs. Aussi, Avdi *et al.* (1993) ont remarqué des variations saisonnières de l'activité sexuelle chez les brebis Chios et Serres en Grèce. Dans la race Serres, l'activité sexuelle est très fortement inhibée entre avril et juillet, alors que cet effet n'est visible qu'au seul mois de mai chez les brebis Chios. Alors que Yenikoye (1984) a observé des arrêts de l'activité cyclique du comportement d'œstrus et de l'ovulation chez la brebis Peulh du Niger, pendant une période critique qui s'étend de janvier à avril (la saison sèche).

#### **4- Conclusion**

La présente étude a fait ressortir que la gestion et la conduite de la reproduction des troupeaux des ovins est relativement traditionnelle et peu développée. En plus, les races ovines locales élevées dans la région saharienne de Béchar ont un potentiel reproductif important.

Le suivi des répartitions des agnelages montre l'existence des variations mensuelles dans les fréquences des agnelages au sein des troupeaux. Ces répartitions uniformes enregistrées

proviennent vraisemblablement du mode d'élevage et des disparités relatives au régime alimentaire plutôt que des variations de l'intensité lumineuse.

La courbe cumulative de la répartition mensuelle des mises bas des brebis chez les troupeaux suivis nous a permis de confirmer que les agnelages s'étalent sur tous les mois de l'année avec un maximum en automne et un minimum en été. Par conséquent, nous pouvons conclure que l'activité sexuelle des ovins dans la région de Béchar est continue durant toute l'année, sans l'existence d'aucune période d'inactivité ou d'anoestrus.

## **1- Introduction**

La brebis représente un animal dont les manifestations extérieures des chaleurs sont difficiles à identifier, car elles sont fort discrètes. Par ailleurs l'utilisation des mâles boute-en-train ou souffleurs pour la détection des chaleurs n'a pas toujours donné des résultats satisfaisants ; la brebis pouvant se laisser chevaucher même durant la phase progestéronique. Le recours à des méthodes indirectes de détection des chaleurs est donc justifié chez l'espèce ovine, si l'on veut maîtriser la conduite de la reproduction. Parmi elles, on peut citer les dosages hormonaux (Obounou Zibi, 1990).

En effet, divers travaux et expérimentations ont été basés sur l'analyse des concentrations des principales hormones de reproduction, en particulier la FSH, la LH, la progestérone et l'œstradiol pour le diagnostic des différentes phases du cycle œstrale, ainsi que l'étude de l'activité sexuelle et de ses variations saisonnières chez la femelle (Pant *et al.*, 1977 ; Stankov et Kanchev, 1984 ; Franco et Uribe Velásquez, 2012 ; Arsoy et Sağmanlıgil, 2018).

Il est à noter aussi que la saisonnalité de la reproduction est généralement associée au saisonnement de l'activité neuroendocrinienne (Scaramuzzi et Baird, 1977 ; Clarke *et al.*, 1984 ; Karsch et Moenter, 1990). De plus, on peut observer de grandes différences raciales pour ce qui concerne la période et la durée de l'activité sexuelle (Avdi *et al.*, 1993). Cependant, il faut noter que certaines races sont naturellement plus dessaisonnées que les autres. En outre, il existe des variations individuelles importantes, au sein d'une même race (Thimonier *et al.*, 1969).

L'influence de l'environnement sur la détermination de la durée de la saison sexuelle a été largement étudiée. En effet, de nombreux chercheurs ont clairement établi que cette durée était contrôlée essentiellement par les variations photopériodiques (Legan et Karsh, 1980 ; Legan et Winans, 1981 ; Robinson et Karsch, 1988). De manière non moins importante, il existe d'autres signaux environnementaux qui influencent la reproduction saisonnière, tels que la température, la disponibilité et la qualité de l'alimentation, les interactions sociales et la localisation géographique de l'origine de l'animal (Gündoğan *et al.*, 2003 ; Pineda, 2003b).

Ce chapitre rapporte l'étude de l'activité sexuelle par analyse des modifications des sécrétions hypophysaires (FSH et LH) et gonadiques (progestérone et œstradiol) chez les brebis au cours des quatre saisons de l'année dans la région de Béchar.

## 2- Matériel et méthodes

### 2-1- Animaux et localisation

Dans cette expérimentation, 63 brebis Ouled Djellal ont été utilisées pour déterminer les profils hormonaux de progestérone, d'œstradiol, de FSH et de LH durant les quatre saisons (depuis début automne 2017 jusqu'à fin été 2018). Le choix des animaux s'est porté sur des brebis saines, supposées vides et âgées de 1 à 5 ans. La provenance de ces brebis est montrée dans le tableau 8.

**Tableau 8 :** Localisation des brebis utilisées pour les dosages.

| N° d'élevage | Le lieu             | Nombre de brebis | Mode d'élevage         |
|--------------|---------------------|------------------|------------------------|
| 01           | Igli (Touzzit)      | 03               | Stabulation permanente |
| 02           | Igli (Touzzit)      | 04               | Stabulation permanente |
| 03           | Igli (Mazzer)       | 02               | Stabulation permanente |
| 04           | Igli (Mazzer)       | 05               | Stabulation permanente |
| 05           | Igli (Mazzer)       | 03               | Stabulation permanente |
| 06           | Igli                | 03               | Stabulation permanente |
| 07           | Igli                | 05               | Stabulation permanente |
| 08           | Igli (Sid laroussi) | 04               | Stabulation permanente |
| 09           | Taghit (Laouina)    | 04               | Parcours (sédentaire)  |
| 10           | Taghit              | 04               | Stabulation permanente |
| 11           | Taghit (Barebi)     | 03               | Stabulation permanente |
| 12           | Taghit (Zaouia)     | 02               | Stabulation permanente |
| 13           | Beni abbes          | 04               | Parcours (nomadisme)   |
| 14           | Beni abbes          | 05               | Parcours (nomadisme)   |
| 15           | Béchar (Djedida)    | 06               | Parcours (nomadisme)   |
| 16           | Abadla              | 06               | Parcours (nomadisme)   |
| <b>Total</b> |                     | 63               |                        |

Ces troupeaux ont été élevés de la même manière que celle mentionnée dans le chapitre précédent.

## **2-2- Prélèvements sanguins**

Le matériel de laboratoire utilisé est composé de :

- Aiguilles
- Corps de prélèvement Vacutainer
- Tubes Vacutainer avec héparine de lithium 4 ml pour la collecte de sang
- Microtubes type Ependorfs 1,5 ml pour le recueillement du plasma
- Alcool
- Cotton
- Micropipettes
- Centrifugeuse
- Congélateur

Les prélèvements sanguins ont été effectués à la veine jugulaire dans des tubes vacutainer héparinés de 4 ml, ensuite immédiatement placé dans la glace, puis centrifugé pendant 15 minutes à 4°C à 1500 tr/min, le plasma a été isolé et conservé à -20°C jusqu'à son utilisation. Ces prélèvements ont été faits une à deux fois par mois.

## **2-3- Dosages hormonaux**

Les dosages de la progestérone (ng/ml), l'œstradiol (pg/ml), la FSH (mUI/ml) et la LH (mUI/ml) ont été effectués par l'utilisation de la technique immuno-enzymatique chimio-luminescente.

### **2-3-1- Principe général de la chimiluminescence**

La chimiluminescence est la production de lumière à la suite d'une réaction chimique. Les niveaux d'énergie sont identiques à ceux de la fluorescence. La seule différence entre la chimiluminescence et la fluorescence est le mode d'excitation (Jansen *et al.*, 1991). La chimiluminescence se produit quand une réaction chimique conduit à la formation d'une espèce dans un état électronique excité, et que celle-ci émet de la lumière lorsqu'elle revient à son état fondamental ou qu'elle transfère son énergie à une autre espèce qui émet alors de la lumière (Skoog *et al.*, 2003).

Le dosage immunologique par chimiluminescence (CLIA) est une méthode pour déterminer la concentration des échantillons en fonction de l'intensité de la luminescence émise par la réaction chimique (ul Azim *et al.*, 2015). Selon Skoog *et al.* (2003), les méthodes de

chimiluminescence sont en général extrêmement sensibles parce que l'on peut traiter facilement de faibles niveaux de lumière en l'absence de bruit. De plus, le signal n'est pas atténué par un filtre ni par un monochromateur. En effet les limites de détection sont habituellement déterminées, non par la sensibilité du transducteur, mais par la pureté du réactif.

Le dosage immunologique par chimiluminescence se caractérise par la sélectivité élevée, ainsi que par sa simplicité et sa très grande sensibilité (Skoog *et al.*, 2003). En effet, cette technique est la plus répandue à l'heure actuelle sur les automates de dosage hormonaux.

C'est le cas des hormones de reproduction (Rojanasakul *et al.*, 1994). À cet égard, Ayad *et al.* (2018) ont montré clairement que le dosage immunologique par électrochimiluminescence avec le kit humain spécifique peut être utilisé pour mesurer les hormones de reproduction chez les ovins.

### **2-3-2- Dosage de la FSH**

Le dosage de la FSH a été réalisé par l'automate Beckman Coulter®. Le test Access hFSH utilise une technique immunoenzymatique chimioluminescente à particules paramagnétiques pour le dosage quantitatif de l'hormone folliculo-stimulante (FSH) dans le sérum ou le plasma à l'aide des Access Immunoassay Systems.

Le manuel d'utilisation Access Immunoassay Systems Access hFSH [package insert] (2018) rapporte les caractéristiques suivantes:

#### ***Méthodologie***

Le test Access hFSH est un test immunoenzymatique (de type « sandwich ») séquentiel en deux étapes. L'échantillon est déposé dans un réacteur avec des particules magnétiques sensibilisées par des complexes anticorps de chèvre anti-souris : anticorps de souris anti-hFSH et une solution saline tamponnée par du TRIS contenant des protéines. La hFSH se lie aux anticorps de souris anti-hFSH immobilisés sur la phase solide. Les éléments liés à la phase solide sont retenus dans un champ magnétique tandis que les éléments non liés sont éliminés par rinçage. Un anticorps de chèvre anti-hFSH conjugué à de la phosphatase alcaline est ensuite ajouté ; il se lie à la hFSH préalablement liée sur les particules. Une seconde étape de séparation et de lavage élimine le conjugué non lié. Le substrat chimiluminescent est ensuite ajouté à la cuvette et la lumière générée par cette réaction est mesurée à l'aide d'un

luminomètre. La production de lumière est directement proportionnelle à la concentration en hFSH dans l'échantillon. La quantité d'analyte dans l'échantillon est déterminée à l'aide d'une courbe de calibration multipoints préalablement enregistrée.

### **Réactifs**

Information sur le produit :

- Nom de produit : Pack de réactifs Access hFSH
- Code 33520 : Coffret de 100 dosages, 2 packs, 50 tests/pack

Les composants de réactifs Access hFSH sont illustrés dans le tableau 9.

**Tableau 9** : Les composants de réactifs Access hFSH.

| <b>Nom</b>  | <b>Description</b>   |
|-------------|--|
| <b>R1a:</b> | Particules magnétiques sensibilisées avec des anticorps de chèvre anti-IgG de souris : complexes anticorps monoclonaux de souris anti-hFSH en suspension dans une solution saline tamponnée par du TRIS, avec sérum albumine bovine (BSA), surfactant, < 0,1 % d'azoture de sodium et 0,1 % de ProClin* 300. |
| <b>R1b:</b> | Conjugué anticorps de chèvre anti-hFSH-phosphatase alcaline (bovine) dans une solution saline tamponnée par du TRIS, avec protéines (bovines, murines, caprines), surfactant, < 0,1 % d'azoture de sodium et 0,1 % de ProClin 300.   |
| <b>R1c:</b> | Solution saline tamponnée par du TRIS avec des protéines (bovines, murines, caprines), un surfactant, < 0,1 % d'azoture de sodium, 0,1 % de ProClin 300.   |

\*ProClin™ est une marque de The Dow Chemical Company (« Dow ») ou une de ses filiales.

### **Sensibilité analytique**

La plus faible concentration détectable de hFSH distincte de zéro (Access hFSH Calibrator S0) avec un intervalle de confiance de 95 % est 0,2 mUI/ml (UI/L). Cette valeur est déterminée en traitant une courbe de calibration complète de six points, des contrôles et 10 répliques du calibrateur zéro sur plusieurs dosages. La valeur de la sensibilité analytique est interpolée d'après la courbe au point situé à deux écarts-types du signal moyen mesuré du calibrateur zéro.

### **2-3-3- Dosage de la LH**

Ce dosage à été effectué sur l'automate Beckman Coulter®. Le test Access hLH utilise une technique immunoenzymatique chimioluminescente à particules paramagnétiques pour le dosage de l'hormone lutéinisante (LH) dans le sérum ou le plasma humain à l'aide des Systèmes d'Immuno-analyse Access.

Le manuel d'utilisation Access Immunoassay Systems Access hLH [package insert] (2018) rapporte les informations suivantes:

#### ***Methodologie***

Le test Access hLH est un test immunoenzymatique (de type « sandwich ») séquentiel en deux étapes. L'échantillon est déposé dans un réacteur avec des particules magnétiques sensibilisées par des complexes anticorps de chèvre anti-souris : anticorps de souris anti-hHL et une solution saline tamponnée par du TRIS contenant des protéines. La hHL se lie aux anticorps de souris anti-hHL immobilisés sur la phase solide. Les éléments liés à la phase solide sont retenus dans un champ magnétique tandis que les éléments non liés sont éliminés par rinçage. Un anticorps de chèvre anti-hHL conjugué à de la phosphatase alcaline est ensuite ajouté ; il se lie à la hHL préalablement liée sur les particules. Une seconde étape de séparation et de lavage élimine le conjugué non lié. Le substrat chimiluminescent est ensuite ajouté à la cuvette et la lumière générée par cette réaction est mesurée à l'aide d'un luminomètre. La production de lumière est directement proportionnelle à la concentration de hHL dans l'échantillon. La quantité d'analyte dans l'échantillon est déterminée à l'aide d'une courbe de calibration multipoints préalablement enregistrée.

#### ***Réactifs***

Information sur le produit :

- Pack Réactifs Access hLH
- Code 33510: Coffret de 100 dosages, 2 packs, 50 tests/pack

Les composantes de Pack Réactifs Access hLH sont indiquées dans le tableau 10.

**Tableau 10 :** Les composantes de Pack Réactifs Access hLH.

| Nom         | Description   |
|-------------|---|
| <b>R1a:</b> | Particules magnétiques sensibilisées avec des anticorps de chèvre anti-IgG de souris, complexes anticorps monoclonaux de souris anti-hLH en suspension dans une solution saline tamponnée par du TRIS, avec sérum albumine bovine (BSA), surfactant, < 0,1 % d'azoture de sodium et 0,1 % de ProClin* 300 |
| <b>R1b:</b> | Solution saline tamponnée par du TRIS avec BSA, des protéines (de souris, de chèvre), surfactant, < 0,1 % d'azoture de sodium et 0,1 % de ProClin 300.  |
| <b>R1c:</b> | Conjugué anticorps de chèvre anti-hLH-phosphatase alcaline dans une solution saline tamponnée par du TRIS avec BSA, des protéines (de chèvre), surfactant, < 0,1 % d'azoture de sodium et 0,1 % de ProClin 300.   |

\*ProClin™ est une marque de The Dow Chemical Company (« Dow ») ou une de ses filiales.

### *Sensibilité analytique*

La plus faible concentration détectable de hLH distincte de zéro (Access hLH Calibrator S0) avec un intervalle de confiance de 95 % est 0,2 mUI/ml (UI/L). Cette valeur est déterminée en traitant une courbe de calibration complète de six points, des contrôles et 10 répliquats du calibrateur zéro dans plusieurs dosages. La valeur de la sensibilité analytique est interpolée d'après la courbe au point situé à deux écarts-types du signal ajusté à zéro du calibrateur.

### **2-3-4- Dosage de la progestérone**

Ce dosage a été effectué sur automate Beckman Coulter®. Le test Access Progesterone utilise une technique immunoenzymatique chimioluminescente à particules paramagnétiques pour le dosage de progestérone dans le sérum humain à l'aide des Systèmes d'Immunoanalyse Access.

Le manuel d'utilisation Access Immunoassay Systems Access Progesterone [package insert] (2018) rapporte les caractéristiques suivantes:

### *Méthodologie*

Le dosage Access Progesterone est un dosage immunoenzymatique par liaison compétitive. Un échantillon est ajouté à une cuvette réactionnelle avec de l'anticorps de lapin contre la progestérone, un conjugué phosphatase alcaline/progestérone et des particules paramagnétiques recouvertes avec des anticorps de capture de chèvre anti-lapin. La progestérone dans l'échantillon entre en compétition avec le conjugué phosphatase

alcaline/progestérone pour les sites de liaison sur une quantité limitée d'anticorps anti-progestérone spécifique. Les complexes antigène-anticorps résultant se lient aux anticorps capturés sur la phase solide. Après incubation dans une cuvette réactionnelle, les éléments liés à la phase solide sont retenus dans un champ magnétique tandis que les éléments non liés sont éliminés par rinçage. Le substrat chimiluminescent est ensuite ajouté à la cuvette et la lumière générée par cette réaction est mesurée à l'aide d'un luminomètre. La production de lumière est inversement proportionnelle à la concentration de progestérone dans l'échantillon. La quantité d'analyte dans l'échantillon est déterminée à l'aide d'une courbe de calibration multipoints préalablement enregistrée.

### **Réactifs**

Information sur le produit :

- Pack Réactifs Access Progestérone
- Code 33550: Coffret de 100 dosages, 2 packs, 50 tests/pack

Les compositions de Pack Réactifs Access Progestérone sont représentées dans le tableau 11.

**Tableau 11** : Les composantes de Pack Réactifs Access Progestérone.

| <b>Nom</b>  | <b>Description</b>   |
|-------------|--|
| <b>R1a:</b> | Conjugué de progestérone-phosphatase alcaline (bovine) et particules magnétiques sensibilisées avec des IgG (chèvre) anti-lapin en suspension dans un tampon TRIS-NaCl, avec sérum-albumine bovine (BSA), < 0,1 % d'azote de sodium et 0,0125 % de Cosmocil* CQ. |
| <b>R1b:</b> | Protéines (chèvre, lapin) dans du tampon acétate avec 0,0125 % de Cosmocil CQ.   |
| <b>R1c:</b> | Antisérum de lapin anti-progestérone dans du tampon acétate, BSA, < 0,1 % d'azote de sodium et 0,0125 % de Cosmocil CQ.  |

\*Cosmocil est une marque déposée de Arch Chemicals, Inc.

### **Sensibilité analytique**

La plus faible concentration détectable de progestérone distincte de zéro (calibrateur Access Progesterone Calibrator S0) avec un intervalle de confiance de 95 % est de 0,10 ng/ml (0,32 nmol/L). Cette valeur est déterminée en traitant une courbe d'étalonnage complète de six points, des contrôles et 10 répliquas du calibrateur zéro dans plusieurs dosages. La valeur de

la sensibilité analytique est interpolée d'après la courbe au point situé à deux écarts-types du signal moyen mesuré à zéro.

### **2-3-5- Dosage de l'œstradiol**

Le dosage de l'œstradiol a été réalisé sur l'analyseur cobas e 411 Roche Diagnostics. Ce test par électrochimiluminescence « ECLIA » s'utilise sur les systèmes d'immunoanalyse Elecsys et cobas e.

Le manuel d'utilisation Elecsys® Estradiol III package insert (2016) montre les informations suivante :

#### ***Caractéristiques***

Le test Elecsys Estradiol III fait appel au principe de compétition en utilisant deux anticorps monoclonaux spécifiques dirigés contre le 17 $\beta$ -œstradiol. L'œstradiol endogène, libéré de l'échantillon sous l'action de la mestérolone, entre en compétition avec l'œstradiol exogène marqué au ruthénium pour les sites de liaison de l'anticorps biotinylé.

#### ***Principe***

Principe de compétition. Durée totale du cycle analytique: 18 minutes

- 1<sup>ère</sup> incubation: 25  $\mu$ L d'échantillon sont incubés avec deux anticorps anti-œstradiol biotinylés. Il se forme des complexes immuns en relation avec la concentration en œstradiol contenue dans l'échantillon.
- 2<sup>ème</sup> incubation: un dérivé d'œstradiol ruthénylé est ajouté dans la cuvette réactionnelle avec les microparticules tapissées de streptavidine et vient se fixer sur les sites encore disponibles des anticorps biotinylés avec formation d'un complexe anticorps-haptène. Le complexe est fixé à la phase solide par une liaison biotine-streptavidine.
- Le mélange réactionnel est transféré dans la cellule de mesure, les microparticules sont maintenues au niveau de l'électrode par un aimant. L'élimination de la fraction libre est effectuée par le passage de ProCell ou ProCell M. Une différence de potentiel appliquée à l'électrode déclenche la production de luminescence qui est mesurée par un photomultiplicateur.

- Les résultats sont obtenus à l'aide d'une courbe de calibration. Celle-ci est générée, pour l'analyseur utilisé, par une calibration en 2 points et une courbe de référence mémorisée dans l'étiquette code-barres ou le e-code-barres du réactif.

Réactifs - composition et concentrations

Le rackpack réactif est étiqueté E2 III. Le tableau illustre les compositions de ce réactif 12.

