

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

UNIVERSITE HASSIBA BENBOUALI DE CHLEF

جامعة حسيبة بن بوعلي الشلف

INSTITUT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

معهد العلوم الفلاحية

THÈSE DE DOCTORAT ÈS SCIENCES

En vue de l'obtention du diplôme de doctorat ès sciences

Option : sciences agronomiques

Thème :

**Caractérisation de l'activité sexuelle du bélier et de la brebis de
la race Ouled Djellal élevés dans les conditions
environnementales de la région de Chlef**

Présenté par : **Mr TAHERTI Mourad**

Devant le jury :

Mr M'hammedi Bouzina M.	Professeur	Président
Mr Kaidi R.	Professeur.....	Directeur de thèse
Mr Khellaf D.	Professeur	Examineur
Mr Aichouni A	Maître de conférences.....	Examineur

Année universitaire 2015/ 2016

Résumé

Les caractéristiques de l'activité sexuelle du bélier et de la brebis de la race Ouled Djellal ont été abordées dans le cadre d'une série d'études afin d'apporter des données précises sur la reproduction des races locales en Algérie.

Les variations de la testostéronémie, du diamètre antéro postérieur testiculaire, et les caractéristiques quantitatives du sperme ont été étudiées sur 10 béliers de la race Ouled Djellal élevés dans la région de Chlef (Latitude 36°N). Les prélèvements sanguins, la mesure du diamètre testiculaire et la collecte du sperme ont été réalisés une fois par semaine pendant une année. Les résultats des 03 paramètres sont rassemblés mensuellement et analysés. La testostéronémie moyenne mensuelle est importante toute l'année (3,20 ng/ml), augmente au printemps, est maximum en début d'été ($4,30 \pm 0,50$ ng/ml) et devient faible en automne et hiver pour atteindre une valeur moyenne de $2,14 \pm 0,37$ ng/ml. Le diamètre testiculaire, le volume de l'éjaculat et la concentration spermatique subissent des variations parallèles à la testostéronémie, caractérisées par des niveaux élevés au printemps et début d'été et une chute en automne et hiver.

Durant la même année un échantillon de 10 brebis de la race Ouled Djellal a été choisi pour étudier les variations saisonnières de la progestéronémie et du comportement d'œstrus. L'expérience a duré 12 mois au cours desquels les brebis, sont maintenues vides. Des prélèvements sanguins et dosage de la progestérone plasmatique ont été effectués chaque semaine. Les chaleurs sont détectées par exposition biquotidienne (matin et soir) aux béliers. Les résultats des paramètres ont été aussi rassemblés mensuellement et analysés. Le cycle œstral est de $18 \pm 0,6$ jours et les chaleurs durent $37,3 \pm 5,3$ heures. Il existe un rythme circannuel de la progestérone chez la brebis Ouled Djellal, soumise aux variations normales de la photopériode et de la température. Les concentrations maximales de la progestérone sont observées durant les mois d'avril à juillet ($2,5 \pm 0,3$ ng/ml). Les concentrations minimales sont enregistrées de décembre à février ($1,55 \pm 0,2$ ng/ml). L'activité œstrale suit les mêmes variations que la progestéronémie. En effet, la proportion des brebis ayant manifestées un comportement d'œstrus est de 80% au mois de juillet (valeur maximale) et de 40% (valeur minimale) de décembre à février.

Ces résultats plaideraient en faveur de l'existence d'un rythme saisonnier particulier de fonctionnement de l'hypophyse du bélier et de la brebis de la race Ouled Djellal. La théorie selon laquelle les ovins sont des reproducteurs à jours courts n'est pas forcément applicable à toutes les races ou à tous les biotopes. L'hypothèse que l'activité reproductrice de la race Ouled Djellal est contrôlée par un rythme endogène est engagée.

Mots clés : reproduction, saison, Ouled Djellal, ovin, photopériode, activité

Abstract

The characteristics of the sexual activity of the ram and the ewe of Ouled Djellal breed were approached within the framework of a series of studies in order to bring precise data on their production of the local breed to Algeria.

The seasonal variations of the blood testosterone, the antéro-posterior testicular diameter than the sperm characteristics (volume and concentration) were studied on ten rams of Ouled Djellal breed raised in the region of Chlef. The measures were realized once during one year. The monthly blood testosterone is important during all year (3.20 ng/ml), increasing in spring with its maximum in the beginning of summer and becoming low in autumn / winter. The testicular diameter, the volume of the ejaculum and the spermatic concentration undergoes variations parallel to the blood testosterone, characterized by high levels in spring / summer and fall in autumn / winter.

During the same year a sample of 10 ewes Ouled Djellal was selected to study the seasonal variations of the progesteronemia and the oestrus activity behavior of estrus (behavior of oestrus). The experiment lasted 12 months during which the ewes are maintained empty. Blood samples and proportioning of plasmatic progesterone were carried out each week. Heats are detected by twice-daily exposure (morning and evening) to the rams. The results of the parameters were gathered monthly and analyzed. The oestrus cycle is of 18 ± 0.6 days and the heats (oestrus) last 37 ± 5.3 hours. It seems that there exists a circannual rhythm of progesterone secretion in ewe Ouled Djellal, subjected to the normal variations of the photoperiod and the temperature. The maximum concentrations of progesterone are observed during the months from April to July (2.5 ± 0.3 ng/ml). The minimal concentrations are recorded from December to February (1.55 ± 0.2 ng/ml). The oestrus activity (behavior oestrus) follows the same variations as the progesterone. Indeed, the proportion of the ewe having expressed a behavior of oestrus is 80% in July (maximum value) and 40% from December to February (minimum value).

These results reflect existence of a particular seasonal rhythm of functioning of the pituitary gland of the Ouled Djellal breed. The theory according to which sheep races are breeders in the short days is not necessarily applicable to all the breeders or to all biotopes. The assumption that the reproductive activity of the Ouled Djellal breed is controlled by endogenous rhythm is committed.

Key words: reproduction, season, ouled Djellal, sheep, photoperiod, activity

REMERCIEMENTS

Mes gracieux remerciements s'adressent à DIEU, notre créateur tout puissant qui m'a donné la volonté, la patience et fourni l'énergie nécessaire pour mener à bien ce travail.

Ce travail a été revu, rectifié et approuvé par mon directeur de thèse : Monsieur **Kaidi R.**, Professeur à l'institut des sciences vétérinaires de Blida, je le remercie d'abord pour m'avoir fait confiance, en acceptant de m'encadrer et de me diriger, ensuite pour ses orientations judicieuses. Sa passion, sa patience, son professionnalisme et son écoute ont fait de moi un vrai doctorant. Faire un doctorat sous sa direction a été non seulement une école scientifique, mais aussi une école de vie. Aucun mot sur cette page ne pourrait exprimer toute ma gratitude. Merci Monsieur Kaidi, vous trouvez ici l'expression de ma gratitude et de mon profond respect.

J'exprime mes plus vifs remerciements, ma reconnaissance toute particulière à l'égard de Monsieur **M'hammedi Bouzina M.**, Professeur à l'institut des sciences agronomiques de Chlef, pour avoir accepté de présider le jury.

Ma vive reconnaissance s'adresse également à Monsieur **Khelaf D.**, Professeur à l'école nationale des sciences vétérinaires d'Alger, pour m'avoir honoré, en acceptant d'examiner ce travail.

Qu'il me soit aussi permis de remercier sincèrement Monsieur **Aichouni A.**, Maître de conférences à l'institut des sciences agronomiques, pour avoir bien voulu accepter de faire partie du jury.

Mes remerciements s'adressent également au personnel de la station expérimentale et aux étudiants de la spécialité biologie de la reproduction du département de biologie qui m'ont épaulé dans les diverses tâches du protocole expérimental.

Liste des abréviations

CS: circonférence scrotale

CVMS : consommation volontaire de la matière sèche

D.S.A : direction des services agricoles

ELISA : enzyme-Linked immunosorbent assay

EDTA : Ethylène Diamine Tetraacétique acide

FSH : follicle stimulating hormone

GnRH: gonadotrophine-releasing hormone

ha : hectare

IA : insémination artificielle

IGF1 : Insulin like Growth Factor1

JC: jours courts

JL: Jours longs

L: lumière

LH: luteinizing hormone

LH-RH : gonadotrophine-releasing hormone

Lum : lumière

MEL : mélatonine

N: noirceur

ng/ml : nanogramme/millilitre

Pg/ml: picogramme/millilitre

SAU : surface agricole utile

UGB : unité gros bétail

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition mensuelles des moyennes des températures et des durées d'éclairement solaire dans la région de Chlef durant l'année 2011.....	61
Tableau 2 : les variations saisonnières de la testostéronémie chez le bélier Ouled Djellal....	70
Tableau 3 : variations saisonnières du diamètre testiculaire chez le bélier Ouled Djellal.....	71
Tableau 4 : variations saisonnières du volume de l'éjaculat chez le bélier Ouled Djellal.....	72
Tableau 5 : variations saisonnières de la concentration en spermatozoïdes chez le bélier Ouled Djellal.....	74
Tableau 6 : la corrélation entre les paramètres étudiés.....	76
Tableau 7 : Variations mensuelles de la progestéronémie chez la brebis Ouled Djellal.....	83
Tableau 8 : Variations mensuelles du pourcentage des brebis manifestant un comportement d'œstrus.....	85
Tableau 9 : Durée du cycle œstral et de la durée de l'œstrus des brebis Ouled Djellal.....	87
Tableau 10 : Variations mensuelles des paramètres étudiés et les conditions de l'environnement chez la brebis Ouled Djellal.....	88

Liste des figures

Figure 1 : Variation saisonnière du poids testiculaire et de la production spermatique chez les béliers de race Île-de-France.....	9
Figure 2 : Variation saisonnière de l'activité sexuelle chez les brebis Île-de-France.....	10
Figure 3 : Schéma représentatif du cycle œstral chez les brebis.....	11
Figure 4 : Patron de sécrétion de la mélatonine en fonction de la durée nocturne	13
Figure 5 : Variations saisonnières de la testostérone chez le bélier Ouled Djellal.....	71
Figure 6 : variations saisonnières du diamètre testiculaire chez le bélier Ouled Djellal.....	72
Figure 7 : Variations saisonnières du volume de l'éjaculat chez le bélier Ouled Djellal.....	73
Figure 8 : Variations saisonnières de la concentration en spermatozoïdes chez le bélier Ouled Djellal.....	74
Figure 9 : Variations saisonnières de paramètres étudiés comparés aux conditions Climatiques.....	80
Figure 10 : profile de variations saisonnières de la progestéronémie chez la brebis Ouled Djellal.....	84
Figure 11 : Variations mensuelles du nombre de brebis en oestrus et nombre total d'oestrus.....	86
Figure 12 : Variations saisonnières de l'activité reproductrice comparée aux conditions de l'environnement chez la brebis Ouled Djellal.....	89

Liste des annexes

Annexe 1 : Variations mensuelles et individuelles de la testostéronémie des 10 béliers de la race Ouled Djellal

Annexe 2 : Variations mensuelles et individuelles du diamètre testiculaire des 10 béliers de la race Ouled Djellal

Annexe 3 : Variations mensuelles et individuelles du volume de l'éjaculat des 10 béliers de la race Ouled Djellal

Annexe 4 : Variations mensuelles et individuelles de la concentration en spermatozoïdes des 10 béliers de la race Ouled Djellal

Annexe 5 : Variations mensuelles et individuelles de la progestéronémie des 10 brebis de la race Ouled Djellal

Annexe 6 : Répartition mensuelle et individuelle du nombre d'oestrus des 10 brebis de la race Ouled Djellal

Annexe 7 : Variations mensuelles et individuelles de la testostéronémie des 10 béliers de la race Ouled Djellal

Annexe 8 : Variations mensuelles et individuelles du diamètre testiculaire des 10 béliers de la race Ouled Djellal

Annexe 9 : Variations mensuelles et individuelles du volume de l'éjaculat du sperme des 10 béliers de la race Ouled Djellal

Annexe 10 : variations mensuelles et individuelles de la concentration en spermatozoïdes des 10 béliers de la race Ouled Djellal

Annexe 11 : Variations mensuelles et individuelles de la progestéronémie des 10 brebis de la race Ouled Djellal

Liste des photos

Photo 1 : Le lot de béliers expérimental.....	62
Photo 2 : Le lot de brebis expérimental.....	62
Photo 3 : Méthode de prélèvements sanguins.....	64
Photo 4 : Lecteur de l'appareil ELISA.....	65
Photo 5 : Mesure du diamètre antéro postérieur testiculaire.....	66
Photo 6 : Support de contention de la brebis induite.....	66
Photo 7 : Vagin artificiel de type ovin.....	67
Photo 8 : Appareil de mesure de la concentration spermatique.....	68

Table des matières

Introduction

Partie 1 : Revue bibliographique

1- Aperçu général sur l'élevage dans la région de Chlef	2
1.1- L'élevage des ruminants dans la région de Chlef	2
1.2- Le système d'élevage des ruminants.....	2
2- Caractéristiques et organisation de l'élevage ovin dans la région de Chlef.....	3
2.1- Répartition de l'élevage ovin dans la région de Chlef.....	3
2.2- Races exploitées.....	4
2.3- La taille des exploitations	4
2.4- La taille du troupeau ovin.....	5
2.5- La pratique de l'élevage ovin.....	5
2.6- Alimentation des animaux.....	6
2.7- Reproduction des ovins.....	7
2.8- Calendrier des mises bas.....	7
3- Reproduction saisonnière chez les ovins.....	8
3.1- Les variations annuelles de la reproduction des animaux saisonniers.....	8
3.2- Les variations annuelles de la reproduction chez le bélier.....	9
3.3- Les variations annuelles de la reproduction chez la brebis.....	10
4. Facteurs environnementaux et endogènes contrôlant la reproduction saisonnière.....	11
4.1- Action de la lumière sur la saisonnalité.....	11
4.2- Effet indirect de la lumière sur la saisonnalité.....	14
4.3- Effet direct de la lumière sur la saisonnalité.....	15
5- Effets physiologiques des variations saisonnières chez le bélier.....	16
5.1- Sur la libido.....	16
5.2- Sur les mesures testiculaires.....	17
5.3- Sur la qualité de la semence.....	18

6- Etat photoréfractaire chez le bélier.....	20
7- Effet de la photopériode sur la reproduction de la brebis.....	21
7.1- Le rythme de reproduction endogène chez la brebis.....	21
7.2- L'état photoréfractaire chez la brebis.....	22
7.3- Historique photopériodique et variations saisonnières chez la brebis.....	23
8- Autres effets de la photopériode chez la brebis.....	25
8.1- Effet sur le métabolisme basal	25
8.2- Effet sur le comportement alimentaire et sur l'alimentation.....	25
8.3- Effet sur la sécrétion de la prolactine.....	27
8.4- Effet sur la production laitière.....	28
9- Autres facteurs affectant la reproduction la reproduction chez les ovins.....	32
9.1- La température.....	32
9.2- L'effet bélier.....	34
9.3- La race	35
9.4- L'état corporel et l'âge.....	35
9.5- La latitude.....	35
10- Programmes photopériodiques pour contrôler la reproduction des béliers.....	36
10.2- Programmes photopériodiques de séquences longues.....	39
10.3- Programmes photopériodiques fractionnés.....	43
10.4- Programmes photopériodiques de séquences courtes.....	44
11- Programmes photopériodiques réalisés chez les brebis.....	47
11.1- Programmes photopériodiques réalisés en contre-saison.....	47
11.2- Programmes photopériodiques réalisés sur une base annuelle.....	51
Conclusion.....	59
Hypothèses et objectifs de l'étude.....	60

Partie 2 : Etude expérimentale

I- Matériel et méthode

1- Matériel biologique.....	61
1.1- Milieu.....	61
1.2- Animaux.....	61
1.2.1- Les béliers.....	61
1.2.2- Les brebis.....	62
1.3- Les conditions d'élevage.....	63
1.4- Les caractéristiques de la race Ouled Djellal.....	63
2- Méthode d'étude.....	64
2.1- Paramètres mesurés chez le bélier.....	64
2.1.1- Mesure de la testostéronémie.....	64
2.1.1.1- Les prélèvements sanguins.....	64
2.1.1.2- Méthode de dosage.....	64
2.1.2- Mesure du diamètre antéro postérieur testiculaire.....	65
2.1.3- Mesure des caractéristiques quantitatives du sperme.....	66
2.1.3.1- Le volume de l'éjaculat.....	67
2.1.3.2- La concentration en spermatozoïdes.....	67
2.2- Paramètres mesurés chez la brebis.....	68
2.2.1- Mesure de la progestéronémie.....	68
2.2.1.1- Les prélèvements sanguins.....	68
2.2.1.2- Méthode de dosage.....	68
2.2.2- Mesure de l'activité œstrale.....	69

II- Résultats et discussion chez le bélier

1- Résultats.....	70
1.1- Variations saisonnières de la testostéronémie.....	70
1.2- Variations saisonnières du diamètre antéro postérieur testiculaire.....	71
1.3- Variations saisonnières des caractéristiques quantitatives du sperme.....	72
1.3.1- Variations saisonnières du volume de l'éjaculat.....	72
1.3.2- Variations saisonnières de la concentration en spermatozoïdes.....	74
2- Discussion.....	75
2.1- Facteurs endogènes.....	78
2.2- Facteurs exogènes.....	79
2.2.1- la nutrition.....	79
2.2.2- la température.....	80
2.2.3- la lumière.....	81

III- Résultats et discussion chez la brebis

1- Résultats.....	83
1.1- Variations saisonnières de la progestéronémie.....	83
1.2- Variations saisonnières de l'activité œstrale.....	85
2- Discussion.....	88
2.1- Sensibilité du complexe hypothalamo-hypophysaire aux stéroïdes ovariens.....	90
2.2- Effet de la prolactine.....	91
2.3- Action de la photopériode.....	91
2.4- Rythme endogène.....	92
2.5- Effet de l'état photoréfractaire.....	93
2.6- Effet de la nutrition.....	94
2.7- Effet de la température.....	95

Conclusion générale	96
----------------------------------	----

Références bibliographiques

Annexe

Introduction

Chez les animaux, en particulier chez les ovins, la connaissance de l'activité sexuelle est essentielle aussi bien pour des pratiques d'élevage que pour la connaissance des potentiels des races.

La plupart des mammifères domestiques présentent des variations saisonnières de leurs activités sexuelles. Le mouton a été particulièrement étudié en Europe (Pelletier et Ortavant, 1967 ; Garnier et al., 1977 ; Colas et al., 1985 ; Ebling et Lincoln., 1985), en Amérique du nord (D'occhio et al., 1982 ; Schanbacher et Ford, 1979 ; Schanbacher et al., 1985) et dans l'hémisphère sud, en Australie et en Nouvelle Zélande (Sanford et al., 1978 ; Wilson et Lapwood, 1978).

En Algérie, Darbeida (1980) et Darbeida et Brudieux (1984) rapportent des variations saisonnières de la testostéronémie et de son métabolite actif la dihydro-testostérone puis celles de la production de la testostérone et de la prolactine chez le bélier Ouled Djellal vivant dans la région d'Alger, Hamouli (1987) celles de la testostéronémie et de la prolactinémie chez le bélier de la race de Tadmit à Djelfa et récemment Benyounes et Lamrani (2013) celles de la progestéronémie de la brebis Ouled Djellal dans l'Est Algérien.

Dans ce cadre, il nous paru intéressant de caractériser l'activité sexuelle de la race Ouled Djellal par la mise en évidence d'éventuelles variations saisonnières de l'activité exocrine et endocrine des gonades du bélier et de la brebis Ouled Djellal élevées dans la région de Chlef à latitude 36°N et aux conditions climatiques différentes des autres régions d'Algérie et par là, de compléter nos connaissances sur les potentialités reproductrices de nos races locales.

Après avoir brièvement rappelé les principales données relatives à l'activité sexuelle des animaux domestiques, nous tenterons de faire le point sur l'existence des variations saisonnières de cette activité chez les ovins. Nos résultats sont présentés en 2 parties : la première, rapporte les variations saisonnières de la testostéronémie, du diamètre testiculaire et les caractéristiques du sperme chez le bélier ; la seconde, celles de la progestéronémie et de l'activité œstrale chez la brebis. Enfin, après une comparaison de nos résultats à ceux des autres auteurs, nous discuterons des rôles possibles des différents facteurs de l'environnement dans le déterminisme des variations saisonnières de l'activité reproductrice du bélier et de la brebis de la race Ouled Djellal.

1. Aperçu général de l'élevage dans la région de Chlef

1.1- L'élevage des ruminants dans la région de Chlef

La région de Chlef possède de grandes potentialités pour le développement de l'activité agricole. La wilaya de Chlef a été pour longtemps le grenier du pays grâce à ses terres fertiles (plaines du moyen Cheliff) qui assurent des productions agricoles importantes pour sa population et celles des régions voisines.

Le Cheptel animal de la wilaya s'élevait en 2011 à : (D.S.A., 2011)

- 175.176 têtes d'ovins
- 32.521 têtes de bovins
- 52.521 têtes de caprins

1.2- Le système d'élevage des ruminants

Dans la région de Chlef, les trois espèces animales, bovine, ovine, et caprine coexistent, mais le poids relatif de l'UGB ovine par rapport aux autres espèces indiquerait un degré de spécialisation ovine qui est associé dans la plupart des cas à quelques têtes bovines et caprines (Talbi, 1996). En effet, Taherti (1996), a montré que la production ovine est plus fréquente avec 40% contre 34,12% pour l'élevage possédant à la fois des ovins et des bovins, des ovins et des caprins (11,76%) et des ovins, bovins et caprins (14,12%). La diversification de la production animale au sein de la même exploitation est justifiée par la qualité de chaque espèce au niveau de l'utilisation des facteurs de production et aussi pour répondre aux exigences suivantes :

- Disposition d'une vaste surface herbagère
- La recherche par les éleveurs des revenus supplémentaires
- La présence d'une main d'œuvre familiale importante
- Disponibilité de bâtiment d'élevage

La compétition entre les espèces est remarquée, plus on s'éloigne de la plaine vers la montagne (Taherti, 1996). Selon le même auteur, les éleveurs de moyennes et hautes altitudes préfèrent plutôt l'extensification et l'association entre les espèces avec un élevage de taille modeste. Ceux de la plaine cherchent une intensification relative de l'élevage ovin par l'augmentation de la taille.

Dans la région, deux grandes orientations du système de production des exploitations dans lesquelles, l'élevage ovin reste prépondérant peuvent être mis en évidence (Baadoud, 1996) :

① L'élevage ovin exclusif : est rencontré dans la zone de plaine dotée d'un très bon parcellaire et bien équipé en ce qui concerne les bâtiments d'élevage, la force du travail et le matériel agricole.

② L'élevage mixte : c'est un élevage familial, implanté dans les différentes zones de la région avec des structures de production très sommaire : main d'œuvre familiale, bâtiments d'élevage traditionnel et matériel agricole réduit.

En ce qui concerne l'alimentation on dénote une association fondamentale : élevage – agriculture dont la céréaliculture occupe une superficie considérable soit 46% de la SAU (surface agricole utile) (Taherti, 1996). Selon Zidane (1994), le système alimentaire prédominant est celui de la jachère associée à la céréaliculture, ensemble ils forment une grande partie dans l'alimentation des ruminants dans la wilaya de Chlef.

2. Caractéristiques et organisation de l'élevage ovin dans la région de Chlef

2.1. Répartition de l'élevage ovin dans la région de Chlef

Dans la région de Chlef, l'élevage ovin est réparti dans différentes zones écologiques et placés dans différentes conditions du milieu, permettant ainsi une meilleure optimisation de ce type d'élevage,

▪ Zone de plaine :

En raison des conditions du milieu très favorable dont bénéficie cette zone (pluviométrie, étendue et nature des sols, 56% de la SAU est occupée par la céréaliculture.....). L'élevage ovin occupe une place de première importance avec un effectif d'environ 100.000 têtes soit environ 63% de l'ensemble du cheptel animal (Achour, 1992).

▪ Zone de piémonts :

L'élevage ovin est prédominant par rapport aux autres élevages avec un effectif de 43.794 têtes soit 25% du total cheptel, l'importance des superficies cultivables (la céréaliculture occupant 46,65% de la SAU) et les espaces naturels rendent possible le maintien de cette spéculation ainsi que son développement dans cette zone.

▪ **Zone de hautes altitudes (zone de montagne)**

Marquée par un relief très diversifié constitué par une juxtaposition de montagnes aux altitudes moyennes atteignant 600 à 1100 m, une pente supérieure à 12% et un terrain accidenté, plus de 50% de la population est occupée dans le secteur agricole (Achour, 1992). L'élevage ovin avec un effectif de 21.382 têtes soit 12% du total cheptel ovin, occupe une place de choix. Il est considéré comme l'une des activités les plus répandues dans la zone. L'étendue et la richesse des espaces naturels favorisent le développement de ce type d'élevage.

2.2. Races exploitées

D'après Boutonnet (1989), le choix de la race dépend de l'orientation de l'élevage et ses productions. Il est aussi fonction de la région et de ses composantes édapho-climatiques (Bourbouze, 1987).

Le cheptel national est composé essentiellement de trois races, représenté respectivement par 58% de la race Ouled Djellal, 21% de la race Hamra et 12% de la race Rembi (Kerboua et al., 2003).

Dans la wilaya de Chlef, on ne trouve pas une race typique. Ce qui existe réellement est une "population" très hétérogène appelée communément par les éleveurs la "ARBIA", qui est le résultat d'un croisement entre Ouled Djellal et les produits locaux (Mohammedi Bouzina, 1991). Selon le même auteur la cause principale de cette hétérogénéité est les grands flux d'animaux et les croisements non contrôlés.

2.3. La taille des exploitations

Les études sur le tissu d'exploitation de la région de Chlef ont montré que les exploitations sont pour la plupart de faibles dimensions. En effet, Taherti (1996), a montré que plus de 40% des exploitations ont une surface agricole utilisée inférieure à 10 hectares et 34% ont moins de 50 hectares. Les exploitations de plus de 50 hectares sont peu nombreuses (12,94%) et 11,76% dépassant 100 hectares. Selon le même auteur, l'étude de la taille de l'exploitation par zone écologique, montre que les grandes exploitations (> 100 ha) sont localisées dans la zone de plaine et les moyennes à faibles exploitations (< 50 ha) sont localisées dans la zone piémonts/montagne.

2.4. La taille du troupeau ovin

La synthèse des différents travaux de recherche menés dans la région de Chlef, en particulier ceux de Mohammedi Bouzina, 1991 ; Achour, 1992 ; Ahmaïdi, 1992 ; Taherti, 1996 montre qu'il existe trois types d'exploitations en termes de taille de troupeaux ovins :

① Les exploitations de petites tailles, les plus dominantes dans la région, détenant des élevages familiaux de petites tailles situés en majorité dans la zone de moyennes et hautes altitudes

② Les exploitations de taille moyenne, se localisant dans la zone de plaine et moyenne altitude (piémont). Elles ont une surface agricole plus ou moins importante par rapport au premier groupe.

③ Les exploitations de grande taille, représentent un taux faible par rapport aux deux autres. Elles détiennent une taille d'élevage importante de même qu'une SAU importante (supérieure à 100 ha) Selon les mêmes auteurs, trois types d'élevage sont identifiés dans la région de Chlef, premièrement des éleveurs possédant de petits troupeaux familiaux n'excédant guère 30 têtes, n'élevant pas ou peu de mâles. Le deuxième type, des éleveurs qui n'élèvent pas ou peu de femelles, c'est le cas le plus fréquent des éleveurs de petite taille de la zone de plaine. Cependant, le troisième type, c'est des éleveurs possédant un troupeau de taille importante n'élèvent outre les femelles, tout ou une partie des mâles.

2.5. La pratique de l'élevage ovin

L'analyse des données issues des enquêtes menées au niveau de la région de Chlef (Zidane, 1994 ; Samer, 1995 ; Taherti, 1996), menées dans la région de Chlef montrent qu'il existe deux déplacements du troupeau :

① Les déplacements saisonniers : durant l'année, les ovins peuvent utiliser différents types de pâturage. Le déplacement des troupeaux ovins dans la zone de plaine est limité dans l'espace, les secteurs visités par les troupeaux sont caractérisés par l'étendue des parcelles et la présence exclusive des espaces herbacés. Par contre dans la zone de moyennes et hautes altitudes, les secteurs visités sont variables et marqués surtout par la présence d'une strate herbacée (Zidane, 1994). Cependant, dans la période estivale, les chaumes de céréales revêtent des ressources alimentaires d'une grande importance. Le pâturage sur cette dernière débute en juin jusqu'à la fin d'automne.

② Les déplacements quotidiens (sédentaires) : la sédentarisation est typique pour les éleveurs de la wilaya de Chlef, comme c'est le cas de tous les éleveurs du nord Algérien (Mohammedi Bouzina, 1991). Selon l'auteur, les déplacements quotidiens dans la région a pour raison de s'alimenter et s'abreuver. Le plus souvent, ils sont organisés à proximité de l'exploitation où à une seule formation végétale à l'alimentation du troupeau contrairement aux déplacements saisonniers.

2.6. Alimentation des animaux

L'alimentation dans sa toute globalité est régie par deux modes qui sont les résultantes de certaines critères liés d'une part aux propres conditions des exploitations (SAU, altitude, géographie...) et d'autre part à la disponibilité fourragère conditionnée par les différentes saisons au cours de l'année (Mayoufi, 1999).

Ces deux modes sont :

- Le pâturage
- L'alimentation à l'auge

La gestion du pâturage ne peut se faire qu'en référence aux différentes périodes et lieux de pâturage que l'éleveur distingue et en relation avec les aliments distribués en bâtiment d'élevage.

C'est dans ce contexte que plusieurs travaux de recherche menés dans ce domaine (Boubekeur, 1992; Zidane, 1994 ; Djebbar, 1999), ont pu ressortir deux périodes essentielles étalées sur six mois.

- Période printanière (mars, avril, mai) : selon les mêmes auteurs, cette période est une séquence alimentaire très courte, qui s'effectue sur les prairies naturelles, les jachères et les parcelles d'orge en vert en cas d'une bonne année.
- Période estivale (juin, juillet, août) : les chaumes de céréales constituent les principales ressources alimentaires durant cette période pour l'ensemble des exploitations. Cette séquence alimentaire est considérée comme la plus longue par rapport aux autres séquences (Djebbar, 1999).

Cependant, l'alimentation à l'auge correspond à la période hivernale. Au cours de cette dernière, les fourrages se consomment en sec en plus de la complémentation. C'est la période où les conditions climatiques imposent l'utilisation des bâtiments d'élevage.

Dans les différentes zones de la région, les fourrages sont représentés principalement par l'association vesce-avoine et la paille. La complémentation est tributaire des moyens financiers des exploitations et ne concerne que les périodes hivernales et automnales et un degré moindre la période printanière en raison des agnelages et l'été lorsqu'il ne reste plus rien sur les parcours (Djender., 1997).

2.7. Reproduction des ovins

Selon Taherti, 1996, il existe trois modes de reproduction :

- Une lutte de printemps prolongée par une lutte d'été, ainsi qu'une lutte de rattrapage en automne
- Une lutte d'automne et de printemps
- Une lutte continue

Dans le premier système, les éleveurs cherchent à faire coïncider les périodes les périodes de forts besoins des mères avec les périodes où les dispositions alimentaires de l'exploitation sont maximales, la recherche d'un agnelage d'automne groupé et précoce (Guemidi, 1993).

Le deuxième mode de reproduction est connu par l'accélération des rythmes de mises bas avec plusieurs périodes de lutte bien définies au cours de l'année (Taherti, 1996). L'accélération des rythmes de reproduction est basée sur la rusticité de la race Ouled Djellal et ses dérivées et la longueur de sa saison sexuelle (Zidane, 1994).

Le troisième système se caractérise par la présence permanente des béliers dans le troupeau. Le but recherché vise surtout une simplification de la conduite de l'élevage.

2.8. Calendrier des mises bas

Les agnelages au niveau de la région de Chlef se concentrent en automne, ce qui veut dire que les saillies fécondantes ont généralement lieu pendant la période de bonne alimentation à savoir la période des chaumes (Drizi, 1993).

Les éleveurs de la région de Chlef choisissent cette période des mises bas pour la production des agneaux élevés en bergerie, finis et vendus assez lourds avant les fortes chaleurs (Taherti, 1996).

3. Reproduction saisonnière chez les ovins

3.1. Les variations annuelles de la reproduction des animaux saisonniers

L'activité reproductrice de la plupart des animaux domestiques originaires des zones tempérées présente des variations saisonnières. Ces variations sont plus ou moins marquées selon les espèces. Les chevaux et les petits ruminants présentent des périodes d'arrêt complet de leur reproduction, tandis que les bovins et les porcins sont peu saisonnés (Ortavant et al., 1985). Le climat parfois rigoureux et les variations annuelles de la disponibilité de nourriture observées en latitude tempérée ont amené plusieurs espèces animales à s'adapter à l'environnement dans lequel elles évoluaient. Ainsi, l'hibernation, la déposition de tissu adipeux lors des saisons froides, les changements du pelage et la modification du métabolisme basal sont quelques unes des réponses physiologiques exprimées par certaines espèces afin de survivre aux aléas de leur environnement (Lincoln, 1998; Argo *et al.*, 1999; Thiéry et al., 2002).

Chez les animaux saisonniers, le moment de la reproduction s'intègre également dans ce processus de survie et d'adaptation à l'environnement. En effet, la reproduction saisonnière favorise la parturition à un moment idéal, habituellement au printemps, moment où le climat est plus propice et la nourriture abondante afin d'assurer la survie de la progéniture et de la mère (Lincoln et Short, 1980; Sweeney et al., 1995).