**Tableau 12 :** Les composantes de Pack Réactifs E2 III.

| Nom       | Description  |
|-----------|--|
| <b>M</b>  | Microparticules tapissées de streptavidine, 1 flacon (bouchon transparent), 6.5 ml:<br>Microparticules tapissées de streptavidine 0.72 mg/ml, conservateur   |
| <b>R1</b> | Ac anti-estradiol~biotine, 1 flacon contenant 9 ml (bouchon gris):<br>Deux anticorps monoclonaux (de lapin) anti-estradiol 2.5 ng/ml et 4.5 ng/ml;<br>mestérolone 130 ng/ml; tampon MES* 50 mmol/L, pH 6.0; conservateur |
| <b>R2</b> | Peptide – estradiol~Ru(bpy) <sub>3</sub> <sup>2+</sup> 1 flacon contenant 9 ml (bouchon noir):<br>dérivé d'estradiol marqué au ruthénium 4.5 ng/ml; tampon MES 50 mmol/L, pH 6.0;<br>conservateur                        |

\* MES = acide morpholino-2 éthanesulfonique

### *Limites et intervalles*

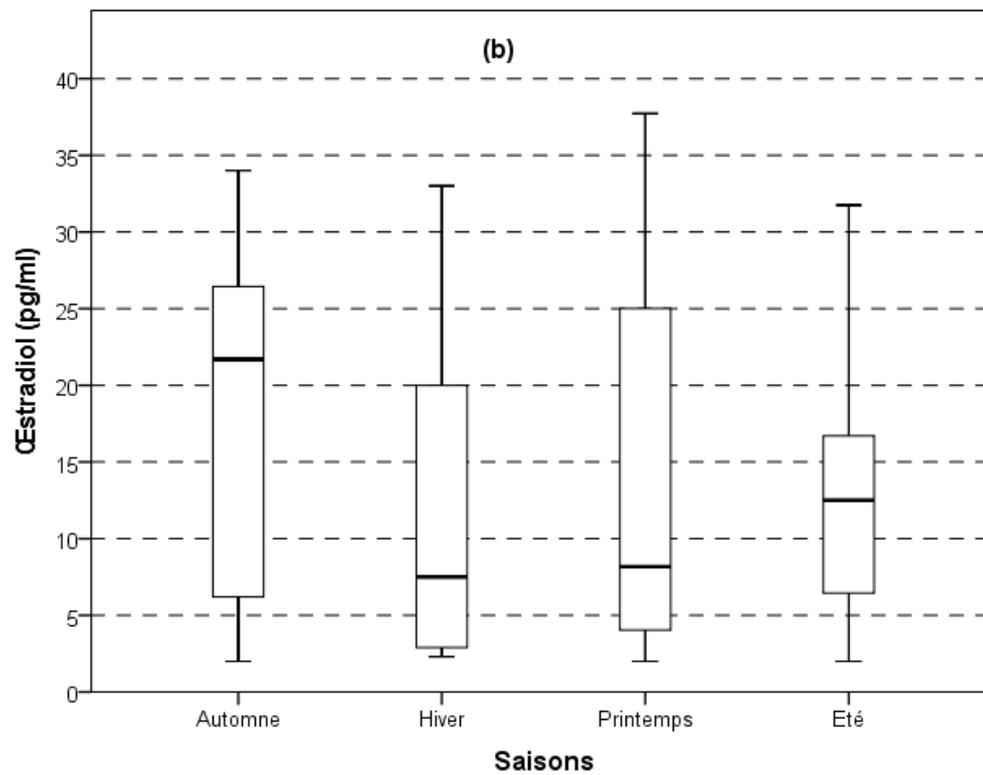
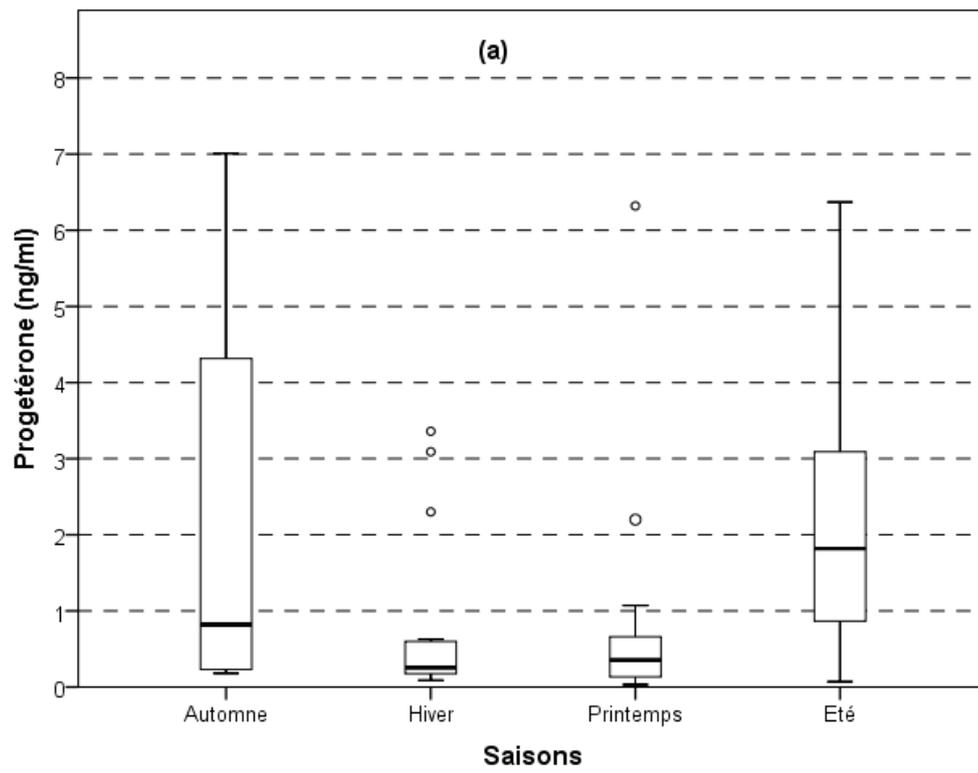
Le domaine de mesure compris entre 18,4 et 11010 pmol/L (5-3000 pg/ml) (défini par la limite de détection et le maximum de la courbe de référence).

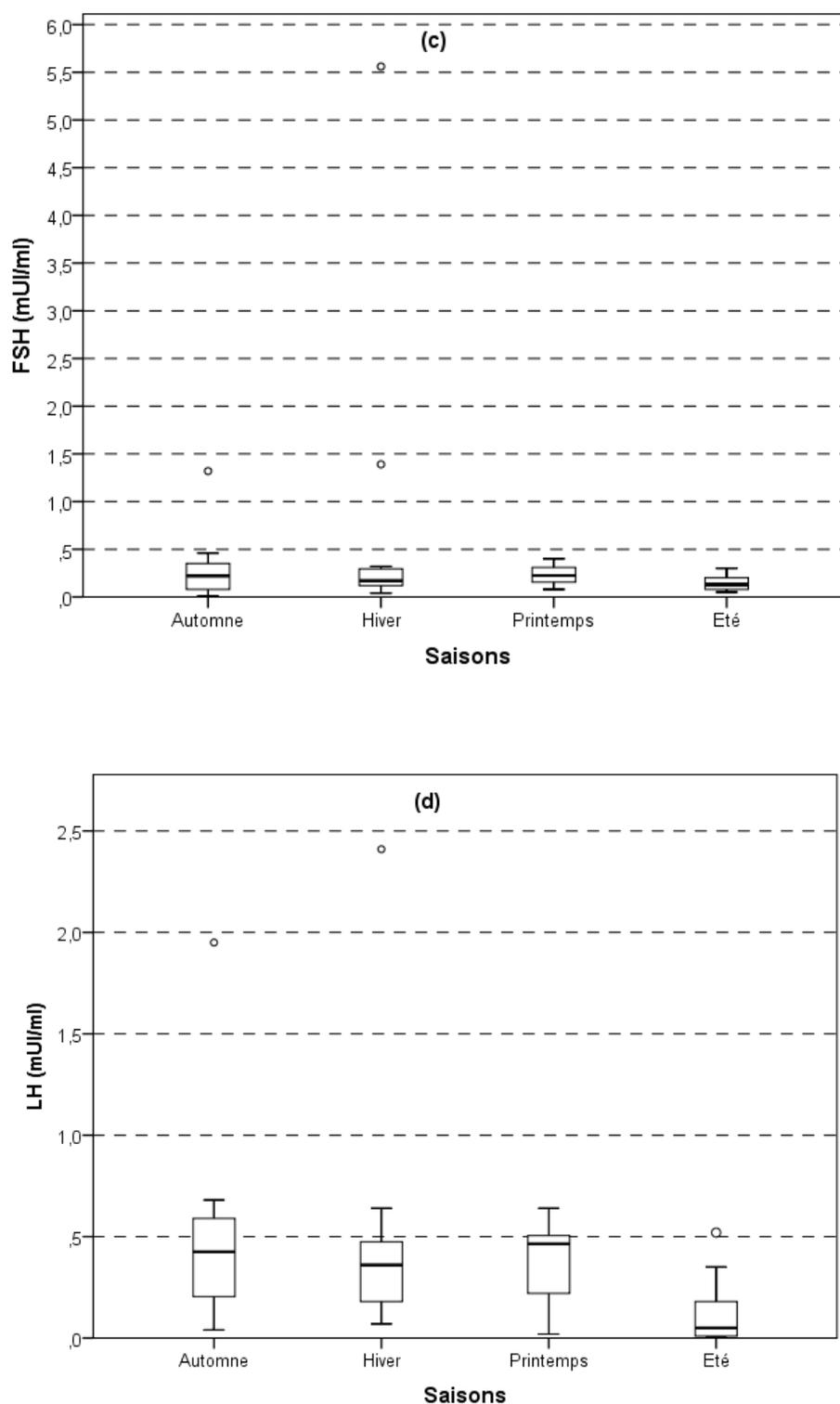
### **2-4- Analyses statistiques**

Les concentrations plasmatiques en P4, E2, FSH et LH ont été comparées par l'analyse de la variance (ANOVA) complétée par le test de Duncan. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistics version 22. Une valeur de  $p < 0,05$  était considérée comme significative.

### **3- Résultats et discussions**

Les résultats obtenus par les dosages hormonaux de progestérone, œstradiol, FSH et LH sont rapportés dans la figure 17 (médianes et dispersions):





**Figure 17 :** Variations du taux plasmatique de progestérone (a), œstradiol (b), FSH (c) et LH (d) chez les brebis au cours des quatre saisons : automne (n = 16), hiver (n = 16), printemps (n = 16) et été (n = 15). La médiane est représentée par le trait en gras et les interquartiles par les extrémités de la boîte à moustaches.

La figure 17a montre que les concentrations de progestérone les plus élevées sont enregistrées en automne et en été avec une valeur maximale de l'ordre de 7,01 ng/ml en automne. En revanche les concentrations les plus basses sont enregistrées durant l'hiver et le printemps avec respectivement des moyennes de 0,77 et 0,83 ng/ml respectivement.

En ce qui concerne l'œstradiol, les plages de valeurs sont assez proches, mais la dépression semble plus diversifiée (figure 17b). Les concentrations moyennes d'œstradiol sont comprises entre 11,30 pg/ml en hiver à 18,43 pg/ml en automne.

Aussi, les plages de valeurs de FSH et les valeurs médianes des différentes saisons paraissent proches (figure 17c). Globalement, les teneurs en FSH varient de 0,1 à 5,56 mUI/ml.

Pour la LH, les concentrations maximales sont marquées en hiver et automne avec des valeurs de l'ordre de 2,41 et 1,95 mUI/ml respectivement. Les valeurs moyennes en automne, hiver et printemps sont proches, elles varient de 0,37 à 0,47 mUI/ml (figure 17d).

Les résultats obtenus d'analyse de la variance à un facteur sont mentionnés dans le tableau 13.

**Tableau 13 :** Résultats d'analyse de variance (ANOVA).

|                     |              | Somme des carrés | ddl | Carré moyen | F     | Sig.  |
|---------------------|--------------|------------------|-----|-------------|-------|-------|
| <b>Progestérone</b> | Intergruppes | 33,631           | 3   | 11,210      | 3,353 | 0,025 |
|                     | Intragruppes | 197,237          | 59  | 3,343       |       |       |
|                     | Total        | 230,868          | 62  |             |       |       |
| <b>Œstradiol</b>    | Intergruppes | 480,665          | 3   | 160,222     | 1,496 | 0,225 |
|                     | Intragruppes | 6319,604         | 59  | 107,112     |       |       |
|                     | Total        | 6800,269         | 62  |             |       |       |
| <b>FSH</b>          | Intergruppes | 1,753            | 3   | 0,584       | 1,168 | 0,330 |
|                     | Intragruppes | 29,509           | 59  | 0,500       |       |       |
|                     | Total        | 31,261           | 62  |             |       |       |
| <b>LH</b>           | Intergruppes | 1,228            | 3   | 0,409       | 2,879 | 0,043 |
|                     | Intragruppes | 8,388            | 59  | 0,142       |       |       |
|                     | Total        | 9,616            | 62  |             |       |       |

L'analyse de la variance des taux de progestérone et de LH montre qu'il y a des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre les quatre saisons. En revanche les taux plasmatiques d'œstradiol et de FSH ne présentent pas des différences significatives entre saisons ( $p > 0,05$ ).

Selon le test de comparaison multiple post hoc de Duncan, une différence significative est enregistrée entre l'automne et l'hiver pour la progestérone. En effet, on distingue deux sous-ensembles homogènes (Tableau 14).

**Tableau 14 :** Les sous-ensembles homogènes du test post hoc de Duncan pour la progestérone.

|   | Saison    | N  | Sous-ensemble pour alpha = 0.05 |        |
|---|-----------|----|---------------------------------|--------|
|   |           |    | 1                               | 2      |
| <b>Différence significative de Duncan<sup>a,b</sup></b> | Hiver     | 16 | 0,7725                          |        |
|   | Printemps | 16 | 0,8331                          |        |
|   | Eté       | 15 |                                 | 2,2220 |
|   | Automne   | 16 |                                 | 2,3006 |
|   | Sig.      |    | 0,926                           | 0,904  |

*Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.*

*a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 15,738.*

*b. Les tailles de groupes ne sont pas égales. La moyenne harmonique des tailles de groupe est utilisée. Les niveaux d'erreur de type I ne sont pas garantis.*

Pour la LH, le test Post Hoc de Duncan met en évidence une différence significative entre l'été et l'automne d'une part, et entre l'été et l'hiver d'autre part. Par conséquent, deux sous-ensembles homogènes sont déterminés (tableau 15).

**Tableau 15 :** Les sous-ensembles homogènes du test post hoc de Duncan pour la LH.

|   | Saison    | N  | Sous-ensemble pour alpha = 0.05 |        |
|---|-----------|----|---------------------------------|--------|
|   |           |    | 1                               | 2      |
| <b>Différence significative de Duncan<sup>a,b</sup></b> | Eté       | 15 | 0,1200                          |        |
|   | Printemps | 16 | 0,3756                          | 0,3756 |
|   | Hiver     | 16 |                                 | 0,4556 |
|   | Automne   | 16 |                                 | 0,4756 |
|   | Sig.      |    | 0,062                           | 0,489  |

*Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.*

*a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 15,738.*

*b. Les tailles de groupes ne sont pas égales. La moyenne harmonique des tailles de groupe est utilisée. Les niveaux d'erreur de type I ne sont pas garantis.*

Selon Thimonier (2000), la détermination de l'état physiologique des femelles par l'estimation des niveaux de progestérone plasmatique ou sérique périphérique est un outil expérimental pertinent largement utilisé dans le monde entier. Il faut noter que dans des groupes importants de femelles d'une même race, à un moment donné, il est possible d'avoir une bonne estimation du pourcentage de femelles ovulatoires avec l'analyse du niveau de progestérone dans un seul prélèvement.

Aussi Thimonier (2000) a déterminé que d'une part, chez les femelles cyclées, les niveaux de progestérone sont caractérisés par une alternance de valeurs faibles (moins de 0,5 ng/ml) pendant la période péri-ovulatoire et élevées (plus de 0,5 ng/ml) pendant la majeure partie de la phase lutéale ; d'autre part, pendant l'anœstrus, la progestérone plasmatique périphérique reste inférieure à 0,5 ng/ml. Les résultats présentés dans ce travail, ont montré que les concentrations exprimant la progestérone sont très différentes au cours des saisons avec des moyennes supérieures à 0,5 ng/ml pour chaque saison, ceci indique que l'activité hormonale s'est poursuivie toute l'année sans anœstrus.

Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Zidane et Ababou (2017), avec une valeur maximale de l'ordre de 6,6 ng/ml en automne pour la brebis Ouled Djellal dans la région de Chlef (Algérie), et Arsoy et Sağmanlıgil (2018) lors de leurs études sur les brebis de la race blanche Karaman en Turquie, avec des taux variant de 0,02 à 6,17 ng/ml. De plus, Kandiwa *et al.*, (2019) ont observé que les brebis Swakara et Damara ont été cycliques toute l'année en Namibie, avec un pic atteignant 8,2 ng/ml au début de l'hiver pour les brebis Swakara et 12,6 ng/ml au printemps pour les brebis Damara. En revanche, Balaro *et al.* (2014) ont noté que certaines brebis de race Santa Inês avaient un anœstrus saisonnier au printemps.

En outre, les valeurs d'œstradiol sont variables au sein de chaque saison. Selon Driancourt *et al.* (2014), la concentration en œstradiol a diminué vers le huitième jour du cycle et a augmenté pendant le diœstrus. Il a diminué à son niveau minimum à la fin du cycle. Le pic d'œstradiol est responsable de l'initiation de l'œstrus et de l'induction du pic préovulatoire de LH et les concentrations produites par le follicule préovulatoire peuvent atteindre de 15 à 30 pg/ml. Par ailleurs, Pant *et al.* (1977) ont remarqué que la concentration d'œstradiol a commencé à augmenter 12-14 h avant le début de l'œstrus, passant des valeurs de  $11,2 \pm 0,36$  pg/ml pendant la phase lutéale à  $21,1 \pm 2,01$  pg/ml à -8 à 0 h (œstrus).

Par contre, pendant l'anœstrus saisonnier, la production d'œstradiol décline (Souza *et al.*, 1996 ; Driancourt *et al.*, 2014). À cet égard, Bartlewski *et al.* (1999b) ont observé que l'arrêt

des cycles ovulatoires chez les brebis est associé à une réduction significative de la sécrétion d'œstradiol par les follicules ovariens.

Notre résultat obtenu révèle clairement l'existence des valeurs maximales d'œstradiol (plus de 30 pg/ml) durant les quatre saisons. Cela indique des œstrus consécutifs, donc des cycles œstriens durant toutes les saisons de l'année.

Concernant les gonadotrophines, il faut noter que pendant la période ancestrale, la plupart des composants de l'axe reproductif hypothalamo-hypophysaire sont fonctionnels, mais leur activité est fortement réduite, ce qui se traduit par une réduction très importante de la sécrétion des gonadotrophines (Barrell *et al.*, 1992 ; Gallegos-Sánchez *et al.*, 1998). Dans ce contexte, Thimonier *et al.* (1969) ont remarqué que chez les brebis de la race Île-de-France, durant la période d'anœstrus, les teneurs hypophysaires en FSH et LH sont deux fois plus faibles que celles trouvées dans les hypophyses pendant la saison sexuelle.

Au contraire, les teneurs en FSH ainsi que les teneurs en LH obtenus sont caractérisés par l'existence des valeurs extrêmes en automne et en été, et ces valeurs maximales indiquent qu'il s'agit des pics préovulatoires. Selon Souza *et al.* (1997), la concentration de FSH a diminué pendant la phase folliculaire et a atteint un pic de manière synchrone avec la décharge de LH. De plus, les concentrations de FSH et LH sont semblables aux concentrations obtenues par Grazul-Bilska *et al.* (2008) chez des brebis témoins en automne avec des moyennes variant de 0,05 à 0,12 mUI/ml pour FSH et 0,08 à 0,11 mUI/ml pour LH et apparues inférieurs aux valeurs décrites par Zidane et Ababou (2017). Cette différence peut se justifier par le facteur environnemental et les méthodes de dosages hormonaux utilisés dans les deux études.

#### **4- Conclusion**

La présente étude relative aux dosages hormonaux a fait ressortir également l'existence d'une activité hormonale durant les quatre saisons, avec un abaissement en hiver et au printemps pour la progestérone et en été pour la LH. Ceci permet de conclure que l'activité sexuelle des brebis Ouled Djellal élevées dans la région de Béchar se poursuit tout au long de l'année, sans apparition d'une période marquée d'anœstrus.

D'autres travaux seraient nécessaires pour compléter cette étude, notamment la détermination des caractéristiques du cycle œstral des brebis élevées dans le sud-ouest de l'Algérie, ce qui peut alors servir de base de référence pour des études ultérieures.

## **1- Introduction**

Il est bien connu que les races ovines provenant de climats tempérés situés dans des latitudes moyennes ou élevées présentent des variations saisonnières marquées dans l'activité reproductive. D'autre part, dans les environnements tropicaux et subtropicaux, les brebis sont moins saisonnières ou complètement dessaisonnées (Rosa et Bryant, 2003). Aussi, les béliers montrent également des changements saisonniers de la reproduction, y compris le comportement sexuel, la qualité du sperme, l'activité hormonale, la gamétogenèse, le poids et la taille testiculaire (Dufour *et al.*, 1984 ; Mandiki *et al.*, 1998b ; Langford *et al.*, 1999 ; Santos *et al.*, 2015).

Plusieurs études ont utilisé le dosage des hormones sexuelles circulantes (FSH, LH et testostérone) pour évaluer le potentiel et les performances reproductives des béliers (Sanford *et al.*, 1977 ; Dickson et Sanford, 2005 ; Kishk, 2008). En outre, la FSH agit spécifiquement sur les cellules de Sertoli, jouant un rôle important dans le maintien d'une spermatogenèse normale qualitative et quantitative (Nieschlag *et al.*, 1999). La LH agit sur les cellules de Leydig pour stimuler la sécrétion de testostérone (Schlatt et Ehmcke, 2014). La testostérone qui est le principal androgène testiculaire joue un rôle essentiel dans l'apparition et le développement des caractères sexuels secondaires du mâle, l'apparition et le maintien de la spermatogenèse (Zirkin, 1998 ; Gayrard, 2007).

De plus, les variations de l'activité sexuelle résultent de changements dans la sécrétion de ces hormones (Courot et Ortavant, 1981 ; Karsch *et al.*, 1984 ; Ortavant *et al.*, 1988 ; Langford *et al.*, 1998 ; Edmondson *et al.*, 2012). Dans les conditions naturelles, les niveaux de ces hormones chez les béliers sont influencés par plusieurs facteurs, dont la saison par la photopériode, la nutrition, le génotype, l'âge, la localisation géographique et les interactions sociales (Sanford *et al.*, 1982 ; D'occhio *et al.*, 1984 ; Martin *et al.*, 1994).

L'objectif de ce travail était d'étudier les variations saisonnières de l'activité sexuelle des béliers des races locales élevés dans un environnement désertique du sud-ouest algérien par la mesure des variations de concentrations plasmatiques de FSH, LH, et testostérone, au cours des différentes saisons de l'année.

## 2- Matériel et méthodes

### 2-1- Animaux et localisation

Cette étude a été réalisée avec 60 béliers sains de races locales (principalement de la race Ouled Djellal) âgés de 1 à 4 ans. Ces béliers appartenaient à 14 éleveurs de la région d'étude (tableau 16).

L'expérimentation a été menée sur une période de 12 mois, de mars 2018 à mars 2019.

**Tableau 16 :** Localisation des béliers utilisés pour les dosages.

| N° d'élevage | Le lieu             | Nombre de béliers | Mode d'élevage         |
|--------------|---------------------|-------------------|------------------------|
| 01           | Igli                | 02                | Stabulation permanente |
| 02           | Igli                | 12                | Stabulation permanente |
| 03           | Igli                | 03                | Stabulation permanente |
| 04           | Igli (Touzdit)      | 04                | Stabulation permanente |
| 05           | Igli (Mazzer)       | 07                | Stabulation permanente |
| 06           | Igli (Mazzer)       | 03                | Stabulation permanente |
| 07           | Igli (Sid laroussi) | 05                | Stabulation permanente |
| 08           | Beni Abbes          | 02                | Parcours (nomadisme)   |
| 09           | Béni Abbès          | 04                | Parcours (nomadisme)   |
| 10           | Béni Abbès          | 04                | Parcours (nomadisme)   |
| 11           | Taghit (Barbi)      | 03                | Stabulation permanente |
| 12           | Tagit (Zaouia)      | 02                | Stabulation permanente |
| 13           | Taghit (Laouina)    | 05                | Parcours (sédentaire)  |
| 14           | Taghit (Brika)      | 04                | Stabulation permanente |
| <b>Total</b> |                     | 60                |                        |

Les techniques d'élevage et la conduite des troupeaux ont été décrites dans le deuxième chapitre de partie expérimentale (Caractéristiques de reproduction et répartition des agnelages).

### 2-2- Prélèvements sanguins

Des échantillons sanguins ont été prélevés une à deux fois par mois, sur cinq béliers en moyenne, au niveau de la veine jugulaire à l'aide des tubes héparinés du type vacutainer.