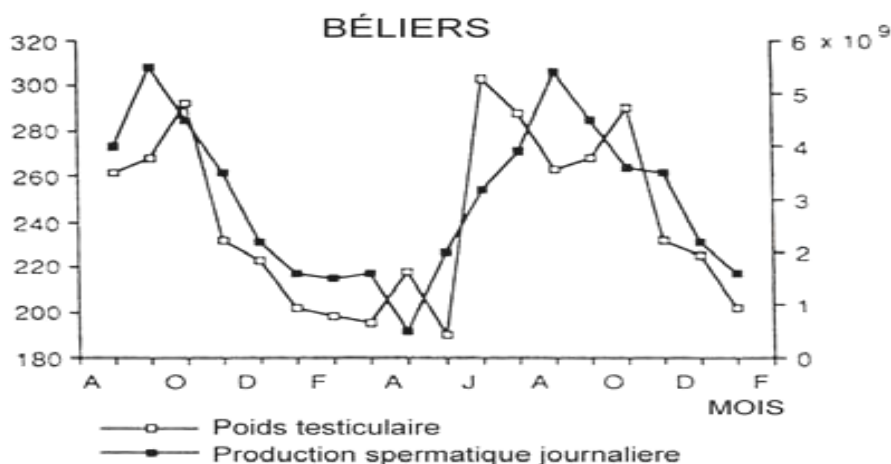
Dans les espèces couramment utilisées en agriculture, la domestication a atténué plusieurs de ces comportements saisonniers (Thiéry *et al.*, 2002). Cependant, bien que la domestication des ovins remonte à plusieurs siècles, cette espèce exprime toujours des variations saisonnières importantes de la reproduction. Au cours de l'évolution, la sélection des ovins dans de larges troupeaux aurait rendu le processus de domestication moins efficace que chez les bovins par exemple, où la sélection était ciblée à l'individu (Thiéry *et al.*, 2002).

De nos jours, l'espèce ovine est toujours considérée comme une espèce saisonnière, ses mécanismes reproductifs endogènes étant très sensibles à l'environnement immédiat. Chez les ovins, ce phénomène de sensibilité à l'environnement cause des variations saisonnières importantes de l'activité sexuelle et ce, tant chez les mâles que chez les femelles.

3.2. Les variations annuelles de la reproduction chez le bélier

Chez les béliers, des variations saisonnières de l'activité sexuelle sont également présentes, mais de façon moins marquée que chez les brebis (Lincoln *et al.*, 1990; Lincoln, 1998; Thiéry *et al.*, 2002). Bien que les mâles soient potentiellement capables de se reproduire toute l'année, leur activité sexuelle, endocrinienne et spermatogénique, baisse fortement d'intensité au printemps et en été (Colas, 1980; Colas *et al.*, 1984; Pelletier et Almeida, 1987). Les jours longs ou croissants ont un effet inhibiteur sur l'axe hypothalamo-hypophyso-testiculaire. En effet, au printemps et en été, on observe une baisse de la sécrétion de testostérone, de FSH et de LH (Langford *et al.*, 1987; Pelletier et Almeida, 1987), une augmentation importante des anomalies morphologiques des gamètes (Colas, 1980) ainsi qu'une chute considérable de la quantité de spermatozoïdes dans la semence (Dacheux *et al.*, 1981). Les jours courts sont par ailleurs stimulateurs de l'activité sexuelle chez les mâles. Ainsi, à l'approche de la saison automnale et durant la fin de saison estivale, on observe une stimulation de l'activité sexuelle chez les mâles. En effet, durant cette période de l'année, on note une hausse de la fréquence de sécrétion de LH et de testostérone ainsi qu'une augmentation de la croissance testiculaire (Lindsay *et al.*, 1984). Les béliers de la plupart des races ovines exhibent des variations saisonnières de l'activité sexuelle. Chez les béliers, le poids testiculaire est généralement maximal lors de la saison de reproduction et minimal à la fin de l'hiver (Figure 1). Ce paramètre est souvent considéré comme une variable représentative de la présence d'une activité saisonnière chez les béliers.

Figure 1 : Variation saisonnière du poids testiculaire et de la production spermatique chez les béliers de race Île-de-France.

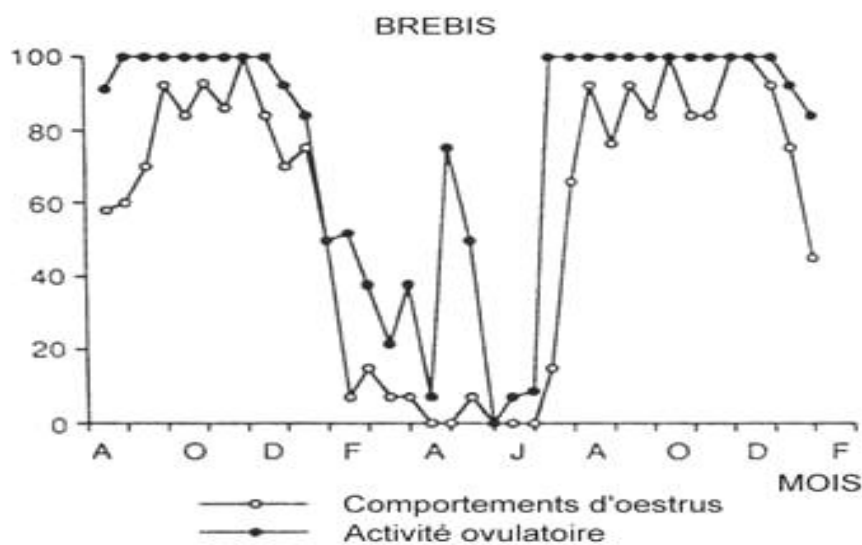


Chemineau *et al.* (1992)

3.3. Les variations annuelles de la reproduction chez la brebis

Chez la plupart des races ovines, l'activité ovarienne et œstrale des brebis débute à la fin de l'été et durant l'automne, pour se terminer à la fin de l'hiver et au printemps (Hafez, 1952; Thimonier et Mauléon, 1969; Robinson et Karsch, 1984; Ortavant *et al.*, 1985). Cette période de reproduction est la période d'œstrus, caractérisée par la cyclicité et la réceptivité sexuelle des femelles. Durant le printemps et l'été, la saison d'anoestrus s'installe (Figure 2).

Figure 2 : Variation saisonnière de l'activité sexuelle chez les brebis Île-de-France.



Chemineau *et al.* (1992)

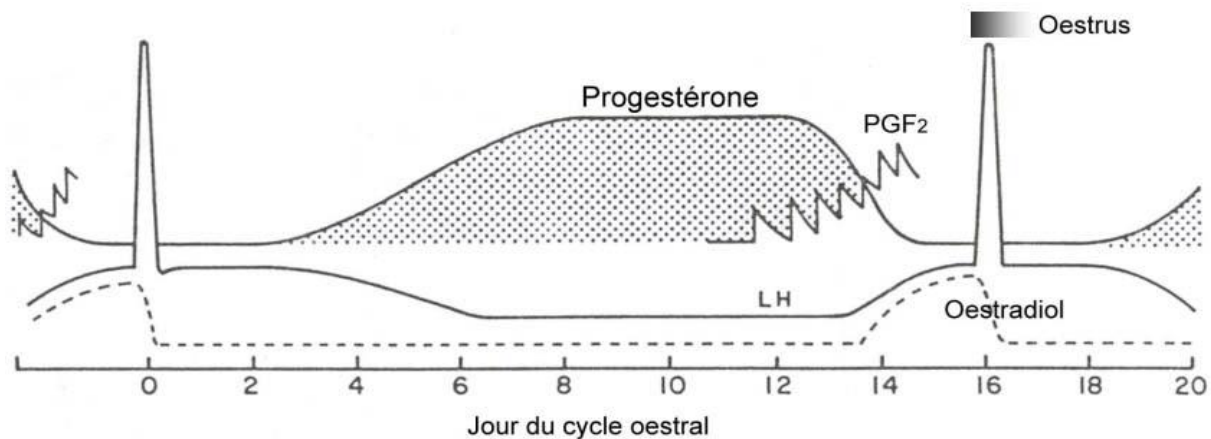
La saison d'anoestrus, caractérisée par l'absence de comportement œstral et d'activité ovarienne, peut varier en durée et en intensité entre les races (Thimonier et Mauléon, 1969; Thiéry *et al.*, 2002). Puisque la saison œstrale des moutons débute généralement lorsque la durée du jour diminue et se termine lorsque les jours s'allongent, les ovins sont qualifiés «d'espèce saisonnière de jours courts» (Yeates, 1949; Hafez, 1952).

Les brebis sont considérées comme des polyœstriennes saisonnières, c'est à dire que leur cycle annuel de reproduction est caractérisée par la succession de plusieurs cycles œstraux d'une durée d'environ 16 à 18 jours durant une partie de l'année (automne et hiver), qui est suivie d'une période anoestrals (printemps et été), où on observe une absence complète des cycles ovariens (Yeates, 1949; Hafez, 1952).

Les chercheurs Legan et Karsch (1979) ont bien décrit les mécanismes physiologiques impliqués dans la reproduction saisonnière des brebis. Durant la période de reproduction, les

cycles œstraux successifs sont composés d'une phase lutéale de 12 à 14 jours et d'une phase préovulatoire ou «phase de croissance folliculaire» de 3 à 4 jours. La Figure 3 montre comment le cycle œstral des brebis évolue dans le temps.

Figure 3 : Schéma représentatif du cycle œstral chez les brebis.



Goodman (1988)

4. Facteurs environnementaux et endogènes contrôlant la reproduction saisonnière

4.1. Action de la lumière sur la saisonnalité

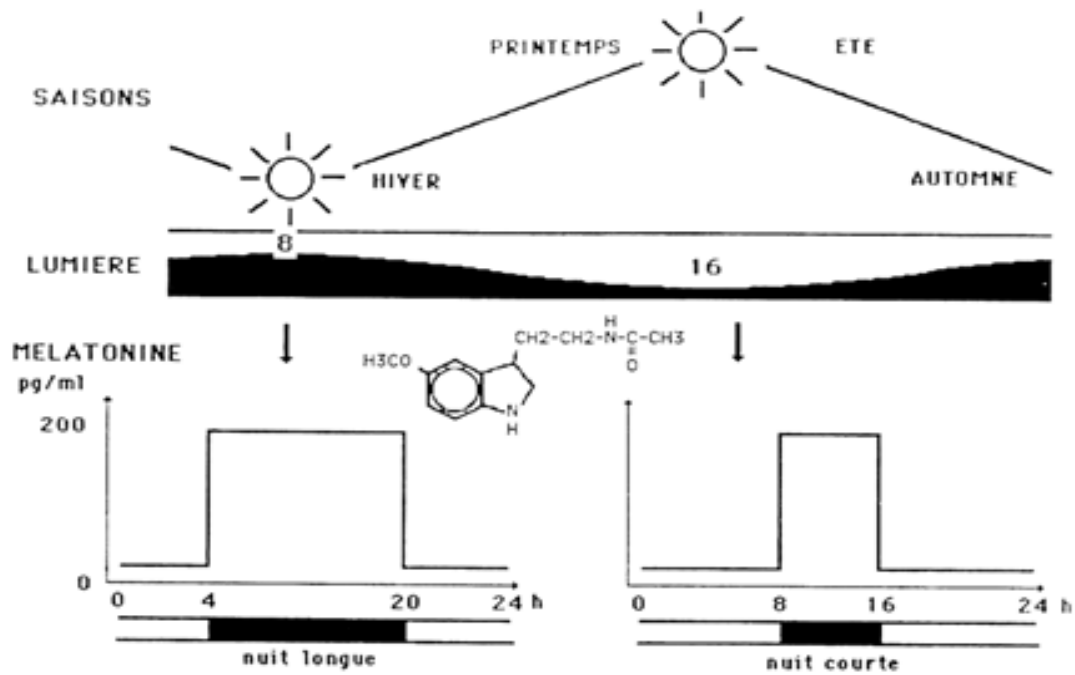
La photopériode est sans aucun doute le signal environnemental le plus important pour synchroniser les changements physiologiques et la reproduction des ovins et ce, tant chez les mâles que chez les femelles. Il a été clairement établi que l'activité sexuelle saisonnière des ovins était contrôlée essentiellement par les variations annuelles de la photopériode (Colas *et al.*, 1984; Thimonier et Mauléon, 1969; Ebling *et al.*, 1988; Malpaux *et al.*, 1989). Ainsi, chez les animaux saisonniers, la photopériode serait le facteur le plus important permettant aux animaux de réguler le moment de la transition entre les périodes d'œstrus et d'anoestrus et de synchroniser le moment de la reproduction pour que la mise bas survienne au moment le plus propice (Yeates, 1949; Hafez, 1952; Legan et Karsch, 1983). Les recherches ont permis de démontrer que la mélatonine, une hormone sécrétée par la glande pinéale, était l'hormone responsable de la «traduction» du message lumineux chez les animaux.

Chez les animaux, l'information lumineuse est perçue par la rétine de l'œil. Le message lumineux est ensuite traduit en signal neuronal et dirigé, par l'intermédiaire de plusieurs relais

nerveux (noyaux suprachiasmatiques et paraventriculaires, ganglion cervical supérieur), vers la glande pinéale, aussi appelée épiphyse (Chemineau *et al.*, 1992). Au niveau de la glande pinéale, le signal lumineux régule ensuite la sécrétion de la mélatonine selon la photopériode en modulant l'activité de certaines enzymes, dont la N-acétyl-transférase (Chemineau *et al.*, 1992, Sweeney *et al.*, 1995).

Cette hormone est donc sécrétée uniquement durant les périodes de noirceur (Figure 4). La concentration de la mélatonine augmente progressivement dans les 2 à 10 minutes suivant le début de la période d'obscurité et demeure à des niveaux de concentration nocturnes jusqu'à l'ouverture des lumières (Chemineau *et al.*, 1992). Durant la nuit, la concentration de la mélatonine plasmatique peut atteindre 100 à 300 pg/ml, tandis que durant la journée, ces concentrations chutent précipitamment et sont généralement sous 30 pg/ml (Notter, 2002). Le patron nocturne de sécrétion de la mélatonine a été observé dans plusieurs études tant en condition artificielle que naturelle (Bittman *et al.*, 1983; English *et al.*, 1987). La lumière a ainsi un effet inhibiteur direct sur la sécrétion de la mélatonine (Bittman et Karsch, 1984). Par ailleurs, la durée de sécrétion de la mélatonine est directement proportionnelle à la durée de la nuit (Arendt *et al.*, 1988). Ainsi, lorsque les nuits sont longues (période de jour courts) la sécrétion de la mélatonine est longue et c'est la durée de sécrétion de cette hormone qui permet aux animaux de reconnaître la durée du jour (Karsch *et al.*, 1988).

Figure 4 : Patron de sécrétion de la mélatonine en fonction de la durée nocturne.



Chemineau *et al.* (1992)

La présence d'une glande pinéale fonctionnelle est importante pour que le message photopériodique soit perçu. Ainsi, la pinéalectomie ou la dénervation de la glande pinéale détruit la capacité de percevoir les variations lumineuses de l'environnement (Arendt *et al.*, 1988). Cet état entraîne des modifications du comportement, de la physiologie et de la reproduction chez les animaux saisonniers. Ainsi, la mélatonine est considérée comme un messager permettant au système nerveux central d'interpréter le signal photopériodique externe. Puisque les concentrations circulantes de la mélatonine reflètent les variations nocturnes de l'environnement, on peut observer des changements saisonniers importants de sécrétion de cette hormone. Les caractéristiques de sécrétion de la mélatonine varient donc avec les variations annuelles de la photopériode. La glande pinéale et la mélatonine font donc partie du chemin neuroendocrinien contrôlant le système reproductif des animaux saisonniers (Sweeney *et al.*, 1995). Bien que l'influence de la durée lumineuse sur la reproduction des animaux saisonniers soit bien démontrée, l'intensité lumineuse optimale à laquelle les sujets devraient être exposés en conditions artificielles n'est pas encore connue. Afin d'inhiber la sécrétion de la mélatonine durant la journée, les animaux doivent être exposés à une intensité lumineuse minimale et perceptible.

4.2. Effet indirect de la lumière sur la saisonnalité

Chez les brebis, il est important que la séquence des événements hormonaux soit complète et normale afin de mener à l'ovulation et à la réceptivité sexuelle avec comportement de chaleur. En cas contraire, les cycles hormonaux sont arrêtés et les animaux se retrouvent en période anoestrale. L'absence du pic de LH préovulatoire semble être l'élément déterminant menant à l'anoestrus. Les scientifiques ont observé que lors de la saison sexuelle, la sécrétion d'œstradiol stimulait la venue du pic de LH, alors qu'en contre-saison cette augmentation était accompagnée d'une chute rapide de la concentration de LH dans la circulation. C'est pourquoi Hoffman (1973) a proposé que les variations saisonnières de l'activité sexuelle pouvaient être induites par des changements de la sensibilité de l'hypothalamus à l'action de l'œstradiol. Des chercheurs ont donc émis l'hypothèse que la lumière pouvait avoir un effet indirect sur les mécanismes physiologiques liés à la reproduction chez les ovins. L'hypothèse rétroaction négative de l'œstradiol fut mise en évidence pour la première fois par Legan *et al.* (1977).

Afin d'étudier ce phénomène, des brebis exposées à la lumière naturelle furent ovariectomisées et traitées ou non avec des implants relâchant des doses physiologiques constantes d'œstradiol. Les auteurs notèrent que les brebis ovariectomisées et traitées à l'œstradiol présentaient des concentrations sériques de LH relativement élevées d'octobre à janvier qui chutaient ensuite à des niveaux indétectables de février à août, soit jusqu'à l'automne suivant. De même, chez ces femelles, l'activité sexuelle, détectée par l'augmentation de la concentration et de la pulsativité de LH, survenait au même moment que les femelles intactes qui cyclaient en automne et en hiver. Chez les brebis ovariectomisées ne recevant pas de traitement d'œstradiol, les concentrations sériques de LH variaient peu dans le temps. Ceci démontrait que l'œstradiol pouvait jouer un rôle négatif très important sur la pulsativité de LH durant les jours longs. De plus, ces variations de la sensibilité à l'œstradiol coïncidaient étroitement avec les transitions entre la saison de reproduction et l'anoestrus; les variations de la sensibilité à l'œstradiol pouvaient donc être sous contrôle photopériodique (Legan et Karsch, 1979).

Ainsi, ces auteurs démontrèrent que les variations annuelles de la photopériode avaient un effet indirect sur la reproduction en modifiant la sensibilité de l'hypothalamus à l'action négative de l'œstradiol. Ainsi, suite à la régression du corps jaune du dernier cycle œstral de la saison de reproduction, l'augmentation de la pulsativité de LH et de la sécrétion d'œstradiol par les follicules en croissance aurait un effet négatif sur l'hypothalamus, qui deviendrait plus sensible à l'effet de l'œstradiol à l'approche de la contre-saison. Cet effet de rétroaction de l'œstradiol aurait ensuite pour effet d'inhiber la sécrétion de GnRH, de LH et également d'œstradiol, bloquant ainsi le pic de LH préovulatoire, l'ovulation et causant l'arrêt de la saison sexuelle des animaux qui retourneraient alors en période d'anoestrus.

À l'approche de la saison sexuelle, la sensibilité de l'hypothalamus à l'effet négatif de l'œstradiol serait progressivement levée, permettant la reprise des événements physiologique menant à l'ovulation (Karsch *et al.*, 1980; Legan et Karsch, 1979).

4.3. Effet direct de la lumière sur la saisonnalité

D'autres chercheurs ont cependant émis l'hypothèse que la lumière pouvait avoir un effet direct sur les mécanismes physiologiques liés à la reproduction des ovins. En effet, certaines études mentionnent que durant l'automne, soit lorsque la durée de sécrétion de la mélatonine est longue, l'activité sécrétrice des cellules GnRH pouvait être stimulée. La stimulation de l'activité de ces cellules augmenterait leur activité de décharge pulsatile, ce qui aurait pour effet d'augmenter la fréquence de sécrétion de LH et de FSH par l'hypophyse et, par conséquent, favoriserait la reprise de l'activité sexuelle (Chemineau *et al.*, 1992; Thiéry *et al.*, 2002).

En condition artificielle, il a été démontré qu'un long message quotidien de mélatonine stimulait la sécrétion pulsatile de GnRH après environ 40 à 60 jours chez les brebis (Malpoux *et al.*, 1996). Bien que la sécrétion de mélatonine soit de plus longue durée en jours courts et que cette augmentation coïncide avec la période d'activité sexuelle des ovins, les mécanismes exacts de l'effet de ce messager lumineux sur l'activité de reproduction ne sont toujours pas encore bien élucidés. La démonstration de l'effet direct de la mélatonine sur l'activité sécrétrice des cellules GnRH a conduit à l'hypothèse d'un effet direct de la photopériode, indépendant de l'œstradiol, sur la sécrétion de LH par l'hypothalamus (Goodman *et al.*, 1982).

Ainsi, chez des brebis ovariectomisées et non traitées à l'œstradiol, on a observé que l'exposition à des jours longs avait un effet direct, indépendant de la rétroaction négative stéroïdienne, sur la baisse de pulsativité de LH. Ainsi, la photopériode pourrait avoir un effet direct sur la reprise et l'arrêt de l'activité sexuelle saisonnière par l'entremise de son messager, la mélatonine.

5. Effets physiologiques des variations saisonnières chez le bélier

5.1. Sur la libido

Un des premiers changements observés lors des variations de saison concerne le désir sexuel des béliers. En effet, la baisse de libido des béliers lorsqu'arrivent les jours longs a été répertoriée pour la première fois en 1937 par McKenzie et Berliner (cité par Pepelko et Clegg, 1965). Ils ont été les premiers à mesurer le nombre de montes et d'éjaculations tout au long de l'année, afin de qualifier la libido des béliers. Ils ont exposé les béliers à des brebis en période d'anoestrus et ont noté que le nombre d'éjaculations atteignait les valeurs les plus basses au mois de février, mars et avril. Cependant, les résultats basés sur la somme des montes et des éjaculations indiquaient que les périodes de désir sexuel les plus basses étaient en mai et juillet. Ainsi, déjà dans les années 30, certaines observations ont permis de remarquer des variations saisonnières dans les comportements sexuels et la libido des béliers, mais les connaissances scientifiques à cette époque ne permettaient toujours pas de bien comprendre les mécanismes sous-jacents à ces variations.

Une trentaine d'années plus tard, Pepelko et Clegg (1965) ont présenté individuellement huit béliers à une brebis en chaleur, deux fois par mois sur une période d'un an. La moyenne du nombre d'éjaculations a varié significativement en fonction du mois et de la saison. Le nombre le plus élevé d'éjaculations a été obtenu au cours des trois mois d'automne, soit en octobre, novembre et décembre. Le plus faible nombre de montes est survenu au mois de juillet et les éjaculations étaient quant à elles moins fréquentes au début du printemps, ce qui confirmait les observations de McKenzie et Berliner (1937, cité par Pepelko et Clegg, 1965).

Dans une étude de Land (1970), le nombre de montes, réalisées par des béliers de races Finnish Landrace et Scottish Blackface exposés à des brebis en chaleur pendant une période totale de test de 20 minutes, a présenté de fortes variations en fonction des saisons. Les béliers

étaient plus précisément évalués lors de deux périodes de 10 minutes, période durant laquelle un bélier était placé avec une brebis en chaleur. Un intervalle de deux minutes était laissé entre les deux séquences. La moyenne du nombre de montes est passée du maximum au mois de novembre au minimum en juin et juillet. Ainsi, l'augmentation de la libido à l'automne a suivi la diminution de la quantité de lumière, mais a précédé la diminution de la température, ce qui a fait conclure aux auteurs que la lumière plutôt que la température serait responsable des variations saisonnières dans les comportements reproducteurs des béliers. Une libido minimale à l'équinoxe du printemps et maximale au solstice d'hiver a également été observée par Derycke et al. (1990). Dans le même sens, Tulley et Burfening (1983) ont également conclu que les jours courts de l'automne et de l'hiver ont entraîné une augmentation de la libido évidente traduite par un nombre plus élevé de saillies lors d'un test de capacité de reproduction.

Ces mêmes auteurs ont pour leur part placé des béliers individuellement avec cinq brebis pour une période de 20 minutes. Les béliers ont effectué un nombre significativement supérieur de montes en février par rapport à avril et ont sailli plus souvent en août et février qu'en avril. Ces auteurs ont conclu que, malgré des changements saisonniers dans l'intensité de leur libido, les béliers avaient la capacité de s'accoupler tout au long de l'année.

En somme, les résultats des études traitant de l'influence de la saison (et donc de la photopériode) sur la libido des béliers vont tous dans le même sens : le désir sexuel des béliers varie grandement en fonction de la durée du jour. Il s'agit d'une constatation très importante considérant que la libido des béliers peut influencer les résultats de fertilité d'un troupeau.

5.2. Sur les mesures testiculaires

Les variations saisonnières de la circonférence scrotale représentent un autre effet physiologique du changement des saisons chez le bélier. Il s'agit d'un paramètre physique, donc visuellement observable et facilement mesurable. La circonférence scrotale est l'élément le plus fréquemment mesuré dans les études sur les variations saisonnières de l'activité sexuelle des béliers, car il s'agit d'une donnée facile à obtenir. De façon générale, le poids testiculaire chez le bélier est maximal lors de la saison de reproduction naturelle et minimal à la fin de l'hiver (Chemineau et al, 1992), ce qui indique une variation saisonnière évidente des mesures testiculaires des béliers (Dufour et al, 1984; Kafi et al, 2004).

Mickelsen et al (1981) ont également illustré la variation saisonnière de la circonférence scrotale sur une année complète chez des béliers de race Suffolk et Lincoln. Les valeurs maximales ont été obtenues en octobre pour les béliers Suffolk et Lincoln, soit 36,0 et 37,0 cm respectivement. Ce mois correspond en effet à la période automnale au cours de laquelle la durée du jour diminue. Les valeurs minimales ont quant à elles été obtenues en février pour les deux races (32,4 cm pour les Suffolk et 30,6 cm pour les Lincoln).

D'autres études ont également montré que l'initiation de la croissance et de la régression testiculaire débute à des moments variables selon les races (Pelletier et Ortavant, 1970; Dufour, 1974; Lincoln et Short, 1980; Pelletier et Almeida, 1987). Dans l'étude de Mandiki et al. (1998) plus particulièrement, trois races de béliers ont été étudiées, soit Texel, Suffolk et Ile-de-France. Les deux premières races sont considérées plus saisonnières que la race Ile-de-France.

En somme, toutes les études convergent pour ce paramètre et s'entendent sur la variation saisonnière des mesures testiculaires

5.3. Sur la qualité de la semence

À l'instar de la libido et des mesures testiculaires, la production spermatique ainsi que la qualité de la semence sont également influencées par la durée du jour. Une des toutes premières études concernant les variations saisonnières de la production spermatique a été réalisée en 1972 par Colas et al. Ces auteurs s'intéressaient particulièrement à l'effet de la photopériode sur la qualité de la semence récoltée dans les centres d'insémination artificielle. Ces auteurs orientèrent leurs recherches à la suite des conclusions émises par Ortavant et Thibault en 1956 qui mentionnaient que la production des spermatozoïdes chez le bélier subissait d'importantes variations au cours de l'année, ce qui pourrait être étroitement lié au photopériodisme. Dans l'étude de Colas et al. (1972), des béliers Ile-de-France ont été récoltés deux fois par semaine à l'aide d'un vagin artificiel à deux périodes distinctes de l'année, au printemps et à l'automne. Des agnelles étaient ensuite inséminées avec la semence fraîche. Aucune différence significative sur les taux de fertilité à l'agnelage n'a été observée entre les deux saisons de récolte (65,2 % et 61,2 % pour le printemps et l'automne respectivement). Aucune différence saisonnière n'a également été observée sur les résultats de fécondation in vitro en utilisant de la semence fraîche récoltée au printemps ou à l'automne. Les auteurs ont

donc conclu que les béliers pouvaient être utilisés toute l'année pour des récoltes de semence destinées à l'insémination artificielle avec de la semence fraîche (Colas et al., 1972).

Lorsque la fréquence de la récolte est basse (un éjaculat tous les 7 à 15 jours), la quantité de gamètes recueillie se trouve à être beaucoup plus faible que la quantité produite en réalité ou mise en réserve. Donc, la mise en évidence des variations saisonnières de la production spermatique chez le bélier n'est peut-être pas possible lorsque le rythme de récolte de la semence est faible.

En Grèce, deux races de béliers (Friesian et Chios) ont également été étudiées afin d'observer les variations saisonnières de la quantité et la qualité de la semence, cette dernière étant récoltée encore une fois à l'aide d'un vagin artificiel (Karagiannidis et al, 2000). La saison a affecté la quantité de semence récoltée, le volume étant plus faible au printemps, comparativement à l'été, à l'automne et à l'hiver. Les pourcentages de motilité totale et progressive des spermatozoïdes étaient plus faibles au cours des récoltes d'été. La proportion de spermatozoïdes normaux augmentait également de façon significative durant l'automne ; le pourcentage de spermatozoïdes anormaux était plus élevé au printemps et à l'été, tandis que l'hiver semblait plutôt être une saison de transition. La concentration spermatique était plus élevée au cours de l'automne et de l'hiver pour les deux races de béliers, tout comme ce fut le cas pour le nombre total de spermatozoïdes par éjaculat pour les béliers Chios. La race Friesian présentait une concentration spermatique élevée également en été et les faibles valeurs étaient donc observées seulement au printemps. Les auteurs ont également noté des différences significatives entre les béliers d'une même race pour la plupart des critères d'évaluation de la semence, mais aucune entre les deux races.

En conclusion, la majorité des auteurs s'accorde pour dire que les paramètres descriptifs de la qualité de la semence de bélier présentent des variations saisonnières. Cependant, certains affirment que ces variations ne sont toutefois pas assez importantes pour empêcher l'utilisation de la semence de bélier à longueur d'année pour le marché de l'insémination artificielle (Colas et al, 1972; Kafi et al, 2004). Aussi, les variations individuelles semblent très importantes et à considérer.

6. État photoréfractaire chez le bélier

Le concept d'état photoréfractaire est simple; on dit d'un animal qu'il devient photoréfractaire lorsqu'il ne répond plus à un traitement photopériodique constant (jours courts ou jours longs) qui devrait en théorie activer ou inhiber son activité de reproduction. Ce concept d'état photoréfractaire est bien documenté chez la brebis.

Dans l'étude de Karsch et al. (1986), des brebis Suffolk ovariectomisées et traitées à l'œstradiol présentaient des signes d'activité sexuelle, perceptibles par une élévation de la sécrétion de LH, environ 50 j après le début des jours courts. Les concentrations les plus élevées de LH avaient été notées 70 j après le début des jours courts, pour demeurer élevées jusqu'à 110 j après le début de l'exposition à la photopériode courte. Les auteurs avaient par ailleurs noté que les concentrations de LH devenaient imperceptibles après 150 j d'exposition à la luminosité continue de jours courts, ce qui suggérait l'atteinte de l'état photoréfractaire par ces animaux. Des résultats similaires furent observés dans l'étude de Malpaux et al. (1988) sur des brebis Suffolk ovariectomisées et traitées à l'œstradiol. Les auteurs observèrent une forte hausse de sécrétion de LH et de FSH environ 70 à 80 j après le début de l'exposition aux jours courts. Ainsi, plusieurs études ont montré que le contrôle de certaines portions du cycle photopériodique annuel pouvait permettre de synchroniser le rythme endogène de reproduction des ovins (Robinson et Karsch, 1988; Malpaux et al, 1989). En effet, l'exposition des animaux au cycle annuel complet de photopériode ne serait peut-être pas requise pour initier l'activité de reproduction des femelles. L'exposition à des jours longs durant un moment spécifique de l'année pourrait donc constituer un signal photopériodique suffisant pour synchroniser l'activité de reproduction des femelles et ainsi induire une période d'activité sexuelle à un moment où elle était naturellement inhibée (Karsch et al, 1988; Robinson et Karsch, 1988).

La découverte de l'état photoréfractaire a permis de démontrer que les animaux avaient réellement besoin de percevoir les variations lumineuses de leur environnement afin de se créer un « historique photopériodique ». L'historique photopériodique peut être défini par la direction du changement lumineux qui est perçu par les animaux ou, de façon plus simple, par la perception de périodes de jours longs puis de périodes de jours courts.

Ainsi, les variations annuelles de la photopériode sont enregistrées dans cet historique photopériodique et permettent à l'animal de synchroniser son horloge biologique interne afin que la reproduction survienne au moment propice, soit à l'automne.

La preuve de l'existence d'un état photoréfractaire chez le bélier ne fait cependant pas l'unanimité. Il a été observé que des béliers, sous photopériode continue (jours longs ou jours courts) pour une durée de deux ans et demi, démontraient des variations du poids testiculaire toutes les 35 semaines (de façon moins régulière cependant pour le groupe en en jours courts). Ceci s'expliquerait, selon les auteurs, par le développement d'un état photoréfractaire et la reprise d'un cycle endogène (Karsch et al, 1988) . Ainsi, selon ces auteurs, les béliers présenteraient un rythme endogène de reproduction guidé par la photopériode.