Après le prélèvement, les tubes étaient placés sur la glace. Après centrifugation pendant 15 minutes à 2875 rpm, le plasma était recueilli et congelé à -20°C jusqu'à son utilisation.

### **2-3- Dosages hormonaux**

Les concentrations plasmatiques de FSH (mUI/ml), LH (mUI/ml) et testostérone (ng/ml) ont été déterminées à l'aide de la technique immunoenzymatique chimioluminescente.

#### **2-3-1- Dosage de la FSH et la LH**

Les dosages de la FSH et la LH ont été réalisés sur l'automate Beckmann Coulter® avec la même méthodologie et réactifs utilisés pour les dosages chez les brebis (Chapitre III, Partie II).

#### **2-3-2- Dosage de la testostérone**

Ce dosage a été effectué sur automate Beckmann Coulter®. Le test Access Testostérone utilise une technique immunoenzymatique chimioluminescente à particules paramagnétiques pour le dosage de la testostérone totale dans le sérum ou le plasma, à l'aide des Systèmes d'Immun analyse Access.

Le manuel d'utilisation Access Immunoassay Systems Access Testosterone [package insert] (2018) rapporte les informations suivantes:

#### ***Méthodologie***

Le test Access Testostérone est un test immunoenzymatique de liaison par compétition. Un échantillon est déposé dans une cuvette réactionnelle avec la solution de traitement des échantillons, des anticorps monoclonaux de souris anti-testostérone, un conjugué testostérone/phosphatase alcaline et des particules paramagnétiques sensibilisées avec des anticorps polyclonaux de chèvre anti-souris. La testostérone contenue dans l'échantillon est libérée des protéines porteuses par la solution de traitement des échantillons et entre en compétition avec le conjugué testostérone/phosphatase alcaline pour les sites de liaison sur une quantité limitée d'anticorps monoclonaux spécifiques anti-testostérone. Les complexes antigène-anticorps qui en résultent sont alors liés à la phase solide par les anticorps de capture.

Après incubation dans une cuvette réactionnelle, les matériels liés à la phase solide sont maintenus dans un champ magnétique tandis que les matériels non liés sont éliminés par

lavage. Puis, le substrat chimioluminescent est ajouté à la cuvette réactionnelle et la lumière générée par la réaction est mesurée à l'aide d'un luminomètre. La production de lumière est inversement proportionnelle à la concentration de testostérone présente dans l'échantillon. La quantité d'analyte présente dans l'échantillon est déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage multipoints mise en mémoire.

### **Réactifs**

Information sur le produit :

- Pack Réactifs Access Testostérone
- Code 33560: Coffret de 100 dosages, 2 packs, 50 tests/pack

Les composants de réactifs Access Testostérone sont illustrés dans le tableau 17.

**Tableau 17** : Les composants de réactifs Access Testostérone.

| <b>Nom</b>  | <b>Description</b>   |
|-------------|--|
| <b>R1a:</b> | Particules paramagnétiques sensibilisées avec des IgG de chèvre anti-souris; conjugué testostérone/phosphatase alcaline contenant de la sérum-albumine bovine (BSA), < 0,1 % d'azoture de sodium et 0,1 % de ProClin* 300. |
| <b>R1b:</b> | Solution de traitement des échantillons, < 0,1 % d'azoture de sodium.  |
| <b>R1c:</b> | Anticorps monoclonaux (souris) anti-testostérone, protéines (BSA, souris, chèvre), < 0,1 % d'azoture de sodium et 0,1 % de ProClin 300.  |

\*ProClin™ est une marque de The Dow Chemical Company (« Dow ») ou une de ses filiales.

### **Limites et intervalles**

Les échantillons peuvent être dosés avec précision dans un intervalle analytique défini par la limite inférieure de détection et la valeur de calibration le plus fort (approximativement 0,1-16 ng/ml [ou 0,35-55,5 nmol/L]).

### **2-4- Analyses statistiques**

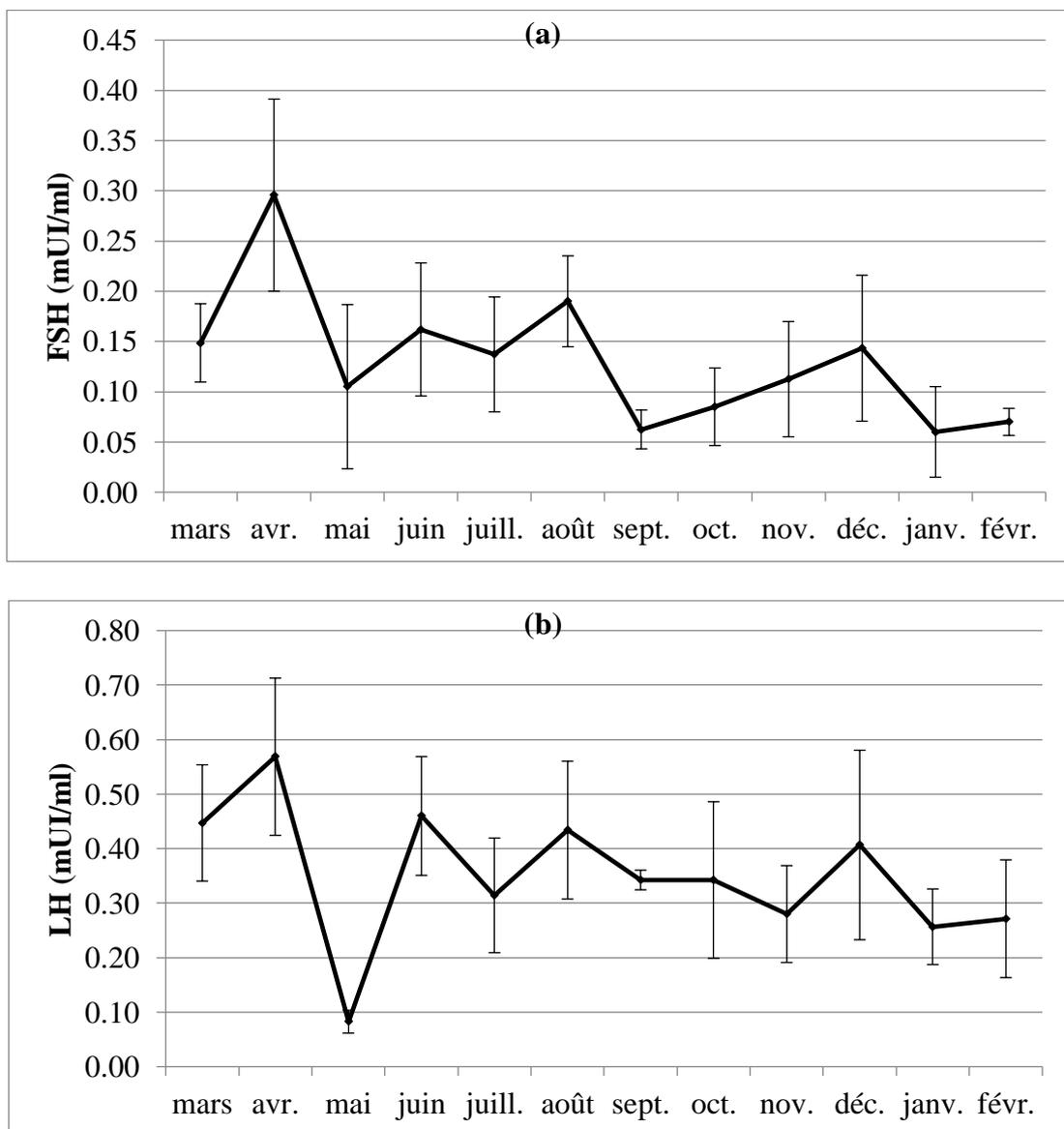
Les valeurs de LH, FSH et testostérone ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à un facteur. Une valeur de  $p < 0,05$  était considérée statistiquement significative. Les relations entre les hormones pour chaque saison ont été examinées à travers la corrélation simple de Pearson. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistics version 22.

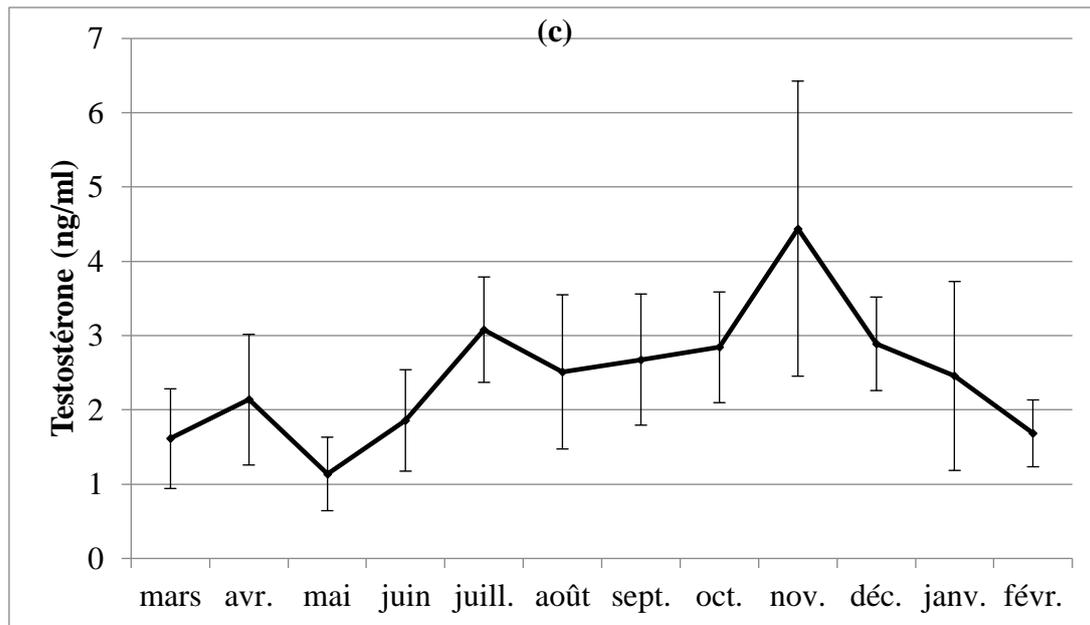
### 3- Résultats et discussion

#### 3-1- Profils hormonaux

Les concentrations moyennes mensuelles de FSH, LH, et de testostérone sont illustrées dans la figure 18, et les concentrations saisonnières sont représentées au tableau 18.

Les données du statut endocrinien reproductif ont démontré que les profils hormonaux de la FSH, de la LH et de la testostérone présentaient de légères variations entre certains mois et certaines saisons. Mais en tous les cas, cette différence n'était pas statistiquement significative ( $p > 0,05$ ).





**Figure 18 :** Concentrations plasmatiques mensuelles (moyenne  $\pm$  SEM) des hormones FSH (a), LH (b) et testostérone (c) chez les béliers.

**Tableau 18 :** Statistiques descriptives des concentrations plasmatiques de FSH, LH et testostérone selon les saisons chez les béliers.

|                                |           | N  | Moyenne | Ecart<br>-type | Min  | Max  | Q1   | Q3   | coefficient<br>de<br>variation |
|--------------------------------|-----------|----|---------|----------------|------|------|------|------|--------------------------------|
| <b>FSH</b><br>(mUI/ml)         | Printemps | 13 | 0,21    | 0,22           | 0,02 | 0,78 | 0,04 | 0,29 | 1,05                           |
|                                | Eté       | 17 | 0,17    | 0,12           | 0,01 | 0,42 | 0,06 | 0,29 | 0,71                           |
|                                | Automne   | 15 | 0,09    | 0,07           | 0,01 | 0,28 | 0,04 | 0,1  | 0,78                           |
|                                | Hiver     | 15 | 0,1     | 0,08           | 0,01 | 0,35 | 0,06 | 0,16 | 0,8                            |
| <b>LH</b><br>(mUI/ml)          | Printemps | 13 | 0,39    | 0,36           | 0,04 | 1,2  | 0,08 | 0,64 | 0,92                           |
|                                | Eté       | 17 | 0,38    | 0,26           | 0,03 | 0,92 | 0,19 | 0,46 | 0,68                           |
|                                | Automne   | 15 | 0,34    | 0,2            | 0,03 | 0,73 | 0,13 | 0,45 | 0,59                           |
|                                | Hiver     | 15 | 0,32    | 0,28           | 0,02 | 0,98 | 0,13 | 0,48 | 0,88                           |
| <b>Testostérone</b><br>(ng/ml) | Printemps | 13 | 1,68    | 1,83           | 0,2  | 6,81 | 0,47 | 2,43 | 1,09                           |
|                                | Eté       | 17 | 2,55    | 1,88           | 0,72 | 6,64 | 1,15 | 4,33 | 0,74                           |
|                                | Automne   | 15 | 3,23    | 2,29           | 0,7  | 9,33 | 1,77 | 4,55 | 0,71                           |
|                                | Hiver     | 15 | 1,88    | 1,6            | 0,04 | 5,31 | 0,92 | 1,88 | 0,85                           |

La concentration plasmatique maximale de FSH a été enregistrée en avril, avec une valeur de l'ordre de 0,30 mIU/ml, puis elle a diminué en mai, ensuite les concentrations ont semblé très

proches de juin à mars. Les valeurs moyennes des saisons allaient de 0,09 mUI/ml en automne à 0,21 mUI/ml au printemps.

De même, la concentration plasmatique de LH était maximale en avril (0,57 mUI/ml), puis elle a diminué considérablement en mai pour atteindre la valeur de 0,08 mUI/ml. De juin à mars, les niveaux de LH ont été relativement constants (0,23 à 0,46 mIU/ml). En fait, les valeurs moyennes de toutes les saisons étaient très proches.

Pour la testostérone, la concentration a augmenté progressivement de mai pour atteindre son maximum à novembre (4,44 ng/ml), puis elle a diminué jusqu'à 1,68 ng/ml en février. Après, les concentrations ont pris des valeurs proches jusqu'en avril. En général, les concentrations moyennes variaient de 1,68 ng/ml en printemps à 3,23 ng/ml en automne.

Il est bien connu que l'activité sexuelle des mâles dépend de la fonction gonadotrophique hypophysaire (Ortavant *et al.*, 1988). De plus, la libération de FSH et de LH par l'hypophyse est contrôlée par la GnRH. Ce modulateur essentiel peut utiliser l'information de photopériode pour contrôler l'activité des organes reproducteurs en synchronisme avec les changements saisonniers (Schlatt et Ehmcke, 2014). À cet égard, la sécrétion de FSH et de LH était plus élevée pendant la saison de reproduction que pendant la saison de non-reproduction (Tilbrook *et al.*, 1999 ; Hafez ESE et Hafez B, 2000). Dans ce contexte, Thimonier (1981) a rapporté que les concentrations de FSH et de LH dans l'hypophyse sont réduites à 50 % pendant la saison de non-reproduction. Par conséquent, dans cette étude, le suivi des profils hormonaux de la FSH et de la LH indique l'absence totale de la saison de non-reproduction tout au long de l'année.

Par contre plusieurs études, sur diverses races et dans différentes zones géographiques, ont constaté des différences significatives entre les saisons dans les profils hormonaux de ces deux hormones.

En ce qui concerne la FSH, Sanford *et al.* (1976) ont relevé des différences significatives de teneurs de FSH avec des valeurs plus élevées en juillet et août par rapport aux autres mois chez les béliers Finnish Landrace au Canada. Kennaway *et al.*, (1981) ont remarqué que les concentrations étaient élevées en automne chez les béliers Saxon Merino. Alors que Barrell *et al.* (1987) ont constaté que les béliers Romney néo-zélandais présentent un profil saisonnier des concentrations plasmatiques de FSH, avec un maximum de janvier à mars.

Pour la LH, Schanbacher et Lunstra (1976), selon leur étude sur les béliers Finnish Landrace et Suffolk au Nebraska (USA), ont noté que les concentrations sériques de LH étaient les plus faibles en mai et ont augmenté brusquement en juillet lorsque la photopériode quotidienne commence à diminuer. De même, Misztal *et al.* (1996) ont observé que les concentrations moyennes les plus faibles de LH ont été enregistrées pendant la période du jour le plus long, de juin à fin juillet chez les béliers locaux de Lowland Polonais.

Concernant la testostérone, Kishk (2008) a conclu que les niveaux de testostérone pourraient être un facteur néfaste dans l'évaluation du sperme. Sanford *et al.*, (1977) ont rapporté que la testostérone chez le bélier est associée à l'activité sexuelle. En effet, le nombre d'accouplements ainsi que le volume de l'éjaculat augmenteraient lorsque la concentration en testostérone est plus élevée. Aussi, Lincoln et Davidson, (1977) ont rapporté que des niveaux élevés de testostérone étaient également associés à une augmentation du comportement sexuel. De plus, Fourie *et al.* (2005) ont remarqué une relation significative entre le taux sérique de testostérone et la circonférence scrotale. Dans la présente étude, la concentration moyenne maximale de testostérone est enregistrée en automne, mais généralement sans différence significative entre les mois ou les saisons. Ce qui suggère que l'activité sexuelle des béliers est légèrement élevée en automne et dans une moindre mesure en été.

Conformément à nos résultats, Belkhiri *et al.* (2019) n'ont trouvé aucune différence entre les saisons dans leurs expériences avec les béliers Ouled Djellal dans l'Est de l'Algérie. Aussi, le même résultat a été obtenu par Fernandez-Abella *et al.* (1999) chez les races Merino et Corriedale en Uruguay.

En revanche, plusieurs études ont rapporté que la concentration sérique de testostérone variait significativement selon les saisons de l'année. Certains auteurs ont montré que le taux de testostérone était plus bas du mois d'avril à juillet, et a ensuite augmenté pour atteindre des valeurs maximales en octobre - novembre (automne). C'est le cas des béliers des races Landrace et Suffolk de Finlande au Nebraska (Schanbacher et Lunstra, 1976), Lowland et Polonais (Misztal *et al.*, 1996), les béliers Iraniens Ghezel, Mehraban et Moghani (Zamiri et Khodaei, 2005 ; Zamiri *et al.*, 2010), Rasa Aragonesa à Saragosse (Casao *et al.*, 2010) et Racka en Hongrie (Sarlós *et al.*, 2013). Tandis que d'autres auteurs ont trouvé les plus hauts niveaux de testostérone en été comme chez les béliers Ouled Djellal dans la région d'Alger (Darbeïda et Brudieux, 1980), Pampinta et Corriedale en Argentine (Aller *et al.*, 2012), Suffolk au sud du Brésil (Milczewski *et al.*, 2015) et les béliers Kivircik à Aydin en Turquie

(Ahmad *et al.*, 2018). En plus, Dell'Aquila *et al.* (1985) ont observé les concentrations les plus élevées en hiver, printemps et en été, et les niveaux les plus faibles en automne chez les béliers Gentile di Puglia dans le sud de l'Italie.

### 3-2- Corrélations entre les hormones

La relation entre la FSH, la LH et la testostérone à chaque saison de l'année est présentée au tableau 19.

**Tableau 19 :** Corrélations de Pearson (r) entre les concentrations en FSH, LH et testostérone plasmatiques pour chaque saison chez les béliers.

| Variables                           | Saison    |       |         |        |
|-------------------------------------|-----------|-------|---------|--------|
|                                     | Printemps | Été   | Automne | Hiver  |
| FSH (mUI/ml) – LH (mUI/ml)          |           |       |         |        |
| r                                   | 0,81**    | 0,57* | 0,64*   | 0,79** |
| sig                                 | 0,001     | 0,02  | 0,01    | 0,00   |
| Testostérone (ng/ml) – FSH (mUI/ml) |           |       |         |        |
| r                                   | -0,06     | -0,25 | -0,34   | 0,12   |
| sig                                 | 0,84      | 0,33  | 0,22    | 0,67   |
| Testostérone (ng/ml) – LH (mUI/ml)  |           |       |         |        |
| r                                   | -0,04     | -0,34 | -0,34   | 0,35   |
| sig                                 | 0,89      | 0,18  | 0,22    | 0,20   |

\*. La corrélation est significative au niveau de 0,05.

\*\* . La corrélation est significative au niveau de 0.01

Le tableau 19 montre que les taux sériques de FSH étaient significativement corrélés aux taux sériques de LH en toute saison. Cela indique une relation directe entre les deux variables au cours de l'année. Dans ce contexte, Lincoln et Davidson (1977) ont obtenu une variation parallèle des niveaux de FSH et de LH chez les béliers Soay en Écosse. Aussi, la même remarque est rapportée par Johnson et Everitt (2001) chez le bélier Soay pendant trois périodes de l'année, dans la saison non procréatrice, vers le début de la saison de reproduction et pendant la saison de l'accouplement.

De plus, le tableau 19 montre que les corrélations testostérone - FSH et testostérone - LH n'étaient pas statistiquement significatives en toute saison. Tilbrook *et al.* (1999) ont remarqué

que la testostérone agit sur l'hypophyse pour supprimer la sécrétion de FSH, et ses réponses sont affectées par la saison. En conséquence, la testostérone régule la sécrétion de FSH pendant la saison de non-reproduction, mais pas pendant la saison de reproduction. En outre, Rhim *et al.* (1993) ont affirmé que chez les béliers Hampshire à Urbana (USA), la testostérone était significativement corrélée à la LH pendant la période de transition entre la saison de reproduction et la saison de non-reproduction d'une part et la saison de non-reproduction d'autre part, mais pas pendant la saison de reproduction. Ceci peut donc être justifié par l'absence de la saison de non-reproduction selon les résultats des corrélations obtenues dans cette étude.

#### **4- Conclusion**

Chez les béliers, les variations saisonnières de l'activité sexuelle sont également présentes mais de façon moins marquée que chez les brebis. Dans ce chapitre, l'étude du statut endocrinien des hormones reproductrice par les dosages hormonaux de FSH, LH et testostérone indiquent que les variations des profils hormonaux ne sont pas assez importantes. Ce qui nous permet de déduire que les effets de la saisonnalité sont mineurs à négligeables et que les béliers locaux semblent donc avoir une activité sexuelle toute l'année dans la région de Béchar.

D'autres études sont nécessaires pour approfondir les connaissances sur les performances reproductives des béliers élevés dans cette région, y compris d'autres examens comme l'examen de la semence, la mesure de la circonférence scrotale et la libido.

# **Conclusion générale**

## **Conclusion générale**

La caractérisation de la saison de reproduction des ovins dans une région a permis :

- d'identifier les potentiels de reproduction des ovins ;
- d'améliorer les performances et la productivité des troupeaux par la bonne gestion de cette reproduction.

Pour atteindre les objectifs fixés dans cette étude, divers investigations ont été menées : enquête, suivie des agnelages, et dosages hormonaux.

D'après l'enquête menée auprès des éleveurs et le suivi des troupeaux, nous pouvons conclure que les races ovines locales élevées dans la région saharienne de Béchar ont un potentiel reproductif considérable. De plus, il en ressort de nos résultats que la conduite d'élevage et de reproduction reste traditionnelle et peu développée, avec un minimum d'intervention, malgré le support de l'état en ce qui concerne les compagnes de vaccination, et l'offre d'aliment concentré.

Les suivis mensuels des agnelages de ces élevages pendant une année nous ont permis de visualiser la répartition des agnelages dans chaque troupeau. Cette répartition est caractérisée par des variabilités d'un troupeau à l'autre, a cause de la diversité des modes d'élevage et les effectifs de chaque troupeau. En effet, Il nous a apparu intéressant de prise en considération l'influence de la sécheresse et de l'état des parcours sur cette répartition uniforme des agnelages.

La courbe cumulative des agnelages a montré que les agnelages se sont repartis sur toute l'année, avec un maximum en automne et un minimum en été. Ce résultat constitue une preuve suffisante pour affirmer de l'absence du caractère saisonnier de la reproduction. Donc, nous pouvons déduire que l'activité sexuelle des ovins est continue durant toute l'année sans cessation dans la région de Béchar.

Les résultats de nos dosages hormonaux chez les brebis confirment les résultats du suivi des agnelages, et ils en ressort que nos brebis présentent une activité ovulatoire permanente tout l'année, avec parfois une légère baisse de l'activité sexuelle.

Enfin, concernant les dosages hormonaux chez les béliers, nos résultats ont pu mettre en évidence l'absence de la saison de non-reproduction tout au long de l'année chez les béliers, avec quelques variations sur les profils hormonaux qui ne sont pas assez importantes.

À l'issue de cette étude, nous pouvons alors constater que les ovins élevés dans la région de Béchar sont capables de se reproduire tout à long de l'année, sans apparition d'une période marquée de repos sexuel. Ceci nous permet de déduire que les effets de la saisonnalité sont mineurs à négligeables sur la reproduction des ovins dans cette région.

Aussi, la présente étude a également montré l'effet des modes d'élevage sur les paramètres de reproduction, en particulier la fertilité et la mortalité des agneaux, y compris l'importance de combiner l'élevage avec l'agriculture et la nécessité de choisir les périodes d'agnelage par l'introduction des béliers dans les troupeaux en des moments bien déterminés pour réduire la mortalité des agneaux avant sevrage .

Il serait donc intéressant de bien gérer l'élevage afin d'exploiter et d'optimiser les potentialités reproductrices des ovins locaux dans cette région, et par conséquent d'améliorer la production ovine saharienne.

Nos résultats confèrent des perspectives intéressantes d'amélioration, complétion et approfondissement dans ce sujet. En effet, d'autres investigations sont nécessaires, notamment l'étude de chaque race séparément pour mieux évaluer les performances reproductives et productives de nos races ovines locales.

# **Références bibliographiques**

**Références bibliographiques**

1. **A.N.D.I., 2013.** Agence Nationale de Développement de l'Investissement.  
<http://www.andi.dz/PDF/monographies/Bechar.pdf> (consulté le 13/10/2019).
2. **Abebe, G., 2008.** Reproduction in sheep and goats. Alemu Yami and R.C. Merkel (Eds.). In: Sheep and goat Production Hand Book for Ethiopia. Ethiopia sheep and goats productivity improvement program (ESGPIP), Addis Ababa, Ethiopia. pp. 57-72.
3. **Access Immunoassay Systems Access hFSH [package insert], 2018.** Beckman Coulter, Inc. Mode d'emploi A83734 K.
4. **Access Immunoassay Systems Access hLH [package insert], 2018.** Beckman Coulter, Inc. Mode d'emploi A83753 J.
5. **Access Immunoassay Systems Access Progesterone [package insert], 2018.** Beckman Coulter, Inc. Mode d'emploi A34447 L.
6. **Access Immunoassay Systems Access Testosterone [package insert], 2018.** Beckman Coulter, Inc. Mode d'emploi A33261 N.
7. **Ahmad, E., Naseer, Z., Uçan, U., Serin, İ., Ceylan, A., Aksoy, M., 2018.** Seasonal variations in sperm acrosome reaction, osmotic tolerance and serum testosterone concentrations in rams. *Animal reproduction science*, 198, 112-120.
8. **Allaoui, A., Safsaf, B., Laghrour, W., Tlidjane, M., 2014.** Factors affecting scrotal measurements and weight of Ouled Djellal rams in Eastern and South-eastern Algeria. *APCBEE procedia*, 8, 260-265.
9. **Aller, J.F., Aguilar, D., Vera, T., Almeida, G. P., Alberio, R. H., 2012.** Seasonal variation in sexual behavior, plasma testosterone and semen characteristics of Argentine Pampinta and Corriedale rams. *Spanish journal of agricultural research*, 10(2), 345-352.
10. **Alliston, C. W., Egli, G. E., Ulberg, L. C., 1961.** Loss of potential young in the ewe due to high ambient temperature. *Journal of applied physiology*, 16(2), 253-256.
11. **Amegee, Y., 1983.** La prolificité du mouton Djallonké en milieu villageois au Togo. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 36(1), 85-90.

12. **Ammar-Khodja, F., Brudieux, R., 1982.** Seasonal variations in the cyclic luteal ovarian activity in the Tadmit ewe in Algeria. *Reproduction*, 65(2), 305-311.
13. **Arendt, J., 1998.** Melatonin and the pineal gland: influence on mammalian seasonal and circadian physiology. *Reviews of reproduction*, 3(1), 13-22.
14. **Arnold, G. W., Charlick, A. J., 1984.** Effect of mating period on productivity in Merino ewes. In *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* (Vol. 15, pp. 243-246). <http://www.asap.asn.au/livestocklibrary/1984/Arnold84.PDF> (consulté le 19/10/2019).
15. **Arsoy, D., Sağmanlıgil, V., 2018.** Reproductive cycles in white Karaman ewes: comparison of ovarian hormone secretion and reproductive behavior in non-pregnant and pregnant ewes in semi-intensive conditions. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40.
16. **Avdi, M., Banos, G., Stefos, K., Chemineau, P., 2004.** Seasonal variation in testicular volume and sexual behavior of Chios and Serres rams. *Theriogenology*, 62(1-2), 275-282.
17. **Avdi, M., Driancourt, M. A., Chemineau, P., 1993.** Variations saisonnières du comportement d'oestrus et de l'activité ovulatoire chez les brebis Chios et Serres en Grèce. *Reproduction Nutrition Development*, 33(1), 15-24.  
[https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/1993/01/RND\\_0926-5287\\_1993\\_33\\_1\\_ART0002.pdf](https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/1993/01/RND_0926-5287_1993_33_1_ART0002.pdf) (consulté le 08/11/2019).
18. **Ayad, A., Benhanifia, M., Benbarek, H., 2018.** The ability of human electrochemiluminescence immunoassay to measure testosterone and progesterone in ovine plasma. *Malaysian Journal of Veterinary Research*, 9(1), 22-30.
19. **Balaro, M. F. A., da Fonseca, J. F., Oba, E., da Cruz Cardoso, E., Brandão, F. Z., 2014.** Is the Santa Inês sheep a typical non-seasonal breeder in the Brazilian Southeast? *Tropical animal health and production*, 46(8), 1533-1537.
20. **Balasse, M., Keller, M., Bălășescu, A., Tresset, A., Chemineau, P., 2016.** Cycle de reproduction des ovins et rythme saisonnier de l'élevage: un schéma plurimillénaire bouleversé par la recherche agronomique. *Regards croisés: quand les sciences archéologiques rencontrent l'innovation*, 25.

- 21. Balík, A., Kretschmannova, K., Mazna, P., Svobodova, I., Zemkova, H., 2004.** Melatonin action in neonatal gonadotrophs. *Physiological research*, 53, S153-166.
- 22. Baril, G., Chemineau, P., Cognie, Y., Guérin, Y., Leboeuf, B., Orgeur P., Vallet, J. C., 1993.** Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. [Training manual for artificial insemination at the sheep and goats]. Rome, FAO. Etude FAO, Production et Santé Animales, n° 83, 235p.
- 23. Barone, R., 2001.** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4 : Splanchnologie II : appareil uro-génital. Fœtus et ses annexes. Péritoine et topographie abdominale, Vigot Ed., 219-221.
- 24. Barrell, G. K., Lapwood, K. R., Elgar, H. J., 1987.** Seasonality of secretion of follicle stimulating hormone in New Zealand Romney rams and effects of cranial sympathetic ganglionectomy. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 30(4), 439-442.
- 25. Barrell, G. K., Moenter, S. M., Cahaty, A., Karsch, F. J., 1992.** Seasonal changes of gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe. *Biology of reproduction*, 46(6), 1130-1135. <https://doi.org/10.1095/biolreprod46.6.1130> (Consulté le 02/01/2019).
- 26. Bartlewski, P. M., Beard, A. P., Cook, S. J., Rawlings, N. C., 1998.** Ovarian follicular dynamics during anoestrus in ewes. *Reproduction*, 113(2), 275-285.
- 27. Bartlewski, P. M., Beard, A. P., Rawlings, N. C., 1999a.** Ovarian function in ewes at the onset of the breeding season. *Animal reproduction science*, 57(1-2), 67-88.
- 28. Bartlewski, P. M., Beard, A. P., Rawlings, N. C., 1999b.** Ovarian function in ewes during the transition from breeding season to anoestrus. *Animal reproduction science*, 57(1-2), 51-66.
- 29. Bartlewski, P. M., Beard, A. P., Rawlings, N. C., 2000.** Ultrasonographic study of ovarian function during early pregnancy and after parturition in the ewe. *Theriogenology*, 53(3), 673-689.
- 30. Bartlewski, P. M., Beard, A. P., Rawlings, N. C., 2001.** Ultrasonographic study of the effects of the corpus luteum on antral follicular development in unilaterally ovulating western white-faced ewes. *Animal reproduction science*, 65(3-4), 231-244.

- 31. Bechchari, A., Acherkouk, M., El Koudrim, M., Maatougui, A., 2005.** Caractérisation, atouts et contraintes de l'élevage ovin au Maroc oriental. In : L'élevage du mouton et ses systèmes de production au Maroc, Boulanouar, B. et Paquay, R. (éd.). INRA ed. Maroc. pp. 77-90.
- 32. Belkadi, S., Safsaf, B., Heleili, N., Tlidjane, M., Belkacem, L., Oucheriah, Y., 2017.** Seasonal influence on sperm parameters, scrotal measurements, and serum testosterone in Ouled Djellal breed rams in Algeria. *Veterinary world*, 10(12), 1486.
- 33. Belkhiri, Y., Bouzebda-Afri, F., Bouzebda, Z., Mouffok, C., Djaout, A., 2019.** Seasonal variations in reproductive parameters of Ouled Djellal rams in the East of Algeria. *Indian Journal of Animal Research*, (53):1407-1413.
- 34. Benia, A. R., Taibi, K., Ait-Amrane, A., Belhamiti, T., Hammoudi, S. M., Kaidi, R., 2013.** Study of seasonal sexual activity variations in Algerian rams: Sexual behaviour, testosterone concentration control and environmental factors. *African Journal of Biotechnology*, 12(41).
- 35. Benyounes, A., Rezaiguia, M., Lamrani, F., 2013.** Rendement reproductif des brebis Ouled Djellal et Taâdmit élevées dans la région nord-est d'Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, 25 (11).
- 36. Bister, J. L., Paquay, R., 1983.** Fluctuations in the plasma levels of the follicle-stimulating hormone during estrous cycle, anestrus, gestation and lactation in the ewe: evidence for an endogenous rhythm of FSH release. *Theriogenology*, 19(4), 565-582.
- 37. Boukhliq, R., El Allali, K., Tibary, A., 2018.** Anatomie et examen échographique des organes génitaux chez le bélier et le bouc. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 6(2), 226-240.
- 38. Boussena, S., Bouaziz, O., Hireche, S., Derqaoui, L., Dib, A. L., Moula, N., 2016.** Apparition de la puberté chez les agneaux mâles de race Ouled Djellal. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 167(9-10), 274-282.
- 39. Boutx, J., Khnrnt., M., 1974.** Un des éléments majeurs de la mise en valeur des palmeraies: la race ovine D'man. *Al-Awamia*, 52, 25-46.

- 40. Bressou, C., 1978.** Anatomie régionale des animaux domestiques II: les ruminants. Paris: JB Baillière, pp. 375- 391.
- 41. Bronson, F. H., 1988.** Mammalian reproductive strategies: genes, photoperiod and latitude. *Reproduction Nutrition Développement*, 28(2B), 335-347.
- 42. Cameron, J., 2008.** Guide de référence sur la photopériode. Paramètres de succès pour l'utilisation des nouveaux programmes lumineux AAC type CC4. Centre d'expertise en production ovine du Québec, pp. 1-26.
- 43. Caraty, A., 2008.** Le système kisspeptine/GPR54: la clé majeure du contrôle de la reproduction. *Médecine de la Reproduction*, 10(2), 114-122.
- 44. Caraty, A., Caldany, M., Thiery, J. C., Malpaux, B., Chemineau, P., 1997.** Contrôle central de la sécrétion des gonadotropines par les neurones à GnRH. In : *Les gonadotropines*. Combarous Y., Volland-Nail P. Eds, INRA Paris, pp. 225-240.
- 45. Caraty, A., De Roux, N., 2014.** Kisspeptines et contrôle de la libération de GnRH. In: *La reproduction animale et humaine*. Marie Saint-Dizier, Sylvie Chastant-Maillard, dir, (p. 171-183). Synthèses (Quae). Versailles, FRA : Editions Quae. 751 p.
- 46. Casao, A., Cebrián, I., Asumpção, M. E., Pérez-pé, R., Abecia, J. A., Forcada, F., Cebrián-Pérez, A. J., Muiño-Blanco, T., 2010.** Seasonal variations of melatonin in ram seminal plasma are correlated to those of testosterone and antioxidant enzymes. *Reproductive biology and endocrinology*, 8(1), 59.
- 47. Castonguay, F., 2018.** La reproduction chez les ovins. Québec, QC : Université Laval, pp. 9-33.
- 48. Chekkal F., Benguega Z., Meradi S., Berredjough D., Boudibi S., Lakhdari F., 2015.** Guide de caractérisation phénotypique des races ovines de l'Algérie. Édition CRSTRA, 53 p. <https://rs.umc.edu.dz/umc/ouvrage/race%20ovine.pdf>
- 49. Chellig, R., 1992.** Les races ovines algériennes. OPU Alger, 80 p.
- 50. Chemineau P., Malpaux B., Pelletier J., Leboeuf B., Delgado J.A., Deletang F., Pobel T., Brice G., 1996.** Emploi des implants de mélatonine et des traitements photopériodiques pour maîtriser la reproduction saisonnière chez les ovins et les caprins. *INRA Prod. Anim.*, 9 (1): 45-60.

- 51. Chemineau, P., Malpaux, B., Delgadillo, J. A., Guerin, Y., Ravault, J. P., Thimonier, J., Pelletier, J., 1992.** Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. *Animal Reproduction Science*, 30(1-3), 157-184.
- 52. Clarke, I. J., Wright, P. J., Chamley, W. A., Burman, K., 1984.** Differences in the reproductive endocrine status of ewes in the early post-partum period and during seasonal anoestrus. *Journal of reproduction and fertility*, 70(2), 591-597.
- 53. Cochran, P.E., 2011.** *Laboratory Manual for Comparative Veterinary Anatomy & Physiology*, 2<sup>nd</sup> edition, Cengage Learning, Clifton Park, NY, pp. 278-297.
- 54. Colas, G., Guerin, Y., 1980.** Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France. I. Etude de la morphologie cellulaire et de la motilité massale. *Reproduction Nutrition Développement*, 20(6), 1789-1799.
- 55. Constantinescu, G. M., 2017.** Anatomy of the Reproductive System. In: *Animal Models and Human Reproduction*. Schatten, H., Constantinescu, G. M. (Eds.). John Wiley & Sons, pp. 1-35.
- 56. Courot, M., Ortavant, R., 1981.** Endocrine control of spermatogenesis in the ram. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*, 30, 47-60.  
<http://www.bioscioproceedings.org/bp/0001/pdf/bp0001redr5.pdf> (consulté le 20/11/2019).
- 57. D.S.A. Béchar, 2018.** Direction des services Agricoles de la wilaya de Béchar.
- 58. D'alessandro, A. G., Martemucci, G., 2003.** Evaluation of seasonal variations of semen freezability in Leccese rams. *Animal reproduction science*, 79(1-2), 93-102.
- 59. D'occhio, M. J., Schanbacher, B. D., Kinder, J. E., 1984.** Profiles of luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, testosterone and prolactin in rams of diverse breeds: effects of contrasting short (8L: 16D) and long (16L: 8D) photoperiods. *Biology of reproduction*, 30(5), 1039-1054.
- 60. Dacheux, J. L., Pisselet, C., Blanc, M. R., Hochereau-de-Reviere, M. T., Courot, M., 1981.** Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm production in different breeds of ram. *Reproduction*, 61(2), 363-371.

[https://rep.bioscientifica.com/downloadpdf/journals/rep/61/2/jrf\\_61\\_2\\_015.pdf](https://rep.bioscientifica.com/downloadpdf/journals/rep/61/2/jrf_61_2_015.pdf) (consulté le 17/09/2019).

- 61. Dadoune, J-P., Demoulin, A., 2001.** Structure et fonction du testicule. In Thibault, C., Levasseur, M-C. (ed), la reproduction chez les mammifères et l'Homme, pp. 756-289. Coédition INRA-Ellipses.
- 62. Darbeïda, H., Brudieux, R., 1980.** Seasonal variations in plasma testosterone and dihydrotestosterone levels and in metabolic clearance rate of testosterone in rams in Algeria. *Reproduction*, 59(1), 229-235.
- 63. Deblay, S., 2002.** Mémento de la reproduction des mammifères d'élevage. Educagri éditions, pp. 39-59.
- 64. Dell'Aquila, S., Crasto, A., Alberico, G., Varriale, B., Pelosi, A., Pierantoni, R., 1985.** Seasonal plasma profiles of testosterone and androstenedione in the Gentile di Puglia ram in southern Italy. *Journal of endocrinological investigation*, 8(3), 263-264.
- 65. Dickson, K. A., 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 research*, 56(1-3), 189-203.
- 66. Driancourt M.A., Levasseur M.C., 2001.** Cycles estriens et cycles menstruels. In: La reproduction chez les mammifères et l'homme. Thibault C., Levasseur M.C., (Eds), Ellipses, Paris, France, 680-698.
- 67. Driancourt, M.-A., Fréret, S., Saint-Dizier, M., 2014.** Les cycles oestriens. In: La reproduction animale et humaine. Marie Saint-Dizier, Sylvie Chastant-Maillard, dir, (p. 219-234). Synthèses (Quae). Versailles, FRA : Editions Quae. 751 p.
- 68. Drion P., Beckers J.F., Derivaux J., Hanzen C. Ectors F., 2005.** Physiologie de la reproduction animale, Tome 1. Université de Liège, Belgique, 187 p.
- 69. Dudouet, C., 2003.** La production du mouton. 2<sup>ème</sup> édition. France Agricole Editions, pp. 26-105.
- 70. Dufour, J. J., Fahmy, M. H., Minvielle, F., 1984.** Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in rams with long or short breeding season. *Journal of animal science*, 58(2), 416-422.

- 71. Dýrmundsson, Ó. R., 1981.** Natural factors affecting puberty and reproductive performance in ewe lambs: a review. *Livestock Production Science*, 8(1), 55-65.
- 72. Edmondson, M.A., Roberts, J.F., Baird, A.N., Bychawski, S., Pugh, D.G., 2012.** Theriogenology of Sheep and Goats. In *Sheep & Goat Medicine-E-Book* (2<sup>nd</sup> edition), Pugh, D.G. and Baird, A.N. (eds), Elsevier Health Sciences. 150-230.
- 73. El Amiri, B., Karen, A., Cognie, Y., Sousa, N. M., Hornick, J. L., Szenci, O., Beckers, J. F., 2003.** Diagnostic et suivi de gestation chez la brebis: réalités et perspectives. *INRA Productions Animales*, 16(2), 79-90.
- 74. Elecsys® Estradiol III package insert, 2016.** Roche Diagnostics Documentation, Basel.
- 75. Evans, A. C. O., Duffy, P., Hynes, N., Boland, M. P., 2000.** Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology*, 53(3), 699-715.
- 76. FAOSTAT, 2019.** Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QA> (consulté le 23 août 2019).
- 77. Feliachi K., Kerboua M., Abdelfettah M., Ouakli K., Selhab F., Boudjakdji A., Takoucht A., Benani Z., Zemour A., Belhadj N., Rahmani M., Khecha A., Haba A., Ghenim H., 2003.** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie. Commission national AnGR, Point focal algérien pour les ressources génétiques, pp. 25-28.
- 78. Fernandez E.V., Ruiz Matas J.J., 2003.** *Technicien en élevage*, Tome 1. Cultural,S.A. Madrid, pp. 42-45.
- 79. Fernandez-Abella, D., Becu-Villalobos, D., Lacau-Mengido, I. M., Villegas, N., Bentancur, O., 1999.** Sperm production, testicular size, serum gonadotropins and testosterone levels in Merino and Corriedale breeds. *Reproduction nutrition development*, 39(5-6), 617-624.
- 80. Forcada, F., Abecia, J. A., 2006.** The effect of nutrition on the seasonality of reproduction in ewes. *Reproduction Nutrition Development*, 46(4), 355-365. <https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/2006/05/r6403.pdf?access=ok> (consulté le 25/09/2019).

- 81. Forcada, F., Abecia, J. A., Sierra, I., 1992.** Seasonal changes in oestrus activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. *Small Ruminant Research*, 8(4), 313-324.
- 82. Foster, D. L., Hileman, S. M., 2015.** Puberty in the sheep. In *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction Fourth Edition*, Plant, T. M., & Zeleznik, A. J. (Eds.) , Elsevier, San Diego, p.1441-1486.
- 83. Fourie, P. J., Schwalbach, L. M., Nesor, F. W. C., Greyling, J. P. C., 2005.** Relationship between body measurements and serum testosterone levels of Dorper rams. *Small ruminant research*, 56(1-3), 75-80.
- 84. Franco, J., Uribe Velásquez, L. F., 2012.** Reproductive hormones of veterinary importance in domestic ruminant females. *Biosalud*, 11(1), 41-56.
- 85. Gallegos-Sánchez, J., Malpaux, B., Thiéry, J. C., 1998.** Control of pulsatile LH secretion during seasonal anoestrus in the ewe. *Reproduction Nutrition Development*, 38(1), 3-15. [https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/1998/01/RND\\_0926-5287\\_1998\\_38\\_1\\_ART0001.pdf](https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/1998/01/RND_0926-5287_1998_38_1_ART0001.pdf) (Consulté le 02/01/2019).
- 86. Gayrard, V., 2007.** *Physiologie de la reproduction des mammifères*. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, Unité de Physiologie. 199 p.
- 87. Gbangboché, A. B., Hounzangbé-Adoté, S. M., Doko, S. Y., Farnir, F., Dettileux, J., Leroy, P., 2004.** Production des ovins Djallonké en station dans la zone guinéenne au Bénin: 1. Performances de reproduction et influence des facteurs non génétiques. *Revue Africaine de santé et de Productions Animales*, 2, 49-55.
- 88. Gilles, R., Anctil, M., Baguet, F., Charmantier, G., Charmantier, M., Péqueux, A., Plumier, J.C., Sébert, F., 2006.** *Physiologie animale*. De Boeck Supérieur, pp. 561-563
- 89. Ginther, O. J., Kot, K., Wiltbank, M. C., 1995.** Associations between emergence of follicular waves and fluctuations in FSH concentrations during the estrous cycle in ewes. *Theriogenology*, 43(3), 689-703.
- 90. Gordon, I., 1997.** Controlled reproduction in sheep and goats. In: *Controlled reproduction in farm animals series*. Vol. 2, CAB International, UK, pp. 1-85.