7. Effet de la photopériode sur la reproduction de la brebis

Tel que mentionné précédemment, ce sont les variations annuelles de la durée du jour qui déterminent l'arrêt et le début de la saison sexuelle chez les ovins. Ainsi, en conditions naturelles ou artificielles, les jours courts décroissants sont stimulateurs de l'activité sexuelle alors que les jours longs sont inhibiteurs (Legan et Karsch, 1980; Lincoln et Short, 1980). De façon générale, un jour court peut être défini comme un jour dont la durée lumineuse est de moins de 12 h (Chemineau *et al.*, 1992). Cependant, bien que les jours courts soient stimulateurs de l'activité sexuelle une exposition prolongée à une photopériode de jours courts ne permet pas d'abolir les variations saisonnières de l'activité sexuelle. Ainsi, plusieurs études ont présenté l'évidence qu'un rythme de reproduction endogène était présent chez les ovins (Legan et Karsch, 1983).

7.1. Le rythme de reproduction endogène chez la brebis

L'évidence de la présence d'un rythme endogène de reproduction a été mise en évidence par la réalisation d'expériences qui utilisaient des femelles qui ne pouvaient pas percevoir les variations lumineuses de leur environnement. Ainsi, 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. Des brebis aveugles, dont les ovaires étaient intacts, présentaient également des variations identiques de l'activité saisonnière ovarienne (Legan et Karsch 1983).

Des résultats similaires furent observés chez des femelles qui avait subi l'ablation de la glande pinéale (Bittman *et al.*, 1983; Karsch *et al.*, 1986). Ces études démontraient que la reproduction saisonnière des ovins était sous le contrôle d'un rythme endogène, qui pouvait être indépendant de l'information photopériodique externe. De plus, 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; Sweeney *et al.*, 1995).

Cependant, dans ces études, les auteurs indiquaient que des facteurs externes, comme la présence de phéromones mâles ou de brebis en œstrus, pouvaient avoir synchronisé la reproduction de ces brebis (Legan et Karsch, 1983).

7.2. L'état photoréfractaire chez la brebis

Les découvertes précédentes démontrèrent que la perception de l'information lumineuse extérieure était indispensable à la synchronisation du rythme de reproduction endogène des ovins (Almeida et Pelletier, 1988). De plus, les variations de l'activité sexuelle observées chez les brebis exposées aux jours courts présentèrent l'évidence d'un « état réfractaire à la photopériode ». C'est-à-dire que même si ces femelles étaient exposées à une lumière stimulant leur activité sexuelle (JC), après un certain moment d'exposition, elles ne « répondaient » plus à ce stimulus et retournaient en période d'anoestrus (Robinson et Karsch, 1984; Karsch *et al.*, 1988).

Le développement de l'état réfractaire à la lumière a été mis en évidence lorsque Robinson *et al.* (1985) tentèrent de déterminer si les brebis avaient besoin de percevoir l'augmentation ou la diminution de la durée du jour pour initier et arrêter leur saison de reproduction. Afin de déterminer si les femelles avaient besoin de percevoir les jours décroissants de l'été et de l'automne pour initier leur activité sexuelle, des brebis Suffolk ovariectomisées et traitées à l'œstradiol ont été maintenues, à partir du solstice d'été sous une photopériode constante de jours longs. L'activité reproductrice de ces brebis, mesurée par l'augmentation de la concentration sérique de LH, commença approximativement au même moment (28 septembre \pm 5 jours) que chez les femelles ovariectomisées traitées à l'œstradiol gardées sous lumière naturelle simulée (2 octobre \pm 8 jours) ou photopériode naturelle (30 septembre \pm 2 jours) et que chez les femelles intactes exposées à la lumière naturelle

(28 septembre \pm 3 jours). Cela démontrait que les Suffolk n'avaient pas besoin de percevoir la diminution de la durée du jour pour initier leur période de reproduction.

Une étude relativement similaire démontra que les brebis n'avaient pas besoin de percevoir l'augmentation de la durée du jour pour retourner en période d'anoestrus (Robinson et Karsch, 1984). Ainsi, chez des femelles Suffolk ovariectomisées, traitées à l'œstradiol et placées sous une photopériode de jours courts constants à partir du solstice d'hiver, l'activité reproductrice se terminait approximativement au même moment (26 janvier \pm 6 jours) que chez des femelles ovariectomisées traitées à l'œstradiol sous lumière naturelle simulée (24 janvier \pm 5 jours) ou sous photopériode naturelle (18 février \pm 3 jours) et que chez les femelles intactes exposées à la lumière naturelle (10 février \pm 3 jours). Dans cette étude, les auteurs observèrent que les femelles cessaient leur activité de reproduction après environ 70 jours d'activité sexuelle. Cela démontrait que les brebis n'avaient pas besoin d'être exposées à l'augmentation de la durée du jour de l'hiver et du printemps pour cesser leur activité reproductrice.

Toutes ces études démontrèrent que les jours courts et les jours longs n'avaient pas toujours des effets stimulateurs et inhibiteurs sur l'activité de reproduction des ovins. De même, elles présentaient l'évidence que les animaux n'avaient pas besoin de percevoir ces variations photopériodiques pour passer d'un état « reproductif » à un état de repos sexuel. Ces découvertes permettent néanmoins de déterminer que le développement d'un état réfractaire à la lumière pouvait expliquer les transitions entre les périodes d'anoestrus et d'œstrus.

7.3. Historique photopériodique et variations saisonnières chez la brebis

La découverte de l'état photoréfractaire permit de découvrir que les animaux avaient réellement besoin de percevoir les variations lumineuses de leur environnement afin de se créer un « historique photopériodique ». L'historique photopériodique peut être défini par la direction du changement lumineux qui est perçu par les animaux, de façon plus simple, par la perception de périodes de jours courts puis de périodes de jours longs.

Ainsi, les variations annuelles de la photopériode sont enregistrées dans cet historique photopériodique et permettent à l'animal de synchroniser son horloge biologique interne afin que la reproduction survienne au moment propice, soit à l'automne. Chez les ovins, la perception d'un jour long ou d'un jour court s'effectue grâce à la durée de sécrétion de La

mélatonine durant la phase nocturne (Karsch et al., 1988), mais également par la direction du changement lumineux. Ainsi, Robinson et Karsch (1987) avaient démontré que les animaux pouvaient percevoir une exposition de 13 h de lumière comme une période de jours longs, s'ils avaient été au préalable exposés à une période de 10 h de lumière. De même, cette période de 13 h de lumière était perçue comme une exposition à des jours courts si, au préalable, les animaux avaient été exposés à 16 h de lumière. Ceci démontrait donc que les variations de la durée de sécrétion de la mélatonine entre les périodes de jours longs et de jours courts permettaient aux animaux de percevoir la durée lumineuse à laquelle ils étaient exposés et d'initier ou d'arrêter leur activité sexuelle.

Cette perception des différentes périodes de luminosité s'inscrit dans l'historique photopériodique des ovins pour réguler leur activité reproductrice. En ce sens, plusieurs auteurs concluent que la saison de reproduction des ovins des zones tempérées est régulée par les changements dans la direction de la photopériode (ex : jours vers jours longs; diminution ou augmentation de la durée lumineuse) plutôt que dans la durée absolue de la période diurne (Lindsay *et al.*, 1984; Robinson et Karsch, 1987; Malpaux *et al.*, 1989).

En conditions naturelles, ce sont les variations annuelles de la durée du jour qui permettent aux animaux de créer leur historique photopériodique. Ainsi, la synchronisation de la reproduction saisonnière automnale résulte d'une exposition à une séquence lumineuse de jours croissants avant le solstice d'été et à une réduction de la durée journalière par la suite (Sweeney *et al.*, 1995).

En conditions artificielles, il a été démontré que l'alternance entre les périodes de jours longs et de jours courts permet de créer un historique photopériodique qui synchronise le rythme de reproduction endogène chez les ovins (Chemineau et al., 1988).

L'exposition à des JL serait le principal indice photopériodique permettant aux animaux de synchroniser leur rythme de reproduction circannuel (Malpaux et al., 1989; Wayne et al., 1990). Ainsi, dans la construction de l'historique photopériodique, la présence d'une période de jours longs est primordiale pour synchroniser la reproduction annuelle. Les jours longs jouent donc un rôle bien plus important que la simple inhibition de l'activité sexuelle des animaux saisonniers. En effet, le rôle des JL serait d'entraîner le rythme endogène afin que la saison de reproduction débute au moment opportun.

8. Autres effets de la photopériode chez la brebis

8.1. Effet sur le métabolisme basal

D'un point de vue plus général, il semble que la longueur du jour a un effet direct sur le métabolisme basal des brebis. Ainsi, une étude réalisée par Walker et al. (1991) montre un patron cyclique du métabolisme de production de chaleur chez la brebis. Ce métabolisme de production de chaleur serait maximal lorsque la longueur du jour augmente. Avant cette étude, il avait été démontré qu'il existait un patron cyclique saisonnier du métabolisme, celui-ci étant maximal en été et minimal en hiver. Par contre, aucune donnée n'avait permis d'affirmer que ce cycle était régulé par la durée du jour (Blaxter et Boyne, 1982). En appui à ce concept, Kay (1985) avait également noté que le métabolisme basal était maximal en été tout comme le rythme cardiaque tant chez l'ovin que chez le cerf.

Par contre, l'étude de Iason et al. (1994) n'a pas réussi à montrer d'effet saisonnier significatif sur le métabolisme basal des brebis malgré l'observation d'une certaine tendance saisonnière. De plus, cette étude a permis de montrer que les races ayant un comportement saisonnier plus marqué (Scottish Blackface et Shetland) avaient également un cycle saisonnier du métabolisme basal plus prononcé en comparaison à une race moins saisonnière (Dorset Horn).

8.2. Effet sur le comportement alimentaire et sur l'alimentation

La prise alimentaire des ovins semble suivre un patron saisonnier, logique et adaptatif. En effet, les ovins consomment davantage d'aliments en photopériode de JL, soit l'été et une quantité plus faible en hiver donc en JC (Blaxter et Gill, 1979; Brinklow et Forbes, 1984; Iason et al., 1994). Ce comportement alimentaire photopériodique posséderait les mêmes fondements évolutifs que la reproduction saisonnière. En effet, les animaux des zones tempérées ont tout avantage à puiser le maximum de réserves pendant l'été, dû à la présence abondante de nourriture. Ceci leur permettra de faire face aux rigueurs du climat hivernal qui suivra l'abondance estivale (Kay, 1985). En ce sens, la prise alimentaire des animaux adultes, tout comme celle des autres ovins, est influencée par la photopériode. Bien qu'il ait été avancé que les JL favoriseraient la prise alimentaire de par le fait que les animaux ont une période plus longue pendant laquelle ils peuvent voir leurs aliments (Forbes, 1982), il semble qu'il n'en soit rien. En effet, il a été démontré que les ovins assimilent une proportion significative de leurs aliments pendant les heures de noirceur (Forbes, 1982).

Afin de bien distinguer l'effet de la saison de l'effet de la photopériode, certains auteurs ont soumis des béliers de différentes races à une photopériode artificielle de six mois de JL (16L : 8N) et six mois de JC (8L : 16N) avec une transition graduelle (Kay, 1979; 1985). Très rapidement, ils ont remarqué une adaptation du cycle de la consommation volontaire de matière sèche (CVMS) synchronisé sur la nouvelle photopériode imposée. La CVMS demeure donc maximale en JL et minimale en JC en suivant un cycle de six mois. Évidemment, la réponse n'est pas immédiate mais bien décalée (60 à 90 jours) constituant ainsi une réponse typique au patron photopériodique, surtout observable chez les races très saisonnières comme la Soay.

Une étude de Brown et al. (1979) a également montré que la CVMS était directement reliée à la photopériode. Pour ce faire, les auteurs ont utilisé un protocole similaire à celui de Kay (1979; 1985). Ils ont donc soumis des béliers à une alternance de six mois de JL et six mois de JC en réclusion totale. Ils ont observé que le cycle de la CVMS s'est parfaitement synchronisé à celui de la photopériode, la CVMS étant, encore une fois maximale en JL et minimale en JC. Afin de valider la corrélation possible entre la CVMS et la photopériode, Brown *et al.* (Brown et al., 1979) ont soumis au même protocole des béliers castrés.

Ces béliers ont démontré le même patron de prise alimentaire que leurs congénères physiologiquement intacts. Enfin, des dosages hormonaux de testostérone, de prolactine et d'hormone de croissance (GH : *growth hormone*) n'ont pas permis d'observer une corrélation entre ces hormones et la CVMS. Cette augmentation de la CVMS est également observable chez au moins une autre espèce pourtant beaucoup moins saisonnière que les ovins. Ainsi, plusieurs études effectuées chez la vache laitière ont montré une augmentation significative de la prise alimentaire lorsque les animaux sont soumis à une photopériode de JL (Peters *et al.*, 1981; Tucker, 1985; Bilodeau et al., 1989; Miller et al., 1999; Dahl et al., 2000). La présence d'un patron récurrent tant chez les espèces de JC que chez celles de JL montre bien toute l'implication du caractère évolutif et nécessaire de l'effet de la photopériode.

8.3. Effet sur la sécrétion de la prolactine

La prolactine est une hormone sécrétée par l'adénohypophyse. Elle est surtout impliquée dans les mécanismes reliés à la lactation chez les mammifères. Par contre, son influence pourrait également toucher plusieurs autres systèmes. Malheureusement, ses différents rôles ne sont que très peu connus à ce jour. Cependant, de plus en plus d'évidences portent à croire que la prolactine serait impliquée dans la croissance de la laine, la croissance corporelle et la prise alimentaire (Choy *et al.*, 1995; Notter et Chemineau, 2001). De plus, elle pourrait avoir un effet sur la réaction des animaux en condition de stress thermique et sur la croissance fœtale (Schillo *et al.*, 1978; Fitzgerald *et al.*, 1982; Schanbacher *et al.*, 1982; Wayne *et al.*, 1990).

Il semblerait également que la sécrétion de prolactine aurait une composante génétique. Une récente étude de Notter et Chemineau (2001) a montré un lien entre les concentrations plasmatiques de prolactine chez les brebis et les valeurs d'élevage estimées (VÉE) maternels pour la fertilité et le poids à la naissance. Ainsi, les sujets présentant des concentrations sanguines supérieures de prolactine avaient également des aptitudes génétiques favorables pour ces caractères. La sécrétion de la prolactine suit un rythme circadien et saisonnier. En effet, la concentration plasmatique de prolactine est significativement plus élevée en photopériode de JL qu'en photopériode de JC (Bocquier *et al.*, 1990; Francis *et al.*, 1997; Sweeney *et al.*, 1999). La photopériode semble donc jouer un rôle dans le patron de sécrétion de cette hormone. Il existe également un effet saisonnier pouvant être relié à d'autres facteurs que la photopériode. Les concentrations de prolactine sont donc maximales au printemps et à l'été et minimales au cours de l'automne et de l'hiver (Brown et Forbes, 1980; Symons *et al.*, 1983; Karsch *et al.*, 1989; Jansen et Jackson, 1993).

Ce rythme photopériodique suggère un effet possible de la mélatonine qui synchroniserait ce phénomène endocrinien avec la durée du jour. En effet, la mélatonine étant l'hormone responsable de la transduction du signal lumineux dans le processus de reproduction saisonnière, il est possible que celle-ci joue un rôle similaire dans le cas de la prolactine. D'ailleurs, certaines études ont montré que la régulation de la prolactine pourrait se faire à l'aide de la mélatonine par l'entremise du pars tubéralis (Lincoln et Clarke, 1994; Malpaux *et al.*, 1995; Hazlerigg *et al.*, 1996).

En effet, cette section de l'hypophyse antérieure possède la plus haute densité de sites de liaison pour la mélatonine. Cette forte densité sous-tend qu'une grande quantité de mélatonine peut être présente et qu'il peut y avoir une forte transduction du message photopériodique. Malheureusement, ce secteur n'aurait que peu d'impacts sur la reproduction des brebis. La présence de ces sites serait donc principalement liée à l'effet de transduction de la mélatonine pour la modulation de la sécrétion de prolactine (Lincoln et Clarke, 1994; Malpaux *et al.*, 1995).

8.4. Effet sur la production laitière

8.4.1. Production laitière chez la brebis et les autres espèces

Malgré le faible nombre d'études effectuées sur le sujet, il semble qu'une photopériode de JL permette une augmentation de la sécrétion lactée (Bocquier *et al.*, 1986; Bocquier *et al.*, 1990; Bocquier *et al.*, 1997). Par contre, les raisons physiologiques permettant d'expliquer ce phénomène sont aujourd'hui encore mal connues. L'augmentation de la sécrétion lactée en JL pourrait être due à une augmentation de la prise alimentaire, à un changement du métabolisme énergétique, à une modification hormonale ou à un effet direct de la lumière. Une première étude réalisée par Bocquier *et al.* (1986) chez des brebis Préalpes du Sud a montré que la production laitière augmentait de 52 % au troisième jour de la traite lorsque ces brebis étaient exposées aux JL (15,5L : 8,5N) de six semaines avant l'agnelage jusqu'à huit semaines après. Cette différence disparaissait toutefois après un mois de lactation.

Lors d'un deuxième essai (Bocquier *et al.*, 1986), l'augmentation avait été de l'ordre de 30 %, confirmant ainsi les premières observations. De plus, la différence s'était cette fois-ci maintenue étant de 20 % supérieure en JL à 30 et 60 jours de lactation. Également, cette étude montre que l'orientation des nutriments est modifiée par la photopériode. Au cours des deux essais, la proportion d'énergie disponible prélevée par la mamelle pour la sécrétion du lait a été de 88 % en JL par rapport à 69 % en JC pour le premier essai et de 94 % par rapport à 86 % pour le deuxième. Selon les auteurs, ces résultats sont satisfaisants pour conclure à un effet de la photopériode sur le métabolisme énergétique et sur la production lactée.

Par contre, afin d'observer l'effet positif de la photopériode en période de lactation, il semble qu'il faille que le traitement soit appliqué tôt avant l'agnelage. Ainsi, Bocquier *et al.* (1990) n'ont pas remarqué d'effet sur la quantité de lait produite au cours d'une lactation de

cinq semaines lorsque le changement JC/JL s'effectuait le jour même de l'agnelage. Il pourrait donc y avoir là encore, un délai de réponse entre l'application d'une nouvelle photopériode et son effet. Dans cette étude, les auteurs avaient utilisé des brebis Préalpes du Sud. Ces brebis, d'abord sous photopériode naturelle de 13L : 11N ont été transférées à l'agnelage sous une photopériode de JC (8,5L : 15,5N) ou de JL (15,5L : 8,5N). Les auteurs ont cependant remarqué un effet photopériodique significatif sur la composition protéique du lait. Les brebis soumises à un traitement de JL présentaient 4,9 g de protéines par litre de moins que celles en JC. Cette fois encore, ce changement semble relié à une modification du métabolisme. En effet, la composition corporelle chimique des brebis mesurée *in vivo* en utilisant l'oxyde de deutérium a elle aussi été affectée par la photopériode de JL (Bocquier *et al.*, 1990). Enfin, plus récemment, une étude de Bocquier *et al.* (1997) a également confirmé l'augmentation de la production laitière en photopériode de JL. Au cours de l'essai, les brebis en JL (15,5L : 8,5N) ont produit en moyenne 1,21 litres/jour de plus que celles en JC (8,5L : 15,5N), soit un écart relatif de 25 % pour une photopériode imposée 25 jours avant l'agnelage. De plus, dans un autre volet, certaines brebis ont été soumises à un changement brusque de la photopériode au cours de la lactation (150 jours après l'agnelage) représentant, selon le cas, une augmentation ou une diminution de la durée d'éclairement. Celles qui ont vu leur durée d'éclairement réduire, ont montré une chute drastique de production. Dans les 30 jours suivant le changement, la sécrétion a chuté de 0,468 litre/jour. Par contre, dans cette même période, la prise alimentaire s'est ajustée très lentement, c'est donc dire que la chute de production n'était pas directement reliée à l'ingestion, mais bien au changement photopériodique. Tout comme pour l'étude de Bocquier *et al.* (1986), un protocole imposant des JL tôt avant l'agnelage a permis aux brebis de race Sarde d'augmenter leur production laitière (Bocquier *et al.*, 1997).

L'effet de la photopériode sur la production laitière n'est pas exclusif aux ovins. Les caprins sont également très sensibles à la photopériode et leur production lactée est influencée au même titre que celle des ovins (Terqui *et al.*, 1984). On observe également des effets chez des espèces beaucoup moins saisonnières. Chez la truie, par exemple, il existe au moins une étude ayant démontré un effet de la photopériode sur la production laitière. Ainsi, Mabry *et al.* (1982) ont montré qu'une photopériode de type 16L : 8N permettait d'augmenter significativement la production laitière par rapport à 8L : 16N.

Par contre, dans une seconde étude comparant ces deux types de régimes lumineux, les chercheurs n'ont pas réussi à démontrer une différence significative entre les deux traitements, ce qui laisse présager une grande variabilité dans la réponse des truies à la photopériode (Mabry *et al.*, 1982).

L'effet de la photopériode sur la production des vaches laitières est un phénomène connu et bien documenté. En effet, plusieurs études ont montré qu'une photopériode de JL (de plus de 12 heures de lumière) permettait d'augmenter la production des vaches laitières (Peters *et al.*, 1981; Stanisiewski *et al.*, 1985; Bilodeau *et al.*, 1989; Phillips et Schofield, 1989; Miller *et al.*, 1999; Reksen *et al.*, 1999; Dahl *et al.*, 2000). En moyenne, on observe une augmentation de l'ordre de 2,5 kg de lait par vache par jour pour une exposition de 16L : 8N (Dahl *et al.*, 2000). L'augmentation varie cependant entre 0,5 (Reksen *et al.*, 1999) et 3,3 kg (Phillips et Schofield, 1989) selon les auteurs. Enfin, certains auteurs ont également observé un effet sur la composition du lait. Ainsi, les JL réduiraient la quantité de matières grasses présentes dans le lait de l'ordre de 0,16 % (Stanisiewski *et al.*, 1985; Tucker, 1985) à 0,18 % (Phillips et Schofield, 1989). Évidemment, cette réduction pourrait être due, du moins en partie, à l'augmentation de la production laitière. Par contre, plusieurs études n'ont pas réussi à montrer d'effet sur la composition du lait (Peters *et al.*, 1981; Bilodeau *et al.*, 1989; Miller *et al.*, 1999).

Un autre point permettant de suspecter que la photopériode a un impact direct sur la sécrétion lactée est la corrélation positive avec la prolactine. En effet, chez les mammifères, la prolactine est considérée comme étant l'hormone de la lactation (Lamming *et al.*, 1974; Mabry *et al.*, 1982; Dahl *et al.*, 2000).

Comme il a été mentionné précédemment, une augmentation de la prolactine est observée en photopériode de JL (Symons *et al.*, 1983; Karsch *et al.*, 1989; Jansen et Jackson, 1993; Sweeney *et al.*, 1999). Il pourrait donc exister un lien endocrinien direct entre l'augmentation de la production laitière et l'augmentation de la durée d'éclairage. Par contre, une étude effectuée chez la vache laitière a montré qu'un apport de prolactine exogène sans égard au stade de lactation n'entraînait pas d'augmentation de la production laitière, malgré le fait que la concentration de prolactine sérique était significativement augmentée (Plaut *et al.*, 1987). L'augmentation de la prolactine pourrait donc être reliée à l'augmentation de la production laitière mais elle n'en serait pas responsable.

Bien que la GH soit une hormone bien connue pour augmenter la production laitière, il semble que dans un contexte photopériodique elle ne soit pas l'hormone clé (Dahl *et al.*,

2000). En effet, presque toutes les études, à l'exception d'une seule, ont montré que la photopériode n'avait aucun effet sur la sécrétion de la GH. Ainsi, autant chez les agneaux (Forbes et al., 1979; Francis et al., 1997) que chez les brebis (Bocquier et al., 1990) ou que chez les bovins (Peters et al., 1981; Zinn et al., 1986), la GH ne varie pas en fonction de la photopériode. Barenton et al. (1988) sont les seuls à ce jour à avoir obtenu une augmentation de la GH en corrélation avec une augmentation de la longueur du jour. Tout de même, une étude de Bocquier et al. (1990) n'avait pas trouvé de différence significative pour les concentrations de GH mais les auteurs avaient remarqué un effet photopériodique sur l'amplitude de la sécrétion de la GH.

Certaines études tendent aujourd'hui à montrer que l'effet galactopoïétique de la photopériode pourrait être modulé par l'IGF-1 (*Insulin Like Growth Factor-1*). Malgré le fait que l'on considère généralement la GH comme étant le modulateur de l'IGF-1 et que la GH ne varie pas en fonction de la photopériode, il semble évident que l'IGF-1, elle, varie selon la longueur du jour (Francis et al., 1997). En effet, des études menées chez plusieurs espèces ont montré une action de la photopériode sur la sécrétion de l'IGF-1. Ainsi, Rhind et al. (2000) et Kann (1997) ont observé que la concentration d'IGF-1 était plus élevée en JL qu'en JC chez les ovins. D'autres études sont arrivées aux mêmes conclusions soit celles de Suttie et al. (1991) chez le cerf rouge et celles de Walkden-Brown et al. (1998) et de Rhind et McMillen (1995) chez la chèvre. De plus, l'effet galactopoïétique de l'IGF-1 est une voie métabolique bien connue.

Ainsi, l'IGF-1 aurait un effet stimulant sur la sécrétion du tissu épithélial mammaire (Winder et al., 1989). De plus, l'IGF-1 pourrait stimuler la production de lactose dans les acini mammaires (Baumrucker, 1986). Chez les ovins, une étude de Kann (1997) a montré un effet de l'IGF-1 sur la mammogénèse et par conséquent sur la sécrétion lactée. Il existerait donc une corrélation positive entre la concentration d'IGF-1 sérique et la quantité de lait produite par l'animal. Chez la vache laitière, une étude de Dahl et al. (1997) a permis de mettre en évidence les relations entre la concentration sérique d'IGF-1, la quantité de lait produite par l'animal et la photopériode.

Cette étude vient appuyer l'hypothèse que l'IGF-1 agirait comme modulateur de la photopériode dans l'augmentation de la production laitière chez la vache. Finalement, la preuve la plus concluante de l'effet galactopoïétique de l'IGF-1 est celle obtenue chez les caprins par Prosser et al. (1990). Ils ont montré qu'une infusion directe d'IGF-1 dans un

quartier de la glande mammaire causait une augmentation de l'ordre de 25 ± 6 % de la sécrétion lactée par rapport à celle du quartier non infusé (14 ± 4 %), qui a tout de même profité d'une recirculation sanguine de l'IGF-1 infusée.

En définitive, il est clair que la démonstration d'un effet photopériodique sur la production laitière demeure plus simple chez des animaux de type laitier. Il en résulte un nombre plus élevé d'études effectuées chez la vache laitière, comparativement à des animaux chez qui les techniques permettant la récolte du lait s'avèrent plus laborieuses et donc moins précises.

9. Autres facteurs affectant les performances reproductrices chez les ovins

Tous les jours, les ovins sont confrontés à leur environnement. Durant l'année, cet environnement varie et les ovins y perçoivent différents messages environnementaux, thermiques, sociaux, physiologiques et alimentaires. Ainsi, bien que la photopériode joue un rôle primaire dans la synchronisation du rythme de reproduction des ovins, plusieurs autres facteurs jouent un rôle secondaire non négligeable (Legan et Karsch 1983; Martin et al., 1983; O'Callaghan et al., 1994; Sweeney et al., 1995; Thiéry et al., 2002). Les variations saisonnières de l'environnement et les variations causées par la photopériode sur le comportement alimentaire et sur la physiologie des animaux, peuvent être considérées comme des «indices» pouvant agir sur la «programmation» de l'activité de reproduction saisonnière des mâles et des femelles.

9.1. La température

Outre la photopériode, la température est l'un des facteurs environnementaux qui semblent avoir beaucoup d'influence sur les performances reproductives des ovins. Par contre, ce facteur ne serait pas responsable, à lui seul, de la synchronisation de la reproduction chez les animaux saisonniers. En effet, Wodzicka-Tomaszewska et al. (1967) a démontré que des fluctuations artificielles de la température n'altèrent pas le patron de reproduction annuel des ovins.

Les effets des températures extrêmes sur la reproduction des animaux sont connus depuis longtemps (Sundstroem, 1927). Chez les ovins, les effets de la température semblent étroitement liés à une augmentation de la température corporelle des animaux (augmentation de la température rectale de 1 à 2°C) et à une hausse importante du taux respiratoire

(augmentation de 100 à 200 respirations/minute). Plusieurs recherches ont ainsi déterminé que de telles augmentations du métabolisme basal pouvaient être considérées comme des indices de stress importants pouvant altérer les capacités reproductrices des mâles et des femelles (Yeates, 1953; Sawyer, 1983). La hausse de la température corporelle des animaux pourrait aussi dépendre, indirectement, de d'autres facteurs comme la présence de laine et la capacité d'adaptation à la chaleur de la race ou de l'individu (Dutt et al., 1959; Alliston et al., 1961).

Chez les femelles, de nombreuses études ont démontré que durant le cycle reproductif, l'exposition à de hautes températures peut affecter la survie embryonnaire. En effet, Dutt (1964) avait démontré que des femelles exposées à une température ambiante élevée avant la saillie (contrôle artificiel maintenu entre 40 et 45°C) présentaient un taux de fécondation des ovules significativement inférieur à celui de brebis exposées à des températures naturelles (6 à 20°C).

Des études ont montré que l'exposition à des températures extrêmes au début ou durant la saison œstrale pouvait affecter négativement la période d'activité sexuelle. Sawyer et al. (1979) ont découvert qu'une exposition à de hautes températures, soit six jours avant l'œstrus, pouvait réprimer totalement l'apparition des chaleurs. Les auteurs mentionnent que la suppression du comportement œstral chez ces brebis, résultait d'une augmentation de la concentration en progestérone qui, sécrétée de manière continue, bloquait la poussée de LH, l'œstrus et l'ovulation.

Ainsi, Sawyer et al. (1979) concluent qu'en conditions naturelles, lorsque le moment de la reproduction coïncide avec des épisodes de stress thermiques, l'activité de reproduction et la fertilité peuvent être grandement affectées.

Dutt et Bush (1955) ont démontré que le début de la saison de reproduction pouvait être devancé en exposant les femelles à de basses températures (7 à 9°C) durant les mois de mai à octobre. Chez ces femelles la 1ère ovulation survenait aux environs du 10 juillet comparativement au 26 septembre pour les brebis exposées aux variations thermiques naturelles (température maximum de 32°C).

Chez les mâles, les stress thermiques peuvent avoir des effets adverses sur la libido, la production de semence, la qualité de la semence et la capacité fécondante (Chemineau, 1993; Alliston et al., 1961). En effet, Colas (1980) a démontré que des températures de 29°C à 30°C pouvaient rapidement entraîner des altérations morphologiques de la semence de béliers.

9.2. L'effet bélier

Le phénomène de «l'effet mâle» est connu depuis longtemps et a été observé dans plusieurs espèces dont les porcins, les ovins, les rongeurs et les bovins (O'Callaghan *et al.*, 1994). Chez les ovins, «l'effet bélier» est un phénomène qui est bien connu depuis les années 1940. En effet, à cette époque, on avait noté que chez des brebis en anoestrus, préalablement isolées des mâles, l'introduction d'un bélier déclenchait l'ovulation et l'apparition de chaleurs. Dans la littérature, les mécanismes d'action de l'effet bélier sont bien documentés. Chez des brebis en anoestrus, la sécrétion et la pulsativité de LH sont faibles et les brebis ne présentent pas d'activité ovulatoire ni œstrale. Cependant, l'introduction d'un mâle avec des femelles en période d'inactivité sexuelle, provoque une augmentation soudaine de la pulsativité de LH, favorisant la venue du pic de LH préovulatoire et d'une ovulation spontanée environ 50 h après l'introduction des mâles (Oldham *et al.*, 1978; Martin *et al.*, 1986).

Dans la pratique, l'effet bélier est efficace pour avancer la saison de reproduction de quatre à six semaines et la réponse peut varier selon le moment de l'année (Notter, 2002). Néanmoins, l'efficacité de l'effet mâle peut varier selon plusieurs facteurs. Perkins et Fitzgerald (1994) avaient noté qu'un nombre significativement plus élevé de femelles en anoestrus ovulaient suite à l'introduction de béliers possédant une libido supérieure.

L'efficacité de la technique pourrait varier en fonction de l'intensité de l'anoestrus saisonnier selon la race et aussi l'individu. Ainsi, chez les races désaisonnées, l'effet bélier pourrait être efficace durant une plus grande partie de l'année, tandis que chez les races saisonnées l'effet mâle serait efficace à la fin et au début de la période de reproduction.

9.3. La race

Dans le monde, on dénombre une quantité impressionnante de races de moutons. Il n'est donc pas étonnant de constater que l'effet de la race sur les performances reproductives des mâles et des femelles soit largement documenté. La majorité des brebis débutent leur activité sexuelle vers la fin de l'été et retournent en période d'anoestrus vers la fin de l'hiver. Cependant, le début de la saison de reproduction, la durée de l'œstrus, la durée de la période d'activité et d'inactivité sexuelle ainsi que l'intensité de l'anoestrus saisonnier varie de façon notable entre les races (Dufour, 1974; Williams, 1974; Notter, 2002).

Il est donc normal de penser que la race des ovins pourrait également affecter la réponse à un traitement photopériodique (Williams, 1974; Amir et Zaralis, 1990).

9.4. L'état corporel et l'âge

Des variations de l'état corporel et du poids vif peuvent affecter négativement le rythme de reproduction des femelles (Ducker et Boyd, 1977; Abecia et al., 1991 ; Forcada et al., 1992). Ces auteurs avaient noté que la durée de l'anoestrus saisonnier était significativement plus courte lorsque les femelles présentaient un état corporel convenable. De plus, l'activité œstrale de ces femelles était plus importante lors des périodes de transition entre la saison et la contre-saison sexuelle. L'âge des femelles affecte les performances reproductives. Ainsi, il a été observé que la prolificité était significativement affectée par l'âge.

9.5. La latitude

Thibault, (1997), rapporte que les caractéristiques des rythmes saisonniers de reproduction sont très variables selon les latitudes. Chez l'espèce ovine, Williams (1974), a remarqué que la saison d'inactivité sexuelle se réduit à mesure qu'on se rapproche de l'équateur (basse latitude). Les animaux vivants dans cette zone présentent peu de variations saisonnières. En revanche, la majorité des résultats obtenus sur des animaux vivants à des latitudes élevées (régions tempérées) suggère une influence de la latitude sur la cyclicité de la fonction de reproduction.

10- Programmes photopériodique pour contrôler la reproduction des béliers

Il existe des variations saisonnières importantes des composantes de la capacité de reproduction des béliers. Ces variations peuvent entraîner des baisses de fertilité des béliers et donc de l'ensemble d'un troupeau ovin. Comme ces variations sont influencées par la durée de la photopériode, il est logique de croire qu'une des solutions pour amenuiser ce phénomène est de manipuler artificiellement la durée de la photopériode à laquelle les animaux sont exposés. L'utilisation de programmes lumineux vise non seulement l'induction d'une activité sexuelle intense en contre-saison, mais également l'abolition des variations saisonnières de la qualité de la semence, de la CS et de la libido. Cette section vise à présenter l'ensemble des différents programmes photopériodiques, de cycles longs (trois, quatre ou six mois d'alternance de JL et de JC) et de cycles courts (un ou deux mois d'alternance de JL et de JC),

déjà étudiés à ce jour pour contrôler la reproduction des béliers. À moins d'avis contraire, les JL sont, par définition, des journées exposant les animaux à 16 heures de lumière (L) et 8 heures de noirceur (N), d'où l'abréviation 16L:8N. Les JC sont, pour leur part, des journées de 8 heures de lumière et 16 heures de noirceur (8L:16N).

Un des premiers auteurs à avoir soumis des béliers à un programme artificiel de photopériode a été Fowler en 1962. Ce chercheur a voulu vérifier l'effet d'une photopériode artificielle complètement inversée par rapport à la photopériode naturelle sur un groupe de 12 béliers Mérinos. Les effets sur la qualité de la semence ont été étudiés (la semence était récoltée deux fois par semaine par électro éjaculation). Cette expérience a montré que la photopériode quotidienne inversée causait un inversement dans les cycles de variations saisonnières de la qualité de la semence. Au printemps, comparativement aux béliers témoins sous lumière naturelle, la semence des béliers traités, alors exposés à des JC, possédait des valeurs plus élevées en ce qui concerne le pourcentage de spermatozoïdes normaux, le nombre total de spermatozoïdes et la concentration spermatique. Durant les mois d'automne, la semence des béliers en photopériode inversée a été de qualité inférieure à celle des béliers témoins en LN.

Cette étude montrait que la manipulation de la photopériode permettait effectivement de faire varier les paramètres de qualité de la semence. De nouvelles et de nombreuses recherches portant sur l'alternance de séquences longues ou courtes de JL et de JC ont par la suite fait leur apparition, tout comme des programmes de photopériode en continu ou encore de photopériode fractionnée.

10.1- Programmes de photopériode en continu

Les programmes de photopériode dits en continu consistent à exposer les animaux à une même photopériode pour une longue période de temps. Un programme de photopériode continue, soit croissante ou décroissante, a été étudié par Schanbacher et Ford en 1979 afin de voir les effets sur la CS, l'histologie des tubules séminifères, la concentration en testostérone, en LH et en FSH sur des béliers adultes croisés Suffolk X Hampshir. Tous les béliers ont été acclimatés pendant quatre semaines (22 février au 22 mars) à une photopériode de 12LT2N avant le début des traitements. Les béliers ont ensuite été exposés à une durée du jour croissante ou décroissante pour une période de 10 semaines. La CS des béliers sous photopériode croissante a diminué d'approximativement 10 % au cours de l'expérience. À l'inverse, après une légère diminution dans les premières semaines, les béliers en jours

décroissants ont montré une augmentation de 15 % de leur CS. Le poids des testicules de ces derniers était 45 % plus élevé et du point de vue histologique, le diamètre des tubules séminifères était 30 % plus large. Toujours chez les béliers en photopériode décroissante, une faible concentration de prolactine a été mesurée, tandis que les concentrations de testostérone, de FSH et de LH étaient plus élevées que chez l'autre groupe. Les auteurs ont donc suggéré que la croissance testiculaire chez les béliers exposés à des jours décroissants est en fait une réponse à l'augmentation de l'activité des gonadotrophines. Ces hormones pourraient avoir une action directe sur l'épithélium germinal des testicules du bélier ou encore pourraient stimuler indirectement la spermatogenèse en accroissant la sécrétion de testostérone dans les cellules interstitielles.

Dans une autre étude, Schanbacher (1979) a placé des béliers Suffolk matures en JC (n = 5) pour une durée de 13 semaines durant la contre-saison sexuelle (du 28 février au 30 mai). Un groupe témoin était pour sa part exposé à la lumière naturelle croissante (n = 5). Les animaux ont été placés en accouplements durant les trois dernières semaines du traitement photopériodique, soit du 9 au 30 mai. Les accouplements en contre-saison ont été effectués avec des brebis Finnish Landrace dont les chaleurs avaient été synchronisées. Pour les deux groupes de béliers, les CS étaient similaires au jour 0 de l'expérience et elles ont diminué durant les trois premières semaines de l'étude. Puis, pendant que les CS des béliers du groupe

témoin continuaient de diminuer, celles du groupe en JC ont commencé à augmenter (34,7 cm à 37,8 cm de la 3^e à la 10^e semaine). Les béliers maintenus en JC avant les accouplements ont obtenu un pourcentage d'agnelage supérieur aux béliers témoins (67,2 % vs 32,0 %), résultant en une production d'agneaux 2,5 fois plus grande (202 agneaux vs 81). Dans cette étude, la semence de tous les béliers a également été étudiée (volume, nombre total de spermatozoïdes par éjaculat, motilité progressive, viabilité, intégrité de l'acrosome, % de spermatozoïdes normaux), mais peu de différences significatives ont été observées au cours des semaines de traitement. Seul le pourcentage de spermatozoïdes avec un acrosome normal a continué de décroître au cours des neuf premières semaines de l'étude pour les béliers témoins.

Dans une recherche canadienne, Langford et al (1987), les béliers étudiés étaient de race Finnish Landrace et de trois lignées synthétiques (une paternelle et deux maternelles⁶ - ces lignées deviendront un peu plus tard, les races Arcott Canadian, Arcott Rideau et Arcott

Outaouais). Divisés en quatre groupes de 12 (deux de la lignée #1, trois de la lignée #2, quatre de la lignée #3 et 3 Finnish Landrace), les béliers ont reçu des traitements photopériodiques différents pour une durée totale de 20 mois. Le groupe 1 était exposé de façon continue à des JC, tandis que les groupes 2, 3 et 4 étaient exposés à quatre mois de JC en alternance avec un, deux ou quatre mois respectivement de JL. Tous les béliers étaient initialement exposés à quatre mois de JC, puis à trois mois de JL, ce qui a causé une régression testiculaire pour tous les groupes. Deux mois après le passage en JC (tous les groupes), la CS a atteint sa valeur maximale, puis elle a commencé à diminuer pour les groupes réexposés aux JL (groupes 2, 3, et 4).

Ainsi, selon les résultats de cette étude, le groupe de béliers qui est demeuré en JC durant toute la durée de l'expérience (groupe 1) n'a pas présenté d'état photoréfractaire puisqu'il a maintenu une haute activité testiculaire, ce qui contraste avec la régression et ensuite la reprise de la croissance testiculaire notée par Almeida et Lincoln (1984) avec des béliers sous des conditions similaires. Langford et al. (1987) ont tenu à souligner le fait que les conditions de logement de leurs animaux ont permis de maintenir une température ambiante constante tout au long du projet, contrairement à d'autres études (Howies et al, 1982) pour lesquelles les conditions environnementales n'ont pas été constantes, ce qui peut donc avoir influencé l'activité testiculaire.

Récoltée par vagin artificiel toutes les deux semaines, la semence des béliers de cette étude a également été analysée. Une moyenne de deux éjaculats par récolte (trois minutes d'intervalle) par animal était utilisée pour les analyses. De façon générale, les éjaculats des béliers exposés de façon continue au JC contenaient toujours un plus grand nombre de spermatozoïdes motiles que ceux des béliers des autres groupes, ainsi qu'un nombre total 6

Lignée synthétique #1 (paternelle) : génotype composé principalement des races Ile-de-France, Leicester et Suffolk; lignée synthétique #2 (maternelle) : 40-50 % Finnish Landrace, Suffolk et Shropshire; lignée synthétique #3 (maternelle) : 40-50 % Finnish Landrace, Suffolk, East Friesian, Shropshire et Dorset.

10.2- Programmes photopériodiques de séquences longues

Les programmes de photopériode dits de séquences longues consistent à exposer les animaux à une alternance de séquences de JL et de JC, séquences dont la durée est de trois à six mois. Plusieurs études ont porté sur l'alternance de JL et de JC et de nombreux essais ont été effectués concernant la durée des cycles de JL et de JC, afin de trouver la séquence qui permettrait d'abolir les variations saisonnières de l'activité sexuelle chez le bélier. C'est notamment le cas de Colas et al. (1985), un groupe de chercheurs à l'Institut national de la recherche agronomique en France, qui ont soumis des béliers à deux types de photopériode, afin d'effectuer des essais de fertilité par IA. Un premier groupe (A ; n= 5) était exposé à six mois de lumière croissante (8 à 16 h), puis six autres mois en lumière décroissante (16 à 8 h). Le deuxième groupe (B ; n= 5) recevait la photopériode inverse. La semence a été récoltée deux fois par semaine, à raison de deux éjaculats par récolte.

Les auteurs, malheureusement, n'ont pas mentionné clairement à quel moment les IA ainsi que les essais in vitro ont eu lieu par rapport aux traitements photopériodiques. Ils ont simplement indiqué que ces deux activités ont été effectuées avec de la semence de béliers récoltée en lumière croissante ou décroissante.

L'influence de la photopériode sur la production spermatique, mais également sur le pouvoir fécondant des spermatozoïdes chez les béliers adultes Ile-de-France a également été étudiée. Les deux courbes de production spermatique ont été complètement à l'opposé l'une de l'autre tout au long de la période expérimentale. La quantité de spermatozoïdes récoltée, par

vagin artificiel, a rapidement diminué chez les béliers en lumière croissante au cours des 12 premières semaines. Cette même quantité s'est ensuite stabilisée et a augmenté à nouveau pour conserver une valeur élevée de la 38^e à la 52^e semaine. Chez les béliers du groupe B, les valeurs maximales étaient plutôt observées de la 9^e à la 24^e semaine et les quantités minimales de spermatozoïdes étaient obtenues de la 36^e à la 49^e semaine.

Concernant la fécondance in vivo de la semence, ou le pourcentage de mises bas, des résultats supérieurs ont été obtenus avec la semence récoltée en JC par rapport à celle récoltée en JL (65,7 vs 56,7 %), contrairement à Colas et al. (1972) qui n'avaient observé aucune différence significative sur les taux de fertilité obtenus avec de la semence récoltée au printemps et à l'automne. Colas et al. (1985) ne font toutefois pas la distinction entre le pouvoir de fécondation in vitro et in vivo, ce qui biaise légèrement les résultats puisque cela

implique qu'ils ne prennent pas en considération les pertes embryonnaires in vivo. La prolificité (nombre d'agneaux nés/agnelage) pour sa part n'a pas montré de relation significative avec le traitement photopériodique imposé aux béliers. Par contre, une corrélation positive ($r = 0,607$) entre la fertilité et la prolificité a été obtenue entre la 13e et la 26e semaine, c'est-à-dire que plus un bélier a été fertile, plus il a également été prolifique. Ceci indique que les béliers ont exercé un effet direct sur le nombre d'agneaux par mise-bas, relation également obtenue par Schanbacher (1979). Les auteurs ont interprété cette relation en expliquant que la qualité de la semence du bélier a agi à la fois sur le nombre d'ovocytes fécondés ainsi que sur leur devenir dans l'utérus. En effet, selon Fournier-Delpech et al. (1982), la mortalité embryonnaire dépendrait du stade de maturation des spermatozoïdes dans l'épididyme.

Enfin, la semence récoltée par Colas et al (1985) a présenté un pH plutôt alcalin en JL, tandis qu'il a été acide en JC. Cependant, aucune corrélation significative n'a été trouvée entre le pH de la semence et son pouvoir fécondant.

Lincoln et Davidson (1977) ont pour leur part soumis des béliers adultes Soay à un programme de photopériode artificielle où les animaux étaient placés cinq semaines en JL puis exposés à 16 semaines de JC suivies de 16 semaines de JL. Deux semaines après le passage des animaux des JL en JC, les concentrations sanguines en FSH et en LH commençaient à augmenter, suivies presque immédiatement par une augmentation de la testostérone et, par le fait même, d'un accroissement de la taille des testicules. Le diamètre testiculaire ainsi que la taille des épидидymes, cette dernière étant estimée à l'aide d'un vernier, ont continué à augmenter tout au long des JC. Les hautes concentrations de testostérone ont pour leur part été associées avec une augmentation de l'agressivité des animaux ainsi que des comportements sexuels. Par la suite, de façon générale, le retour vers les JL a entraîné un déclin des paramètres mesurés.

Lindsay et al. (1984) ont pour leur part soumis des béliers Ile-de-France à un programme dans lequel la photopériode d'une année entière était recréée en six mois seulement. Encore une fois, leur expérience a montré que la croissance et la régression des testicules étaient hautement reliées avec la photopériode à laquelle les animaux étaient exposés. La fréquence des pics de sécrétion de LH était plus élevée lorsque les jours raccourcissaient que lorsqu'ils allongeaient. Ainsi, la croissance testiculaire pouvait être associée à des concentrations élevées de LH sanguine lors des JC.

Fitzgerald et Stellflug (1990) ont quant à eux utilisé des béliers de quatre races différentes (Booroola Merino, Rambouillet, Columbia et Polypay) pour leur étude portant sur la libido, la CS et la semence chez les béliers exposés à une photopériode contrôlée (quatre mois de JL et quatre mois de JC en alternance). La CS des béliers en JC, tout comme la production spermatique, ont été supérieures à celles des béliers en JL. La libido, mesurée par le nombre d'éjaculats récoltés au vagin artificiel par rapport au nombre de tentatives de monte sur la brebis, a été plus élevée lors des JC que lors des JL (95 % vs 76 %).

Dans le cadre d'une autre recherche, huit béliers croisés Dorset x Leicester x Suffolk ont été placés sous une photopériode alternant quatre mois de JC et de JL pour une période de deux ans (Sanford et al, 1993) . Cette photopériode a permis la production d'une série de trois cycles de variations testiculaires très similaires et réguliers. Les auteurs ont observé que la CS a atteint des valeurs maximales et minimales dans le deuxième mois des JC et des JL, respectivement.

La relation positive entre la LH et la croissance testiculaire notée par Lindsay et al. (1984) a également été étudiée par D'occhio et al. (1984). Des béliers de quatre races différentes (Polled Dorset, Finnish Landrace, Rambouillet et Suffolk) ont été soumis à trois mois de JL et de JC en alternance, précédés d'une exposition de deux semaines à 13 h de lumière par jour (LN). Pour toutes les races, le diamètre testiculaire a augmenté durant les JC et a diminué au cours des JL.

Dans cette expérience, les concentrations sanguines de LH et de testostérone ont varié dans le même sens que les changements du diamètre scrotal. L'augmentation de LH est apparue cependant trois à quatre semaines avant qu'une élévation considérable de la testostérone soit détectée, puis les concentrations de LH ont commencé à descendre lorsque la testostérone était à son maximum.

Le moment pour lequel la concentration en testostérone était la plus élevée correspondait au moment pour lequel les béliers présentaient les diamètres scrotaux les plus élevés Dorset ($r=0,89$), Finnish Landrace ($r = 0,94$), Rambouillet ($r = 0,91$) et Suffolk ($r = 0,94$). La prolactine quant à elle, a réagi à l'inverse du diamètre testiculaire, de la LH et de la testostérone, en augmentant en JL et diminuant en JC.

Poulton et Robinson (1987) ont également travaillé avec une photopériode artificielle de 12 semaines de JC et de JL en alternance. Cependant, le premier cycle de photopériode a plutôt duré 32 semaines (16 semaines de JC et 16 semaines de JL), précédé d'une exposition

de 16 semaines dont la photopériode a été de 12 h de lumière par jour. Les races de béliers utilisées ont été la Romney Marsh (n = 6), la Dorset Horn (n = 8) et la Mérinos australien (n = 8).

Les plus grandes valeurs de testostérone sanguine ont coïncidé avec les données les plus élevées des volumes scrotaux, tout comme dans l'étude de D'Occhio et al (1984). Dans ces deux études, les béliers de toutes les races ont présenté une plus grande activité hypophyso-testiculaire durant les JC. La libido des béliers a également été étudiée, et ce, selon la réaction des béliers face à une brebis ovariectomisée injectée à l'œstradiol. La brebis était introduite dans un parc de six béliers pour une durée de 15 minutes et les comportements, tels que décrits par Banks (1964), ont été classés comme suit : (0) aucun intérêt; (1) reniflement de la région génitale; (2) agressions; (3) Flehmen; (4) bélier donne des coups à la brebis; (5) tentatives de montes actives. L'activité sexuelle maximale était associée à la fin de la phase de développement et au début de la phase de régression testiculaire, avec un intervalle de six à sept semaines entre le volume scrotal maximal et le pic de la réponse sexuelle.

Bref, de nombreux programmes lumineux à séquences longues de JL et de JC favorisent l'amélioration des performances reproductrices en contre-saison chez le bélier. L'alternance rapide (un mois ou deux mois) des JL et des JC a aussi été étudiée, mais les études concernant ces programmes sont moins nombreuses.

10.3- Programmes photopériodiques fractionnés

Les programmes de photopériode dite fractionnée consistent à exposer les animaux à un flash lumineux, à la suite d'une période de noirceur, en guise de JL.

Lincoln en 1978a réalisa un essai de photopériode fractionnée (« skeleton short-day photoperiod »), consistant à exposer les animaux à un flash lumineux en guise de JC. Après une période de deux ans où les animaux étaient exposés à un cycle alternatif de 16 semaines de JC puis 16 semaines de JL, les béliers ont alors été exposés à 16 semaines de JC fractionnées, c'est-à-dire 11L:1N:5L:7N, puis sont retournés en JL. La croissance testiculaire ainsi que les comportements d'agressivité observés ont suivi exactement les mêmes tendances que celles observées dans le groupe de béliers en JC « normaux », malgré le fait que la durée totale de lumière et de noirceur au cours de la journée ne soit pas changée (16L:8N vs 11L:1N:5L:7N).

Les résultats de l'étude de Lincoln (1978a) sont toutefois très difficilement explicables, puisqu'il a été montré par des études subséquentes qu'une séquence fractionnée de 11L:1N:5L:7N devrait plutôt être perçue par les animaux comme étant des JL et non comme des JC. C'est donc comme si les béliers de l'expérience de Lincoln (1978a) étaient demeurés en JL pour toute la durée de l'expérience, ce qui rend les résultats encore plus difficiles à interpréter. Il serait toutefois possible de poser l'hypothèse que les béliers ont présenté un effet photoréfractaire et que, étant exposés à des JL de façon constante, les béliers auraient repris une activité endogène, ce qui pourrait expliquer la reprise de la croissance testiculaire et d'une activité sexuelle malgré les JL.

En 1987, Pelletier et Thimonier ont réalisé une étude fort intéressante en plaçant des béliers sous photopériode fractionnée, de manière à effectuer un flash lumineux à la suite d'une période de noirceur, en guise de JL cette fois-ci. Les béliers utilisés, préalablement exposés à la lumière naturelle, étaient de race Ile-de-France et étaient âgés de deux à trois ans. Le groupe I recevait une photopériode qui variait progressivement de 8 à 16 h/jour, et inversement, sur une période de trois mois. Le groupe II était exposée à un régime lumineux similaire, mais la durée totale de lumière égalait toujours 8 h et était donnée en deux fractions. Dans le groupe II, l'ouverture des lumières de la principale phase de lumière correspond à celle du groupe I, tandis que le flash lumineux d'une heure coïncidait avec la dernière heure de la photopériode du groupe I.

Le poids testiculaire des béliers était évalué toutes les deux semaines à l'aide d'un orchidomètre, une série de perles ovoïdes représentant la forme d'un testicule allant de 100 à 400 millilitres (ml). Le poids du testicule est établi par comparaison manuelle avec les formes étalons. La corrélation entre l'estimation du poids testiculaire à l'aide de cette technique et le poids réel des testicules (obtenus par dissection) est de 0.96, selon les travaux d'Oldham et al. (1978). Les résultats obtenus par Pelletier et Thimonier (1987) à l'aide de l'orchidomètre sont en ml, mais les poids testiculaires sont directement interprétés en grammes, sans aucun calcul. Les variations du poids testiculaire ont été identiques chez les deux groupes de béliers. En effet, chaque augmentation du poids testiculaire était associée à une diminution de la photopériode et à l'inverse, une régression du même paramètre correspondait à une augmentation de la durée de la photopériode.

Ces résultats correspondaient à ceux observés par Lindsay et al. (1984) cités précédemment, qui eux aussi avaient étudié l'alternance de trois mois de JL et trois mois de JC avec des photopériodes fractionnées.

La principale conclusion des études sur les programmes de photopériode fractionnée est donc que ce n'est pas la durée totale d'éclairement dans une journée qui cause la stimulation, mais plutôt l'intervalle de temps entre deux périodes d'éclairement. Les résultats précédents indiquent que la technique du flash lumineux est une technique efficace permettant de diminuer la durée d'éclairement en JL.

10.4- Programmes photopériodiques de séquences courtes

Les programmes de photopériode dits de séquences courtes consistent à exposer les animaux à une alternance de séquences de JL et de JC, séquences dont la durée est d'un à deux mois. Ce type de programme a été moins étudié que les programmes à cycles longs.

D'abord, Pelletier et al. (1985) ont émis l'hypothèse que l'état réfractaire chez le bélier prenait deux mois à se développer chez le bélier. Ces auteurs se sont donc attardés à l'étude des cycles lumineux courts. Ils ont exposé des béliers Ile-de-France, au nombre de six par groupe, à des séquences croissantes (8 à 16 h de lumière) et décroissantes (16 à 8 h de lumière) selon des périodes d'alternance (cycle) différentes allant de six, quatre, trois ou deux mois, pour des durées totales de traitement de 18, 12, 12 et 18 mois respectivement. Les résultats ont clairement montré que les béliers qui changeaient de séquence lumineuse tous les deux mois ont présenté une augmentation progressive de leur poids testiculaire qui s'est stabilisé près de leur niveau maximal autour du 3^e cycle du programme. Par contre, les autres traitements lumineux ont produit des variations saisonnières dans le poids testiculaire des béliers.

Pour donner suite aux bons résultats obtenus avec le programme photopériodique de cycles alternatifs courts de deux mois (un mois de JL et de JC) et dans le but de faciliter le travail à la ferme des producteurs, Pelletier et Almeida (1987) ont développé d'autres alternatives à ce programme court. Des béliers Ile-de-France (n = 6) ont été exposés à trois types des cycles photopériodiques courts.

Le premier traitement consistait à exposer les béliers à une alternance d'un mois de JL croissant d'un mois de JC décroissant. Les béliers du second groupe ont simplement été soumis à des JC et des JL en alternance chaque mois. Enfin, le troisième groupe a reçu, en alternance chaque mois, des JC et des JL donnés en deux blocs, un de 7 h et un de 1 h (flash lumineux) donné 15-16 h après l'aube. Dans ces trois programmes, le poids testiculaire des

béliers a varié en trois phases : (i) il n'y a eu aucun changement durant les deux-trois premiers mois, ce qui, selon les auteurs, correspond à la phase photoréfractaire naturelle; (ii) Au cours des deux-trois mois suivant, il y a eu une augmentation régulière des poids testiculaires, presque jusqu'aux valeurs maximales; (iii) les valeurs ont été élevées et constantes pour les cinq cycles suivants, avec une tendance à augmenter vers des valeurs maximales en même temps que les animaux, encore jeunes au début de l'expérience (2,5 ans), prenaient de l'âge.

Ces résultats indiquent que le poids testiculaire peut être maintenu chez des béliers exposés à des cycles alternatifs courts d'un mois de JL et d'un mois de JC et que la régression saisonnière du poids testiculaire était abolie sous ces conditions. D'un point de vue physiologique, cette stimulation photopériodique fréquente, mais de courtes durées, permet d'obtenir des niveaux de sécrétion et de pulsativité de LH variant avec la lumière, mais atteignant des valeurs plus élevées en JC (Chemineau et al, 1992). Cependant, les auteurs ont noté que les concentrations moyennes de LH et de testostérone demeuraient très faibles pendant l'année et demie qu'ont duré les traitements lumineux. Par contre, ces taux ont été suffisants pour induire le développement testiculaire. L'exposition aux JL inhibiteurs

préviendrait la sécrétion de LH et par conséquent une surstimulation de testostérone. En l'absence de cette surstimulation, la testostérone ne pourrait agir négativement sur l'axe hypothalamo-hypophysaire et induire une régression de la taille des testicules (Pelletier et Almeida, 1987).

Schanbacher en 1988 a lui aussi fait une étude sur l'alternance des cycles courts. La race Suffolk a été choisie pour mener à bien cette étude, puisque cette race paternelle, dont la reproduction est très saisonnière, montre des changements saisonniers marqués du point de vue endocrinien et de la fonction testiculaire. Trois groupes de béliers ont été formés : un groupe témoin laissé en lumière naturelle, un second exposé à une séquence d'un mois de JL et d'un mois de JC, puis un dernier exposé à un mois de JC standards et à un mois de JL fractionnés (7L:9N:1L:7N) (Figure 2.19). La durée totale de l'expérience a été de 60 semaines.

Les diamètres scrotaux des deux groupes de béliers exposés à la photopériode artificielle ont augmenté au cours de la contre-saison sexuelle et ont même atteint leurs valeurs maximales lors du solstice d'été. Par la suite, la taille des testicules s'est maintenue à un niveau élevé jusqu'à la saison de reproduction à l'automne (fin de l'expérience). Tout

comme Pelletier et Almeida (1987), Schanbacher (1988) a suggéré que les cycles de photopériode artificielle d'une durée de seulement huit semaines (un mois de JC et un mois de JL) pouvaient maintenir l'activité de testiculaire des béliers à un niveau comparable à celui observé durant la saison sexuelle. De même, ces deux études ont fait, selon elles, l'évidence que les cycles lumineux de courte durée (huit semaines) empêchent l'apparition de l'état photoréfractaire et permettent ainsi de maintenir le comportement de reproduction et l'activité gamétogénétique du bélier. La pulsativité de la LH et de la testostérone est augmentée, mais apparemment pas au niveau requis pour la surstimulation et la libération de la testostérone, ce qui impose normalement par la suite une rétroaction négative du complexe hypothalamo-hypophysaire.

En conclusion, les études sur les programmes photopériodiques de cycles courts ont montré que ce type de traitement permettait aux béliers de maintenir une activité testiculaire et d'ainsi contrer les baisses saisonnières de la croissance testiculaire. Toutefois, présentement, aucune recherche n'a évalué l'impact réel que peuvent avoir des béliers préparés avec de tels programmes de photopériode de cycles courts sur les résultats de fertilité d'un troupeau.

11- Programmes photopériodiques réalisés chez les brebis

11.1- Programmes photopériodiques réalisés en contre-saison

Chez la brebis, le principal objectif d'un traitement photopériodique vise à contrôler le rythme endogène circannuel des femelles et à synchroniser l'apparition de leur comportement œstral au moment voulu. Afin d'atteindre ces objectifs, le principe général consiste à exposer les femelles à une période de JL suivie d'une période de JC ou de jours décroissants au printemps. Tel que mentionné précédemment, ce type de séquence lumineuse permet généralement de contourner l'état réfractaire à la photopériode et de stimuler l'activité ovarienne à un moment où elle est habituellement inhibée. La plupart des essais réalisés chez les brebis ont tenté d'avancer la saison sexuelle naturelle ou d'induire une activité sexuelle intense en contresaison. Chemineau et al. (1988) avaient démontré que, suite à un traitement d'environ trois mois de JL, l'activité ovulatoire des brebis pouvait être stimulée approximativement 40 à 50 jours après l'exposition aux JC. Plusieurs auteurs ont utilisé ce type de traitement pour induire l'activité de reproduction des femelles en contre-saison. Dans plusieurs de ces études, le traitement de JC a été remplacé par un traitement de MEL, mimant l'effet d'un JC chez la brebis (Stellflug et Nett, 1988; Williams et Ward, 1988;

Sweeney et O'Callaghan, 1996; Donovan *et al.*, 1994). En général, le remplacement des JC par la MEL semble avoir induit l'activité ovulatoire des femelles de façon relativement similaire à un traitement «classique» utilisant la succession de JL et de JC.

Stellflug et Nett (1988) ont étudié l'effet d'un traitement de JL et de MEL (JL-MEL) ou d'un traitement de JL suivi de lumière naturelle (JL-Lum) sur l'induction de l'activité sexuelle de brebis Polypay vers la fin de la saison de reproduction (janvier-avril) et en contre-saison (avril-juin). Cette étude a été réalisée aux États-Unis, à Dubois dans l'état de l'Idaho (44° 5,1'N). L'objectif était d'évaluer si ces traitements pouvaient contourner l'état réfractaire aux JC durant le printemps et stimuler l'activité de reproduction des femelles en anoestrus *postpartum*. Afin d'induire l'activité ovulatoire vers la fin de la saison sexuelle, les brebis ont été exposées à 67 jours de JL (20L:4N) du 21 octobre au 27 décembre. Ensuite, une partie de ces femelles a été exposée à la lumière naturelle alors qu'un second groupe a reçu un traitement de MEL exogène (10 mg/tête dans l'aliment) pendant 100 jours (fin le 6 avril).

Les brebis étaient sevrées après 30 jours de lactation et immédiatement placées avec des béliers (saillies en fin de saison sexuelle du 27 janvier au 9 avril). Les saillies débutaient environ 30 jours après la fin du traitement de JL. Pour ce qui concerne l'induction de l'activité sexuelle dans la période de contre-saison, des traitements relativement similaires furent utilisés. Les brebis étaient exposées aux JL (20L:4N) du 1er janvier au 11 mars (69 jours de JL). Une partie des femelles recevait par la suite un traitement de MEL exogène (10 mg/tête dans l'aliment) pendant 90 jours (fin le 10 juin) et les autres femelles étaient exposées à la lumière naturelle. Les saillies débutaient environ 35 jours après la fin du traitement de JL, soit du 18 avril au 10 juin. Pour les saillies réalisées de février à avril, les traitements de JL-MEL et de JL-Lum ont eu tendance ($P=0.06$) à donner des résultats de fertilité supérieurs au groupe témoin exposé à la lumière naturelle (54 %, 45 % et 24 %, respectivement pour les traitements de JL-MEL, JL Lum et témoin). Pour les saillies réalisées en contre-saison, le traitement de JL-MEL a permis d'obtenir un taux de fertilité significativement supérieur aux brebis recevant uniquement la séquence de JL ou exposées à la lumière naturelle (54 %, 10 % et 6 %, respectivement). Les auteurs concluent que l'exposition à un traitement de MEL favorisait une meilleure réponse au traitement lumineux de JL en pleine contre-saison. Dans cette étude, bien que les traitements expérimentaux ont permis d'obtenir des taux de fertilité significativement supérieurs aux brebis exposées à la lumière naturelle, ces performances de fertilité peuvent être considérées faibles.

Williams et Ward (1988) réussirent à obtenir des résultats de fertilité très intéressants lors de saillies en contre-saison (juillet) chez des femelles croisées Suffolk. Cette étude a été réalisée en Angleterre (51° 42'N). Dans cette étude, des femelles étaient exposées à environ 50 jours de JL (18L:6N du 24 février au 13 avril) et étaient par la suite exposées à un traitement d'environ 90 jours de JC (9L:15N du 13 avril au 11 juillet) ou de MEL (3 mg/tête dans l'alimentation à 16h00). Les brebis étaient sevrées en juin et elles étaient aussitôt exposées à des béliers vasectomisés pour une période d'environ 35 jours, soit du 5 juin au 11 juillet. À la fin des traitements de JC ou de MEL, les brebis ont été retournées au pâturage, sous la lumière naturelle. Des béliers intacts étaient introduits dans les groupes de femelles au pâturage en juillet pour la saillie, soit dès la fin du traitement de JC (11 au 28 juillet). Les saillies débutaient environ 90 jours après le début du traitement de JC.

Ces deux traitements photopériodiques permirent d'augmenter de manière significative le pourcentage de fertilité par rapport aux femelles du groupe témoin exposées à la lumière naturelle (66.7 %, 85.7 % et 0.0 %, respectivement pour les traitements JL-JC, JL-MEL et lumière naturelle). Bien que les performances du groupe exposé au traitement JL-MEL furent supérieures au groupe exposé au traitement JL-JC, cette différence ne fut pas significative. Les traitements ne causèrent aucun effet significatif sur la prolificité.