- 91. Grazul-Bilska, A. T., Banerjee, J., Yazici, I., Borowczyk, E., Bilski, J. J., Sharma, R. K., Siemionow, M., Falcone, T., 2008.** Morphology and function of cryopreserved whole ovine ovaries after heterotopic autotransplantation. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 6(1), 16.
- 92. Gündoğan, M., Baki, D., Yeni, D., 2003.** Reproductive seasonality in sheep. *Acta Agric Scand (A)*, 53(4), 175-179.
- 93. Hedef, A., 2018.** Caractéristiques de l'activité sexuelle chez les brebis pâturant les prairies littorales de l'extrême nord est algérien. *Revue Algérienne des Sciences, Sect. A*, Vol. 1, 27-31.
- 94. Hafez, B., Hafez E.S.E., 2000.** Anatomy of female reproduction. In: Hafez. E.S.E. and Hafez B. (Eds). *Reproduction in farm animals (7<sup>th</sup> edition)*. Lippincott. Williams and Wilkins, South Carolina, USA, pp. 13-29.
- 95. Hafez, E.S.E., 1952.** Studies on the breeding season and reproduction of the ewe Part I. The breeding season in different environments Part II. The breeding season in one locality. *The Journal of Agricultural Science*, 42(3), 189-231.
- 96. Hafez, E.S.E., Hafez, B., 2000.** Reproductive Cycles. In: Hafez. E.S.E. and Hafez B. (Eds). *Reproduction in Farm Animals (7<sup>th</sup> edition)*. Lippincott Williams and Wilkins, South Carolina, USA, pp. 55-67.
- 97. Hashem, N. M., El-Zarkouny, S. Z., Taha, T. A., Abo-Elezz, Z. R., 2011.** Effect of season, month of parturition and lactation on estrus behavior and ovarian activity in Barki x Rahmani crossbred ewes under subtropical conditions. *Theriogenology*, 75(7), 1327-1335.
- 98. Haywood, M., Spaliviero, J., Jimenez, M., King, N. J., Handelsman, D. J., Allan, C. M., 2003.** Sertoli and germ cell development in hypogonadal (hpg) mice expressing transgenic follicle-stimulating hormone alone or in combination with testosterone. *Endocrinology*, 144(2), 509-517.
- 99. Holdcraft, R. W., Braun, R. E., 2004.** Hormonal regulation of spermatogenesis. *International journal of andrology*, 27(6), 335-342.

- 100.Howles, C. M., Craigon, J., Haynes, N. B., 1982.** Long-term rhythms of testicular volume and plasma prolactin concentrations in rams reared for 3 years in constant photoperiod. *Reproduction*, 65(2), 439-446.
- 101.Howles, C. M., Webster, G. M., Haynes, N. B., 1980.** The effect of rearing under a long or short photoperiod on testis growth, plasma testosterone and prolactin concentrations, and the development of sexual behavior in rams. *Reproduction*, 60(2), 437-447.  
[https://rep.bioscientifica.com/downloadpdf/journals/rep/59/1/jrf\\_59\\_1\\_036.xml](https://rep.bioscientifica.com/downloadpdf/journals/rep/59/1/jrf_59_1_036.xml)  
(consulté le 11/11/2019).
- 102.Jackson, G. L., Jansen, H., Kao, C., 1990.** Continuous exposure of Suffolk ewes to an equatorial photoperiod disrupts expression of the annual breeding season. *Biology of reproduction*, 42(1), 63-73.
- 103.Jainudeen, M.R., Wahid, H., Hafez, E.S.E., 2000.** Sheep and goats In: Hafez E.S.E and Hafez B. (Eds.), *Reproduction in Farm Animals* (7<sup>th</sup> edition). Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA, pp. 172-181.
- 104.Jansen, E. H. J. M., Zomer, G., Van Peteghem, C., 1991.** Chemiluminescence Immunoassays in Veterinary and Food Analysis, in: W.R.G. Baeyens, D. De Keukeleire, K. Korkidis (Eds.), *Luminescence Techniques in Chemical and Biochemical Analysis, Practical Spectroscopy Series*, vol. 12, Marcel Dekker, New York, pp. 477–504.
- 105.Johnson, M. H., Everitt, B. J., 2001.** *Reproduction* 5<sup>ème</sup> Ed, Bruxelles: De Boeck Université, pp. 60-116.
- 106.Kafi, M., Safdarian, M., Hashemi, M., 2004.** Seasonal variation in semen characteristics, scrotal circumference and libido of Persian Karakul rams. *Small ruminant research*, 53(1-2), 133-139.
- 107.Kandiwa, E., Mushonga, B., Madzingira, O., Samkange, A., Bishi, A., Tuaandi, D., 2019.** Characterization of Oestrus Cycles in Namibian Swakara and Damara Sheep through Determination of Circannual Plasma Progesterone Levels. *Journal of veterinary medicine*, vol. 2019, Article ID 5320718. <https://doi.org/10.1155/2019/5320718>  
(consulté le 01/11/2019).

- 108. Karagiannidis, A., Varsakeli, S., Alexopoulos, C., Amarantidis, I., 2000.** Seasonal variation in semen characteristics of Chios and Friesian rams in Greece. *Small Ruminant Research*, 37(1-2), 125-130.
- 109. Karsch, F. J., Bittman, E. L., Foster, D. L., Goodman, R. L., Legan, S. J., Robinson, J. E., 1984.** Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. In *Proceedings of the 1983 Laurentian Hormone Conference* (pp. 185-232). Academic Press.
- 110. Karsch, F. J., Dahl, G. E., Evans, N. P., Manning, J. M., Mayfield, K. P., Moenter, S. M., Foster, D. L., 1993.** Seasonal changes in gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe: alteration in response to the negative feedback action of estradiol. *Biology of Reproduction*, 49(6), 1377-1383.
- 111. Karsch, F. J., Moenter, S. M., 1990.** Neuroendocrine regulation of seasonal breeding cycles in the ewe. *Journal of Experimental Zoology*, 256(S4), 17-21.
- 112. Karsch, F. J., Robinson, J. E., Woodfill, C. J., Brown, M. B., 1989.** Circannual cycles of luteinizing hormone and prolactin secretion in ewes during prolonged exposure to a fixed photoperiod: evidence for an endogenous reproductive rhythm. *Biology of reproduction*, 41(6), 1034-1046.
- 113. Kennaway, D. J., Obst, J. M., Dunstan, E. A., Friesen, H. G., 1981.** Ultradian and seasonal rhythms in plasma gonadotropins, prolactin, cortisol, and testosterone in pinealectomized rams. *Endocrinology*, 108(2), 639-646.
- 114. Khelifi, Y., 1999.** Les productions ovines et caprines dans les zones steppiques algériennes. *Options Méditerranéennes. Série A: Séminaires Méditerranéens* (France).
- 115. Killanga, S., Faye, B., Obounou, Z. L., 2004.** Evaluation de la productivité des ovins périurbains à Maroua dans l'extrême-nord du Cameroun. *Tropicultura*, 22(2), 64-70. <http://www.tropicultura.org/text/v22n2/64.pdf> (consulté le 27/10/2019).
- 116. Kishk, W. H., 2008.** Interrelationship between ram plasma testosterone level and some semen characteristics. *Slovak journal of animal science*, 41(2), 67-71. <https://sjas.ojs.sk/sjas/article/download/435/423> (consulté le 23/11/2019).
- 117. Klein, D. C., Coon, S. L., Roseboom, P. H., Weller, J. L., Bernard, M., Gastel, J. A., Zatz, M., Iuvine P.M., Rodriguez, I.R., Begay, V., Falcon, J., Cahill, G.M., Cassone,**

- V.M., Baler, R., 1997. The melatonin rhythm-generating enzyme: molecular regulation of serotonin N-acetyltransferase in the pineal gland. Recent progress in hormone research, 52, 307-57.
- 118.Korteby, H. M., Koudri, Z., Saadi, M. A., 2017. Caractérisation des performances de la race ovine Algérienne Ouled Djellal type Djellalia dans des conditions steppiques. Nature & Technology, (17).
- 119.Kouriba ,A., Nantoumé, H., Togola, D., 2004. Caractères de reproduction et mortalité des jeunes moutons Toronké à la station de recherche zootechnique de Kayes. Revue Tropicultra. 22:134-138
- 120.Lafri M., 2011. Les races ovines algériennes: Etat de la recherche et perspectives. 4<sup>ème</sup> Journées vétérinaires – Université de Blida – Le 28 et 29 novembre 2011.
- 121.Lahlou-Kassi, A., 1987. Principles of indigenous sheep improvement in North Africa. FAO Animal Production and Health Paper (FAO).
- 122.Lahlou-Kassi, A., Boukhliq, R., 1989. Manipulation of the breeding season in sheep. In African Small Ruminants Research and Development (pp. 329-347). International Livestock Centre for Africa, Addis Ababa.
- 123.Lampiao, F., Plessis, S., 2013. New developments of the effect of melatonin on reproduction. World J Obstet Gynecol, 10, 15-22.
- 124.Langford, G. A., Sanford, L. M., Marcus, G. J., Shrestha, J. N. B., 1999. Seasonal cyclic pituitary and testicular activities in rams. Small Ruminant Research, 33(1), 43-53.
- 125.Langford, G. A., Shrestha, J. N. B., Sanford, L. M., Marcus, G. J., 1998. Reproductive hormone levels of early postpubertal ram lambs in relation to breed, adult testis size and semen quality. Small Ruminant Research, 29(2), 225-231.
- 126.Lassoued, N., 2011. Méthodes de maîtrise de la reproduction ovine selon le système d'élevage. Mutations des systèmes d'Élevage des ovins et perspectives de leur durabilité. Zaragoza: CIHEAM/IRESA/OEP, 103-110.  
<http://om.ciheam.org/om/pdf/a97/00801454.pdf> (consulté le 27/10/2019).

- 127.Lassoued, N., Khaldi, G., 1995.** Variations saisonnières de l'activité sexuelle des brebis de races Queue Fine de l'Ouest et Noire de Thibar. Cahiers Options Méditerranéennes, 6, 27-34.
- 128.Leborgne, M. C.,Tanguy, J. M. Foisseau, J-M., Selin I, Vergonzanne, G., Wimmer, E., Montméas, L., 2013.** Reproduction des animaux d'élevage. 3<sup>ème</sup> édition. Educagri Editions. pp. 1-175
- 129.Legan, S. J., Karsch, F. J., 1980.** Photoperiodic control of seasonal breeding in ewes: modulation of the negative feedback action of estradiol. Biology of reproduction, 23(5), 1061-1068.
- 130.Legan, S. J., Karsch, F. J., 1983.** Importance of retinal photoreceptors to the photoperiodic control of seasonal breeding in the ewe. Biology of reproduction, 29(2), 316-325.
- 131.Legan, S. J., Karsch, F. J., Foster, D. L., 1977.** The endocrine control of seasonal reproductive function in the ewe: a marked change in response to the negative feedback action of estradiol on luteinizing hormone secretion. Endocrinology, 101(3), 818-824.
- 132.Legan, S. J., Winans, S. S., 1981.** The photoneuroendocrine control of seasonal breeding in the ewe. General and comparative endocrinology, 45(3), 317-328.
- 133.Lincoln, G. A., 1998.** Photoperiod-melatonin relay in deer. Acta Veterinaria Hungarica, 46(3), 341-356.
- 134.Lincoln, G. A., Davidson, W., 1977.** The relationship between sexual and aggressive behaviour, and pituitary and testicular activity during the seasonal sexual cycle of rams, and the influence of photoperiod. Reproduction, 49(2), 267-276.  
[https://rep.bioscientifica.com/downloadpdf/journals/rep/49/2/jrf\\_49\\_2\\_015.xml](https://rep.bioscientifica.com/downloadpdf/journals/rep/49/2/jrf_49_2_015.xml)  
(consulté le 23/11/2019).
- 135.Lincoln, G. A., Libre, E. A., Merriam, G. R., 1989.** Long-term reproductive cycles in rams after pinealectomy or superior cervical ganglionectomy. Reproduction, 85(2), 687-704.
- 136.Malpaux B., Viguié C., Thiéry J.C., Chemineau P., 1996.** Contrôle photopériodique de la reproduction. INRA Prod. Anim., 9 (1), 9-23.

- 137.Malpaux, B., 2001.** Environnement et rythmes de reproduction. In : La reproduction chez les mammifères et l'homme. Ellipses-INRA (ed), Paris, pp. 699-724.
- 138.Malpaux, B., 2006.** Seasonal regulation of reproduction in mammals. In Knobil and Neill's Physiology of Reproduction, third edition (ed. Neill, JD), pp. 2231-2281.
- 139.Malpaux, B., Daveau, A., Maurice-Mandon, F., Duarte, G., Chemineau, P., 1998.** Evidence that melatonin acts in the premammillary hypothalamic area to control reproduction in the ewe: presence of binding sites and stimulation of luteinizing hormone secretion by in situ microimplant delivery. *Endocrinology*, 139(4), 1508-1516.
- 140.Mandiki, S. N. M., Derycke, G., Bister, J. L., Paquay, R., 1998a.** Influence of season and age on sexual maturation parameters of Texel, Suffolk and Ile-de-France rams: 1. Testicular size, semen quality and reproductive capacity. *Small ruminant research*, 28(1), 67-79.
- 141.Mandiki, S. N. M., Derycke, G., Bister, J. L., Paquay, R., 1998b.** Influence of season and age on sexual maturation parameters in Texel, Suffolk and Ile-de-France rams: 2. Circulating concentrations of follicle stimulating hormone, luteinizing hormone, prolactine and testosterone. *Small ruminant research*, 28(1), 81-88.
- 142.Marshall, F. H. A., 1937.** On the change over in the oestrous cycle in animals after transference across the equator, with further observations on the incidence of the breeding seasons and the factors controlling sexual periodicity. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B-Biological Sciences*, 122(829), 413-428.
- 143.Martin, G. B., Walkden-Brown, S. W., Boukhliq, R., Tjondronegoro, S., Miller, D. W., Fisher, J. S., Hötzel, M. J., Restall, B. J., Adams, N. R., 1994.** Non-photoperiodic inputs into seasonal breeding in male ruminants. *Perspectives in comparative endocrinology*, 574-585.
- 144.Martin, G. B., Scaramuzzi, R. J., 1983.** The induction of oestrus and ovulation in seasonally anovular ewes by exposure to rams. *Journal of steroid biochemistry*, 19(1), 869-875.
- 145.Martin, G. B., Walkden-Brown, S. W., 1995.** Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goats. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*, 49, 437-449.

- 146.Martin, P., 2008.** Rôle des systèmes mélatoninergiques dans les états dépressifs: aspects pharmacologiques et physiopathologiques. *La Lettre du psychiatre*, 4(1), 24-28.
- 147.McLachlan, R. I., 2000.** The endocrine control of spermatogenesis. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 14(3), 345-362.
- 148.McNeilly, A. S., Land, R. B., 1979.** Effect of suppression of plasma prolactin on ovulation, plasma gonadotrophins and corpus luteum function in LH-RH-treated anoestrous ewes. *Reproduction*, 56(2), 601-609.
- 149.Mesiano, S., DeFranco, E., Louis, J., Muglia, L.J., 2015.** Parturition. In : Knobil and Neill's physiology of reproduction, vol 2, Plant, T. M. et Zeleznik, A. J. (Eds.). Academic Press, pp. 1875-1925.
- 150.Meyer, C., 2009.** La photopériode et la mélatonine chez les herbivores domestiques. Note bibliographique. Montpellier, France, Cirad, 22 p.  
[https://agritrop.cirad.fr/550490/1/document\\_550490.pdf](https://agritrop.cirad.fr/550490/1/document_550490.pdf) (consulté le 06/10/2019).
- 151.Meyer, C., Faye, B., Karembe, H., 2004.** Guide de l'élevage du mouton méditerranéen et tropical. Libourne : CEVA Santé animale-CIRAD-EMVT, 145 p.
- 152.Migaud, M., 2014.** Rythmes biologiques et reproduction. In: La reproduction animale et humaine. Saint-Dizier, M. et Chastant-Maillard, S. editors. Synthèses (Quae). Versailles, FRA : Editions Quae, pp. 275-299.
- 153.Migaud, M., Dardente, H., Keller, M., Batailler, M., Pillon, M. M. D., 2016.** Contrôle neuroendocrinien de la reproduction chez les mammifères. *INRA Prod. Anim*, 29(4), 255-266. [https://www6.inra.fr/productions-animales/layout/set/print/content/download/7765/101479/version/1/file/Prod\\_Anim\\_2016-29\\_4\\_02.pdf](https://www6.inra.fr/productions-animales/layout/set/print/content/download/7765/101479/version/1/file/Prod_Anim_2016-29_4_02.pdf) (consulté le 31/08/2019).
- 154.Milczewski, V., Chahad-Ehlers, S., Spencoski, K. M., Morais, R. N., Soccol, V. T., 2015.** Quantifying the effect of seasonality on testicular function of Suffolk ram in lower latitude. *Small Ruminant Research*, 124, 68-75.
- 155.Misztal, T., Romanowicz, K., Barcikowski, B., 1996.** Seasonal changes of melatonin secretion in relation to the reproductive cycle in sheep. *J Anim Feed Sci*, 5, 35-48.

- 156.Mittal, J. P., Ghosh, P. K., 1980.** A note on annual reproductive rhythm in Marwari sheep of the Rajasthan desert in India. *Animal Science*, 30(1), 153-156.
- 157.Monniaux, D., Caraty, A., Clement, F., Dalbiès-Tran, R., Dupont, J., Fabre, S., Gérard, N., Mermillod, P., Monget, P., Uzbekova, S., 2009.** Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères. *Inra Prod. Anim.*, 22, 59-76.  
<https://hal.inria.fr/hal-00793623/document> (consulté le 31/08/2019)
- 158.Moula, N., Tennah, S., Philippe, F. X., Farnir, F., Leroy, P., Antoine-Moussiaux, N., 2013.** Les ressources génétiques ovines en Algérie. 11<sup>ème</sup> Journées Internationales des Sciences Vétérinaires. 30 Novembre & 1 Décembre 2013, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger.
- 159.Nedjraoui, D., 2003.** Le profil fourrager en Algérie. Document FAO.
- 160.Niar, A., Zidane, K., Kabir, A., Benallou, B., AL-Dahache, S. Y., Ouzrout, R., 2001.** Algerian sheep are nonseasonal breeders: "Clinical, Cytological and Histological Studies". *Sciences & Technologie*, (16), 81-84.
- 161.Niare, T., 1996.** Performances de reproduction des ovins dans deux noyaux d'élevage traditionnel et cycle fourrager en zone soudano-sahélienne au Mali. *Agronomie Africaine*, 8(1), 43-52.
- 162.Nicholls, T. J., Follett, B. K., Goldsmith, A. R., Pearson, H., 1988.** Possible homologies between photorefractoriness in sheep and birds: the effect of thyroidectomy on the length of the ewe's breeding season. *Reproduction Nutrition Développement*, 28(2B), 375-386.
- 163.Nieschlag, E., Simoni. M., Gromoll, J., Weinbauer, G. F., 1999.** Role of FSH in the regulation of spermatogenesis: clinical aspects. *Clinical endocrinology*, 51(2), 139-146.
- 164.O'Donnell, L., Meachem, S.J., Stanton, P.G., McLachlan, R.I., 2006.** Endocrine Regulation of Spermatogenesis. In: Knobil and Neill's *Physiology of Reproduction* (Ed. JD Neill) 3<sup>rd</sup> ed. Vol. 1, pp. 1017-1070, Academic Press, New York.
- 165.Obounou Zibi, L., 1990.** Detection of oestrus in ewes by means of the acidity and elasticity of cervico-vaginal mucus and vaginal temperature. *Tropicultura*, 8(1), 27-30.

- 166.Ortavant, R., Bocquier, F., Pelletier, J., Ravault, J. P., Thimonier, J., Volland-Nail, P., 1988.** Seasonality of reproduction in sheep and its control by photoperiod. Australian journal of biological sciences, 41(1), 69-86.
- 167.Otte, M., Chilonda, P., 2002.** Cattle and small ruminant production systems in sub-Saharan Africa. A systematic review, Rome: Food and Agriculture.
- 168.Pant, H. C., Hopkinson, C. R. N., Fitzpatrick, R. J., 1977.** Concentration of oestradiol, progesterone, luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone in the jugular venous plasma of ewes during the oestrous cycle. Journal of endocrinology, 73(2), 247-255.
- 169.Parkinson, T. J., Follett, B. K., 1994.** Effect of thyroidectomy upon seasonality in rams. Reproduction, 101(1), 51-58.
- 170.Pearce, G. P., Oldham, C. M., 1988.** Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. Reproduction, 84(1), 333-339.
- 171.Pelletier, J., Bodin, L., Hanocq, E., Malpaux, B., Teyssier, J., Thimonier, J., Chemineau, P., 2000.** Association between expression of reproductive seasonality and alleles of the gene for Mel1a receptor in the ewe. Biology of Reproduction, 62(4), 1096-1101.
- 172.Pelletier, J., Ortavant, R., 1975.** Photoperiodic control of LH release in the ram. European Journal of Endocrinology, 78(3), 442-450.
- 173.Pevet, P., Agez, L., Bothorel, B., Saboureau, M., Gauer, F., Laurent, V., Masson-Pévet, M., 2006.** Melatonin in the multi-oscillatory mammalian circadian world. Chronobiology international, 23(1-2), 39-51.  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.453.4815&rep=rep1&type=pdf> (consulté le 02/10/2019).
- 174.Pineda, M. H., 2003a.** Female reproductive system. In: McDonald's Veterinary Endocrinology and Reproduction, Edn. 5<sup>th</sup>., Edt. Pineda, M. H., Iowa state Press, pp. 283-340.

- 175.Pineda, M. H., 2003b.** Reproductive Patterns of Sheep and Goats. In: McDonald's Veterinary Endocrinology and Reproduction, Edn. 5<sup>th</sup>, Edt. Pineda, M. H., Iowa state Press, pp. 435-457.
- 176.Quirke, J. F., Hanrahan, J. P., 1985.** Breed differences in the breeding season in sheep. In Endocrine causes of seasonal and lactational anestrus in farm animals (pp. 29-43). Springer, Dordrecht.
- 177.Rawlings, N. C., Bartlewski, P. M., 2007.** Clinical reproductive physiology of ewes. In Current Therapy in Large Animal Theriogenology (Second Edition) (pp. 642-649).
- 178.Rekik, M., Mahouachi, M., Gharbi, M., Attia, W., Medhioub, L., 2000.** Le dilemme de l'élevage ovin extensif dans les régions élevées du nord-ouest, semi-aride tunisien. Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, 53(4), 377-385.
- 179.Reppert, S. M., Weaver, D. R., Ebisawa, T., 1994.** Cloning and characterization of a mammalian melatonin receptor that mediates reproductive and circadian responses. Neuron, 13(5), 1177-1185.
- 180.Rhim T, J., Kuehl, D., Jackson, G. L., 1993.** Seasonal changes in the relationships between secretion of gonadotropin-releasing hormone, luteinizing hormone, and testosterone in the ram. Biology of reproduction, 48(1), 197-204.
- 181.Ridler, A. L., Smith, SL., West, D.M., 2012.** Ram and buck management. Animal reproduction science. 130(3-4):180-183
- 182.Robinson, J. E., Karsch, F. J., 1988.** Timing the breeding season of the ewe: what is the role of daylength?. Reproduction Nutrition Développement, 28(2B), 365-374.
- 183.Rojanasakul, A., Udomsubpayakul, U., Chinsomboon, S., 1994.** Chemiluminescence immunoassay versus radioimmunoassay for the measurement of reproductive hormones. International Journal of Gynecology & Obstetrics, 45(2), 141-146.
- 184.Rondia, P., 2006.** Aperçu de l'élevage ovin en Afrique du nord. Filière ovine et caprine, no 18, p. 11-14.
- 185.Rosa, H J. D., Bryant, M. J., 2003.** Seasonality of reproduction in sheep. Small ruminant research, 48(3), 155-171.

- 186.Sanford, L. M., Howland, B., Faiman, C., Palmer, W. M., 1976.** The profile of follicle-stimulating hormone secretion in the ram. *Canadian Journal of Animal Science*, 56(3), 497-504.
- 187.Sanford, L. M., Palmer, W. M., Howland, B. E., 1977.** Changes in the profiles of serum LH, FSH and testosterone, and in mating performance and ejaculate volume in the ram during the ovine breeding season. *Journal of animal science*, 45(6), 1382-1391.
- 188.Sanford, L. M., Palmer, W. M., Howland, B. E., 1982.** Influence of age and breed on circulating LH, FSH and testosterone levels in the ram. *Canadian Journal of Animal Science*, 62(3), 767-776.
- 189.Santos, S. I., Sánchez-Dávila, F., Vázquez-Armijo, J. F., Ledezma-Torres, R. A., Del Bosque-González, A. S., Palomera, C. L., Bernal-Barragán, H., 2015.** Changes in sexual behaviour and semen quality associated with age and type of enclosure of Saint Croix rams in different seasons of the year. *Italian Journal of Animal Science*, 14(4), 3890.
- 190.Sarlós, P., Egerszegi, I., Balogh, O., Molnár, A., Cseh, S., Rátky, J., 2013.** Seasonal changes of scrotal circumference, blood plasma testosterone concentration and semen characteristics in Racka rams. *Small Ruminant Research*, 111(1-3), 90-95.
- 191.Scaramuzzi, R. J., Baird, D. T., 1977.** Pulsatile release of luteinizing hormone and the secretion of ovarian steroids in sheep during anestrus. *Endocrinology*, 101(6), 1801-1806.
- 192.Schanbacher, B. D., Lunstra, D. D., 1976.** Seasonal changes in sexual activity and serum levels of LH and testosterone in Finish Landrace and Suffolk rams. *Journal of animal science*, 43(3), 644-650.
- 193.Schlatt, S., Ehmcke, J., 2014.** Regulation of spermatogenesis: an evolutionary biologist's perspective. In *Seminars in cell & developmental biology* (Vol. 29, pp. 2-16). Academic Press.
- 194.Schuster, C., 2007.** Sites et mécanismes d'action de la mélatonine chez les Mammifères: les récepteurs MT1 et MT2. *Journal de la Société de Biologie*, 201(1), 85-96.

- 195.Senoussi, A., 2011.** Les systèmes pastoraux sahariens en Algérie; quel état pour quel devenir. Séminaire sur “L’effet du Changement Climatique sur l’élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb”. Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 21-24 Novembre 2011.
- 196.Setchell, B. P., 1991.** Male reproductive organs and semen. In: Cupps P. T. (Ed.). *Reproduction in domestic animals*, 4<sup>th</sup> Edition, Elsevier, pp. 221-249.
- 197.Setiadi, B., Iniguez, L. C., 1995.** Reproductive performance of small ruminants in an outreach pilot project in West Java. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 1(2), 73-80.  
<http://medpub.litbang.pertanian.go.id/index.php/jitv/article/download/13/13> (consulté le 19/10/2019)
- 198.Sherwood, L., Klandorf, H., Yancey, P., 2016.** *Physiologie animale*. De Boeck Supérieur, pp. 776-777.
- 199.Simplicio, A. A., Riera, G. S., Nelson, E. A., Pant, K. P., 1982.** Seasonal variation in seminal and testicular characteristics of Brazilian Somali rams in the hot semi-arid climate of tropical northeast Brazil. *Reproduction*, 66(2), 735-738.
- 200.Skoog, D. A., Holler, F. J., Nieman, T. A., 2003.** *Principes d'analyse instrumentale*. De Boeck Supérieur, pp. 374-375.
- 201.Smith, J. T., Clay, C. M., Caraty, A., Clarke, I. J., 2007.** KiSS-1 messenger ribonucleic acid expression in the hypothalamus of the ewe is regulated by sex steroids and season. *Endocrinology*, 148(3), 1150-1157.
- 202.Solomon, J., Cumberbatch, N., Austin, R., Gonsalves, J., Seaforth. E., 2006.** The production parameters of the Barbados Blackbelly and crossbred sheep in a controlled semi-intensive system. *Livestock Research for Rural Development*. 18(4).
- 203.Soltner, D., 2001.** *La reproduction des animaux d’élevage*. Zootechnie générale - Tome 1, 3<sup>ème</sup> édition. Collection sciences et techniques agricoles. 224 p.
- 204.Souza, C. J. H., Campbell, B. K., Baird, D. T., 1996.** Follicular dynamics and ovarian steroid secretion in sheep during anoestrus. *Reproduction*, 108(1), 101-106.

- 205.Souza, C. J., Campbell, B. K., Baird, D. T., 1997.** Follicular dynamics and ovarian steroid secretion in sheep during the follicular and early luteal phases of the estrous cycle. *Biology of reproduction*, 56(2), 483-488.
- 206.Stankov, B., Kanchev, L., 1984.** Plasma concentrations of testosterone, androstenedione, progesterone, oestradiol-17 $\beta$ , LH and FSH during the preovulatory period in the ewe. *Animal Reproduction Science*, 7(6), 521-529.
- 207.Station météorologique de Béchar, 2019.**
- 208.Sulieman, A. H., Sayers, A. R., Wilson, R. T., 1990.** Evaluation of Shugor, Dubasi and Watish subtypes of Sudan Desert sheep at the El-Huda National Sheep Research Station, Gezira Province, Sudan (Vol. 18). ILRI (aka ILCA and ILRAD).
- 209.Taherti, M., Kaidi, R., Aggad, H., 2016.** Variations mensuelles de l'activité sexuelle de la brebis Ouled Djellal élevée dans la région de Chlef, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, 28(1).
- 210.Thieme, O., Karazeybek, M., Özbayat, HI., Sözmen, R., 1999.** Performance of village sheep flocks in Central Anatolia II. Fertility and productivity of ewes. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 23(2):175-182
- 211.Thimonier, J., 2000.** Détermination de l'état physiologique des femelles par analyse des niveaux de progestérone. *Productions Animales* 3 (13), 177-183.
- 212.Thimonier, J., 1981.** Control of seasonal reproduction in sheep and goats by light and hormones. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*, 30, 33-45.
- 213.Thimonier, J., Cognié, Y., Lassoued, N., Khaldi, G., 2000.** L'effet mâle chez les ovins: une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *Productions Animales* 4 (13), 223-231.
- 214.Thimonier, J., Mauléon, P., Bézard, J., De Reviers, M. M., Cornu, C., 1969.** Variations saisonnières du comportement d'oestrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins. *Annales de biologie animale, biochimie, biophysique*, 9 (2), pp.233-250.  
[https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/1969/02/ABABB\\_0003-388X\\_1969\\_9\\_2\\_ART0007.pdf](https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/1969/02/ABABB_0003-388X_1969_9_2_ART0007.pdf) (consulté le 26/09/2019).

- 215. Thrun, L. A., Dahl, G. E., Evans, N. P., Karsch, F. J., 1997.** Effect of thyroidectomy on maintenance of seasonal reproductive suppression in the ewe. *Biology of reproduction*, 56(4), 1035-1040.  
<https://academic.oup.com/biolreprod/article-pdf/56/4/1035/10540897/biolreprod1035.pdf> (consulté le 07/10/2019).
- 216. Tilbrook, A. J., De Kretser, D. M., Clarke, I. J., 1999.** Seasonal changes in the negative feedback regulation of the secretion of the gonadotrophins by testosterone and inhibin in rams. *Journal of endocrinology*, 160(1), 155.
- 217. Tortonese, D. J., 2016.** Intrapituitary mechanisms underlying the control of fertility: key players in seasonal breeding. *Domestic animal endocrinology*, 56, S191-S203.
- 218. Toutain, G., 1979.** Élément d'agronomie saharienne, de la recherche au développement: cellule des zones aride. INRA-GRET, pp. 49-50.
- 219. Tulley, D., Burfening, P. J., 1983.** Libido and scrotal circumference of rams as affected by season of the year and altered photoperiod. *Theriogenology*, 20(4), 435-448.
- 220. ul Azim, M. A., Hasan, M., Ansari, I. H., Nasreen, F., 2015.** Chemiluminescence immunoassay: basic mechanism and applications. *Bangladesh Journal of Nuclear Medicine*, 18(2), 171-178. <https://doi.org/10.3329/bjnm.v18i2.35240> (consulté le 25/10/2019).
- 221. Viguie, C., Caraty, A., Locatelli, A., Malpoux, B., 1995.** Regulation of luteinizing hormone-releasing hormone (LHRH) secretion by melatonin in the ewe. I. Simultaneous delayed increase in LHRH and luteinizing hormone pulsatile secretion. *Biology of reproduction*, 52(5), 1114-1120.
- 222. von Gall, C., Stehle, J. H., Weaver, D. R., 2002.** Mammalian melatonin receptors: molecular biology and signal transduction. *Cell and tissue research*, 309(1), 151-162.
- 223. Walton, J. S., Evins, J. D., Fitzgerald, B. P., Cunningham, F. J., 1980.** Abrupt decrease in daylength and short-term changes in the plasma concentrations of FSH, LH and prolactin in anoestrous ewes. *Reproduction*, 59(1), 163-171.

- 224. Webster, J. R., Moenter, S. M., Woodfill, C. J., Karsch, F. J., 1991.** Role of the thyroid gland in seasonal reproduction. II. Thyroxine allows a season-specific suppression of gonadotropin secretion in sheep. *Endocrinology*, 129(1), 176-183.
- 225. Whisnant, C. S., Goodman, R. L., 1990.** Further evidence that serotonin mediates the steroid-independent inhibition of luteinizing hormone secretion in anestrus ewes. *Biology of reproduction*, 42(4), 656-661.
- 226. Wiechmann, A. F., 1986.** Melatonin: parallels in pineal gland and retina. *Experimental eye research*, 42(6), 507-527.
- 227. Wilson, R. T., 1988.** The productivity of Sahel goats and sheep under transhumant management in northern Burkina Faso. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*. 36:348-355.
- 228. Yeates, N. T. M., 1947.** Influence of variation in length of day upon the breeding season in sheep. *Nature*, 160(4065), 429.
- 229. Yenikoye, A., 1984.** Variations annuelles du comportement d'œstrus, du taux et des possibilités d'ovulations chez la brebis Peulh du Niger. *Reproduction nutrition développement*, 24(1), 11-19.  
[https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/1984/01/RND\\_0181-1916\\_1984\\_24\\_1\\_ART0002.pdf](https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/1984/01/RND_0181-1916_1984_24_1_ART0002.pdf) (consulté le 08/11/2019).
- 230. Yuthasastrakosol, P., Palmer, W. M., Howland, B. E., 1975.** Luteinizing hormone, oestrogen and progesterone levels in peripheral serum of anoestrous and cyclic ewes as determined by radioimmunoassay. *Reproduction*, 43(1), 57-65.
- 231. Zamiri, M. J., Khalili, B., Jafaroghli, M., Farshad, A., 2010.** Seasonal variation in seminal parameters, testicular size, and plasma testosterone concentration in Iranian Moghani rams. *Small Ruminant Research*, 94(1-3), 132-136.
- 232. Zamiri, M. J., Khodaei, H. R., 2005.** Seasonal thyroidal activity and reproductive characteristics of Iranian fat-tailed rams. *Animal Reproduction Science*, 88(3-4), 245-255.

- 233.Zidane, A., 2016.** Evaluation des performances de reproduction et de productivité des brebis mettant bas durant l'automne et le printemps dans la région de Chlef. Thèse de doctorat en Agronomie. Université Hassiba Benbouali de Chlef.
- 234.Zidane, A., Ababou, A., 2017.** Variations hormonales saisonnières de brebis Ouled Djellal dans la région de Chlef, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 29 (12).
- 235.Zirkin, B. R., 1998.** Spermatogenesis: its regulation by testosterone and FSH. In *Seminars in cell & developmental biology*. Vol. 9, No. 4. Academic Press, pp. 417-421.

## Résumé

---

Le caractère saisonnier du cycle reproductif est largement rapporté chez l'espèce ovine comme d'autres animaux domestiques avec un degré de saisonnalité variable, parfois nul, selon l'animal, la localisation géographique et les conditions d'élevage. Le présent travail a eu pour objectif de déterminer les variations saisonnières de l'activité sexuelle chez les ovins pris dans un milieu saharien du Sud-ouest algérien, cas de la wilaya de Béchar.

Un suivi mensuel des agnelages a été mené sur un effectif de 1430 brebis réparties dans des zones différentes de la région d'étude. Le résultat montre que la répartition des agnelages se fait tout au long de l'année, avec un maximum en automne et un minimum en été. Ceci explique effectivement la capacité des brebis à agneler durant toutes les périodes, sans anœstrus saisonnier.

L'analyse des dosages hormonaux plasmatiques de progestérone, œstradiol, FSH et LH chez les brebis a montré une baisse des teneurs moyennes en progestérone pendant l'hiver et le printemps, et en LH durant l'été. Cependant, les concentrations d'œstradiol et de FSH ne présentent aucune différence significative entre les saisons. Dans tous les cas, les résultats obtenus ont révélé que l'activité hormonale persiste au cours des quatre saisons.

Chez les béliers, les résultats des dosages hormonaux de FSH, LH et testostérone ont démontré que les profils de ces hormones présentaient de légères variations entre certains mois et certaines saisons, mais sans différences significatives. Ces résultats mettent en évidence l'absence de la saison de non-reproduction tout au long de l'année, avec quelques variations sur les profils hormonaux qui ne sont pas assez importantes.

À l'issue de cette étude, nous pouvons constater que les ovins élevés dans la région de Béchar sont capables de se reproduire tout au long de l'année sans apparition d'une période marqué de repos sexuel avec parfois une légère variabilité de l'activité sexuelle qui provient vraisemblablement du mode d'élevage, plutôt que de l'effet de la photopériode.

**Mots clés :** activité sexuelle, anœstrus, ovins, profils hormonaux, saisonnalité

### **Study of the reproductive seasonality in sheep in the region of Béchar**

The seasonal character of the reproductive cycle is widely reported in sheep such as other domestic animals with a variable degree of seasonality, sometimes null, depending on the animal, geographical location and farming conditions. The aim of this study was to determine the seasonal variations of sexual activity in sheep raised under Saharan environment in southwestern Algeria, case of the wilaya of Béchar.

A monthly follow-up of lambing was conducted on a population of 1430 ewes distributed in different zones of the study area. The result shows that the distribution of lambing was throughout the year with a maximum in autumn and a minimum in summer. This effectively explains the ability of ewes to lamb at all times, without seasonal anoestrus.

Analysis of plasma hormone levels of progesterone, oestradiol, FSH and LH in ewes showed low mean progesterone levels during winter and spring, and LH during summer. However, Estradiol and FSH levels do not differ significantly between seasons. In all cases, the results obtained revealed that the hormonal activity persists during the four seasons.

In rams, the results of the hormonal assays of FSH, LH and testosterone showed that the profiles of these hormones showed slight variations between certain months and certain seasons, but without significant differences. These results highlight the absence of the non-breeding season throughout the year with some variations on hormonal profiles that are not important enough.

From this study, we can see that sheep raised in the region of Béchar are able to reproduce throughout the year, without the appearance of a marked period of sexual rest, but with sometimes a slight variability in the sexual activity that presumably comes from breeding rather than the effect of photoperiod.

**Keywords:** anoestrus, hormonal profiles, seasonality, sexual activity, sheep

## دراسة موسمية التكاثر عند الأغنام في منطقة بشار

تبدى الأغنام كغيرها من بعض الحيوانات الأليفة خاصية فصلية التناسل بدرجات متفاوتة الى منعمة أحياناً وهذا يرتبط على عدة عوامل كالحوان، الموقع الجغرافي وظروف التربية. الهدف من هذه الدراسة هو تحديد التغيرات الموسمية للنشاط الجنسي عند الأغنام التي تعيش في بيئة صحراوية في الجنوب الغربي الجزائري، حالة ولاية بشار.

أجريت متابعة ميدانية للولادات شهريا على عدد اجمالي بلغ 1430 نعجة موزعة في انحاء مختلفة من منطقة الدراسة. اظهرت النتيجة توزع الولادات على مدار العام مع تسجيل المعدلات القصوى في الخريف و الدنيا في الصيف. هذا يؤكد بوضوح قدرة النعاج على التوالد في جميع الأوقات، دون حدوث سكون جنسي موسمي.

أظهرت تحاليل مستويات هرمونات البروجسترون، الاستراديول، FSH و LH في البلازما عند النعاج انخفاض في مستويات هرمون البروجسترون خلال فصلي الشتاء والربيع، و هرمون LH خلال فصل الصيف. في حين أن مستويات الاستراديول و FSH لم تشهد فروق كبيرة بين الفصول. في جميع الحالات، كشفت النتائج أن النشاط الهرموني عند النعاج مستمر خلال الفصول الأربعة.

في الكباش، نتائج الفحوصات لهرمونات FSH، LH و التستوستيرون أظهرت أن نسب هذه الهرمونات شهدت تغيرات طفيفة بين بعض الأشهر و بعض الفصول، ولكن دون تسجيل فروق كبيرة. عموما ابرزت هذه النتائج غياب موسم السكون الجنسي عند الكباش على مدار العام رغم وجود بعض الاختلافات غير بالغة الأهمية في المستويات الهرمونية.

في الأخير ووفقاً لهذه الدراسة، يمكننا القول أن الأغنام التي تربي في منطقة بشار قادرة على التناسل طوال العام دون ظهور فترة ملحوظة للسكون الجنسي، مع تباين بسيط في بعض الأحيان للنشاط الجنسي الذي يُفترض أنه ناجم عن طرق تربية الماشية أكثر منه عن تأثير الفترة الضوئية.

**الكلمات المفتاحية:** الأغنام، السكون الجنسي، المستويات الهرمونية، الموسمية، النشاط الجنسي

# Publications

## SEASONAL VARIATIONS OF THE REPRODUCTIVE ACTIVITY IN LOCAL BREED'S EWES RAISED IN THE SOUTH-WEST OF ALGERIA

FOUAD GANI<sup>1\*</sup> AND ABDELLATIF NIAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Reproduction des Animaux de la Ferme, Institut des Sciences Vétérinaires, Université Ibn Khaldoun de Tiaret, BP 78, Tiaret 14000, Algeria.  
Email: ganifouad5@gmail.com

**Received: 24 June 2019**

**Accepted: 26 August 2019**

**Published: 11 October 2019**

**Original Research Article**

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the characteristics of variations in sexual activity of ewes taken in a saharian environment in the southwest of Algeria. Two experiments were conducted in this study. In the first one, a monthly monitoring was carried out on a population of 1430 ewes dominated by the Ouled Djellal breed, aged between 1 and 7 years, and belonging to 12 livestock farms distributed in different zones of the study area. In the second experiment, 63 healthy Ouled Djellal ewes, assumed non-pregnant and aged from 1 to 5 years, were involved to determine the hormonal profiles of progesterone, oestradiol, FSH, and LH during the four seasons (autumn, winter, spring, and summer). Hormonal assays were measured by using the chemiluminescent immunoenzymatic technique (CLIA). The monthly distribution of lambing in ewes has allowed us to deduce that sexual activity is continuous throughout the year with a maximum of lambing in autumn. The results of the hormone assays also revealed the existence of a hormonal activity during the four seasons with a decrease in winter and spring for progesterone and in summer for LH. This permit us to conclude that Ouled Djellal ewes raised under difficult climatic conditions of the south-west of Algeria are relatively non-seasonal with sometimes only a slight decrease in reproductive activity.

Keywords: FSH; LH; non-seasonal; oestradiol; progesterone; saharian environment; sexual activity.

### INTRODUCTION

In sheep, the existence of seasonal variation in sexual activity has often been reported. Indeed, this reproductive character is generally associated with the seasonality of neuroendocrine activity [1-3]. Moreover, there are considerable racial differences in the period and duration of sexual activity [4]. However, it should be noted that some breeds are naturally more non-seasonal than others. In addition, there are significant individual variations within the same breed [5].

The influence of the environment on the determination of the length of the sexual season has been widely studied. Indeed, many researchers have clearly established that this duration is essentially controlled by photoperiodic variations [6-8]. Other environmental signals that are no less important may also influence sheep reproductive activity such as temperature, food availability and quality, social interactions, and the geographical location of the animal [9-11].

In Algeria, sheep farming is characterized by its economic interest and

the very valuable qualities of local breeds which show exceptional adaptations under extreme environmental conditions. The seasonal character of breeding in ewes raised in southern Algeria is still poorly studied. This article reports the monthly distribution of lambing as well as the changes in pituitary (FSH and LH) and gonadal (progesterone and oestradiol) secretions in ewes during the four seasons of the year in the region of Béchar (Southwest of Algeria).

## MATERIALS AND METHODS

### Study Area

The study area concerns the wilaya of Béchar, which is located in the southwest of Algeria between latitudes 28°15'N and 32°20'N and longitudes 0°20'E and 5°17'W. The climate is a continental desert type with hot summers (+45°C) and a cold winter (2°C to 3°C). The precipitations are irregular and low with about 90 mm/year. Sandstorms are very frequent and violent reaching speeds of up to 100 kilometers per hour. The day length varies from 09 hours 56 minutes in December to 14 hours 04 minutes in June.

### Animals

The investigations were carried out among the breeders of the study area. Livestock systems were generally conducted in extensive or semi-intensive. The feeding of most herds was based on grazing throughout the day, with a concentrated feed supplement which varies from 200 to 500 g per head and per day depending on the actual status of the pastures. The rest of the herds were kept in stalls during all over the year feeding with rations based on hay, concentrates, and on-farm crop residues.

Furthermore, all animals were subject to natural conditions of lighting.

## Experimental Design

This study is divided into two parts:

**Experiment 1:** The study was conducted over a one-year period from December 2016 to November 2017. It was carried out on a population of 1430 ewes dominated by the Ouled Djellal breed (Fig. 1), which is an excellent meat breed and adapted to arid areas [12]. These ewes were primiparous or multiparous, aged 1 to 7 years, and belonging to 12 livestock farms. The information about lambing was recorded every month during a regular and systematic passage.

**Experiment 2:** To determine the hormonal profiles of progesterone, oestradiol, FSH, and LH during the four seasons of the year (autumn, winter, spring, and summer), 63 Ouled Djellal ewes were involved in this experiment. The choice of animals was made based on the following elements: healthy ewes, supposed to be non-pregnant, and 1 to 5 years old.