En 1994, Donovan *et al.* (1994) étudièrent l'effet de différents traitements lumineux combinant ou non l'utilisation de JL et de MEL. Cette recherche a été réalisée au Collège de Dublin en Irlande (53° 18'N). Quatre groupes de femelles étaient à l'étude : un groupe témoin était exposé à la lumière naturelle, un second groupe était exposé à la lumière naturelle et recevait un traitement de MEL à partir de l'agnelage (mars). Les deux autres groupes étaient exposés à un traitement de 44 jours de JL (18L:6N), débutant avant la mise bas, puis recevaient un implant de MEL après l'agnelage (44JL+MEL). Un de ces deux groupes était exposé à un bélier vasectomisé à partir du solstice d'été, soit le 21 juin (44JL+MEL+effet bélier). Le début de l'activité reproductrice était déterminé par la concentration en progestérone sérique mesurée une fois par semaine à partir du 1er juin. Les brebis du groupe témoin et les femelles recevant le traitement de MEL seulement débutèrent leur saison de reproduction approximativement au même moment (21 septembre ± 50 jours et 13 septembre ± 77 jours, respectivement). Le traitement de JL et de MEL permis d'avancer significativement le début de l'activité ovulatoire par rapport au groupe témoin (6 septembre ± 93 jours). Les auteurs notèrent que le traitement de 44JL+MEL+effet bélier permis d'avancer significativement l'activité ovulatoire par rapport à tous les autres traitements évalués (29

juillet \pm 77 jours). Ainsi, ces auteurs démontrèrent que l'effet bélier pouvait améliorer la réponse ovulatoire en contre-saison suite à un traitement photopériodique combinant les JL et la MEL. On peut toutefois noter que malgré une exposition à des JL et à un traitement de MEL, le pic d'activité sexuelle des brebis du groupe 44JL+MEL+effet bélier débuta plus de 140 jours après le début du traitement de MEL. Selon ce qui était noté dans la littérature, ce type de traitement aurait dû favoriser l'initiation de l'activité sexuelle environ 50 à 70 jours après le début du traitement de MEL. Les auteurs conclurent qu'un traitement de JL suivi d'un traitement de MEL pouvait favoriser l'initiation de l'activité sexuelle en contre-saison, à condition que ce traitement de JL soit d'une durée suffisamment longue.

Ainsi, les chercheurs mentionnèrent que l'exposition à une période de JL d'une durée supérieure à 44 jours aurait pu améliorer la réponse ovulatoire des brebis exposées au traitement de 44JL+MEL, de même qu'au groupe soumis au traitement 44JL+MEL+effet bélier. Ce paramètre avait par ailleurs été soulevé dans une étude réalisée par Malpaux *et al.* en 1989.

Des résultats similaires furent obtenus dans une expérience réalisée par Sweeney et O'Callaghan (1996). Ces chercheurs étudièrent l'effet de la longueur de différents traitements photopériodiques et de l'effet bélier, sur les performances reproductives en contre-saison de femelles ayant un génotype prédominant Suffolk (une race très saisonnière sous cette latitude). Cette étude a été réalisée au Collège de Dublin, en Irlande (53° 18'N). Dans cette recherche, les JC étaient simulés à l'aide d'un traitement de MEL exogène. Quatre groupes de brebis en gestation agnelant en mars étaient à l'étude. Un groupe témoin était exposé à la photopériode naturelle. Deux autres groupes recevaient un traitement de 44 ou de 90 jours de JL (16L:8N) avant l'agnelage, suivi d'un traitement de MEL après l'agnelage. Finalement, le quatrième groupe était exposé à 90 jours de JL, à un traitement de MEL, puis un bélier vasectomisé était introduit au mois d'avril.

La progestérone était mesurée afin de déterminer la cyclicité des brebis. Le traitement qui intégrait un bélier vasectomisé permit d'avancer significativement la période de reproduction de près de 10 semaines par rapport au groupe témoin exposé seulement à la lumière naturelle (25 juillet \pm 28 jours et 8 octobre \pm 68 jours, respectivement). La durée de la saison de reproduction des brebis recevant le traitement de 90JL+MEL+effet bélier fut également plus longue que celle des brebis du groupe témoin (210 jours vs 158 jours, respectivement) et ce, sans différence dans le moment de l'arrêt de la saison de reproduction à l'automne. Aucune différence significative ne fut observée entre le traitement de 44JL+MEL

et de 90JL+MEL pour le début de la période sexuelle. Dans ces deux groupes environ 40 à 50 % des femelles commencèrent à cycler au même moment que les femelles recevant le traitement de 90JL+MEL+effet bélier, soit aux environs du mois de juillet. Le reste des femelles de ces deux groupes démontrèrent un pic de cyclicité sexuelle, environ au même moment que les brebis du groupe témoin (20 août \pm 147 jours pour le traitement 44JL+MEL et 4 octobre \pm 133 jours pour le traitement 90JL+MEL).

Bien que le traitement de 90JL+MEL+effet bélier permis d'avancer la période d'activité sexuelle des brebis, l'activité ovulatoire débute tardivement par rapport au début du traitement de MEL, soit plus de 100 jours après la pose des implants. Les auteurs ont expliqué que ce phénomène pouvait être attribuable, en grande partie, à l'état physiologique des brebis utilisées dans l'étude qui étaient en lactation.

Sur une période de trois ans, Castonguay et Lepage (1998) étudièrent l'effet d'un traitement photopériodique visant à induire l'activité de reproduction de troupeaux constitués de bêtes de différentes races. Ce programme exposait les brebis à trois mois de JL (16L:8N) à partir du mois de novembre, puis à trois mois de JC (8L:16N) de février à avril. Les béliers étaient introduits le 1er avril, soit environ 60 jours après le début des JC, pour une période de 45 jours. Les résultats de fertilité obtenus furent de 70.4 %, 86.3 % et 70.6 % pour les 3 années d'expérimentation. Les résultats ne furent cependant pas comparés à des femelles sous lumière naturelle vu l'absence d'un groupe témoin.

11.2- Programmes photopériodiques réalisés sur une base annuelle

Les programmes photopériodiques présentés dans la littérature sont souvent appliqués sur une seule période de l'année et visent la synchronisation des femelles en contre-saison. D'un point de vue pratique, ces programmes sont utiles afin d'obtenir des agnelages durant l'automne. Cependant, lorsque le but de l'élevage est d'échelonner la production d'agneaux à longueur d'année, l'ensemble des femelles de l'élevage ne peuvent être exposées à ce régime lumineux. En effet, une séquence de JL suivi de JC au printemps, synchronise le rythme de reproduction endogène de toutes les femelles exposées à ce type de traitement lumineux. Ainsi, les producteurs souhaitant utiliser cette technique pour dessaisonner une portion de leur troupeau doivent obligatoirement isoler une partie de leur femelle afin de ne pas affecter celles qu'ils ne souhaitent pas faire saillir au printemps. Les traitements photopériodiques intégrant une séquence de JL suivi de JC au printemps, permettent donc d'effectuer des accouplements à un moment bien précis en contre-saison et ce, uniquement sur les femelles

ayant reçue le traitement lumineux. C'est pourquoi l'utilisation de traitements hormonaux s'avère parfois nécessaire afin d'étaler la production à plusieurs moments dans l'année. Dans la documentation, quelques auteurs ont tenté de contrôler la reproduction des femelles sur une base annuelle uniquement par l'utilisation de traitements photopériodiques.

Ces traitements sont souvent constitués de cycles alternatifs continus de JL et de JC et visent une régie intensive de trois agnelages en deux ans.

Ducker et Bowman (1972) furent parmi les premiers auteurs à tenter de suivre une régie d'agnelages intensive par l'utilisation de la photopériode. Cette recherche a été réalisée à l'Université Reading à Berkshire, Angleterre (51° 27' N). Dans cette étude, qui a duré environ trois ans, des brebis Dorset à cornes et Clun Forest étaient élevées dans des bâtiments ouverts, donc sous lumière naturelle. Durant l'étude, trois périodes de saillies sous photopériode ont été étudiées. Pour synchroniser le début de l'étude, toutes les brebis ont subi un traitement de progestagènes (éponges vaginales) en novembre en lumière naturelle. Les autres périodes de saillies ont eu lieu sous traitement lumineux et ont été réalisées durant les mois de juillet, d'avril et décembre. Au moment de la saillie, la durée lumineuse était élevée abruptement à 22 h de lumière par jour. Cette séquence de JL était maintenue jusqu'à la mise bas dans un premier groupe (environ 145 jours d'exposition aux JL) et elle était interrompue environ 40 à 50 jours avant l'agnelage dans un second groupe (environ 100 jours d'exposition aux JL). Lors de l'arrêt du traitement de JL, les animaux étaient exposés à la lumière naturelle pour une période minimale de 100 jours. Ainsi, dans cette étude, la lumière naturelle agissait à titre d'un traitement de JC (JC-naturels). Durant le projet, le passage des JL (22L:2N) à la lumière naturelle survint à 4 moments, soit lorsque la durée du jour était de 18h30, de 15h15, de 16h00 et de 18h30. Des béliers vasectomisés étaient introduits avec les brebis environ 15 jours après l'agnelage, le sevrage avait lieu après environ six semaines de lactation et des béliers étaient introduits dans les groupes pour la saillie tout de suite après le sevrage. Les béliers étaient exposés à la lumière naturelle et ne recevaient aucun traitement lumineux. Au moment de la saillie, les brebis étaient à nouveau exposées à 22 h de lumière. Sur une période d'environ trois ans d'expérimentation, l'utilisation de ce programme photopériodique a permis d'obtenir des agnelages à un intervalle moyen d'environ 7 ½ mois.

Les auteurs n'observèrent aucune différence significative de fertilité entre les races et les traitements lumineux. De plus, les auteurs n'observèrent pas de différence significative entre les différents moments de saillie durant l'expérimentation. Les auteurs notèrent cependant une

légère baisse de fertilité au troisième cycle de mise bas. De plus, une tendance à la baisse du nombre d'agneaux nés par brebis était observable pour chaque cycle successif d'agnelage.

Cette baisse du taux de prolificité fut en partie expliquée par l'âge des femelles qui était assez élevé à la fin de l'expérience (8 à 9 ans). La durée lumineuse des JC, qui était relativement élevé lors du passage des JL aux JC-naturel, a également été soulevée comme un facteur potentiel pouvant avoir affecté négativement le taux d'ovulation des femelles. Les chercheurs proposèrent également que des brebis synchronisées avec des traitements lumineux présentaient des taux de conception inférieurs à ceux généralement observés chez des femelles accouplées durant la saison naturelle de reproduction. Cette observation avait par ailleurs été soulevée par Yeates en 1949. Finalement, les auteurs ont conclu que ce type de protocole permettait de contrôler l'activité de reproduction des femelles et qu'une réduction de la durée du jour, même durant la gestation, pouvait stimuler l'activité de reproduction chez des brebis en phase post-partum.

Par la suite, Vesely et Bowden (1980) ont étudié l'effet d'un traitement lumineux alternatif donné à des brebis de race Rambouillet et Suffolk. Cette étude a été réalisée au Centre de recherche d'Agriculture Canada à Lethbridge (Alberta), au Canada (49° 43'N). Dans cette étude, la régie d'agnelage était intensive (cycles de production courts de 212 jours entre les mises à l'accouplement) et le programme photopériodique était donné en continu afin d'induire l'activité de reproduction à tous les sept mois et ce, sur six cycles de reproduction successifs. Le traitement photopériodique était constitué d'une séquence alternative de 106 jours de JL (16L:8N) et de 106 jours de JC (8L:16N). Les performances reproductives des femelles soumises à ce traitement lumineux étaient comparées à celles d'un groupe de femelles exposées à la lumière naturelle. Les béliers étaient introduits au même moment dans les deux groupes pour une période de 32 jours. Dans le traitement lumineux, les mâles étaient introduits 65 jours après le début des JC et ce, pour une période de 32 jours. Les périodes de saillies ont eu lieu en novembre, en juin, en janvier, en juillet, en mars et en octobre. Les agnelages pouvaient débiter deux jours avant la fin des JL et se déroulaient durant la période de JC. Les agneaux étaient sevrés hâtivement, soit à l'âge moyen de 30 jours (variation de 15 à 47 jours). Les accouplements avaient lieu à intervalle de 212 jours.

Aucune différence significative ne fut observée pour le taux de fertilité moyen global entre les femelles du groupe témoin et les femelles exposées au traitement lumineux (65 % vs 76 %). Cependant, le taux de fertilité du groupe témoin fut significativement inférieur aux femelles traitées lors des saillies de juin.

Le traitement lumineux alternatif a permis d'améliorer la prolificité de façon significative par rapport au groupe témoin. Pour le traitement photopériodique, les résultats de fertilité ont été sensiblement égaux entre les différents cycles de reproduction. Une tendance à la baisse du taux de conception fut cependant notée. Bien que ces taux décroissants aient été expliqués par la reprise du rythme endogène, les faibles intervalles *post-partum* des brebis auraient également pu nuire aux résultats de fertilité (intervalle *post-partum* variant de 43 à 98 jours). Les chercheurs avaient également noté que la condition de chair de certaines brebis était faible. Un cycle reproductif de 212 jours pourrait donc être trop court pour respecter la physiologie des femelles. Dans l'étude réalisée par Vesely et Bowden (1980), les béliers étaient exposés à la lumière naturelle et ne recevaient aucun traitement lumineux. Les auteurs mentionnèrent finalement que la préparation photopériodique des mâles aurait pu avoir une influence non négligeable sur les résultats de fertilité.

Hackett et Wolynetz (1982) ont appliqué un traitement photopériodique qui alternait les JL (18L:6N) aux JC (10L:14N) à tous les quatre mois. Cette étude s'est déroulée au Centre de recherche sur les animaux à Ottawa (45° 22'N) et fut réalisée avec des brebis de races Arcott Rideau, Arcott Outaouais et Arcott Canadien 13. Les femelles exposées à ce traitement lumineux étaient comparées à un groupe témoin qui était exposé à une photopériode constante de JC (10L:14N). Cette expérience visait à produire 3 agnelages en 2 ans. Pour le groupe qui était sous traitement lumineux alternatif, les changements photopériodiques étaient effectués le 1er mai, le 1er septembre et le 1er janvier. En théorie, ce programme lumineux devait permettre d'induire la cyclicité des femelles 40 jours après la mise bas. Cependant, aucune femelle ne fut accouplée durant ce court intervalle *post-partum*. Les saillies avaient lieu à la mi-janvier, au début du mois de mai et au début du mois de septembre, soit durant la période de JL. Les saillies débutaient environ 10 à 15 jours après le début de la période de JL. La période d'accouplement était d'une durée de 23 jours, ce qui ne permettait de couvrir qu'une seule chaleur chez les brebis. Les béliers utilisés étaient exposés aux mêmes traitements que les brebis. Un groupe de mâles était donc sous la photopériode alternative et un second groupe était sous lumière constante. Les agnelages avaient lieu durant la période de JC. Au total, le programme lumineux alternatif a permis d'obtenir des résultats de fertilité et de fécondité supérieurs au groupe témoin exposé à une photopériode constante.

En effet, la fertilité totale du groupe exposé à la photopériode alternative fut de 71 %, comparativement à 50 % chez les femelles du groupe témoin. La fécondité moyenne fut de 129 agneaux nés par 100 brebis exposées au bélier vs 95 agneaux nés pour les groupes sous photopériode alternative et constante, respectivement. La fertilité fut variable selon les mois de saillie. En effet, aucune différence significative entre les deux traitements ne fut observable pour les saillies de janvier et de mai. Cependant, la fertilité fut significativement supérieure en septembre pour le groupe sous photopériode alternative (60 % vs 12 % pour la photopériode alternative et constante, respectivement). Il est à noter que les taux de fertilité observés pour ces deux groupes étaient relativement faibles pour des saillies réalisées en saison sexuelle (septembre). Cette baisse pouvait être attribuable à la reprise du cycle de reproduction endogène des animaux et à certaines races utilisées durant l'expérimentation. En effet, les Arcott Canadien étaient significativement moins prolifiques et tendaient à répondre moins efficacement aux traitements lumineux. Dans cette lignée paternelle, aucune différence de fertilité ne fut notée entre les deux protocoles lumineux (56 % de fertilité dans les deux régimes lumineux), tandis que pour les deux lignées maternelles, la fertilité tendait à être supérieure sous le traitement alternatif. La prolificité ne fut pas améliorée par les traitements lumineux.

Hackett et Wolynetz réalisèrent une étude similaire en 1985. Cette recherche fut encore réalisée à Ottawa mais avec des brebis de race Finnois et de race Suffolk. Les protocoles photopériodiques étudiés étaient sensiblement les mêmes que ceux de l'étude précédente. Ainsi, les femelles étaient exposées à des séquences alternatives de quatre mois de JL et de quatre mois de JC. Cependant, dans cette étude, la période d'accouplement (durée de 23 jours) débutait dès le début du traitement de JC (10L:14N) et les agnelages survenaient durant la période de JL (18L:6N). Les changements lumineux avaient lieu le 1er janvier, le 1er mai et le 1er juin. Le traitement lumineux alternatif permis d'obtenir des résultats de fertilité totaux significativement supérieurs au groupe exposé à la photopériode constante, soit de 66 % comparativement à 46 % pour le groupe sous traitement lumineux constant. Ces traitements lumineux ne présentèrent aucune différence significative pour les taux de prolificité.

Les résultats de fertilité des brebis sous photopériode alternative furent plus élevés pour les mois de mai et de septembre seulement.

En effet, pour la photopériode alternative, ils notèrent des taux de fertilité de 65 % en janvier, de 83 % en mai et de 49 % en septembre. Pour le groupe sous photopériode constante on observa des taux de 68 %, de 57 % et de 14 % pour les mois de janvier, mai et septembre, respectivement. Mis à part le taux de 83 % observé en mai pour le groupe sous photopériode alternative, il est à noter que les taux de fertilité observés pour ces deux groupes sont relativement faibles. De plus, les auteurs observèrent une importante baisse de fertilité en septembre et ce, pour les deux groupes étudiés (49 % et 14 %). Cette baisse fut expliquée par la reprise possible d'un rythme endogène, par la baisse de libido des mâles ou de la qualité des gamètes de ces derniers. Les chercheurs avaient par ailleurs noté que certaines brebis n'avaient pas bien récupéré de leur dernière gestation, principalement les brebis Suffolk.

Ceci aurait également pu affecter les faibles performances obtenues. La baisse de fertilité observée aurait également pu être expliquée par le moment de l'introduction des mâles suite au passage des femelles en JC. En effet, au moment où s'est déroulée l'étude, l'intervalle entre l'exposition aux JC et le début du comportement œstral n'avait pas encore été déterminé par les chercheurs. Ce n'est que quelques années plus tard que des chercheurs découvrirent qu'une exposition de 40 à 50 jours de JC était requise avant d'observer une activité sexuelle intense chez les brebis (Chemineau *et al.*, 1988). Cette lacune du protocole a pu entraîner les femelles à reprendre leur propre rythme de reproduction endogène, ce qui pourrait donc expliquer, en partie, la baisse progressive du taux de fertilité durant l'étude. Une étude réalisée par Vesely et Swierstra (1985) visait à établir un programme photopériodique permettant de suivre un régime de production accéléré de trois agnelages en deux ans et ce, sans intégrer l'utilisation d'hormones exogènes. Cette étude a été réalisée au Centre de recherche d'Agriculture Canada à Lethbridge (Alberta), au Canada (49° 43'N). Les agnelages devaient avoir lieu à tous les 240 jours et se déroulaient à la fin des JC et au début des JL. Trois cycles lumineux furent sous expérimentation sur une période de près de 5 ans. Les animaux utilisés étaient de races Dorset et Finnois. Un groupe témoin, non intensif, était exposé à la photopériode naturelle et mis au bélier une fois par année à l'automne, du 15 octobre au 15 novembre, soit durant la saison naturelle de reproduction (témoin I).

Un second groupe était exposé à la photopériode naturelle, mais cette fois-ci le bélier était introduit dans le groupe trois fois durant l'année (saillies naturelles), soit le 1er janvier, le 1er septembre et le 1er mai, pour une période de 32 jours (témoin II). Le dernier groupe était exposé à une photopériode alternative de quatre mois de JL (16L:8N) et de quatre mois de JC (8L:16N) et ce, pour toute la durée de l'expérimentation. Les changements lumineux étaient réalisés le 1^{er} janvier, le 1er septembre et le 1er mai. Les accouplements débutaient après 87 jours d'exposition aux JC et ils se déroulaient au même moment que les femelles du groupe témoin II. Le programme lumineux alternatif permit d'améliorer, de façon significative, le taux de fertilité en contre-saison par rapport au groupe témoin II et d'obtenir un plus grand nombre de kilogrammes d'agneaux produits par brebis par année, comparativement aux deux autres groupes (243 kg, 241 kg et 266 kg, respectivement pour le groupe témoin I, le groupe témoin II et le groupe exposé à la photopériode). Globalement, les performances de fertilité furent de 92 % pour le groupe témoin I (une saillie par an à l'automne), de 66 % pour le groupe Témoin II et de 83 % pour le groupe sous contrôle lumineux. En contre-saison (saillies en mai), les taux de fertilité furent de 88 % pour le groupe sous photopériode alternative comparativement à 16 % pour le groupe témoin II exposé à la lumière naturelle. Une baisse de fertilité significative fut observée pour un cycle de reproduction chez les brebis exposées à la photopériode alternative comparativement aux femelles sous lumière naturelle.

En effet, lors du second cycle d'accouplement (septembre), les brebis exposées à la photopériode présentèrent des performances de fertilité de 66 % et de 77 %, respectivement pour les brebis croisées Dorset et Finnois. Lors de ce même accouplement, les performances du groupe témoin II étaient de 100 % et de 84 % (respectivement pour les croisées Dorset et les Finnois). En comparant le groupe sous photopériode alternative au groupe témoin I, qui ne se reproduisait qu'une seule fois durant l'année, les chercheurs notèrent que les niveaux de fertilité du groupe sous traitement photopériodique étaient toujours inférieurs au groupe témoin I. Ces différences n'étaient cependant pas significatives. Habituellement, par l'utilisation de la technique de la photopériode, il est visé d'obtenir des taux de fertilité équivalents à ceux observés lors de la saison naturelle de reproduction. Bien que le traitement lumineux alternatif favorise un intervalle *post-partum* d'un minimum de 60 jours, les chercheurs observèrent des résultats de fertilité variables durant les trois premiers cycles de reproduction chez les brebis qui étaient exposées à la photopériode alternative.

Ces résultats variables furent en partie expliqués par la baisse de condition de chair des femelles de ce groupe. Plusieurs ajustements durent être effectués durant l'expérimentation afin d'améliorer la condition de chair et le poids de ces femelles. Il est à noter que cette baisse de condition de chair ne fut pas observée dans le groupe exposé à la photopériode naturelle et même chez les femelles du groupe témoin II qui suivaient également un rythme de reproduction accéléré. Les protocoles étudiés ne présentèrent aucune différence significative pour les taux de prolificité. Pour terminer, les auteurs mentionnèrent qu'il s'avérait nécessaire de revoir ce type de protocoles afin d'améliorer les résultats de fertilité, de respecter le statut physiologique des femelles et surtout, d'optimiser la production d'agneaux. En effet, les auteurs avaient observé que le poids des agneaux issus des brebis qui suivaient le programme de reproduction accéléré était faible. Il est à noter que les agneaux des femelles exposées au traitement lumineux alternatif étaient sevrés à un minimum de 30 jours. En pratique, ce sevrage est considéré comme précoce. En effet, généralement, il est recommandé de sevrer les agneaux vers l'âge de 50 à 60 jours. Finalement, les chercheurs avaient cité Slyter *et al.* (1983) qui mentionnaient qu'il était indispensable d'évaluer ce type de protocoles sur plusieurs cycles de reproduction, puisqu'à court terme, le traitement lumineux pouvait donner des résultats erronés. Ces auteurs avaient même mentionnés que ce type de programme devait être évalué sur plus de six cycles successifs afin d'être représentatif.

Depuis 1985, peu d'études significatives ont porté sur l'utilisation de programme lumineux visant à induire l'activité de reproduction à différents moments dans l'année chez les brebis. La majorité des travaux a porté principalement sur l'approfondissement des connaissances permettant de comprendre les mécanismes endogènes expliquant l'effet de la photopériode sur la reproduction.

Conclusion

Les informations présentées dans la revue de littérature précédente montre l'existence des variations de l'activité sexuelle au cours de l'année chez plusieurs races ovines dans le monde. C'est une donnée fondamentale sur la physiologie de la reproduction des ovins dont la connaissance est très importante pour conduire la reproduction. Ces variations plus ou moins importantes dépendent surtout des races et aussi des facteurs de l'environnement, principalement la photopériode, la température, l'alimentation. Dans les pays tempérés, la photopériode constitue le facteur principal déterminant l'existence ou l'absence d'activité sexuelle chez les ovins. Sous les conditions tropicales et autour de l'équateur les variations de l'activité sexuelle sont faibles, les races locales d'ovins peuvent se reproduire toute l'année ou présentent une faible saisonnalité. En Algérie, les caractéristiques de reproduction des races ovines locales ont été peu étudiées. Pourtant, le choix des stratégies et des méthodes de reproduction qui peuvent contribuer à l'amélioration de la productivité des troupeaux ovins nécessite la connaissance approfondie des variations saisonnières de l'activité sexuelle.

Compte tenu de cette situation nous avons entrepris cette étude sur les caractéristiques de l'activité sexuelle du bélier et de la brebis de la race Ouled Djellal conduits dans la région de Chlef dont l'environnement est de type méditerranéen, offre des avantages d'étude très intéressants.

Hypothèses et objectifs de l'étude

Les informations présentées dans la revue bibliographique démontrent que de la recherche est nécessaire afin d'établir des connaissances permettant de mieux maîtriser l'activité de reproduction de nos races locales. Il était ainsi nécessaire de bâtir un protocole permettant de bien cerner cette problématique.

Ce travail a donc été réalisé en fonction des hypothèses et objectifs suivants :

- caractériser l'activité sexuelle du bélier et de la brebis de la race Ouled Djellal dans un environnement méditerranéen,
- Etablir l'effet des facteurs de l'environnement sur l'activité sexuelle du bélier et la brebis Ouled Djellal,
- connaître les périodes de grandes potentialités reproductrice de la race Ouled Djellal, afin d'optimiser ses performances zootechniques,
- constituer des connaissances sur les caractéristiques de reproduction de nos races locales permettant la prise de décision sur les stratégies de conservation et l'amélioration génétique des animaux.

I- Matériel et méthodes

1- Matériel biologique

1.1- Milieu

L'étude a été réalisée au niveau de la station expérimentale de l'institut d'agronomie, située à 10 km de la ville de Chlef dont la latitude est de 36°N et aux coordonnées Lambert : X= 300 05, Y= 01013, Z= 90 à 100 m.

Cette région est connue par son climat méditerranéen de type semi-aride, avec des hivers doux et peu pluvieux et des étés chauds et secs.

Tableau 1 : Répartition mensuelles des moyennes des températures et des durées d'éclairement solaire dans la région de Chlef durant l'année 2011

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juit.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Température (°C)	11	11,4	14,7	14,5	23	27,9	30,3	30,5	25,9	21,20	13,4	10,60
Duré du jour (h)	9,75	10,83	11,93	12,5	13,93	14,50	14,33	13,60	12,50	11,70	10,22	9,83

Station météorologique de Chlef , 2011

1..2- Animaux

Les animaux ont été élevés dans la région de Chlef chez un éleveur connu par l'élevage de moutons de la race Ouled Djellal. Ils ont été transférés à la station expérimentale en septembre 2009. Compte tenu du fait que tout animal, transporté d'une région à une autre, présente souvent des troubles du cycle ou de la libido et de la spermatogenèse (Derivaux, 1971), cette recherche n'a débuté qu'un an après leur arrivée à la station.

1.2.1- Les béliers

10 béliers adultes de la race Ouled Djellal, âgés de 3 à 4 ans et pesant 50 à 55 kg ont été choisis pour les besoins de cette expérimentation (photo 1). Le choix des béliers est fait sur la

base de 3 critères : ① le comportement sexuel (libido), ② l'aptitude à la collecte, ③ la bonne fertilité.

Photo 1 : Le lot de béliers expérimental



1.2.2- Les brebis

Le lot expérimental est constitué de 10 brebis adultes, âgés de 2 à 3 ans (photo 2), pesant 45 à 50 kg. Les brebis retenues répondent au standard type de la race Ouled Djellal à savoir : ① les caractéristiques physiques, couleur, laine, cornes, forme, oreilles, queue, ② mensuration du corps.

Photo 2 : Le lot de brebis expérimental



1.3- Les conditions d'élevage

Pendant toute la durée de l'expérimentation, les animaux sont gardés en stabulation libre. Les béliers étaient isolés des brebis dans des bergeries ouvertes. Ils sont ainsi soumis aux variations saisonnières des facteurs environnementaux de la région de Chlef. Les animaux reçoivent toute l'année, un régime alimentaire constant, composé de foin de vesce avoine à volonté et environ 600 g de concentré d'orge par tête et par jour. Tous les animaux ont été préalablement traités contre les maladies et les parasites classiques des ovins.

1.4- Caractéristiques de la race Ouled Djellal

Le mouton " Ouled Djellal" compose l'ethnie la plus importante des races ovines algériennes, occupant la majeure partie du pays. L'effectif total est d'environ 11 340 000 têtes, ce qui représente 63% de l'effectif ovin (Kerboua et al., 2003). Cette race fait preuve d'une adaptation parfaite aux objectifs recherchés par les éleveurs et progresse dans les régions à traditions agricole, mais aussi dans les élevages agro-pastoraux et sylvo-pastoraux (Kerboua et al., 2003). Ce mouton est de grande taille (75-80 cm au garrot) et haut sur patte (Meyer et al., 2004). C'est la race blanche, la plus intéressante par ses aptitudes tant physiques que productives. Les oreilles sont longues et horizontales. Les cornes, présentes chez les deux sexes en général, peuvent manquer chez les brebis. La queue est fine. C'est une race mixte (laine et viande). Il existe 3 variétés de cette race :

- ① variété Ouled Djellal proprement dite, qui peuple les Zibans, Biskra, et Tougourt
- ② variété Ouled Nail, qui peuple la Hodna, Sidi Aissa, M'sila, Biskra et Sétif
- ③ variété Chellala, qui peuple la région de Laghouat, Chellala et Djelfa, c'est la variété la plus petite et légère.

2- Méthode d'étude

2.1- Paramètres mesurés chez le bélier

2.1.1- Mesure de la testostérone sérique

La testostérone est dosée dans le sérum du sang, prélevé une fois par semaine pendant une année (de janvier 2011 à décembre 2011), entre 9h et 11h du matin.

2.1.1.1- Prélèvements sanguins : environ 5 ml de sang sont prélevés, par ponction au niveau de la veine jugulaire. Le sang est ensuite recueilli dans des tubes secs (photo 3), est centrifugé pour en extraire le sérum. Le sérum est stocké à -20°C jusqu'au moment des dosages.

Photo 3 : Méthode de prélèvements sanguins



2.1.1.2- Méthode de dosage : la technique de dosage utilisée pour mesurer les concentrations sériques de la testostérone est la technique ELISA (enzyme-Linked immunosorbent assay) (Menassol, et al., 2011 ; Boulianne, 2012). La méthode de dosage est basée sur une compétition entre une hormone contenue dans l'échantillon biologique et une quantité constante de la même hormone marquée par une enzyme à base d'Alcaline phosphatase (AP), vis-à-vis d'une protéine capable de les lier de façon spécifique (anticorps). La quantité d'hormone fixée est inversement proportionnelle à la quantité d'hormone contenue dans l'échantillon. Cette hormone marquée fixée est mise en évidence par la

réaction avec un substrat dans une deuxième réaction. Il se produit alors une coloration dont l'intensité est mesurée grâce à un spectrophotomètre. La concentration en hormone est déterminée à partir d'une courbe standard et exprimée en ng/ml (photo 4). Parmi, les avantages de cette méthode, sa sensibilité, sa rapidité de mise en œuvre et la stabilité plus longue des réactifs par rapport à la radio immunologie et la suppression des contraintes liées aux radio-isotopes.

Photo 4 : Lecteur de l'appareil ELISA



2.1.2- Mesure du diamètre antéro postérieur testiculaire (DTa-p)

Durant la même année et à la fréquence d'une fois par semaine à 11h du matin, des mesures du diamètre antéro postérieur du testicule gauche ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse (Gündogan et Demirci, 1999) (photo 5).

La mesure du diamètre antéro postérieur du testicule s'effectue comme suit : un aide fait descendre le testicule dans la poche du scrotum testiculaire, et à l'aide d'un pied à coulisse on mesure la largeur du testicule, dans la partie la plus large de l'axe antéro postérieur (Fitzgerald et Stellflug, 1990 ; Gündogan et Demirci, 1999 ; Kafi et al., 2004).

Photo 5 : Mesure du diamètre antéro postérieur testiculaire



2.1.3- Mesure des caractéristiques quantitative du sperme

La collecte du sperme est réalisée à l'aide d'un vagin artificiel (type ovin) en présence d'une brebis induite aux œstrogènes (injection de 5mg / brebis de Benzoate d'œstradiol) et attachée à un support spécial (photo 6).

Photo 6 : Support de contention de la brebis induite



Les béliers collectés ont été entraînés à la collecte par le vagin artificiel pendant une durée de 2 à 3 mois. Les collectes ont duré une année, à un rythme d'une collecte par semaine et par bélier, effectuées tôt le matin aux environs de 7 à 8h du matin. Les mesures quantitatives du sperme ont concerné :

2.1.3.1- Le volume de l'éjaculat : le vagin artificiel, étant muni d'un tube gradué de 0 à 10 ml, juste après éjaculation, la lecture du volume se fait directement (photo 7).