Blood samples were taken from the jugular vein in vacutainer heparin-tubes, and immediately placed in a bath of ice until centrifuged and maintained at 0-4°C during manipulation. All plasma samples were frozen and stored at -20°C until the time of assay.

Hormone assays of progesterone (ng/ml), Estradiol (pg/ml), FSH (mIU/ml) and, LH (mIU/ml) were performed with the chemiluminescent enzyme immunoassay technique (CLEIA) using the automated Beckman Coulter Access.



**Fig. 1. A sheep flock dominated by the Ouled Djellal breed in the Béchar area**

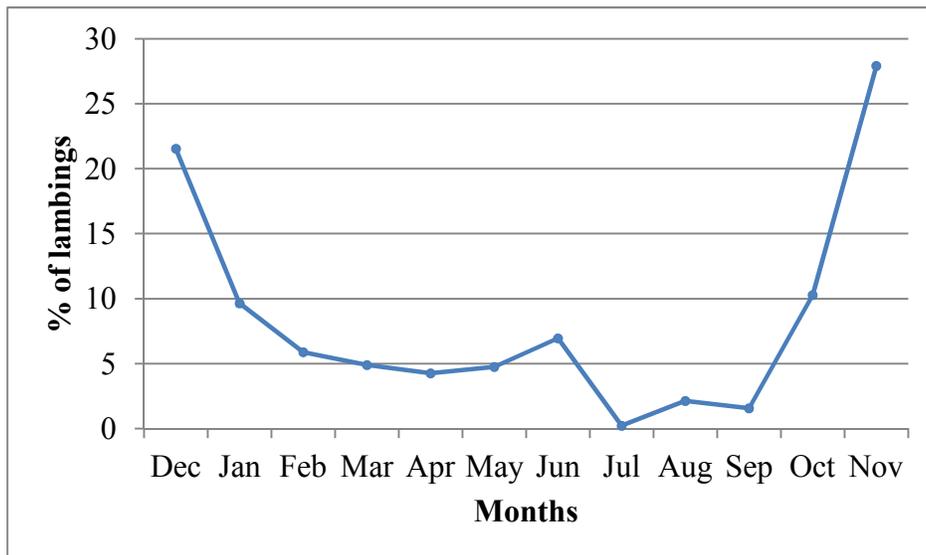
**Statistical Analyses**

Differences in hormone measurements between seasons were assessed by analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's post hoc test. Data analysis was performed using the statistical software SPSS version 22 [13]. A value of  $P < ,05$  was considered statistically significant.

**RESULTS**

**Monthly Distribution of Lambing**

For a total of 1411 lambing throughout the year, Fig. 2 shows the lambing distribution per month in the observed population.



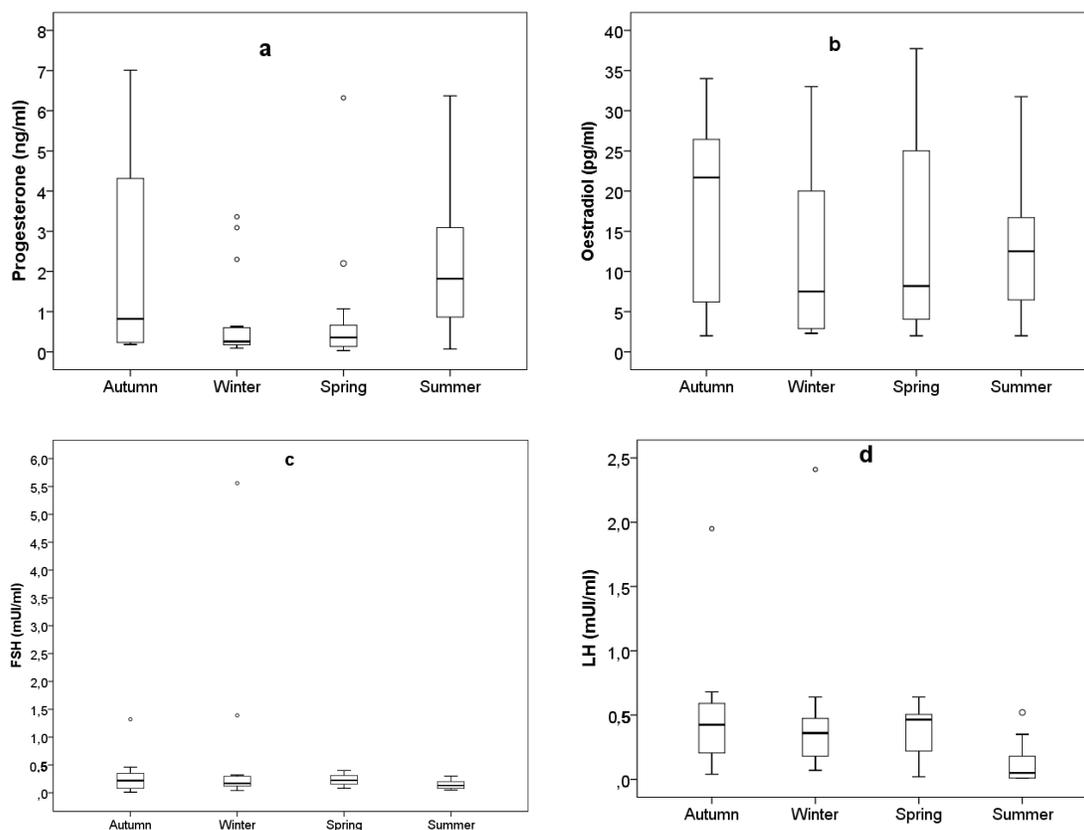
**Fig. 2. Monthly distribution of sheep births in Béchar region**

The distribution of lambing periods over the year shows that there is no total cessation of sexual activity, but it is more frequent at certain times of the year. The maximum number of births is concentrated in the period from October to January, which represents 69, 38% of lambing, with a peak in November. In contrast, the minimum births are recorded in July, August, and

September with lambing rates of 0,21%, 2,13% and 1,56%, respectively.

### Hormonal Plasma Profiles

The results obtained by the hormonal assay of progesterone, oestradiol, FSH, and LH are reported in Fig. 3 (medians and dispersions) and Table 1 (means).



**Fig. 3. Variations in plasma levels of progesterone (a), oestradiol (b), FSH (c), and LH (d) in ewes over the four seasons: autumn (n = 16), winter (n = 16), spring (n = 16), and summer (n = 15). The box plots show the median (horizontal line across the box), interquartile range (vertical ends of the box), and range (whiskers)**

**Table 1. Plasma concentrations (mean  $\pm$  SEM) of progesterone, oestradiol, FSH and LH in ewes according to seasons**

| Variable                                     | Season           |                  |                  |                  |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
|  | Autumn           | Winter           | Spring           | Summer           |
| Plasma concentration of progesterone (ng/ml) | 2,30 $\pm$ 0,62  | 0,77 $\pm$ 0,27  | 0,83 $\pm$ 0,39  | 2,22 $\pm$ 0,49  |
| Plasma concentration of oestradiol (pg/ml)   | 18,43 $\pm$ 2,73 | 11,30 $\pm$ 2,58 | 12,97 $\pm$ 2,86 | 12,45 $\pm$ 2,13 |
| Plasma concentration of FSH (mIU/ml)         | 0,29 $\pm$ 0,77  | 0,58 $\pm$ 0,34  | 0,23 $\pm$ 0,02  | 0,14 $\pm$ 0,02  |
| Plasma concentration of LH (mIU/ml)          | 0,47 $\pm$ 0,11  | 0,45 $\pm$ 0,14  | 0,37 $\pm$ 0,05  | 0,12 $\pm$ 0,04  |

Plasma progesterone levels show significant variation between the four seasons ( $P < .05$ ). The maximum concentration is recorded in autumn with a value of about 7,01 ng/ml (Fig. 3a). On the other hand, the lowest concentrations are recorded during winter and spring.

Plasma oestradiol levels did not differ significantly between the four seasons ( $P > .05$ ). Indeed, depression seems more diversified (Fig. 3b). Mean oestradiol concentrations range from 11,30 pg/ml in winter to 18,43 pg/ml in autumn (Table 1).

The median values of FSH levels in different seasons appear to be fairly close (Fig. 3c). However, there is no difference between seasons ( $P > .05$ ). Overall, FSH levels range from 0,1 to 5,56 mIU/ml.

Maximum LH concentrations are marked in winter and autumn with values of the order of 2,41 and 1,95 mIU/ml, respectively. Analysis of variance shows that there is a significant difference between seasonal averages ( $P < .05$ ). According to Duncan's test, the concentrations in the summer season were significantly low with an mean value of 0,12 mIU/ml. On the other hand, mean values in autumn, winter, and spring are close varying from 0,37 to 0,47 mIU/ml (Fig. 3d, Table 1).

## DISCUSSION

It is known that latitudes levels affect annual variations in photoperiod and ambient temperature. Indeed, animals adapted to high latitude climates have short and well-defined breeding seasons, while tropical latitudes, where photoperiod and temperature vary little during the year, are inhabited by many animals with long breeding seasons [14]. Moreover, according to Baril et al. [15], lambing occurs throughout the year in many tropical and subtropical sheep breeds. This is the case of ewes raised in the region of Béchar (located in subtropical zone) with a variable number of lambing from one month to another.

Our results are in agreement with those obtained by Niar et al. [16], who reported that Algerian ewes are able to reproduce throughout the year. In fact, ewes grazing the coastal grasslands of extreme northeast of Algeria and the Ouled Djellal sheep raised in northwest of Algeria are characterized by their ability to lamb naturally at any time of the year [17-19].

Similar results have been observed in various other areas, in "D'man sheep" breed in southern Morocco [20], sheep raised in the northwest of Tunisia [21], "Sahel sheep

under transhumant management” in northern Burkina Faso [22], the “Marwari breed” of the Rajasthan desert in India [23], and in “Djallonke sheep” in a village environment in Togo [24] and in the Guinean zone of Benin [25]. Furthermore, Lassoued and Khaldi [26] observed that the “Queue fine de l'Ouest” and “Noire de Thibar” breeds in the south-west of Tunisia show seasonal variation, ovarian and estrous activities not very marked, but with the possibility of breeding during the off-season.

Our result reports that the majorities of fecund mating are in mid-spring to late summer, coinciding with long days in the study area, unlike other breeds originating from mid and high latitudes that enter a period of sexual rest or anoestrus more or less long when the days lengthen [27, 28]. Thus, Thimonier et al. [5], for their part, observed a cessation of cyclical estrus behavior in the “Ile-de-France” and “Préalpes” ewes, but the resumption of ovarian activity occurred in the second half of June which corresponds to the longest days.

As regards the hormonal assays, Thimonier [29] determined that, on the one hand, progesterone levels of cycled females are characterized by alternating low values (less than 0,5 ng/ml) during the preovulatory period and high values (more than 0,5 ng/ml) during most of the luteal phase, on the other hand, peripheral plasma progesterone remains less than 0,5 ng/ml during the anoestrus. The results presented in this work have shown that the concentrations expressing progesterone were very different during the seasons with averages higher than 0,5 ng/ml for each season (Table 1). This indicates that the hormonal activity continued throughout the year without anoestrus. These results are in agreement with those obtained by Zidane

and Abadou [18] with a maximum value of the order of 6,6 ng/ml and Arsoy and Sağmanlıgil [30] during their studies on the “White Karaman sheep” with rates ranging from 0,02 to 6,17 ng/ml. In contrast, Balaro et al. [31] noted that some “Santa Inês” ewes had a seasonal anoestrus in the spring.

In addition, oestradiol values are variable within each season. According to Driancourt et al. [32], the oestradiol concentration decreased around the eighth day of the cycle and increased during dioestrus. It decreased to its minimum level at the end of the cycle. The oestradiol peak is responsible for initiation of oestrus and induction of the preovulatory LH surge, and concentrations produced by the preovulatory follicle can reach 15 to 30 pg/ml.

Both FSH and LH levels are characterized by the existence of extreme values in autumn and summer. These maximum values indicate that they are preovulatory peaks. According to Souza et al. [33], the concentration of FSH decreased during the follicular phase and reached a peak synchronously with the LH surge. In addition, FSH and LH concentrations are similar to the concentrations obtained by Grazul-Bilska et al. [34], in control ewes in autumn, with mean values ranging from 0,05 to 0,12 mIU/ml for FSH and from 0,08 to 0,11 mIU/ml for LH and appeared lower than the values described by Zidane and Abadou [18]. This difference may be justified by the hormonal assay methods used in both studies.

## CONCLUSIONS

The present study has shown that the monthly distribution of lambing has allowed us to deduce that sexual activity is continuous throughout the year with a peak

of lambing in autumn. The results of the hormonal assays also revealed the existence of hormonal activity during the four seasons with a lowering in winter and spring for progesterone and in summer for LH.

This leads to the conclusion that the Ouled Djellal ewes reared under difficult climatic conditions of the southwest or Algeria are relatively nonseasonal with sometimes a slight decrease in reproductive activity.

Further works are needed to complete this study, including the determination of the characteristics of the estrous cycle of ewes reared in the southwest of Algeria, and the study of the influence of the status of natural grazing lands in the Saharian areas on reproductive performance to improve the productivity of sheep farming in these areas.

### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors sincerely thank all the breeders who collaborated in this study.

### COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

### REFERENCES

1. Clarke IJ, Wright PJ, Chamley WA, Burman K. Differences in the reproductive endocrine status of ewes in the early post-partum period and during seasonal anoestrus. *Journal of Reproduction and Fertility*. 1984;70(2): 591-597.
2. Karsch FJ, Moenter SM. Neuroendocrine regulation of seasonal breeding cycles in the ewe. *Journal of Experimental Zoology*. 1990;256(S4): 17-21.
3. Thiery JC, Chemineau P, Hernandez X, Migaud M, Malpoux B. Neuroendocrine interactions and seasonality. *Domestic Animal Endocrinology*. 2002; 23(1-2):87-100.
4. Avdi M, Driancourt MA, Chemineau P. Variations saisonnières du comportement d'oestrus et de l'activité ovulatoire chez les brebis Chios et Serres en Grèce. *Reproduction Nutrition Development*. 1993;33(1):15-24.
5. Thimonier J, Mauléon P, Bézard J, De Reviers MM, Cornu C. Variations saisonnières du comportement d'oestrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins. In *Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique*. EDP Sciences. 1969;9(2):233-250.
6. Legan SJ, Karsch FJ. Photoperiodic control of seasonal breeding in ewes: modulation of the negative feedback action of estradiol. *Biology of Reproduction*. 1980;23(5):1061-1068.
7. Legan SJ, Winans SS. The photoneuroendocrine control of seasonal breeding in the ewe. *General and comparative Endocrinology*. 1981; 45(3):317-328.
8. Robinson JE, Karsch FJ. Timing the breeding season of the ewe: What is the role of day length? *Reproduction Nutrition Development*. 1988;28(2B): 365-374.
9. Thompson RW, Turner JC. Temporal geographic variation in the lambing season of bighorn sheep. *Canadian Journal of Zoology*. 1982;60(8):1781-1793.
10. Gündoğan M, Baki D, Yeni D. Reproductive seasonality in sheep. *Acta Agric Scand*. 2003;53(4):175-179.

11. Pineda MH. Reproductive patterns of sheep and goats. In: McDonald's Veterinary Endocrinology and Reproduction, Edn. 5<sup>th</sup>., Edt. Pineda, MH, Iowa state Press. 2003;435-457.
12. Chellig R. Les races ovines algériennes. OPU Alger. 1992;80.
13. Corp IBM. IBM SPSS statistics for windows, version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp; 2013.
14. Bronson FH. Mammalian reproductive strategies: genes, photoperiod and latitude. *Reproduction Nutrition Développement*. 1988;28(2B):335-347.
15. Baril G, Chemineau P, Cognie Y, Guérin Y, Leboeuf B, Orgeur P, Vallet JC. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. [Training manual for artificial insemination at the sheep and goats]. Rome, FAO. Etude FAO, Production et Santé Animales. 1993; 83:235.
16. Niar A, Zidane K, Kabir A, Benallou B, AL-Dahache SY, Ouzrout R. Algerian sheep are nonseasonal breeders: "Clinical, Cytological and Histological Studies". *Sciences & Technologie. A Sciences Exactes*. 2001;16:81-84.
17. Taherti M, Kaidi R, Aggad H. Variations mensuelles de l'activité sexuelle de la brebis Ouled Djellal élevée dans la région de Chlef, Algérie. *Développement*. 2016;28:1.
18. Zidane A, Ababou A. Variations hormonales saisonnières de brebis Ouled Djellal dans la région de Chlef, Algérie; 2017.
19. Hadeif A. Caractéristiques de l'activité sexuelle chez les brebis pâturant les prairies littorales de l'extrême nord est algérien. *Revue Algérienne des Sciences, Sect. A*. 2018;1:27-31.
20. Boutx J, Khnrnt M. Un des éléments majeurs de la mise en valeur des palmeraies: La race ovine D'man. *Al-Awamia*. 1974;52:25-46.
21. Rekik M, Mahouachi M, Gharbi M, Attia W, Medhioub L. Le dilemme de l'élevage ovin extensif dans les régions élevées du nord-ouest, semi-aride tunisien. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*. 2000;53(4):377-385.
22. Wilson RT. The productivity of Sahel goats and sheep under transhumant management in northern Burkina Faso. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*. 1988;36:348-355.
23. Mittal JP, Ghosh PK. A note on annual reproductive rhythm in Marwari sheep of the Rajasthan desert in India. *Animal Science*. 1980;30(1):153-156.
24. Amegee Y. La prolificité du mouton Djallonké en milieu villageois au Togo. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des Pays Tropicaux*. 1983; 36(1):85-90.
25. Gbangboché AB, Hounzangbé-Adoté SM, Doko SY, Farnir F, Detilleux J, Leroy P. Production des ovins Djallonké en station dans la zone guinéenne au Bénin: 1. Performances de reproduction et influence des facteurs non génétiques. *Revue Africaine de santé et de Productions Animales*. 2004;2:49-55.
26. Lassoued N, Khaldi G. Variations saisonnières de l'activité sexuelle des brebis de races Queue Fine de l'Ouest et Noire de Thibar. *Cahiers Options Méditerranéennes*. 1995;6: 27-34.
27. Quirke JF, Hanrahan JP. Breed differences in the breeding season in sheep. In *Endocrine causes of seasonal and lactational anestrus in farm animals*. Springer, Dordrecht. 1985;29-43.
28. Rosa HJD, Bryant MJ. Seasonality of reproduction in sheep. *Small*

- Ruminant Research. 2003;48(3):155-171.
29. Thimonier J. Détermination de l'état physiologique des femelles par analyse des niveaux de progestérone. *Productions Animales*. 2000;3(13): 177-183.
30. Arsoy D, Sağmanlıgil V. Reproductive cycles in white Karaman ewes: Comparison of ovarian hormone secretion and reproductive behavior in non-pregnant and pregnant ewes in semi-intensive conditions. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2018; 40.
31. Balara MFA, da Fonseca JF, Oba E, da Cruz Cardoso E, Brandão FZ. Is the Santa Inês sheep a typical non-seasonal breeder in the Brazilian southeast? *Tropical Animal Health and Production*. 2014;46(8):1533-1537.
32. Driancourt MA, Freret S, Saint-Dizier M. Les cycles oestriens. In Saint-Dizier M, Chastant-Maillard S. *La reproduction animale et humaine*. Editions Quae. 2014;219-233
33. Souza CJ, Campbell BK, Baird DT. Follicular dynamics and ovarian steroid secretion in sheep during the follicular and early luteal phases of the estrous cycle. *Biology of Reproduction*. 1997;56(2):483-488.
34. Grazul-Bilska AT, Banerjee J, Yazici I, Borowczyk E, Bilski JJ, Sharma RK, et al. Morphology and function of cryopreserved whole ovine ovaries after heterotopic autotransplantation. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 2008;6(1):16.

## SEASONAL CHANGES IN PLASMA LEVELS OF FSH, LH, AND TESTOSTERONE IN LOCAL RAMS RAISED IN SOUTHWESTERN ALGERIA

Fouad Gani <sup>1,\*</sup>, Abdellatif Niar <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Reproduction des Animaux de la Ferme, Institut des Sciences Vétérinaires,  
Université Ibn Khaldoun de Tiaret, BP 78, Tiaret 14000, Algeria



### Abstract

*The objective of this work was to investigate the seasonal variations of sexual activity of local rams raised in a desert environment in Southwestern Algeria, by measuring the changes in plasma concentrations of follicle-stimulating hormone (FSH), luteinizing hormone (LH), and testosterone. A total of 60 mature and healthy rams of local breeds, mainly Ouled Djellal, belonging to 14 breeders in the area of Béchar and aged 1 to 4 years, were involved to determine the hormonal profiles of FSH, LH, and testosterone during the four seasons of the year (spring, summer, autumn, and winter). Blood samples were collected once or twice each month, with an average of 5 rams. Hormonal assays were measured by using the chemiluminescent immunoenzymatic technique (CLIA). Our results revealed that the changes in the concentrations of all the studied hormones were not statistically significant between months or seasons ( $p > 0.05$ ), in addition to the total absence of a non-breeding season. These allow us to deduce that the effects of seasonality are minor to negligible, and consequently, the local rams seem to have a continuous sexual activity all year around in Southwestern Algeria.*

*Keywords: desert, hormonal profile, Ouled Djellal, seasonal variation, sexual activity*

### 1. INTRODUCTION

It is well known that the sheep breeds originating from temperate climates in mid or high latitudes display marked seasonal variation in reproductive activity. On the other hand, in tropical and subtropical environments, the ewes are either completely aseasonal or intermittently polyoestrus with the quality and availability of food dictating breeding activity (Rosa and Bryant, 2003). The rams also show seasonal changes in reproduction including sexual behavior, semen quality, hormonal activity, gametogenesis, and testicular size (Dufour et al., 1984; Mandiki et al., 1998; Langford et al., 1999; Santos et al., 2015).

Previous studies have successfully used circulating reproductive hormones (FSH, LH, and testosterone) to identify the reproductive performance and the potential of rams (Sanford et al., 1977; Dickson and Sanford, 2005; Kishk, 2008). Besides, FSH acts specifically on Sertoli cells, playing an important role in the maintenance of qualitatively and quantitatively normal spermatogenesis (Nieschlag et al., 1999). LH acts on Leydig cells to stimulate the testosterone secretion (Schlatt and Ehmcke, 2014). The testosterone secretion, that is the major testicular androgen, is a necessary prerequisite for the maintenance of established spermatogenesis in the adult testes (Zirkin, 1998).

Furthermore, the variations in sexual activity result from changes in the secretion of these hormones (Karsch et al., 1984; Ortavant et al., 1988; Langford et al., 1998). Under the natural conditions, the levels of these hormones in sheep are influenced by several factors including season through photoperiod, nutrition, genotype, age, geographical location, and social interaction (Sanford et al., 1982; D'occhio et al. 1984; Martin et al., 1994).

In Algeria, sheep farming occupies a very important place in the field of animal production. It is largely dominated by hardy local breeds, spread over several regions of the country. The objective of this work was to investigate the seasonal variations of the sexual activity of rams of our local breeds, raised in a desert environment in Southwestern Algeria, by measuring changes during the different seasons of the year in plasma concentrations of FSH, LH, and testosterone.

## **2. MATERIALS AND METHODS**

### ***Geographical situation and climate***

The present experiment was carried out in Southwestern Algeria, in the region of Béchar, at sheep farms located between 30°15'N to 31°03'N latitude and 2°00'W to 2°39'W longitude. This region is characterized by a continental desert climate, with hot summers and cold winters. The precipitations are irregular and low with about 90 mm/year. The day length varies from 9 hours 56 minutes in December to 14 hours 4 minutes in June. This study was conducted over a period of 12 months, from March 2018 to March 2019, during the four seasons: spring (20 March - 21 June), summer (21 June - 23 September), autumn (23 September - 21 December), and winter (21 December - 20 March).

### ***Animals***

A total of 60 mature and healthy rams of local breeds, predominately Ouled Djellal and aged 1 to 4 years, were involved in this study. The rams were owned by 14 breeders. In the majority of the herds, the feeding systems were mainly based on the use of natural pastures throughout the day with a concentrated feed supplement which varied from 200 to 500 g per head and per day, depending on the actual status of the pastures. The other herds were kept in permanent housing, with no access to pasture during all over the year, and fed rations made up of hay, concentrates, and on-farm crop residues. In either case, the animals were maintained under conditions of natural lighting.

### ***Blood samples and hormonal assays***

The blood samples were taken once or twice a month, averaging 5.0 ± 2.0 rams per month in the jugular vein, using the Vacutainer system on heparinized lithium tubes during the four seasons of the year. After centrifugation at 2875 rpm for 15 minutes, the plasma was isolated and stored at -20 °C until analysis. FSH, LH and testosterone were determined with chemiluminescent immunoenzymatic method (Rojanasakul et al., 1994; Ayad et al., 2018) using the Access Immunoassay Systems on a Beckman coulter automate.

### ***Statistical analysis***

The serum FSH, LH, and testosterone concentrations were subjected to a one-way analysis of variance (ANOVA) to compare the hormone levels between seasonal and monthly data sets, with values of  $p < 0.05$  were considered as statistically significant. The correlations among hormones for each season were evaluated by a simple Pearson correlation..

## **3. RESULTS AND DISCUSSIONS**

### ***Hormonal profiles***

The data on the reproductive endocrine status demonstrated that the hormonal profiles of FSH, LH, and testosterone exhibited slight changes between some months and seasons (Figure 1, Table 1), but in any case, the differences were not statically significant ( $p > 0.05$ ).

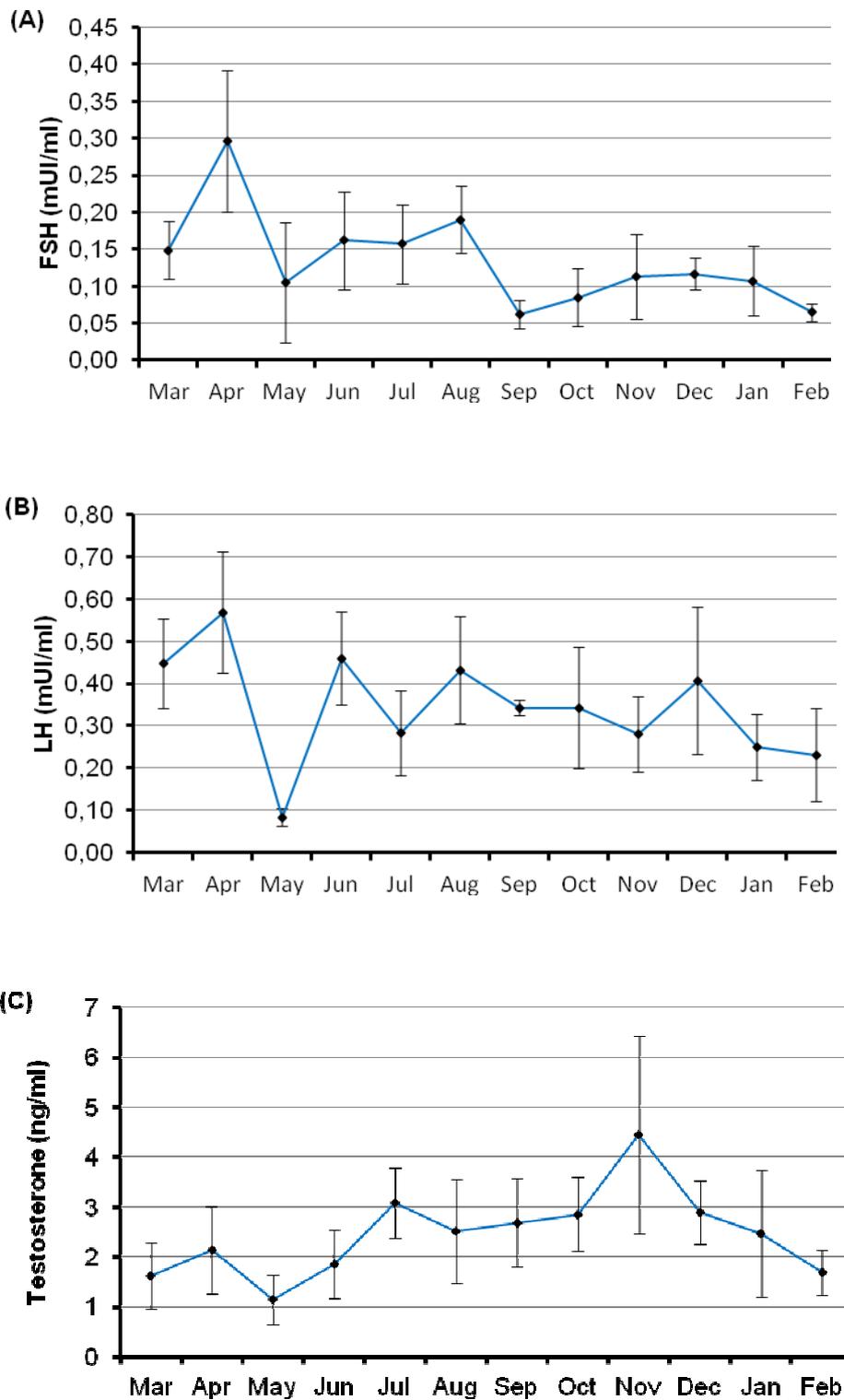


Figure 1. Monthly plasma concentrations (mean  $\pm$  S.E.M.) of FSH (A), LH (B), and testosterone (C) hormones in rams ( $n = 5 \pm 2$  for each month)

**Table 1. Plasma concentrations (mean  $\pm$  SEM) of FSH, LH, and testosterone in rams according to seasons**

| Hormone              | Saison             |                    |                    |                    |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                      | Spring<br>(n = 13) | Summer<br>(n = 17) | Autumn<br>(n = 15) | Winter<br>(n = 15) |
| FSH (mUI/mL)         | 0.21 $\pm$ 0.06    | 0.17 $\pm$ 0.03    | 0.09 $\pm$ 0.02    | 0.10 $\pm$ 0.02    |
| LH (mUI/mL)          | 0.39 $\pm$ 0.10    | 0.38 $\pm$ 0.06    | 0.34 $\pm$ 0.05    | 0.32 $\pm$ 0.07    |
| Testosterone (ng/mL) | 1.68 $\pm$ 0.51    | 2.55 $\pm$ 0.46    | 3.23 $\pm$ 0.59    | 1.88 $\pm$ 0.41    |

The maximum plasma FSH concentration was recorded in April, with a value of about  $0.30 \pm 0.09$  mIU/mL, then it decreased in May, and then the concentrations appeared to be very close during June to March. The average values of seasons ranged from  $0.09 \pm 0.02$  mUI/mL in autumn to  $0.21 \pm 0.06$  mUI/mL in spring.

Similarly, the plasma concentration of LH was maximum in April ( $0.57 \pm 0.14$  mIU/mL), then it decreased significantly in May to reach the value of  $0.08 \pm 0.02$  mIU/mL. From June to March, the LH levels were relatively constant (0.23 to 0.46 mIU/mL). In fact, the average values of all seasons were very close.

For testosterone, the concentration gradually increased from May to peak in November ( $4.44 \pm 1.99$  ng/mL), then it declined to reach for  $1.68 \pm 0.45$  ng/ml in February. After that, the contents took values close until April. In general, the average concentrations varied from  $1.68 \pm 0.51$  ng/mL in spring to  $3.23 \pm 0.59$  ng/mL in autumn.

It is known that the male sexual activity depends on the pituitary gonadotrophic function (Ortavant et al., 1988). Also, the release of FSH and LH from pituitary gonadotropins is controlled by GnRH. This master switch can use the photoperiod information to control the activity of the reproductive organs in synchrony with the seasonal changes (Schlatt and Ehmcke, 2014). To this end, mostly it has been established that the secretion of FSH and LH was higher during the breeding season than during the non-breeding season (Tilbrook et al., 1999; Hafez ESE and Hafez B., 2000). In this context, Thimonier (1981) has reported that FSH and LH concentrations in the pituitary are reduced to 50% during the non-breeding season. Therefore, in this study, the monitoring of hormonal profiles of FSH and LH indicate the absence of non-breeding season throughout the year.

By contrast, several studies have found significant difference between the seasons in the hormonal profiles of these two hormones. As regards FSH, some researchers (Sanford et al., 1976; Kennaway et al., 1981) have demonstrated a rise in the level of plasma FSH in Finnish Landrace rams in Canada and in Saxon Merino rams from April to May with a maximum in August-September followed by a drop. Barrell et al. (1987) have found that New Zealand Romney rams on pasture have a seasonal pattern of plasma FSH levels with a peak from January to March. Concerning LH, Schanbacher and Lunstra (1976), according to their study with Finnish Landrace and Suffolk rams in Nebraska (USA), have noted that serum LH concentrations were lowest in May and increased abruptly in July when daily photoperiod began to decrease. Similarly, Misztal et al. (1996) have found that the lowest mean concentrations of LH occurred in rams of Polish lowland breed during the period of the longest day from June to the end of July.

In addition, in the present study, the maximum average concentration of testosterone is recorded in autumn, but generally without significant difference between months or seasons. In accordance to our results, Belkhir et al. (2017) have found no differences between seasons in their experiments with Ouled Djellal rams in the East of Algeria. The same result is obtained by Fernandez-Abella et al. (1999) with Merino and Corriedale breeds in Uruguay.

In contrast, several studies have reported that the serum testosterone concentration varied with season of the year. Some authors (Schanbacher and Lunstra 1976; Misztal et al., 1996; Zamiri and Khodaei, 2005; Casao et al., 2010; Zamiri et al., 2010) have showed that serum testosterone level was lowest from April to July and increased thereafter reaching highest values in October - November (autumn) in each of Finnish Landrace and Suffolk in Nebraska, Polish Lowland, Iranian Ghezel, Mehraban and Moghani rams, and Rasa Aragonesa rams in Zaragoza, whereas others authors (Aller et al., 2012; Milczewski et al., 2015; Ahmad et al., 2018) have found the highest level in summer for Argentine Pampinta and Corriedale rams, Suffolk ram in the south of Brazil, and Kivircik rams in Aydin (Turkey).

In this respect, Gani and Niar (2019) have found that Ouled Djellal ewes raised under difficult climatic conditions of the south-west of Algeria are relatively non-seasonal with sometimes only a slight decrease in reproductive activity. Also, in the region of Chlef, the Ouled Djellal ewe presents a sexual activity all year round, even during the light seasonal anoestrus (Taherti et al., 2016; Zidane and Ababou, 2017). This allows us to support the character of the ability to breed off-season in Ouled Djellal breed.

#### **Correlations between hormones**

The relationship between FSH, LH, and testosterone at each season of the year are presented in Table 2.

**Table 2. Pearson's correlations (r) between FSH, LH and testosterone per season in ram seminal plasma.**

| Variables                           | Saison |        |        |        |        |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                     | Spring | Summer | Autumn | Winter |        |
| FSH (mUI/mL) – LH (mUI/mL)          | r      | 0,81** | 0,57*  | 0,64*  | 0,79** |
|                                     | sig    | 0,001  | 0,02   | 0,01   | 0,00   |
| Testosterone (ng/mL) – FSH (mUI/mL) | r      | -0,06  | -0,25  | -0,34  | 0,12   |
|                                     | sig    | 0,84   | 0,33   | 0,22   | 0,67   |
| Testosterone (ng/mL) – LH (mUI/mL)  | r      | -0,04  | -0,34  | -0,34  | 0,35   |
|                                     | sig    | 0,89   | 0,18   | 0,22   | 0,20   |

\*. The correlation is significant at the 0.05 level.

\*\*.. The correlation is significant at the 0.01 level.

The Table 2 shows that the serum FSH levels were significantly correlated with the serum LH levels during all seasons. This indicates a direct relationship between the two variables over the year. Likewise, Lincoln and Davidson (1977) have obtained a parallel variation in the levels of both FSH and LH in adult Soay rams in Scotland.

Also, the Table 2 shows that the correlations testosterone – FSH and testosterone – LH were not statistically significant in all seasons. Tilbrook et al. (1999) have noticed that the testosterone acts on the pituitary gland to suppress the secretion of FSH, and these responses are affected by the season. Testosterone regulates the FSH secretion during the non breeding season, but not during the breeding season. Also, Rhim et al. (1993) have claimed that in Hampshire rams in Urbana (USA), testosterone was significantly correlated to LH in the transition period from breeding to non breeding season and the non breeding season but not in the breeding season. Therefore, this can be

justified by the absence of non breeding season, according to the results of correlations obtained in this study.

#### 4. CONCLUSIONS

The results obtained indicate that the effects of seasonality are minor to negligible, and consequently local rams seem to have a sexual activity all year around in south-west of Algeria. Further studies are needed to go deeper on the reproductive performance of rams raised in this region, including other examinations such as semen examination, scrotal measurement, and libido testing

#### 5. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors sincerely thank all the local breeders who generously offered their animals, for the time spent during sampling, and for their support during this study.

#### 6. REFERENCES

- Ahmad, E., Naseer, Z., Uçan, U., Serin, İ., Ceylan, A., Aksoy, M. (2018). Seasonal variations in sperm acrosome reaction, osmotic tolerance and serum testosterone concentrations in rams. *Animal reproduction science*, 198, 112-120.
- Aller, J.F., Aguilar, D., Vera, T., Almeida, G. P., Alberio, R. H. (2012). Seasonal variation in sexual behavior, plasma testosterone and semen characteristics of Argentine Pampinta and Corriedale rams. *Spanish journal of agricultural research*, 10(2), 345-352.
- Ayad, A. Benhanifia, M. and Benbarek, H. (2018). The ability of human electrochemiluminescence immunoassay to measure testosterone and progesterone in ovine plasma. *Malaysian Journal of Veterinary Research*, 9(1), 22-30.
- Barrell, G. K., Lapwood, K. R., Elgar, H. J. (1987). Seasonality of secretion of follicle stimulating hormone in New Zealand Romney rams and effects of cranial sympathetic ganglionectomy. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 30(4), 439-442.
- Belkhiri, Y., Bouzebda-Afri, F., Bouzebda, Z., Mouffok, C., Djaout, A. (2017). Seasonal variations in reproductive parameters of Ouled Djellal rams in the East of Algeria. *Indian Journal of Animal Research*. DOI: 10.18805/ijar.v0i0F.7266
- Casao, A.; Cebrián, I.; Asumpção, M. E.; Pérez-pé, R.; Abecia, J. A.; Forcada, F.; Cebrián-Pérez, A. J. and Muñoz-Blanco, T. (2010). Seasonal variations of melatonin in ram seminal plasma are correlated to those of testosterone and antioxidant enzymes. *Reproductive biology and endocrinology*, 8(1), 59.
- D'occhio, M. J., Schanbacher, B. D., Kinder, J. E. (1984). Profiles of luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, testosterone and prolactin in rams of diverse breeds: effects of contrasting short (8L: 16D) and long (16L: 8D) photoperiods. *Biology of reproduction*, 30(5), 1039-1054.
- 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 research*, 56(1-3), 189-203.
- Dufour, J. J.; Fahmy, M. H. and Minvielle, F. (1984). Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in rams with long or short breeding season. *Journal of animal science*, 58(2), 416-422.
- Fernandez-Abella, D., Becu-Villalobos, D., Lacau-Mengido, I. M., Villegas, N. Bentancur, O. (1999). Sperm production, testicular size, serum gonadotropins and testosterone levels in Merino and Corriedale breeds. *Reproduction nutrition development*, 39(5-6), 617-624.
- Gani, F., Niar, A. (2019). Seasonal variations of the reproductive activity in local breed's ewes raised in the south-west of Algeria. *Bionature*, 39(2), 116-124.
- Hafez, E.S.E., Hafez, B. (2000). Reproductive Cycles. In: E.S.E. Hafez and B. Hafez Eds, *Reproduction in Farm Animals* (7th edition. pp. 55-67). Lippincott Williams and Wilkins, South Carolina, USA.
- Karsch, F. J., Bittman, E. L., Foster, D. L., Goodman, R. L.; Legan, S. J., Robinson, J. E. (1984). Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. In *Proceedings of the 1983 Laurentian Hormone Conference* (pp. 185-232). Academic Press.
- Kennaway, D. J., Obst, J. M., Dunstan, E. A., Friesen, H. G. (1981). Ultradian and seasonal rhythms in plasma gonadotropins, prolactin, cortisol, and testosterone in pinealectomized rams. *Endocrinology*, 108(2), 639-646.

- Kishk, W. H. (2008). Interrelationship between ram plasma testosterone level and some semen characteristics. *Slovak journal of animal science*, 41(2), 67-71.
- Langford, G. A., Sanford, L. M., Marcus, G. J., Shrestha, J. N. B. (1999). Seasonal cyclic pituitary and testicular activities in rams. *Small Ruminant Research*, 33(1), 43-53.
- Langford, G. A., Shrestha, J. N. B., Sanford, L. M., Marcus, G. J. (1998). Reproductive hormone levels of early postpubertal ram lambs in relation to breed, adult testis size and semen quality. *Small Ruminant Research*, 29(2), 225-231.
- Lincoln, Ga., Davidson, W. (1977). The relationship between sexual and aggressive behaviour, and pituitary and testicular activity during the seasonal sexual cycle of rams, and the influence of photoperiod. *Reproduction*, 49(2), 267-276.
- Mandiki, S. N. M., Derycke, G., Bister, J. L., Paquay, R. (1998). Influence of season and age on sexual maturation parameters in Texel, Suffolk and Ile-de-France rams: 2. Circulating concentrations of follicle stimulating hormone, luteinizing hormone, prolactin and testosterone. *Small ruminant research*, 28(1), 81-88.
- Martin, G B, Walkden-Brown, S W, Boukhliq, R, Tjondronegoro, S, Miller, D. W., Fisher, J. S., Hötzel, M. J., Restall, B. J., Adams, N. R. (1994). Non-photoperiodic inputs into seasonal breeding in male ruminants. *Perspectives in comparative endocrinology*, 574-585.
- Milczewski, V., Chahad-Ehlers, S., Spercoski, K. M., Morais, R. N., Soccol, V. T. (2015). Quantifying the effect of seasonality on testicular function of Suffolk ram in lower latitude. *Small Ruminant Research*, 124, 68-75.
- Misztal, T., Romanowicz, K., Barcikowski, B. (1996). Seasonal changes of melatonin secretion in relation to the reproductive cycle in sheep. *J Anim Feed Sci*, 5, 35-48.
- Nieschlag, E., Simoni, M., Gromoll, J., Weinbauer, G. F. (1999). Role of FSH in the regulation of spermatogenesis: clinical aspects. *Clinical endocrinology*, 51(2), 139-146.
- Ortavant, R., Bocquier, F., Pelletier, J., Ravault, J. P., Thimonier, J., Volland-Nail, P. (1988). Seasonality of reproduction in sheep and its control by photoperiod. *Australian journal of biological sciences*, 41(1), 69-86.
- Rhim T, J., Kuehl, D., Jackson, G. L. (1993). Seasonal changes in the relationships between secretion of gonadotropin-releasing hormone, luteinizing hormone, and testosterone in the ram. *Biology of reproduction*, 48(1), 197-204.
- Rojanasakul, A., Udomsuppayakul, U., Chinsomboon, S. (1994). Chemiluminescence immunoassay versus radioimmunoassay for the measurement of reproductive hormones. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 45(2), 141-146.
- Rosa, H J D., Bryant, M. J. (2003). Seasonality of reproduction in sheep. *Small ruminant research*, 48(3), 155-171.
- Sanford, L. M., Howland, B., Faiman, C., Palmer, W. M. (1976). The profile of follicle-stimulating hormone secretion in the ram. *Canadian Journal of Animal Science*, 56(3), 497-504.
- Sanford, L. M., Palmer, W. M., Howland, B. E. (1977). Changes in the profiles of serum LH, FSH and testosterone, and in mating performance and ejaculate volume in the ram during the ovine breeding season. *Journal of animal science*, 45(6), 1382-1391.
- Sanford, L. M., Palmer, W. M., Howland, B. E. (1982). Influence of age and breed on circulating LH, FSH and testosterone levels in the ram. *Canadian Journal of Animal Science*, 62(3), 767-776.
- Santos, S. I., Sánchez-Dávila, F., Vázquez-Armijo, J. F., Ledezma-Torres, R. A., Del Bosque-González, A. S., Palomera, C. L., Bernal-Barragán, H. (2015). Changes in sexual behaviour and semen quality associated with age and type of enclosure of Saint Croix rams in different seasons of the year. *Italian Journal of Animal Science*, 14(4), 3890.
- Schanbacher, B. D., Lunstra, D. D. (1976). Seasonal changes in sexual activity and serum levels of LH and testosterone in Finish Landrace and Suffolk rams. *Journal of animal science*, 43(3), 644-650.
- Schlatt, S. and Ehmcke, J. (2014). Regulation of spermatogenesis: an evolutionary biologist's perspective. *In Seminars in cell & developmental biology* (Vol. 29, pp. 2-16). Academic Press.
- Taherti, M.; Kaidi, R., Aggad, H. (2016). Variations mensuelles de l'activité sexuelle de la brebis Ouled Djellal élevée dans la région de Chlef, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*. 28 (1).
- Thimonier, J. (1981). Control of seasonal reproduction in sheep and goats by light and hormones. *Journal of reproduction and fertility*. Supplement, 30, 33-45.
- Tilbrook, A. J., De Kretser, D. M., Clarke, I. J. (1999). Seasonal changes in the negative feedback regulation of the secretion of the gonadotrophins by testosterone and inhibin in rams. *Journal of endocrinology*, 160(1), 155.
- Zamiri, M. J., Khodaei, H. R. (2005). Seasonal thyroidal activity and reproductive characteristics of Iranian fat-tailed rams. *Animal Reproduction Science*, 88(3-4), 245-255,
- Zamiri, M J., Khalili, B., Jafaroghli, M., Farshad, A. (2010). Seasonal variation in seminal parameters, testicular size, and plasma testosterone concentration in Iranian Moghani rams. *Small Ruminant Research*, 94(1-3), 132-136.

- Zidane, A., Ababou, A. (2017). Variations hormonales saisonnières de brebis Ouled Djellal dans la région de Chlef, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*. 29(12).
- Zirkin, B. R. (1998). Spermatogenesis: its regulation by testosterone and FSH. In *Seminars in cell & developmental biology* (Vol. 9, No. 4, pp. 417-421). Academic Press.