Photo 7 : Vagin artificiel de type ovin



2.1.3.2- la concentration en spermatozoïdes : ce paramètre est mesurée par un photolorimètre (Perez et al., 1997 ; Kaya et al., 1999 ; Gündogan et al., 2003). Juste après récolte, on prélève un échantillon de sperme pour être dilué avec une solution de NaCl. Cet échantillon est repris dans une cuvette stérile. Le volume de l'éjaculat récolté est reporté sur le photolorimètre. Instantanément, apparaît sur l'écran d'affichage un chiffre qui symbolise la concentration des spermatozoïdes par mm^3 (photo 8).

Photo 8 : Appareil de mesure de la concentration en spermatozoïdes



2.2- Paramètres mesurés chez la brebis

2.2.1- Mesure de la progestérone sérique

Aussi, la progestérone est dosée dans le sérum, prélevé une fois par semaine, pendant une année (de janvier 2011 à décembre 2011), entre 9h et 11h du matin.

2.2.1.1- Prélèvements sanguins : les échantillons sanguins ont été prélevés dans la veine jugulaire à l'aide de tubes secs de 5 ml. Après prélèvement, les tubes sont centrifugés dans l'heure qui suivait. Le sérum ainsi recueilli est stocké à -20°C dans des tubes jusqu'au moment d'analyse.

2.2.1.2- Méthode de dosage : De même que la testostérone, la progestérone a été analysée par la technique Elisa (Enzyme-Linked immunosorbent assay), précédemment décrite.

Chez la brebis comme chez la chèvre, l'œstrus pendant la saison sexuelle est précédée par une longue phase lutéale pendant laquelle les taux de progestérone sont élevés et oscillent de 4 à 12 ng/ml selon les auteurs Gonzales-Stagnaro et al., 1992 ; Sawada et al., 1995 ; Freitas et al., 1997. Puis quand les taux de progestérone chutent suite à la lutéolyse, les taux d'œstradiol augmentent (Chemineau et al., 1982 ; Homeida et Cooke, 1984 ; Mori et

Kano, 1984). Ces augmentations sont suivies deux jours plus tard, par l'apparition du comportement d'œstrus et du pic préovulatoire de LH.

Pour Sousa et al. (2004), la concentration de la progestérone est minimale pendant l'œstrus (0,2 à 0,5 ng/ml), elle augmente progressivement à partir du 3^{ème} jour, Pour atteindre un maximum d'environ 6 ng/ml chez la brebis entre le 7^{ème} et le 10^{ème} jour du cycle chez les femelles cyclés (non gravides). Cette concentration reste stable jusqu'aux environs, des 14 – 15^{ème} jours chez la brebis, pour ensuite diminuer brutalement suite à la lutéolyse. Le profil de la progestérone ainsi déterminée servira pour l'établissement de diagnostic de l'activité reproductrice des brebis. Pour cette étude, il sera retenu le seuil de 0,5 ng/ml, à partir duquel nous considérons qu'une brebis est cyclique, en suivant les recommandations de Selvaraju et al. (2007).

2.2.2- Mesure de l'activité œstrale

Le Comportement de la brebis est déterminé par la détection des chaleurs (manifestation de l'œstrus). Durant, cette expérience qui a durée une année, les manifestations des chaleurs chez les brebis maintenues vides, ont été détectées biquotidiennement (matin et soir), par l'introduction d'un bélier entier muni d'un tablier (Photo 9). Les observations comportementales des brebis ont eu lieu sur une période de 2 heures tout de suite après l'introduction du bélier. L'immobilisation de la brebis au chevauchement par le bélier est considéré comme caractéristique du comportement d'œstrus (Mauléon et Dauzier, 1965 ; Stellflug et al., 2008). Le calcul du pourcentage mensuel des brebis qui présentent un oestrus détecté par les béliers est le critère d'évaluation de l'activité œstrale (Yenikoye, 1984 ; Abecia et al., 1991 ; Derquaoui, 1992).

II- Résultats et discussion chez le bélier

1- Résultats

1.1- Variations saisonnières de la testostéronémie

Les moyennes arithmétiques des concentrations sériques de la testostérone enregistrées chez les 10 béliers de la race Ouled Djellal sont regroupées dans le tableau 2.

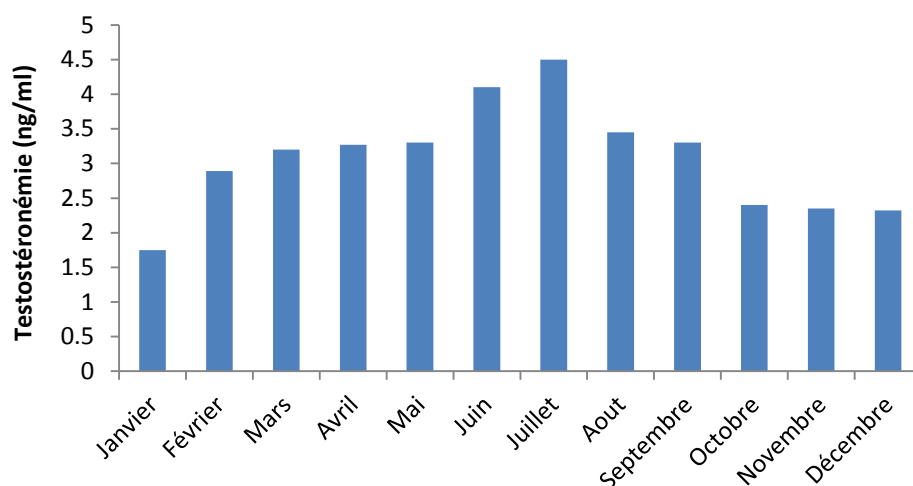
Tableau 2 : les variations saisonnières de la testostéronémie chez le bélier Ouled Djellal

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juit.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Testostérone (ng/ml)	1,75 ± 0,24	2,89 ± 0,26	3,20 ± 0,40	3,27 ± 0,42	3,30 ± 0,55	4,10 ± 0,62	4,50 ± 0,38	3,45 ± 0,71	3,30 ± 0,63	2,40 ± 0,28	2,35 ± 0,35	2,32 ± 0,52

Les valeurs rapportées dans ce tableau, ainsi que la signification statistique des différences entre les moyennes permettent de mieux caractériser le profil des variations saisonnières de la concentration sérique en testostérone. La testostéronémie moyenne des 10 béliers est plus faible d'octobre à janvier ; elle se situe autour de 2,20 ng/ml. Elle augmente significativement d'environ 45% ($P < 0,001$) en mars : elle est alors de $3,20 \pm 0,40$ ng/ml. Elle se stabilise jusqu'en avril-mai, avant de s'élever à nouveau de 31% ($P < 0,05$), pour atteindre son maximum en juin-juillet, avec moyenne de $4,30 \pm 0,50$ ng/ml. Au total, de décembre-janvier à Juin-juillet, la testostéronémie a augmenté de 115% ($P < 0,001$) ; elle a ensuite tendance à diminuer en aout-septembre, mais cette baisse de 8% n'est pas statistiquement significative ($P < 0,5$). En novembre-décembre, la concentration plasmatique en testostérone a nettement chuté (- 40%).

La figure 5, qui illustre les variations mensuelles de la testostéronémie chez les 10 béliers, permet de préciser cette évolution saisonnière. L'élévation de la production de la testostérone chez le bélier Ouled Djellal, paraît se dérouler en deux temps, d'abord entre février et avril, puis entre mai et juillet où elle atteint son pic saisonnier ; ensuite elle s'effondre en automne-hiver et atteint son minimum en janvier.

Figure 5 : Variations saisonnières de la testostérone chez le bélier Ouled Djellal



Ce profil de variation est analogue à celui décrit par Darbeida, (1980) et Benamar, (1992), sur le bélier de cette même race élevée dans la région d'Alger (Latitude 36°N).

1.2- Variations saisonnières du diamètre antéro postérieur testiculaire

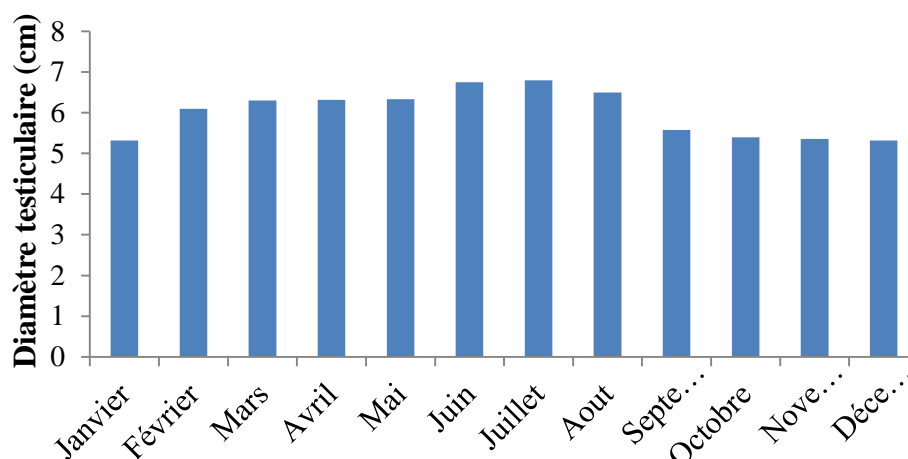
Les valeurs du diamètre antéro postérieur présentent aussi des variations semblables à celles de la testostéronémie (tableau 3).

Tableau 3 : variations saisonnières du diamètre testiculaire chez le bélier Ouled Djellal

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juit.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Diamètre testiculaire (cm)	5,32 ± 0,15	6,10 ± 0,19	6,30 ± 0,18	6,32 ± 0,10	6,33 ± 0,12	6,75 ± 0,14	6,80 ± 0,12	6,50 ± 0,17	5,58 ± 0,18	5,40 ± 0,14	5,36 ± 0,13	5,32 ± 0,15

Elles sont plus faibles de septembre à janvier ($5,40 \pm 0,14$) et augmentent à partir du mois de février ($6,10 \pm 0,19$) pour être maximum vers le mois de juillet ($6,80 \pm 0,12$) (figure 6)

Figure 6 : variations saisonnières du diamètre testiculaire chez le bélier Ouled Djellal



Le patron saisonnier observé chez le bélier Ouled Djellal est comparable à ceux observés par Colas, (1980), chez le bélier Texel ; Pelletier et Ortavant, (1979), chez le bélier Ile de France, où la croissance testiculaire est à son plus bas vers la fin de l'automne et l'hiver et reprend dès le début du mois de février pour être maximum au printemps et l'été.

1.3- Variations saisonnières des caractéristiques quantitatives du sperme

Les paramètres mesurés dans cette étude sont le volume de l'éjaculat et la concentration en spermatozoïdes. L'évolution mensuelle de chaque paramètre est obtenue à partir de la moyenne arithmétique des valeurs hebdomadaires enregistrées sur les 10 béliers durant une année.

1.3.1- Variations saisonnières du volume de l'éjaculat

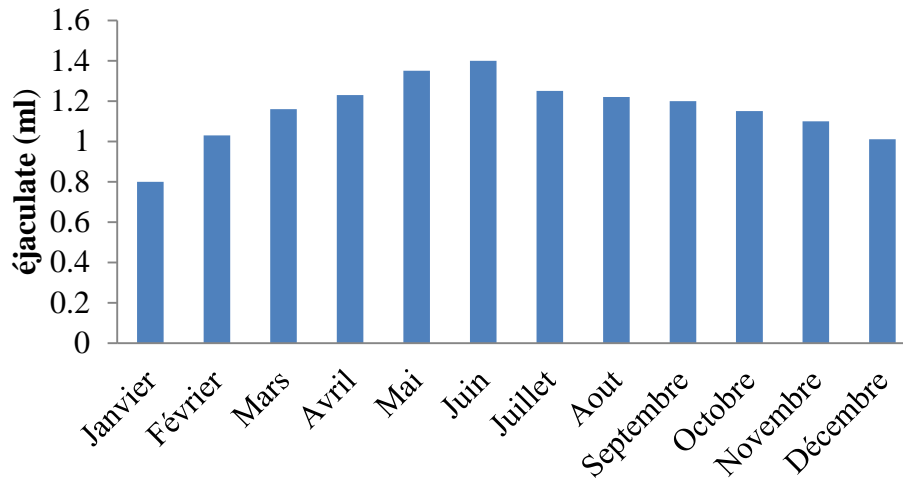
Le bélier de la race Ouled Djellal présente aussi des variations mensuelles de son volume spermatique (tableau 4).

Tableau 4 : variations saisonnières du volume de l'éjaculat chez le bélier Ouled Djellal

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juit.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Volume	0,8	1,03	1,16	1,23	1,35	1,40	1,25	1,22	1,20	1,15	1,10	1,01
(ml)	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,31	0,20	0,44	0,50	0,27	0,43	0,29	0,35	0,30	0,26	0,15	0,60

Les résultats obtenus au cours de l'année 2011, sur les 10 béliers montrent que le volume croît avec la photopériode (figure 7). En effet, les volumes de l'éjaculats les plus élevés ont été enregistrés au printemps ($1,40 \pm 0,43$) et le les plus bas en fin d'été et de l'hiver ($0,8 \pm 0,31$).

Figure 7 : Variations saisonnières du volume de l'éjaculat chez le bélier Ouled Djellal



Les moyennes mensuelles du volume augmentent à partir du mois de février ($1,03 \pm 0,20$), atteignent un maximum au mois de juin ($1,40 \pm 0,43$), puis diminuent à partir du mois de juillet ($1,25 \pm 0,29$) et stabilisent durant les mois de septembre, octobre et novembre ($1,20 \pm 0,30$, $1,15 \pm 0,26$ et $1,10 \pm 0,15$). Ensuite, le volume diminue à partir du mois de décembre ($1,01 \pm 0,60$) et atteint son minimum au mois de janvier ($0,8 \pm 0,31$).

Ce profil de variation du volume coïncide avec celui de la testostéronémie.

Ces résultats ont été aussi rapportés par Colas (1980) chez le bélier Ile de France, Mehaouchi et Khaldi (1987) chez le bélier Barbarine en Tunisie et Ghozlane et al., (2005), chez le bélier Ouled Djellal.

1.3.2- Variations saisonnières de la concentration en spermatozoïdes

Le tableau 5 présente les concentrations obtenues au cours de cette période d'étude.

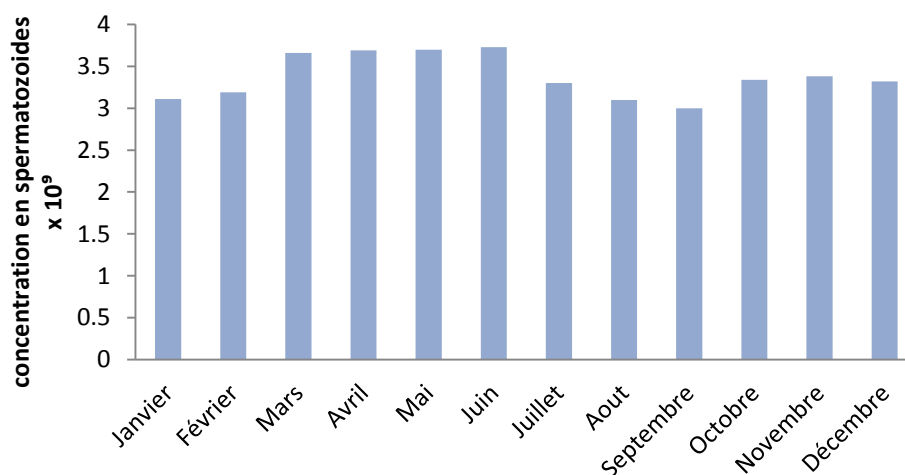
Tableau 5 : variations saisonnières de la concentration en spermatozoïdes chez le bélier Ouled Djellal

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juit.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Concentration	3,11	3,19	3,66	3,69	3,70	3,73	3,30	3,10	3,00	3,34	3,38	3,32
(x 10 ⁹)	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,52	0,73	0,52	0,58	0,42	0,30	0,33	0,27	0,29	0,26	0,15	0,29

Au cours de cette période d'expérimentation la concentration en spermatozoïdes de l'éjaculat du bélier de la race Ouled Djellal élevée dans la région de Chlef, varie entre 2,5 et 4,30 x10⁹ spermatozoïdes par ml avec une moyenne de 3,90 x10⁹ spermatozoïdes par ml.

La figure 8, représentant les moyennes mensuelles de la concentration chez le groupe des 10 béliers, montre que le sperme du bélier Ouled Djellal est plus concentré au printemps qu'en automne (3,69 ± 0,45 contre 3,23 ± 0,30).

Figure 8 : Variations saisonnières de la concentration en spermatozoïdes chez le bélier Ouled Djellal



Par ailleurs, l'étude des données par mois révèle que le bélier de la race Ouled Djellal produit de quantité importante de spermatozoïde à longueur d'année et ce quelle que soit la saison. Elle est plus importante à partir du mois de mars (photopériode croissante), période à partir de laquelle la lutte est traditionnellement commencée au niveau de la région de Chlef.

Ce résultat montre que le bélier de la race Ouled Djellal est peu sensible aux changements de la photopériode à l'opposé de la majorité des races étudiées (Lunstra et schanbacher, 1976 ; Colas, 1979). Ce caractère peu saisonné est également observé chez la race Awassi à grosse queue en Turquie (Amir et Volcani, 1965) et la race Barbarine en Tunisie (Sarson, 1973 ; Mehaouchi et Khaldi, 1987).

2- Discussion

Nos résultats montrent que la testostéronémie, le diamètre testiculaire et les caractéristiques spermatiques (volume et concentrations) chez le bélier de la race Ouled Djellal élevé dans la région de Chlef (Latitude 36°N), sont soumis aux variations saisonnières ; ils varient tous de la même manière durant l'année. En effet :

- La teneur en testostérone, bien qu'importante toute l'année, augmente dès février-mars, est maximum au printemps et début d'été, et devient plus faible en automne et l'hiver (octobre à janvier),

- Le diamètre testiculaire évolue parallèlement à la testostéronémie. Les faibles valeurs ont été enregistrées en automne et l'hiver et les plus élevées au printemps et été,

- Le volume de l'éjaculat et la concentration en spermatozoïdes subissent des variations identiques : valeurs plus élevées au printemps et en été qu'en automne et l'hiver.

Cette évolution parallèle est mise en évidence par la forte corrélation entre paramètres (tableau6) et confirme l'imbrication de l'activité endocrine et exocrine du testicule (testostéronémie et activité spermatogénétique).

Tableau 6 : la corrélation entre les paramètres étudiés

	Diamètre testiculaire	Volume de l'éjaculat
Testostéronémie	0,90	0,81
Diamètre testiculaire	-	0,71

Aussi, nos résultats démontrent que le bélier de la race Ouled Djellal montre un comportement particulier : une faible diminution de son activité sexuelle en automne, malgré une photopériode théoriquement favorable et une augmentation de celle-ci au printemps. Ceci, montre que le bélier Ouled Djellal dans la région de Chlef est peu sensible aux changements de la photopériode.

Le profil des variations saisonnières des paramètres analysés que nous avons mis en évidence chez le bélier de la race Ouled Djellal élevée dans la région de Chlef, et qui est caractérisée par une diminution en automne-hiver, une augmentation au printemps-été, est différent de celui de la plupart des autres races de béliers vivant en Europe et en Amérique du nord. En effet, dans ces régions les maxima se situent de septembre à novembre, au Canada (Lat. 49°N) en septembre (Sanford et al., 1974), en France (Lat. 47°N) et aux USA (Lat. 40°N) en octobre (Schanbacher et Lunstra, 1976 ; Garnier et al., 1977) ; les niveaux les plus bas se retrouvent de janvier à septembre (Katongole et al., 1974) et plus précisément entre mars et mai (Purvis et al., 1974 ; Schanbacher et Lunstra, 1976) ou en juin (Johnson et al., 1973) ou encore entre janvier et juillet (Sanford et al., 1974).

Par contre, nos résultats ressemblent à ceux de Gomes et Joyce (1975), qui dans l'Ohio aux USA (Lat. 40°N), ont montré que l'activité endocrine et exocrine du bélier est basse en décembre, s'élève progressivement à partir du mois de d'avril et est maximum en juillet. Le testicule est très actif également en été qu'en hiver, en Nouvelle Zélande (Lat. 45°N), chez des béliers de race anglaise Romney (Wilson et Lapwood, 1978) ; en Tunisie (Lat. 40°N) chez des béliers de race Barbarine (Mehaouchi, 1995).

Après avoir montré que la testostéronémie, le diamètre testiculaire, le volume de l'éjaculat et la concentration en spermatozoïdes chez le bélier Ouled Djellal subissent des variations saisonnières, il s'agit de maintenant de comprendre le déterminisme des ces variations. A l'heure actuelle, nous ne disposons pas pour notre race, de données expérimentales nous permettant d'expliquer ces variations. On peut cependant, raisonner par analogie avec des observations faites par d'autres auteurs chez le bélier ou chez d'autres espèces de mammifères. Nous citons ainsi en revue les différents facteurs endogènes et exogènes susceptibles d'influencer l'activité sexuelle et discuter de leur possibilité d'intervention, dans le déterminisme des variations saisonnières chez le bélier Ouled Djellal élevé dans la région de Chlef.

2.1- Facteurs endogènes

A priori, les variations saisonnières de l'activité du testicule peuvent résulter de variations parallèles de production des hormones gonadotropes hypothalamo-hypophysaires et d'une modification de sensibilité de la glande interstitielle aux stimuli hypophysaires.

- Chez le bélier Soay, Lincoln (1978) distingue, dans le cycle testiculaire annuel, trois phases principales dites de "régression" (poids testiculaire minimum), de "développement" et "d'activité" (taille testiculaire maximale) et il montre que les pics de LH-RH sont moins nombreux pendant la phase de "régression" alors que leur fréquence augmente avec l'approche de la saison sexuelle (Lincoln et al., 1977). Ceci confirme l'augmentation de la quantité totale de LH-RH contenue dans l'hypothalamus pendant la phase de "développement" testiculaire (en été).

- Chez le bélier Ile de France, des corrélations très élevées sont observées entre le contenu hypophysaire en LH et les poids du testicule et des glandes annexes. Ces paramètres présentent des valeurs plus faibles de fin décembre à fin mai que de fin juin à fin novembre (Pelletier et Ortavant, 1967 ; Pelletier, 1971).

Chez la plupart des autres races de béliers étudiés, les teneurs plasmatiques en LH sont accrues en été et au début de l'automne (Sanford et al., 1974 ; Schanbacher et Ford, 1976 ; Sanford et al., 1993) ou seulement en automne (Johnson et al., 1973).

Cet ensemble d'observations amène à supposer que les variations saisonnières des paramètres étudiés que nous avons mises en évidence chez le bélier Ouled Djellal sont secondaires à des modifications parallèles d'activité du système gonadotrope hypothalamo-hypophysaire : en particulier, la réactivation printanière du testicule est probablement précédée par un accroissement en février-mars, des sécrétions de LH-RH et de LH. Il faut cependant envisager la possibilité de variations saisonnières de la sensibilité de l'hypophyse au LH-RH (Lincoln et Peet, 1977). Des manipulations photopériodiques ont prouvé que la réceptivité de l'hypophyse au facteur hypothalamique est plus grande en phase de régression qu'en phase d'activité testiculaire ; néanmoins la fréquence des décharges de LH-RH étant beaucoup plus importante en phase d'activité, la libération endogène de LH, est maintenue, et est caractérisée par des pics épisodiques fréquents mais d'amplitude faible. Il apparaît alors que la fréquence des décharges de LH-RH serait le facteur déterminant le cycle saisonnier chez le bélier (Lincoln, 1978).

- Les teneurs plasmatiques en FSH subissent également variations chez le bélier, elles sont caractérisées par une importante augmentation estivale située avant la saison sexuelle et une diminution en hors-saison. En effet, elles sont basses de janvier à juin, le maximum est atteint au solstice d'été (Sanford et al., 1976 ; Davies et al., 1977), en août (Ortavant et al., 1977) ou en septembre (Sanford et al., 1977).

Quoi qu'il en soit, la FSH potentialise l'effet stimulant de LH (Bartke et al., 1978) son action essentielle s'exerce au niveau de la spermatogenèse.

- Des variations saisonnières de la prolactinémie ont été décrites chez les ovins (Ravault, 1976 ; Ortavant et al., 1977 ; Barrell et Lapwood, 1979) avec des niveaux élevés en été et beaucoup plus faibles en hiver. Compte tenu du rôle stimulant de la prolactine sur la sphère sexuelle et en particulier sur la fonction testiculaire, son intervention dans le déterminisme des variations saisonnières de l'activité sexuelle du bélier doit être envisagée.

2.2- Facteurs exogènes

L'activité sexuelle du bélier subit aussi l'influence des facteurs de l'environnement extérieur et notamment de la lumière, de la température et de l'alimentation. Leur incidence sur l'activité endocrine et exocrine du testicule du bélier Ouled Djellal est discutée en fonction des données climatologiques recueillies, durant l'année d'étude et en rapport avec les résultats expérimentaux obtenus chez les autres races ovines élevées dans d'autres régions.

2.2.1- La nutrition

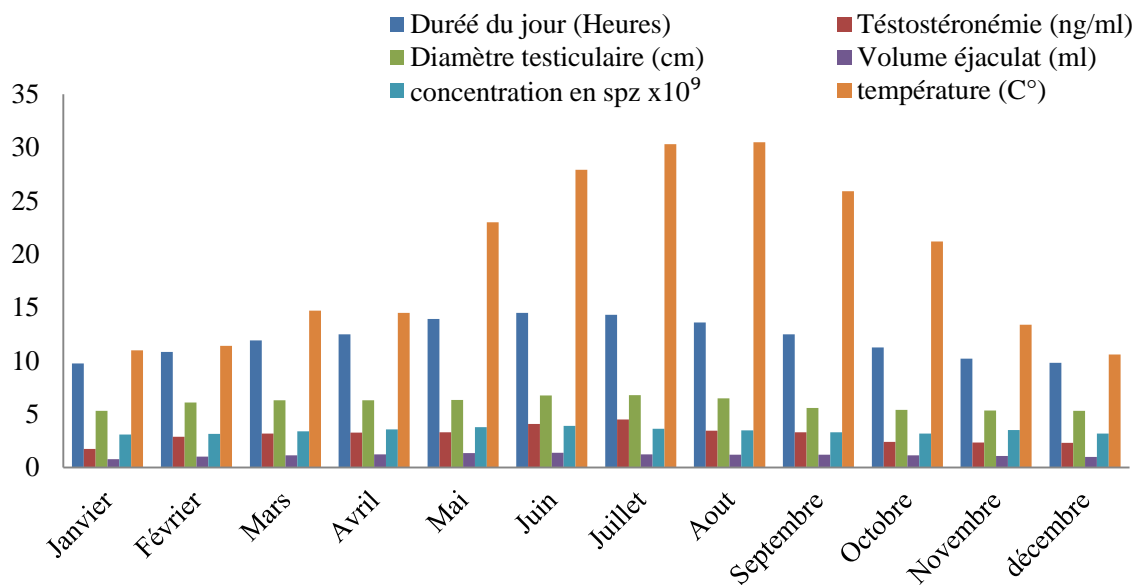
De nombreux travaux ont mis en évidence l'importance de la qualité et de la quantité de nourriture absorbée sur l'activité sexuelle. La restriction ou l'insuffisance de la ration alimentaire produit une baisse de l'activité spermatogénétique (Setchell et al., 1965 ; Parker et Thwaites, 1972 ; Oldham et al., 1978) et de la production de testostérone (Setchell et al., 1965) chez le bélier. Si ce facteur nutrition est jugé déterminant dans la cyclicité sexuelle de la reproduction, il ne semble pas pouvoir être invoqué pour expliquer les variations saisonnières que nous avons observées chez le bélier Ouled Djellal puisque nos animaux ont reçu, pendant toute la durée d'expérimentation, une alimentation constante tant en quantité qu'en qualité.

2.2.2- La température

Les températures ambiantes élevées sont en général défavorables à l'activité sexuelle des animaux domestiques dans les pays à climat tempéré. Chez le bélier, les températures élevées entraînent une baisse de la synthèse gonadique de testostérone (Gomes et al., 1971) et affectent en particulier la fonction exocrine du testicule (Smith, 1971 ; Waites, 1976).

Dans notre cas, la figure 9 montre une évolution parallèle des paramètres étudiés chez le bélier Ouled Djellal et des températures annuelles de son biotope.

Figure 9 : Variations saisonnières de paramètres étudiés comparés aux conditions Climatiques



Cependant, des études ont montré que l'exposition des mâles à des températures extrêmes peut constituer un stress thermique et pourrait affecter négativement leur fécondance (Sawyer et al., 1979 ; Gaypard, 2007). Ceci, explique la diminution des caractéristiques spermatiques (volume d'éjaculat et concentration) chez le bélier Ouled Djellal à partir du mois de juillet.

2.2.3- La lumière

Le photopériodisme apparaît comme l'un des facteurs essentiels de l'environnement. Chez les ovins, Marshall (1937), puis Smith (1967) ont montré que le transfert de brebis d'Angleterre, en Australie entraînait un décalage de 6 mois dans l'époque de reproduction. Yeates (1947) a d'autre part, provoqué une avance de la période d'activité sexuelle chez le bélier soumis à des photopériodes claires quotidiennes artificiellement décroissantes.

Compte tenu des fluctuations annuelles naturelles dans la sécrétion des hypothalamo-hypophysaires et gonadiques rapportées par différents auteurs et les résultats de nombreux manipulations photopériodiques, le bélier est habituellement considéré comme une espèce de "jours courts". En effet, les photopériodes décroissantes ont un effet positif sur l'activité sexuelle (Lincoln et Peet, 1977 ; Sanford et al., 1978 ; Barrel et Lapwood, 1979) par le biais d'une action stimulante au niveau hypophysaire, puisque les concentrations plasmatiques en LH (Pelletier et Ortavant, 1975 ; Sanford et al., 1978) et FSH (Lincoln et Peet, 1977 ; Lincoln et al., 1977 ; Sanford et al., 1977) sont accrues par suite d'une modification de la sensibilité de l'hypothalamus à la rétrocontrôle des androgènes (Ortavant, 1976 ; Pelletier et Ortavant, 1975).

Il existe au moins deux voies par lesquelles la lumière peut influencer le fonctionnement du système hypothalamo-hypophyso-gonadique. L'une d'elles utilise les fibres rétino-hypothalamique, l'autre implique la participation de la glande pinéale. En effet, diverses observations, réalisées surtout sur des petits mammifères, ont illustrées d'une part les effets inhibiteurs de la glande pinéale (Hoffman et Reiter, 1965) et les effets stimulants de la pinéalectomie (Moszkowska, 1967, Hoffman et Kuderling, 1975) sur le développement testiculaire et d'autre par l'interaction photopériode-épiphyse-cyclicité annuelle de la reproduction chez le Hamster et le lièvre. Il en ressort que chez les reproducteurs "jours courts" la lumière serait inhibitrice de l'activité de l'épiphyse, alors que l'obscurité stimulerait la sécrétion des substances épiphysaires antagonistes de la croissance et de l'activité des organes sexuels, de plus, l'effet de la glande pinéale se manifeste par une chute des taux plasmatiques de LH, FSH, testostérone et de la prolactine (Reiter, 1978).

Par ailleurs, des expériences entreprises chez le Hamster, démontrent que le noyau suprachiasmatiques est nécessaire au fonctionnement normal de l'épiphyse (Rusak et Morin, 1976 ; Turel et Campbell, 1979) suggèrent alors que les effets de la longueur du jour passent par la voie du système nerveux sympathique crânien et de la glande pinéale et attribuent au système nerveux central un rôle de "générateur" qui contrôle la production de mélatonine par cette dernière. L'information lumineuse provenant de l'œil, pourrait stimuler l'activité du système nerveux central qui, à son tour inhiberait le système nerveux sympathique et par là, la glande pinéale.

Cependant, chez le bélier Ouled Djellal élevé dans la région de Chlef, la comparaison des variations saisonnières de la testostéronémie, le diamètre testiculaire, le volume de l'éjaculat et la concentration en spermatozoïdes avec celles des facteurs climatiques (figure 9) montre que notre animal ne répond pas à l'interprétation généralement admise d'espèces de "jours courts". Au contraire, on enregistre un étroit parallélisme entre les profils de d'évolutions saisonnières de la longueur du jour et l'activité sexuelle. Elle est minimum au solstice d'hiver puis augmente en même temps que la photopériode pour être maximum au solstice d'été.

III- Résultats et discussion chez la brebis

1- Résultats

1.1- Variations saisonnières de la progestéronémie

Le tableau 7 présente les variations mensuelles moyennes de la progestéronémie de la brebis Ouled Djellal durant l'année 2011.

Tableau 7 : Variations mensuelles de la progestéronémie chez la brebis Ouled Djellal

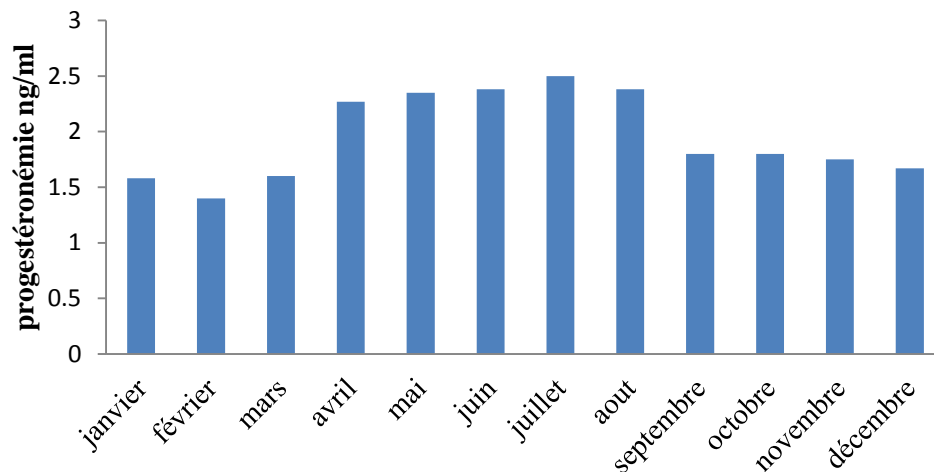
Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juit.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Progestéronémie	1,58	1,40	1,60	2,27	2,35	2,38	2,50	2,38	1,82	1,80	1,75	1,67
(ng/ml)	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,12	0,21	0,15	0,16	0,25	0,16	0,35	0,18	0,26	0,80	0,75	0,55

La valeur individuelle de la progestéronémie varie d'une manière très significative ($P < 0,001$) entre les brebis ; elle est comprise entre 0,1 ng/ml et 4 ng/ml. La moyenne de 10 brebis est environ de $2,08 \pm 0,33$ ng/ml. Cette moyenne montre quand à elle de grandes variations entre individus.

En outre, on distingue que la progestéronémie est faible de décembre à février ; elle se situe autour de $1,55 \pm 0,29$ ng/ml. Elle augmente significativement d'environ 30% ($P < 0,01$) du mois d'avril à aout : elle est alors de $2,38 \pm 0,30$ ng/ml et atteint sa valeur maximale au mois de juillet ($2,50 \pm 0,35$ ng/ml). Ensuite, elle diminue à partir de septembre jusqu'au mois de février, pour atteindre une moyenne de $1,67 \pm 0,45$ ng/ml, accusant une baisse de l'ordre de 33%. Ce profil de variation de la progestéronémie chez la brebis Ouled Djellal élevée dans la région de Chlef, est illustrée par la figure 10. La variation paraît se dérouler en deux temps, d'abord une élévation du mois d'avril à aout ; elle atteint son pic saisonnier au mois de juillet. Ensuite, elle baisse en automne-hiver et atteint son minimum saisonnier au mois de février.

Ce patron de variation correspond à celui de la race Barbarine (Khaldi, 1984) , Queue Fine de l'Ouest en Tunisie (Lassoued et Khaldi, 1995), et d'autres races ovines de l'hémisphère nord (Thimonier et Mauléon, 1969 ; Thimonier, 1989).

Figure 10 : profile de variations saisonnières de la progestéronémie chez la brebis Ouled Djellal



L'examen de la variation mensuelle et individuelle de la progestéronémie (annexe 10) permet de déceler un étalement de l'activité reproductrice de la brebis Ouled Djellal sur toute l'année, avec des périodes de fortes intensités qui diffèrent d'une brebis à autre, parfois en jours longs et parfois en jours courts ou les deux à la fois. Cela laisse dire que cette race vivant en faible latitude et en dehors de son berceau d'origine, ne semble pas être influencée par la photopériode.

1.2- Variations saisonnières de l'activité œstrale

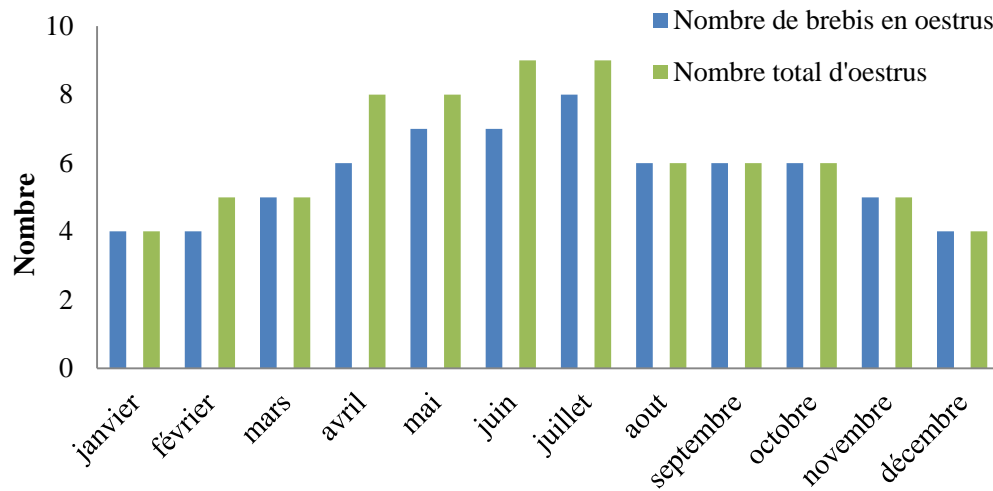
Les pourcentages de brebis en œstrus sont expliqués par le nombre maximal des brebis manifestant un œstrus à chaque mois, et ils sont représentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Variations mensuelles du pourcentage des brebis manifestant un comportement d'œstrus

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juit.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Nbre de brebis en œstrus	4	4	5	6	7	7	8	6	6	6	5	4
Pourcentage	40	40	50	60	70	70	80	60	60	60	50	40
Nbre total d'œstrus des 10 brebis	4	5	5	8	8	9	9	6	6	6	5	4

Les résultats montrent que l'activité œstrale suit les mêmes variations que la progestéronémie. En effet, la proportion des brebis ayant manifestés un comportement d'œstrus est de 80% au mois de juillet (valeur maximale) et de 40% (valeur minimale) de décembre à février. A partir du mois de mars, la proportion des brebis actives s'élève à 50% du mois de mars pour atteindre 80% au mois de juillet ; ce pourcentage baisse de nouveau à partir du mois d'août (60%) pour arriver à un minimum de 40% au mois de février. Aussi, le nombre total d'œstrus le plus élevé a été observé durant les mois d'avril à juillet (figure 11). Des répétitions des signes de chaleurs ont été enregistrées chez certaines brebis en particulier les plus jeunes (2 ans). La photopériode longue semble responsable du déclenchement de l'œstrus chez une importante partie des brebis.

Figure 11 : Variations mensuelles du nombre de brebis en oestrus et nombre total d'oestrus



La durée du cycle œstral obtenue chez les brebis Ouled Djellal dans la présente étude a été de $18,0 \pm 0,6$ jours (Tableau 9). Cette durée est incluse dans l'intervalle théorique des durées de cycle de 16 à 21 jours rapportés dans la littérature pour l'espèce ovine (Boudjenane, 2006). La durée moyenne de $18,0 \pm 0,6$ jours est comparable à la durée de $18,3 \pm 0,7$ jours obtenue chez les brebis locales Oudah du Niger (Gaillard, 1979), chez les brebis Djallonké ($18,12 \pm 0,92$ jours) au Bénin (Hounzangbe-Adote, 2014) et chez les brebis Beni Guil (18 jours) et Sardi (18,3 jours) au Maroc (Boudjenane, 2006). Une durée du cycle longue de $23 \pm 0,9$ jours a été enregistrée chez une seule brebis (brebis 4). Un cycle court d'une durée de $10,6 \pm 0,6$ jours a été enregistré chez une seule autre brebis (brebis 3).

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

Le nombre moyen d'oestrus mensuel pour 10 brebis a été de 7. Cependant, des écarts entre brebis ont été enregistrés, les jeunes brebis (2 ans) ont eu un nombre total d'oestrus plus important (8 et 9) contrairement aux brebis âgées (3 ans). Ceci montre l'effet de l'âge sur le comportement d'oestrus des brebis comme il a été décrit par Boly et al (1992).

Tableau 9: Durée du cycle œstral et de la durée de l'oestrus des brebis Ouled Djellal

Brebis	Age (an)	Poids vif (kg)	Durée de l'oestrus (h)	Nombre d'oestrus	Durée du cycle œstral (j)
1	2	50,0±0,8	32,1±5,1	8	18,0±0,8
2	2	52,7±0,6	33,3±3,2	8	17,2±0,3
3	2	54,2±0,9	36,3±6,4	9	10,6±0,6
4	3	55,0±1,0	44,6±6,3	6	23,0±0,9
5	3	50,7±0,7	40,0±4,7	6	19,0±0,4
6	2	50,0±1,0	28,9±4,5	8	17,0±0,4
7	3	53,2±0,5	39,3±7,0	5	19,0±0,5
8	3	54,4±2,1	40,8±6,2	6	18,1±0,6
9	2	51,1±1,7	45,2±4,2	9	21,3±0,7
10	3	52,0±0,6	31,7±3,9	5	16,1±0,2
Total	2,5±0,6	52,5±1,7	37,3±5,3	7,7 ±1,6	18,0±0,6

Cette étude confirme que l'observation biquotidienne (2 fois 2 h) des manifestations des cycles sexuels par l'utilisation d'un bélier muni d'un tablier permet d'identifier une importante partie des brebis en oestrus. Elle confirme aussi, que les brebis de la race Ouled Djellal ont un cycle œstral similaire à ceux de nombreuses autres races ovines.

Il semblerait que l'étalement de l'activité ovarienne sur toute l'année et l'absence d'une période d'anoestrus continue et marquée soit une caractéristique de la brebis Ouled Djellal en Algérie. Cette caractéristique est analogue à celle de la race Barbarine et Noire de Thibar en Tunisie (Khaldi, 1984 ; Lassoued et Khaldi, 1995) et la race Tadmit (Ammar Khodja, 1981), la race D'man (Boubekeur et al, 2015), la race Ouled Djellal (Benyounes et Lamrani, 2013) respectivement dans le sud et l'est de l'Algérie et la brebis Peuhl au Niger (Yenikoye, 1984).

2- Discussion

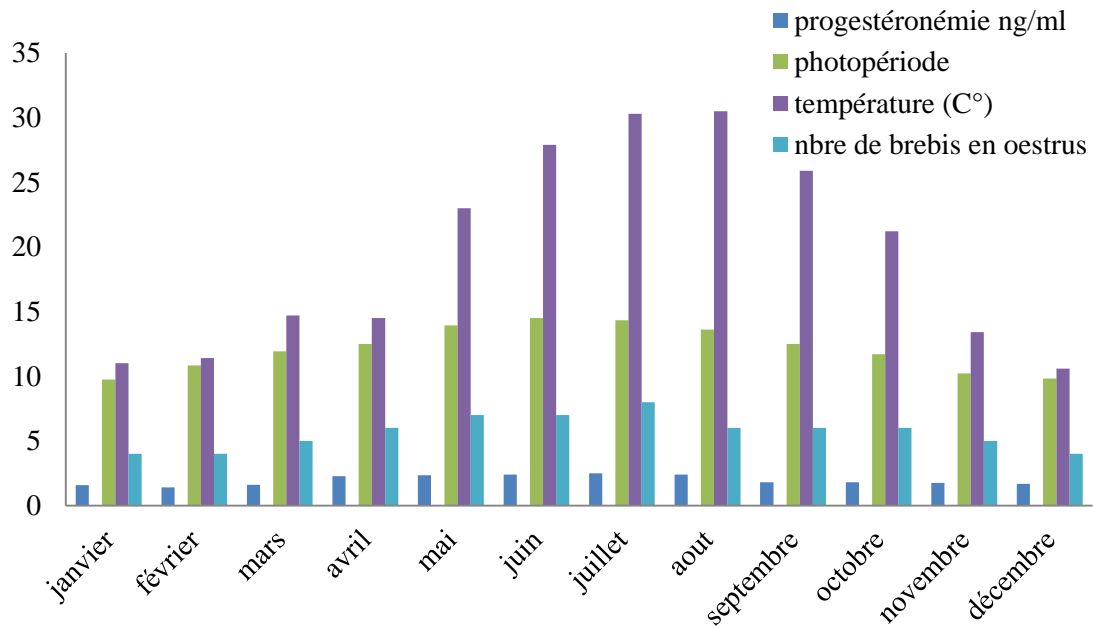
Placée dans des conditions nutritionnelles adéquates, la brebis de la race Ouled Djellal présente des variations saisonnières de son activité reproductrice. En effet, la concentration moyenne mensuelle de la progestéronémie et de l'activité œstrale suivent une variation saisonnière parallèle à la durée du jour et à la température moyenne de la région d'étude (Tableau 10).

Tableau 10 : Variations mensuelles des paramètres étudiés et les conditions de l'environnement chez la brebis Ouled Djellal

Mois	Progestéronémie ng/ml	Effectif brebis en œstrus	Température (°C)	Durée du jour (h)
Janvier	1,58 ± 0,12	4	11,00	09,75
Février	1,40 ± 0,21	4	11,40	10,83
Mars	1,60 ± 0,15	5	14,70	11,93
Avril	2,27 ± 0,16	6	14,50	12,50
Mai	2,35 ± 0,25	7	23,00	13,93
Juin	2,38 ± 0,16	7	27,90	14,50
Juillet	2,50 ± 0,35	8	30,30	14,33
Aout	2,38 ± 0,18	6	30,50	13,60
Septembre	1,82 ± 0,25	6	25,90	12,50
Octobre	1,80 ± 0,28	6	21,20	11,70
Novembre	1,75 ± 0,75	5	13,40	10,22
Décembre	1,67 ± 0,55	4	10,60	09,83

Les concentrations de la progestéronémie et la fréquence des chaleurs maximales sont observées au printemps et l'été (de mars à juillet) quand la durée du jour est la plus longue. Les valeurs minimales de la progestéronémie et de la fréquence de l'œstrus coïncident avec les jours les plus courts (automne et hiver) (figure 12).

Figure 12 : Variations saisonnières de l'activité reproductrice comparée aux conditions de l'environnement chez la brebis Ouled Djellal



Il semble dans ce cas, que chez la brebis Ouled Djellal, comme chez d'autres races ovines étudiées dans les régions tempérées et froides (Thimonnier et al., 1978 ; Munro et al., 1980), la durée du jour est le principal facteur de l'environnement qui module le rythme de l'activité sexuelle. Il est établi que l'activité des gonades induite par la lumière se fait par l'intermédiaire de l'hypophyse via l'hypothalamus. Ce complexe hypothalamo-hypophysaire contrôle l'apparition de l'œstrus. Thimonnier et Mauléon (1969), ont confirmé que la diminution des taux de gonadotrophines pendant les jours courts pouvait bloquer ou diminuer les activités ovariennes chez la brebis, entraînant des anoestrus vrais ou des chaleurs silencieuses.

Il ressort de cette étude, que chez la brebis Ouled Djellal, l'activité sexuelle est continue au cours de l'année, seule l'intensité change. Les deux périodes, maximales au printemps/ été et minimales en automne/hiver, correspondent respectivement à une forte et une faible d'activité sexuelle. Ce rythme de fonctionnement est dépendant de l'activité intrinsèque et de la sensibilité du complexe hypothalamo-hypophysaire aux stéroïdes ovariens (Karsch et al., 1980).

2.1- Sensibilité du complexe hypothalamo-hypophysaire aux stéroïdes ovariens

L'élévation relative du niveau de LH après ovariectomie, l'intervalle entre le moment de la castration et le pic de LH suivant l'ovariectomie (Land et al., 1976), la diminution du niveau de LH après injection d'œstrogène à des animaux castrés et l'intervalle entre le moment de l'injection et le début d'une décroissance significative de LH (Goodman et al., 1982) sont les critères d'évaluation de la sensibilité du complexe hypothalamo-hypophysaire aux stéroïdes ovariens.

Chez la brebis Ouled Djellal élevée dans la région de Chlef, la progestéronémie moyenne mensuelle ne subit pas de variation saisonnière significative. Ceci suggère que la sensibilité du complexe hypothalamo-hypophysaire aux stéroïdes ovariens ne change pas suivant les périodes favorables et défavorables de l'activité sexuelle, contrairement aux brebis de races européennes.

La libération de FSH est en partie sous le contrôle du GnRH hypothalamique mais certaines cellules hypophysaires sont capables de libérer FSH même après déconnection de l'hypothalamus (Findlay et Clarke, 1987). On peut penser, que les systèmes qui contrôlent la libération hypophysaire de FSH ne subissent pas de variation saisonnière dans leur fonctionnement chez la brebis Ouled Djellal.

Ainsi, la faible variation saisonnière de l'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire à libérer de la LH et FSH et au rétrocontrôle de ces hormones par les stéroïdes ovariens, explique la faible intensité voir l'absence de l'anoestrus saisonnier chez cette race. L'hypothèse de l'activité reproductrice de la brebis Ouled Djellal est contrôlée par le rythme endogène de libération des hormones est soutenue.

2.2- Effet de la prolactine

Une récente étude de Notter et Chemineau (2001), a montré que la sécrétion de la prolactine suit un rythme circadien et saisonnier. En effet, la concentration plasmatique de prolactine est significativement plus élevée en photopériode de jours longs qu'en photopériode de jours courts (Bocquier et al., 1990 ; Francis et al., 1997 ; Sweeney et al., 1999). La photopériode semble donc jouer un rôle dans le patron de sécrétion de cette hormone. Les concentrations de la prolactine sont donc maximales au printemps et à l'été et minimales au cours de l'automne et de l'hiver (Brown et Forbes, 1980 ; Symons et al., 1983 ; Jansen et Jackson, 1993). Comme chez le bélier, son intervention dans le déterminisme des variations saisonnières de l'activité sexuelle de la brebis doit être envisagée.

Ce rythme photopériodique suggère un effet possible de la mélatonine qui synchroniserait ce phénomène endocrine avec la durée du jour. En effet, la mélatonine étant l'hormone responsable de la transduction reproduction du signal lumineux dans le processus de reproduction saisonnière, il est possible que celle-ci joue un rôle similaire dans le cas de la prolactine.

2.3- Action de la photopériode

Chez les ovins, la photopériode est reconnue comme étant le signal nécessaire à la synchronisation de l'activité sexuelle. En effet, les variations saisonnières de l'activité sexuelle sont entraînées par le rythme de la photopériode constitué d'une alternance de jours courts et de jours longs. Il a été démontré qu'un processus endocrinien régit l'interprétation de la longueur du jour via une hormone sécrétée par la glande pinéale, la mélatonine (Legan et Karsch, 1983). Ainsi, la mélatonine est l'hormone qui agit comme premier transmetteur de l'information photopériodique. Le cycle de sécrétion de la mélatonine aurait, lui aussi un rythme endogène. Le rôle de lumière serait de lui imposer un cycle de 24h (Ebling et al., 1988). Ces auteurs, ont montré qu'après huit semaines de noirceur, les animaux ne montreraient plus de patron cyclique défini de mélatonine. Ainsi, en l'absence de synchroniseur de la durée de la nuit, le rythme ne parvient plus à se synchroniser de façon adéquate et le rythme endogène cesse. La sécrétion de la mélatonine devient alors désorganisée.

De part son rythme de sécrétion, la mélatonine assure le lien vers l'axe neuroendocrinien reproducteur et, par le fait même, vers les gonades (Arendt, 1986 ; Karsch et al., 1988). En termes simples, la mélatonine permet de transformer la durée du jour en signal endocrinien. Ce signal endocrinien résulte en une réponse de l'axe neuroendocrinien exprimée un changement dans le patron de sécrétion de la GnRH et donc de la LH (Thiery et al., 2002). Ainsi, une photopériode de jours courts, entraîne une augmentation de la fréquence de la pulsativité de la GnRH et de la LH (Vignie et al., 1995). L'action de la mélatonine, est donc de moduler cette sécrétion.

En définitive, le changement dans la sécrétion de la GnRH et de la LH est responsable de la saisonnalité de la reproduction.

2.4- Rythme endogène

Bien que le rôle de la photopériode soit relativement clair concernant la synchronisation de l'activité sexuelle (Legan et Karsch, 1983 ; Karsch et al., 1984), certains faits ont mené ces auteurs à reconsidérer son rôle unique. En effet, l'existence possible d'un rythme de reproduction endogène a d'abord été soulevée suite à l'étude de la reproduction de brebis aveugles. Celles-ci possédaient un rythme de reproduction qui s'apparente très fortement à celui des brebis normales. Pourtant, leur cécité les empêchait forcément de percevoir la lumière du jour. Afin de renforcer cette observation, Legan et Karsch (1983), ont d'abord imposé à des brebis de race Suffolk ovariectomisées ou non, une photopériode en alternance de 90 jours de jours longs. Ils ont ensuite causé une cécité permanente chez deux groupes de brebis en procédant à une énucléation bilatérale des orbites. Ils ont remarqué que, chez les brebis normale que chez les brebis ovariectomisées, les brebis aveugles montraient une alternance circannuelle entre des périodes d'œstrus (haut niveau de LH) et d'anoestrus (faible niveau de LH). Ces observations montrent bien l'existence d'un rythme indépendant de la lumière et endogène à l'animal. Les mêmes observations ont d'ailleurs été faites chez des brebis pinéalectomisées chez lesquelles la transduction du message photopériodique ne pouvait pas se faire (Bittman et al., 1983). Ainsi, en l'absence d'un signal photopériodique, les ovins pourraient utiliser d'autres facteurs environnementaux afin de synchroniser leur rythme endogène. Les contacts sociaux entre individus (élevage en petits groupes) pourraient entraîner une synchronisation de l'état reproductif (Wayne et al., 1989). Enfin, l'existence de l'effet bélier dans un groupe de femelles en périodes d'anoestrus cause une augmentation de la LH et induit l'activité sexuelle des femelles (Martin et al., 1980).

Toutes ces affirmations ne peuvent que renforcer, l'existence probable d'un rythme endogène particulier chez la brebis Ouled Djellal, accentué par les systèmes d'élevages de la région tels que, l'élevage en petits groupes (les élevages familiaux) et la présence permanente du bélier avec les brebis.

2.5- Effet de l'état photoréfractaire

Un animal photoréfractaire est un individu qui ne réagit plus à la longueur du jour (Robinson et Karsch, 1989). Il semble donc que ce ne soit pas directement le passage d'une photopériode courte à une photo période longue, comme au printemps par exemple, qui entraîne l'activité sexuelle mais bien l'état photoréfractaire aux jours longs qui se développe graduellement. Ainsi, la prolongation des jours longs au printemps et l'été permet d'allonger la saison sexuelle, ce qui montre la présence de cet état chez la race Ouled Djellal. De la même façon la diminution de la longueur du jour après le solstice d'été ne serait pas responsable du déclenchement de la saison sexuelle (Robinson et al., 1985 ; Malpaux et al., 1996). Cette diminution permet par contre de lever l'état photoréfractaire aux jours longs en redonnant à l'animal une certaine photosensibilité et ainsi permettre une continuité de l'activité sexuelle (Wayne et al., 1990). Ainsi, le signal de la longueur du jour est bien assimilé par l'animal jusqu'à la glande pinéale puisque le patron de sécrétion de la mélatonine est normale (Karsch et al., 1986). Ces phénomènes peuvent être regroupés à l'intérieur du concept d'historique photopériodique ou le passé photopériodique de l'animal. La formation de celui-ci serait donc indépendante de la transduction du message par la glande pinéale (Barrell et al., 2000). Quoi qu'il en soit, il est maintenant évident que les expositions photopériodiques préalables de l'animal auront un effet sur la façon dont il réagira (Robinson et Karsch, 1987 ; Sweeney et al., 1997).

Ceci montre bien la présence de ce état chez la brebis Ouled Djellal puisque les cycles sexuels ont été observés aussi bien en jours longs (état photoréfractaire) qu'en jours courts (état de photosensibilité), permettant un allongement de l'activité sexuelle. Il semble aussi de plus en plus évident que l'historique ou le passé photopériodique de cette race, explique sa réponse aux changements de son environnement lumineux.

2.6- Effet de la nutrition

Des facteurs comme la photopériode, l'alimentation ou les réserves corporelles peuvent influencer l'activité sexuelle de la brebis (Rosa et Bryant, 2003). L'état corporel est l'un des facteurs qui peut atténuer l'effet de la photopériode (Robinson et al., 2002). Avec des notes d'état corporel différents, la race Ouled Djellal a présenté des résultats différents, comme chez d'autres races ovines (Abecia et al., 1991). Les brebis à un état corporel ≥ 3 ont eu un anoestrus saisonnier plus court et une période de reproduction plus longue (Santiago-Moreno et al., 2000) ; contrairement aux brebis ayant un état corporel $\leq 2,5$. Selon Abecia et al. (1991), lorsque le niveau nutritionnel est respecté, le saisonnement de la brebis est moins marqué, comme chez la Mérimos et la Rosa Aragonesa en Espagne (Gonzales et al., 1980 ; Forcada et al., 1990). Chez les races saisonnées, le nombre de cycles sexuels n'est pas très affecté quand les femelles sont maintenues sous régime alimentaire restrictif (Baril et al., 1993). L'inverse est cependant vrai, pour la brebis Ouled Djellal à un état corporel $\leq 2,5$ par sa production réduite du nombre de cycles sexuels (Benyounes et Lamrani, 2013). Ceci explique vraisemblablement le caractère peu saisonnée de cette race, et sa faible sensibilité à la photopériode lorsqu'elle est bien alimentée. Ainsi, l'activité sexuelle et la durée comme l'intensité de l'anoestrus des brebis ne sont pas uniquement le résultat seulement de la photopériode, mais aussi de leur niveau nutritionnel.

La prise alimentaire des ovins semble suivre un patron saisonnier logique et adaptif. En effet, selon Blaxter et Gill (1979) ; Brinklow et Forbes (1984) ; Iason et al. (1994), les ovins consomment d'avantage d'aliments en photopériode de jours longs, soit au printemps et en été et une quantité plus faible en hiver donc en jours courts. Il a été avancé que les jours longs favorisent la prise alimentaire de par le fait que les animaux ont une période plus longue pendant laquelle ils peuvent voir leurs aliments (Forbes, 1982).

Ce comportement alimentaire photopériodique ressemble au patron évolutif de l'activité sexuelle de notre race.

2.7- Effet de la température

Outre la photopériode, la température est l'un des facteurs environnementaux qui semblent avoir beaucoup d'influence sur les performances reproductives des ovins. Par contre, ce facteur ne serait pas responsable, à lui seul de la synchronisation de la reproduction chez les animaux saisonniers. En effet, Wodzika-Tomaszewska et al. (1967) et Castonguay (2012) ont démontré que des fluctuations de la température n'altèrent pas le patron de reproduction annuel des ovins. Les effets de la température semblent étroitement liés à une augmentation de la température corporelle des animaux et une hausse importante du taux respiratoire (Sundstroem, 1927 ; Gaypard, 2007). La hausse de la température corporelle des animaux pourrait aussi dépendre d'autres facteurs comme la présence de laine et la capacité d'adaptation à la chaleur de la race ou de l'individu.

Pour la race Ouled Djellal, cette étude a permis de mettre en évidence sa capacité adaptative aux conditions environnementales locales. Elle ne semble pas être affectée par les fortes températures d'été ; au contraire la figure 12 montre une évolution parallèle de son activité reproductrice et les températures moyennes mensuelles de son environnement.

Conclusion générale

Les résultats de cette étude montrent que dans la région de Chlef, les variations de l'activité sexuelle, chez le bélier et la brebis de la race Ouled Djellal, sont parallèles à celles de la photopériode et de la température. Cette observation n'est pas en accord avec les conclusions généralement avancées chez les ovins qui sont considérés comme des espèces sexuellement de jours courts et chez qui la photopériode jouerait un rôle essentiel dans la régulation de l'activité reproductrice saisonnière : le passage des jours longs aux jours courts stimule le système hypothalamo-hypophyso-gonadique.

Chez le bélier, l'activité testiculaire exprimée par la quantité de testostérone sérique, le diamètre testiculaire et les caractéristiques quantitatives du sperme suit une évolution parallèle à celle de la photopériode au cours de l'année. En effet, il a été observé une baisse de son activité en automne et l'hiver et s'élève à partir de février –mars ou elle augmente nettement et atteint son maximum au printemps et l'été.

Chez la brebis, il semble que l'activité sexuelle est continue durant toute l'année ; puisque nous avons observé une manifestation de l'œstrus sur l'ensemble de la période d'étude, avec cependant des proportions variables d'une saison à une autre. En effet, à partir du mois de mars, la proportion des brebis à ovaires actifs s'élève à 50% pour atteindre 80% au mois de juillet contre 40% en hiver. Cette répartition saisonnière révèle que l'activité ovarienne chez la brebis Ouled Djellal est plus élevée quand la photopériode est croissante (printemps et été) que lorsqu'elle est décroissante (automne et hiver).

La comparaison de nos résultats avec ceux que nous avons précédemment tenté d'établir et qui font ressortir que la majorité des résultats est obtenue sur des animaux vivant à des latitudes élevées (en Angleterre ou en France et l'hémisphère nord) suggère une influence de la latitude et les facteurs de l'environnement en particulier la photopériode dans le déterminisme de l'activité sexuelle des races ovines. Ces facteurs représentent eux-mêmes un facteur de stimulation ou d'inhibition des mécanismes endogènes du fonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique.

Nos résultats sur la race Ouled Djellal dans la région de Chlef, sont comparables avec ceux Ammar-Khodja (1981) sur la brebis de race Tadmit élevée dans la région d'Alger (Latitude 36°N) et qui ont montré que la durée de l'anoestrus saisonnier est plus courte que celle des brebis élevées à des latitudes plus hautes et que la reprise de l'activité ovarienne se

manifeste dès le mois de mai-juin quand la photopériode est encore croissante. Selon Akchiche (1981), la brebis Ouled Djellal élevée dans la région d'Alger, présente une activité ovarienne faible de janvier à mai et une reprise observée à partir de la mi-avril. Ainsi, on peut penser que la théorie photopériodique considérant les ovins d'espèces de jours courts n'est applicable ni à toutes les races de moutons ni dans tous les biotopes.

En outre, on constate, que même dans les régions tempérées du nord où la photopériode est considérée comme le principal déterminant de l'activité sexuelle, certaines données restent ambiguës. En effet, dans les conditions naturelles, comme après des manipulations photopériodiques, le contenu hypothalamique en LH-RH et son activité augmentent dès le début du mois de juin (Pelletier et Ortavant, 1968 ; Lincoln, 1978), et la concentration plasmatique en LH augmente un peu avant le solstice d'été (Pelletier et Ortavant, 1967), alors que la photopériode est encore croissante. Les productions hormonales hypothalamo-hypophysio-gonadique chutent avant le solstice d'hiver quand la photopériode continue à décroître. Enfin, les taux de prolactine connue pour son effet trophique sur les gonades et son action synergique à celle de la LH, sont plus élevées en jours longs qu'en jours courts (Bocquier et al., 1990 ; Sweeney et al., 1999). Il apparaît alors difficile d'impliquer la diminution de l'éclairement dans la réactivation de l'activité sexuelle et l'augmentation de l'éclairement dans la baisse de cette activité.

Quoi qu'il en soit, de l'influence des facteurs de l'environnement et notamment de la photopériode sur la reproduction des ovins, l'existence d'une cyclicité endogène de l'activité hypothalamo-hypophysio-gonadique n'est pas à écarter. On peut alors penser que, les variations de la longueur du jour interviennent pour accentuer les modifications cycliques de l'activité reproductrice de ces animaux en tant que "synchroniseur d'un rythme circannuel endogène" (Hastings et al., 2006 ; Chemineau, 2009 ; Chalivoix, 2010).

Cette étude a permis de mettre en évidence l'absence d'une saisonnalité marquée chez le bélier et la brebis Ouled Djellal et la similitude dans la variation de leurs activités sexuelles : faibles en automne/hiver et élevées au printemps/été. Cette intéressante particularité devra être exploitée pour augmenter la productivité de cette race par la possibilité d'obtenir au moins 3 agnelages tout les 2 ans.

Sur le plan pratique cette caractéristique pourrait se traduire par des résultats économiques intéressants pour une exploitation d'élevage ovin qui cherche à augmenter la productivité par l'augmentation du rythme d'agnelage.

Les résultats de cette recherche apportent des données nouvelles et importantes pour le monde scientifique concernant la race Ouled Djellal dont l'activité de reproduction est contrôlée par un "rythme circannuel endogène particulier"

Enfin, Les résultats de cette expérimentation doivent être confirmée par une étude approfondie notamment par une exploration de l'activité hypothalamo-hypophysaire en évaluant les variations saisonnières des teneurs plasmatiques de la LH, FSH et la prolactine, et leur rétrocontrôle et d'essayer d'élucider les mécanismes responsables de l'instauration chez l'animal du "rythme circannuel endogène".

Références bibliographiques

Abecia J.A., Forcada F. et Sierra I., 1991. Influence de l'état corporel sur la cyclicité et le taux d'ovulation chez des brebis Rasa Aragonesa. Options Méditerranéennes, séries séminaires, 13 : 117-122.

Achour A., 1992. Suivi et évaluation des performances d'un troupeau ovin dans la wilaya de Chlef, cas de la zone de piémonts. Thèse Ing. Agr. INES Chlef, 67 P.

Ahmaidi B., 1992. Suivi et évaluation des performances de reproduction d'un troupeau ovin dans la wilaya de Chlef : cas de la zone de plaine. Thèse Ing. Agr. , INES Chlef, 70 P.

Akchiche O., 1981. Variations saisonnières des concentrations plasmatiques en progestérone et en LH (hormone lutéinisante) chez la brebis de race Ouled Djellal, en Algérie. Thèse de 3^{ème} Cycle, 131 P.

Alliston C.W., Egli Gene E. et Ulberg G.L.C., 1961. Loss of potential young in the ewe due to high ambient temperature. J. Appl. Physiol., 16.

Almeida O.F. et Lincoln G.A., 1984. Reproductive photo refractoriness in rams and accompanying changes in the patterns of melatonin and prolactin secretion. Biology and Reproduction, 30: 143-158

Almeida G. et Pelletier P., 1988. Abolition of seasonal testis changes in the Ile-de-France ram by short light cycles: relationship to luteinizing hormone and testosterone release. Theriogenology 29: 681-691.

Amir D. et Volcani R., 1965. Seasonal fluctuations in the sexual activity of Awassi German mutton Merino, Corriedale, Border-Leicester and dorset horn rams. II. Seasonal changes in seminal characteristics. J. Anim. Sci., 64: 121-125.

Amir D. et Zanalis A., 1990. Seasonal fluctuations in the sexual activity of awassi, Gorman Mutton Merino, Corriedale, Border-leicester and Dorset Horn ram. J. Agric. Sci. Camb., 64, 115-120.

Ammar Khodja F., 1981. Variations saisonnières de la progestéronémie chez la brebis de la race Tadmit en Algérie. These de 3^{ème} cycles, 156 P.

Arendt J., 1986. Role of the pineal gland and melatonin in seasonal reproductive function in mammals. Oxf. Rev. Reprod. Biol. 8: 266-320.

Arendt J., Symons A.M., English J., Poulton A.L. et Tobler I. 1988. How does melatonin control seasonal reproductive cycles? Reprod. Nutr. Dev., 28: 387-397.

Arendt R., et Ravault J.P., 1998. Light control of prolactin secretion in sheep. Evidence for a photoinductible phase during puberty. Biol. Reprod., 17, 192- 197.

Argo C.M., Smith J.S. et Kay R.N.B. 1999. Seasonal changes of metabolism and appetite in Soay rams. Anim. Sci., 69: 191-202.

Baadoud Z. , 1996. Typologie des systèmes d'élevage ovin dans la région de Chlef. Thèse Ing. Agr., INES Chlef, 67 P.

Banks E.M., 1964. Some aspects of sexual behavior in domestic sheep, *Ovis aries*. *Behaviour*, 23: 249-279.

Barenton B., Ravault J. P., Chabanet C., Daveau A , Pelletier J. et Ortavant R., 1988. Photoperiodic control of growth hormone secretion and body weight in rams. *Domestic Animal and Endocrinology*, 5: 247-255.

Baril G., Chemineau P., Cognie. Y., Guérin Y., Leboeuf B., Orgeur P. et Vallet J. C., 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. [Training manual for artificial insemination at the sheep and goats]. Rome, FAO. Etude FAO, Production et Santé Animales, n° 83, 235 p.

Barrell G.K., et Lapwood K.R., 1979. Effects of pinealectomy on the secretion of luteinizing hormone, testosterone and prolactin in the ram exposed to various lighting regimes. *J. Endocr.*, 80, 397-405.

Barrell G. K., Thrun L. A., Brown M. E., Viguié C. et Karsch F. J., 2000. Importance of photoperiodic signal quality to entrainment of the circannual reproductive rhythm of the ewe. *Biol. Reprod.* 63: 769-774.

Bartke A., Hafez A.A., Bex F.J., et Dalterio S., 1978. Hormonal inter-actions in regulation of androgen secretion. *Biology and reproduction*, 18, 44-54.

Baumrucker C. R. ,1986. Insulin like growth factor 1 (IGF-1) and insulin stimulates lactating bovine mammary tissue DNA synthesis and milk production in vitro. *Journal Dairy Science*, 69 (Suppl. 1): 120 (Abstract).

Benamar L., 1992. Exploration fonctionnelle de l'axe hypophyso-testiculaire chez le bélier de la race Ouled Djellal par dosage radio-immunologique de l'hormone lutéinisante (LH) et de la testostérone plasmique. Thèse de magistère, INA, Alger, 198P.

Benyounes A., Lamarani F., 2013. Anoestrus saisonnier et activité sexuelle chez la brebis Ouled Djellal. *Livestock research for rural development*. 25 (8).

Bilodeau P. P., Petitclerc D., St.Pierre N., Pelletier G. et St.Laurent G. J., 1989. Effects of photoperiod and pair-feeding on lactation of cows fed corn or barley grain in total mixed rations. *Journal Dairy Science*, 72: 2999-3005.

Bittman E. L., Dempsey R. J. et Karsch F. J., 1983. Pineal Melatonin secretion drives the reproductive response to day length in the ewe. *Endocrinology* 113: 2276-2283.

Bitman El., Karsch F. J., 1984. Pineal melatonin secretion drives the reproductive response today length in the ewe. *Endocrinol*, 113.

Blaxter K. L. et Gill J. C., 1979. Voluntary intake of feed and equilibrium body weight in sheep. *Proc. Nutr. Soc.* 38: 150A.

Blaxter K. L. et Boyne A. W., 1982. Fasting and maintenance metabolism of sheep. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 99: 611-620.

Bocquier F., Thériez M., Kann G. et Delouis C., 1986. Influence de la photopériode sur la partition de l'énergie nette entre la production laitière et les réserves corporelles, chez la brebis traite. *Reproduction Fertility Development*, 26: 389-390.

Bocquier F., Kann G. et Thériez M., 1990. Relationships between secretory patterns of growth hormone, prolactin and body reserves and milk yield in dairy ewes under different photoperiod and feeding conditions. *Anim. Prod.* 51: 115-125.

Bocquier F., Ligios S., Molle G. et Casu S., 1997. Effet de la photopériode sur la production, la composition du lait et sur les consommations volontaires chez la brebis laitière. *Annales de Zootechnie*, 46: 427-438.

Boly H., Magagi L., Konate T., Viguiet-Martinez MC., Yenikoye A., 1992. Cycle œstral et croissance folliculaire de la brebis Djallonké variété Mossi. *Revue de l'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, volume 45 (3-4), pp 335-340.

Boly H., Peneme M L., Swadogo L., Sulon J., Beckers J F., Leroy P L., 2000. Effet dose réponse de la gonadotrophine (PMSG) sur la reproduction de la brebis Djallonké variété 'Mossi'. *Tropicicultura*, volume 18 (3), pp 126-129.

Boubekour A., 1992. Contribution à l'étude des systèmes d'élevage des ruminants dans la zone de piémonts de Dahra (Chlef), suivi de quelques exploitations. Thèse Ing. Agr., INES Chlef, 80 P.

Boubekour A., Benyoucef MT, Lounassi M., Slimani A. and Amiali M., 2015. Phenotypic characteristics of Algerian D'man sheep breed in Adrar Oases. *Livestock Research for Rural Development*, volume 27 (7).

Boudjenane L., 2006. Reproduction and production performance of Moroccan sheep breeds. *Perspectives in agriculture, veterinary Science, Nutrition and Natural Ressources*, volume 14, pp 1-18.

Boulianne C.E., 2012. Influence d'un programme photopériodique alternant les jours longs et les jours courts sur la capacité de reproduction chez le bélier. Mémoire postdoctorale, Département des sciences animales, Université Laval, Québec, Canada, 144 P.

Bourbouze A., 1987. L'élevage sur parcours en régions Méditerranéennes. *Options Méditerranéennes*. IAM. de Montpellier - France.

Boutonnet J. P., 1989. La spéculation ovine en Algérie, ou produit clé de la céréaliculture. INRA -Montpellier, série notes et documents n° 90.

Brinklow B. R. et Forbes J. M., 1984. Effect of extended photoperiod on the growth of sheep. In : Martinus Nijhoff Publishers (eds.). *Manipulation of growth in farm animals*. p. 260-274. Boston, États-Unis.

Brown W. B., Forbes J. M., Goodall E. D., Kay R. N. B. et Simpson A. M., 1979. Effects of photoperiod on food intake, sexual condition and hormones concentrations in stags and rams. *Journal of Physiology*, 296: 58P-59P.

Brown, W. B. et J. M. Forbes. 1980. Diurnal variations of plasma prolactin in growing sheep under two lighting regimes and the effect of pinealectomy. *Journal of Endocrinology*, 84: 91-99.

Castonguay F. et Lepage M., 1998. Utilisation de la photopériode comme technique de déraisonnement : Un projet au Québec. Pages 70-85 *Dans Cahier de conférence du 2^e Symposium international sur l'industrie ovine.* CPAQ, Québec, Canada.

Castonguay F., 2012. La reproduction chez les ovins. Centre de recherche et développement sur le bovin laitier et le porc de Lennoxville, Québec, Canada.

Chalivoix S., 2010. Transition photopériodique et plasticité neuronale dans l'hypothalamus ovine: aspects neuranatomiques et fonctionnels. Thèse de doctorat, Université François Rabelais de Tours, France, 155 P.

Chemineau P., Gauthier D., Poirier J.C. et Saumande J., 1982. Plasma levels of LH,FSH, Prolactin, Oestradiol 17-beta and Progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goat. *Theriogenology*, 17, 313-323.

Chemineau P., Pelletier J., Guérin, Y. Colas G., Ravault J.P., Touré G., Almeida, G., Colas G., 1986. Variations saisonnières du diamètre testiculaire et de la morphologie des spermatozoïdes chez bélier Vendéen et chez le bélier Texel. *Repro. Nutr. Dev.*, 26(3).

Chemineau P., Pelletier J., Colas G., Ravault J.P., Almeida G., et Ortavant R. 1988. Photoperiodic and melatonin treatments for the control of seasonal reproduction in sheep and goat. *Reprod. Nutr. Dev.*, 28: 409-422.

Chemineau P., Malpoux B., Guérin Y., Ravault J.P., Thimonier J. et Pelletier P. 1992. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 30: 157-184.

Chemineau P., 1993. Environments and animal reproduction. *World Anim. Rev.*, 77: 2-14.

Chemineau P., Malpoux B., Brillard J.P. and Fostier A. 2009. Saisonnalité de la reproduction et de la production chez les poissons, oiseaux et mammifères d'élevage. *INRA Production Animale*, volume 22 (2), pp 77-90.

Choy V. J., Nixon A. J. et Pearson A. J., 1995. Localisation of receptors for prolactin in ovine skin. *Journal of Endocrinology*, 144: 143-151.

Colas G., Laszczka A., Brice G. et G. Ortavant G., 1972. Variations saisonnières de la production de sperme chez le bélier. Seasonal variations in semen production in the ram. *Acta Agraria et Silvestria Series Zootechnia* 12: 3-15.

Colas G., 1979. Fertility in the ewe after AI with fresh and frozen semen at the induced oestrus and influence of semen quality of the ram. *Livest. Prod. Sci.* 6: 153-166.

Colas G. 1980. Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Île-de-France. l'étude de la morphologie cellulaire et de la motilité massale. *Reprod. Nutr. Dev.*, 20: 1789-1799.

Colas G., Guérin Y., Clanet V., Roques J.M. et Alberio R. 1984. Utilisation du photopériodisme chez le bélier. Pages 79-99 *Dans 9e Journées Recherche Ovine et Caprine.* INRA, France.

Colas G., Guerin Y., Clanet Y., Aline S., 1985. Influence de la durée d'éclairement sur la production et fécondance des spermatozoïdes chez le bélier adulte Ile de France. *Reprod. Nutr. Develop.* 25 (1A). 101-111.

Colas G., 1986. Variations saisonnières du diamètre testiculaire et de la morphologie des spermatozoïdes chez bélier Vendéen et chez le bélier Texel. *Reprod. Nutr. Dev.*, 26(3).

Dacheux J.L., Pisselet C., Blanc M.R, Hochereau-de-Revier M.T et Courot M. , 1981. Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm production in different breeds of ram. *Journal of Reproduction and Fertility*, 61: 363-371.

Dahl G. E., Elsasser T. H., Capuco A. V., Erdman R. A. et Peters R. R., 1997. Effects of along daily photoperiod on milk yield and circulating concentrations of insulin-like growth factor-1. *Journal of Dairy Science*, 80: 2784-2789.

Dahl G. E., Buchanan B. A. et Tucker H. A.. 2000. Photoperiodic effects on dairy cattle: a review. *Journal of Dairy Science*, 83: 885-893.

Darbeida H., 1980. Variations saisonnières de la testostéronémie et de la Dihydrotestostéronémie et le métabolisme périphérique de la testostérone chez le bélier de race Ouled Djellal en Algérie. Thèse de doctorat, USTHB, Alger

Darbeida H. ; Brudieux R., 1984. Variations annuelles des concentrations plasmatiques en prolactine et en testostérone chez le bélier Ouled Djellal, en Algérie. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 299, série III, n° 19, 789-794

Davies R.V., Main S.J., et Setchell B.P., 1977. Seasonal changes in plasma follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone and testosterone in rams. *J. Endocr.*, 72, 12P. Androgène secretion. *Biol. Reprod.*, 18, 44-54.

Derivaux J., 1971. Reproduction chez les animaux domestiques. T.I. Ed. by Derouaux, Liège.

Deraquaoui L., 1992. Onset of puberty and development of reproductive capacity in D'man and Sardi breeds of sheep and their crossed. Thèse de doctorat ès-sciences, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat (Maroc).

Derycke G., Paquay R. et Bister J.L., 1990. Étude de la capacité de reproduction du bélier En différentes races en fonction de la saison. 41^e réunion Annuelles de la Fédération Européenne de Zootechnie, Toulouse, 244- 245.

Djebbar F. , 1999. Les alimentaires et le bilan fourrager dans la région de Chlef. Thèse ing. Agr. INES Chlef, Algérie, 45 P.

Djender A., 1997. Etude des systèmes d'élevage ovin en zone de plaine, piémonts et de montagne de l'Algérie du nord, cas de la wilaya de Chlef. Thèse ing. Agr., INA Alger, 48 P.

Djennah F., 1997. Contribution à l'étude des facteurs influençant les performances de production et de reproduction des brebis de la race Ouled Djellal sous différents traitements de synchronisation des chaleurs. Thèse de magister, INA Alger, 175 P.

Direction des services agricoles, 2011. Bulletin statistique agricole, service de la production animale, Chlef.

Donovan A., Boland M.P., Roche J.F. et O'Callaghan D., 1994. The effect of supplementary long days, a subcutaneous melatonin implant and exposure to a ram on the onset of the breeding season in ewes. *Animal of Reproduction Science*, 34: 231-240.

Drizi H., 1993. Suivi et évaluation des performances de reproduction d'un troupeau ovin et diagnostic des systèmes d'élevage ovin dans la plaine de Chlef. Thèse Ing Agr., INES Chlef, 68 P.

D'occhi H.J., Schanbacher B.D. et Kinder J.E., 1982. Relationship between serum testosterone concentration and patterns of luteinizing hormone secretion in male sheep. *Biol. Reprod.*, 30: 1039-1054.

D'Occhio M.J., Schanbacher B.D et 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 and Reproduction*, 30: 1039-1054.

Ducker M.J. et Bowman J.C., 1972. Photoperiodism in the ewe. V. An attempt to induce sheep of three breeds to lamb every eight months by artificial day length changes in non light proofed building. *Animal of Production*, 14: 323-334.

Ducker M.J. et Boyd J.S. 1977. The effect of body size and body condition on the ovulation rate of ewes. *Anim. Prod.*, 24: 377-385.

Dufour M.L., 1974. A sensitive gonadotropin responsive system: radioimmunoassay of testosterone production by the rat testis in vitro. *Endocrinol.*, 90, 1032-1040.

Dufour J.J., Fahmy M.H. et Minvielle F., 1984. Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in rams with long or short breeding season. *J. Anim. Sci.* 58: 416-421.

Dut R.H, et Bush F., 1955. Environmental temperature and fertility of south down ram early in the breeding season. *J. Anim. Sci.* 16, 136-139.

Dutt R.H., Ellington E.F. et Carlton W.W., 1959. Fertilization rate and early embryo survival in sheared and unshorn ewes following exposure to elevated air temperature. *Journal of Animal of Science*, 18: 1308.

Dutt R.H., 1964. Detrimental effects of high ambient temperature on fertility and early embryo survival in sheep. *Int. J. Biometeorol.*, 8: 47-56.

Ebling F.J.P., Lincoln G. A., 1985. Endogenous oploids and the control of seasonal LH secretion in Soay rams. *J. Endocr. ,* 107, 341-353

Ebling F. J. P., G. A. Lincoln, F. Wollnik et N. Anderson. 1988. Effects of constant darkness and constant light on circadian organization and reproductive responses in the ram. *J. Biol. Rhythms* 3: 365-384.

Ebling, F., et al., 1991. The neural basis of seasonal reproduction. *Ann. Zoot.*, 41, 239-245.

English J., Arendt J., Deacon S., Hampton S. and Morgan L., 1987. Melatonin and adjustment to phase shift. *J Sleep Res.* 4, 74-79..

Findlay J.K. et Clarke I..J., 1987. Regulation of the secretion of FSH in domestic ruminants. *J. Reprod. Ferti.*, 34: 27-37.

Fitzgerald J., Michel F. et Butler W. R., 1982. Growth and sexual maturation in ewes: the role of photoperiod, diet and temperature on growth rate and the control of prolactin, thyroxine and luteinizing hormone secretion. *Journal of Animal Science*, 55: 1431- 1440.

Fitzgerald J.A. et Stellflug J.N., 1990. Comparison of scrotal circumference, sperm output and libido of Booroola Merino, Polypay, Rambouillet and Columbia rams in a controlled photoperiod. *Sheep Research Journal.* 6: 11-14.

Forbes J. M., El Shahat A. A., Jones R., Duncan J. G. S. et Boaz T. G., 1979. The effect of daylength on the growth of lambs 1. Comparisons of sex, level of feeding, shearing and breed of sire. *Animal Production*, 29: 33-42.

Forbes J. M., 1982. Effects of lighting pattern on growth, lactation and food intake of Sheep, cattle and deer. *Livest. Prod. Sci.* 9: 361-374.

Forcada F., Abecia J.A. et Sierra I. 1990. Variacion de los parametros reproductivos en ovejas Rasa Aragonesa en funcion de la condicion corporel. *ITEA*, 86A, 2, 123-132.

Forcada F., Abecia J.A. et Sierra I. 1992. Seasonal changes in oestrus activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. *Small Ruminant Res.*, 8: 313-324.

Francis S. M., Veenvliet B. A., Stuart S. K., Littlejohn R. P. et Suttie J. M., 1997. The effect of photoperiod on plasma hormone concentrations in wether lambs with genetic differences in body composition. *Anim. Sci.* 65: 441-450.

Fournier-Delpech S., Courtens J.L, Pisselet CL. , Delaleu B. et Courot M., 1982. Acquisition of zona binding by ram spermatozoa during epididymal passage, as revealed by interaction with rat oocytes. *Gamete Research* 5: 403-408.

Fowler D.G., 1962. The effect of changes in the daily photoperiod on the semen characteristics of the Merino ram. *Australian Society Animals Production*, 4: 58-62.

Freitas V.J.F., Baril G., Martin G.B. et Saumande J., 1997. Physiological limits to further improvement in the efficiency of oestrous synchronisation in goats. *Reproduction fertilité Développement*, 9, 551-556.

Gaillard Y., 1979. Caractéristiques de la reproduction de la brebis Oudah. *Revue de l'Élevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux.*, volume 32 (3), pp 285-290.

Garnier D.H., Cotta Y. et Terqui M., 1977. Androgen radioimmunoassay in the ram : results of direct plasma testosterone and dehydroepian-drosterone measurement and physiological evaluation. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* , 18 (2A), 265-281.

Gaypard V., 2007. Physiologie de la reproduction des mammifères. Ecole nationale vétérinaire, Toulouse, France.

Gonzales J, Saiz F.Y., Alvarez J., 1980. Actividad ciclica en la oveza Merina. IX Congreso International de Reproduccion y Inseminacion Artificial, 3, 107.

Ghozlane F., Ziki A., Yakhlef H., 2005. Variations saisonnières des caractères quantitatifs du sperme de bélier de race Ouled Djellal. *Renc. Rech. Ruminants*, 2005, 12

Gomes W.R., Butler W.R., et Johnson A.D., 1971. Effect of elevated ambient temperature on testis and blood levels and in vitro bio-synthesis of testosterone in the ram. *J. Anim. Sci.*, 33, 804-807.

Gomes, W.R. et Yoyce, M.C., 1975. Seasonal changes in serum testosterone in adult rams. *J. Anim. Sci.*, 41, 1375-1375.

Gonzalez-Stagnaro C., Corteel J.M. et Baril G., 1992. Cinetica de la progesterona plasmatica durante el celo natura e iducido por tratamientos hormonales en cabras lecheras. *Revistica cientifica. FCV de LUZ*, II (1), 12-21.

Goodman R. L., Legan S. J., Ryan K. D., Foster D. L. and Karsch F. J., 1982. Two effects of oestradiol that normally contribute to the control of tonic LH secretion in the ewe. *Biol Reprod.* 23, 415-422.

Goodman R. L., 1988. Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. *The physiology of reproduction*, Eds Knobil and Neill, 659-710.

Guemidi F.Z., 1993. Diagnostic des systèmes d'élevage ovin dans la zone des piémonts de la wilaya de Chlef : suivi et évaluation des performances de reproduction d'un troupeau ovin. Thèse ing. Agr. INES, Chlef, 94 P.

Gündogan M., Demirci E., 1999. The effects of scrotal heating on spermatogenesis and other semen characteristics in the rams. *First University Journal Health Science*, 13, 193-200.

Gündogan M., Baki D., Yeni D., 2003. Reproductive seasonality in sheep. *Acta Agriculturae Scandinavia*, Section A., 53, 175-179.

Hackett J.A. et Wolynetz M.S., 1982. Reproductive performance of confined sheep in an accelerated controlled breeding program under two lighting regimes. *Theriogenology*, 18: 621-629.

Hackett J.A. et Wolynetz M.S., 1985. Reproductive performance of Finnish Landrace and Suffolk sheep maintained indoors year-round. *Journal of Animal Science*, 60: 334-341.

Hafez E.S.E. 1952. Studies on the breeding season and of reproduction in the ewe. *J. Agric. Sci.*, 42: 189-265

Hamouli Z., 1987. Etude des variations saisonnières et nyctémérales de la testostéronémie et de la prolactinémie chez le bélier de la race Tadmit (Djelfa). Thèse de Magister, USTHB, Alger, 143 P

Hanzen C., 1981. L'oestrus : Manifestations comportementales et méthodes de détection. *Annales de Médecine Vétérinaire.*, volume 125, pp 617-633.

Hastings MH., Herbert J., Martensz D. and Roberts AC., 2006. Animal reproductive rhythms in mammals: Mechanics of light. *Annals of the New York Academy of Sciences*, volume 453(1), pp 182-204.

Hazlerigg D. G., Hastings M. H. et Morgan P. J., 1996. Production of a prolactin releasing factor by the ovine pars tuberalis. *Journal of Neuroendocrinology*, 8: 489-492.

Hoffman R.A., et Reiter R.J., 1965. Pineal gland: Influence on gonads of male hamster. *Sciences*, 142, 209-213.

Hoffmann J.C., 1973. Light and feedback control of gonadotropin secretion. Pages 886-890 dans *Proceedings of the IV International Congress of Endocrinology*. R.O. Scow, Amsterdam and American Elsevier Publishing Co., New York, États-Unis.

Hoffman K. et Kuderling I., 1975. Pinealotomy inhibits stimulation of testicular development by long photoperiod in a Hamster (*Pholopus Sungorus*). *Experientia.*, 31, 122-123.

Homeida A.M. et Cooke R.G., 1984. Plasma concentrations of testosterone and 5alpha-dihydrotestosterone around luteolysis in goats and their behavioural effects after ovariectomy. *Journal Steroid Biochemie*, 20, 1357- 1359.

Hounzangbe-Adote M S., 2014. Etude du cycle œstral chez la brebis Djallonké. FAO Document, pp 1-10.

Howies CM., Craigon J. et Haynes N.B. 1982. Long-term rhythms of testicular volume and plasma prolactin concentrations in rams reared for 3 years in constant photoperiod. *Journal of Reproduction and Fertility*, 65: 439-446.

Iason G. R., Sim D. A., Foreman E., Fenn P. et Elston D. A., 1994. Seasonal variation of voluntary food intake and metabolic rate in three contrasting breeds of sheep. *Anim. Prod.* 58: 381-387.

Jansen H. T. et Jackson G. L., 1993. Circannual rhythms in the ewe: Patterns of ovarian cycles and prolactin secretion under two different constant photoperiods. *Biol. Reprod.* 49: 627-634.

Johnson B.H., Desjardins C. et Ewing L.L., 1973. Seasonal effects on testis function in rams. *J. Anim. Sci.*, 37, 247PP.

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

Kann G., 1997. Evidence for a mammogenic role of growth hormone in ewes: effects of growth hormone-releasing factor during artificial induction of lactation. *Journal of Animal Science*, 75: 2541-2549.

Karagiannidis A., Varsakeli S., Alexopoulos C. et Amarantidis I., 2000. Seasonal variation in semen characteristics of Chios and Friesian rams in Greece. *Small Rumin. Res.* 37: 125-130.

Karsch F.J.; Robert L., Goodman R.L. et Legan J.S., 1980. Feed-back basis of seasonal breeding test of an hypothesis. *J. Reprod. Fert.*, 58: 521-535.

Karsch F. J., Bittman E., D. L., Goodman R. L., Legan S. J. and Robinson J. E., 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Prog Horm Res.* 40, 185-232.

Karsch F.J., Bittman E.L., Robinson J.E., Wayne N.L., Olster D.H. et Kaynard A.H. 1986. Melatonin and photorefractoriness: loss of response to the melatonin signal leads to seasonal reproductive transitions in the ewe. *Biol. Reprod.*, 34: 265-274.

Karsch F. J., Malpaux B. , Wayne N. L et Robinson J. E., 1988. Characteristics of the melatonin signal that provide the photoperiodic code for timing seasonal reproduction in the ewe. *Reprod. Nutr. Dev.* 28: 459-472.

Karsch F. J., Robinson J. E , Woodfill C. J. et 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 and Reproduction*, 41: 1034-1046.

Katongole C. B., Naftolin F., et Short R.V., 1974. Seasonal variations in blood luteinizing hormone and testosterone levels in rams. *J. Endocrinol*, 60, 101-106.

Kay R. N. B., 1979. Seasonal changes of appetite in deer and sheep. *ARC Research Review* 5: 13-15.

Kay R. N. B., 1985. Seasonal variation of appetite in ruminants. Dans : W. Haresign (éd.). *Recent advances in animal nutrition.* p. 199-210. Butterworths, Londres, Royaume-Uni.

Kaya A., Yıldız C., Lehimcioğlu NC., Ergin A., M Aksoy M., 1999. Seasonal variation in sperm quality, testicular size and plasma testosterone concentrations in Konya merinos ram. *Journal Central Animal Research International.* 9, 1-5.

Kerboua M., Feliachi K., Abdelfettah M., Ouakli K., Selhab F., Boudjakdji A., Takoucht A., Benani, Z., Zemour A., Belhadj N., Rahmani M., Khecha A., Haba A. et Ghenim H., 2003. Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie. Ministère De l'Agriculture Et Du Développement Rural, Commission Nationale An GR : 1-46.

Khalidi G., 1984. Variations saisonnières de l'activité ovarienne, du comportement d'oestrus et de la durée de l'anoestrus post partum des femelles ovines de race Barbarine : influence du niveau alimentaire et de la présence du mâle. Thèse de doctorat, Université des sciences techniques de Languedoc, France, 168 p.

Lamming G. E., Moseley S. R. et McNeilly J. R., 1974. Prolactin release in the sheep. *Journal Reproduction and Fertility*, 40: 151-168.

Land R.B., 1970. The mating behavior and semen characteristics of Finnish Landrace and Scottish Blackface rams. *Anim. Prod.* 12: 551-560.

Land R.B., Wheeler A.G. et Carr W.R., 1976. Seasonal variation in the oestrogen- induced LH discharge of ovariectomized finnish Landrace and Scottish Blackface ewes. *Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys.*, 16: 521-528.

Langford G.A., Ainsworth L. , Arcus M. G.J et Shrestha J.N.B. , 1987. Photoperiod entrainment of testosterone, luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, and prolactin cycles in rams in relation to testis size and semen quality. *Biol. Reprod.* 37: 489-499.

Lassoued N., Khalidi G., 1995. Variations saisonnières de l'activité sexuelle des brebis de races Queue Fine de l'Ouest et Noire de Thibar. *CIHEAM. Options Méditerranéennes*, PP : 27-33.

Legan S. J., et al. , 1977. The endocrin 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, 818-824.

Legan S. J. and Karsch F. J., 1979. Photoperiodic control of seasonal breeding in ewes: modulation of the negative feedback action of estradiol. *Biol Reprod.* 23, 1061-1068.

Legan S.J. et Karsch F.J. 1980. Photoperiodic control of seasonal breeding in ewes: modulation of the negative feedback action of estradiol. *Biol. Reprod.*, 23: 1061-1068.

Legan S.J. et Karsch F.J. 1983. Importance of retinal photoreceptors to the photoperiodic control of seasonal breeding in the ewe. *Biol. Reprod.*, 29: 316-325.

Lincoln G.A., et Peet M.J., 1977. Photoperiodic control of gonadotrophin secretion in the ram. A detailed study of the temporal changes in plasma levels of follicle stimulating hormone, luteinizing hormone and testosterone following and abrupt switch from long to short days. *J. Endocr.*, 74, 355-367.

Lincoln G.A., Peet M.J. et Cunningham R.A., 1977. Seasonal and circadian changes in the episodic release of follicle stimulating hormone, luteinizing hormone and testosterone in rams exposed to artificial photoperiods. *J. Endocr.*, 72, 337-349.

Lincoln G.A. et 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. *Journal of Reproduction and Fertility*, 49: 267-276.

Lincoln G.A., 1978. Hypothalamic control of the testis in the ram. *Int. J. Androl.*, I, 331-341.

Lincoln G.A. 1978a. Induction of testicular growth and sexual activity in rams by a 'skeleton' short-day photoperiod. *Journal of Reproduction and Fertility*, 52: 179-181.

Lincoln G.A. et Short R.V., 1980. Seasonal breeding : nature's contraceptive. Gregory Pincus Mem. Lecture. *Recent Prog. Horn. Res.*, 36: 1-52.

Lincoln G.A., Lincoln C.E. et McNeilly A.S., 1990. Seasonal cycles in the blood plasma of FSH, inhibin and testosterone and testicular size in ram of wild, feral and domesticated breeds of sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*, 99: 623-633.

Lincoln G. A. et Clarke I. J. . 1994. Photoperiodically-induced cycles in the secretion of prolactin in hypothalamo-pituitary disconnected rams: evidence for translation of the melatonin signal in the pituitary gland. *J. Neuroendocrinol.* 6: 251-260.

Lincoln G.A., 1998. Reproductive seasonality and maturation throughout the complete lifecycle in the mouflon ram (*Ovis musimon*). *Animal of Reproduction Science*, 53: 87-105.

Lindsay D.R., Pelletier J., Pisselet C. et Courot M., 1984. Changes in photoperiod and nutrition and their effect on testicular growth of rams. *J. Reprod. Fertil.* 71: 351-356.

Lunstra D.D. , Schanbacher B.D., 1976. Seasonal changes in reproductive traits of rams. *J. Anim. Sci.*, 43: 294.

Mabry J. W., Cunningham F. L. , Kraeling R. R et Rampacek G. B., 1982. The effect of artificially extended photoperiod during lactation on maternal performance of the sow. *Journal of Animal Science*, 54: 918-921.

Makawi S A., Manahil Z A., 2007. Fertility response of deserts ewes to hormonal estrus synchronization and artificial insemination using Fresh diluted semen. *Journal of Animal and Veterinary Advances.*, volume 6(3), pp 385-391.

Malpaux B., Moenter S.M., Wayne N.L., Woodfill C.J.I. et Karsch F.J. 1988. Reproductive refractoriness of the ewe to inhibitory photoperiod is not caused by alteration of the circadian secretion of melatonin. *Neuroendocrinology*, 48: 264-270.

Malpaux B., Robinson J.E., Wayne N.L. et Karsch F.J., 1989. Regulation of the onset of the breeding season of the ewe: importance of long days and of an endogenous Reproductive rhythm. *Journal of Endocrinology*, 122: 269-278.

Malpaux B., Skinner D. C et Maurice F., 1995. The ovine pars tuberalis does not appear to be targeted by melatonin to modulate luteinizing hormone secretion, but may be important for prolactin release. *Journal of Neuroendocrinology*, 7: 199-206.

Malpaux B., Daveau A., Mandon-Maurice F., Vignié C, Skinner D.C., Caraty A., Locatelli A., Pelletier J., Tillet Y., Thiéry J.P. et Chemineau P. 1996. Reproduction saisonnée : mécanisme d'action de la mélatonine. *Dans Abstracts des Communications, Mélatonine et rythmes circadiens et circannuels chez les mammifères. Journées scientifiques de la Physio. INRA, France.*

Mandiki S.N.M., Derycke G. , Bister J.L et Paquay R., 1998. Influence of season and age on sexual maturation parameters of Texel, Suffolk and Ile-de-France rams 1. Testicular size, semen quality and reproductive capacity. *Small Rumin. Res.* 28: 67-79.

Marshall F.H.A., 1937. On the changes over in the oestrus cycle in animals after transference across the equator, with further observations on the incidence of the breeding seasons and the factors controlling sexual periodicity. *Prod. Roy. Soc. Biol.*, 122, 413-428.

Martin G. B., Oldham C. M et Lindsay D. R. , 1980. Increased plasma LH levels in Seasonnaly anovular Merino ewes following the introduction of rams. *Anim. Reprod. Sci.* 3: 125-132.

Martin G.B., Scaramuzzi R.J. et Henstridge J.D., 1983. Effects of estradiol, progesterone and androstenedione on the pulsatile secretion of luteinizing hormone in ovariectomized ewes during spring and autumn. *J. Endocrinol.*, 96: 181 – 193.

Martin G.B., Oldham CM. , Cognié Y. et Pearce D.T., 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams — A review. *Liv. Prod. Sci.* 15: 219-247.

Mauléon P. et Dauzier L., 1965. Variations de la durée de l'anoestrus de lactation chez les brebis de race Ile de France. *Annales de Biologie Animale et de Biochimie Biophysique*, 5(1), 131-143.

Mayoufi M., 1999. Systèmes de fonctionnement de quelques exploitations bovines dans la région de DAHRA, wilaya de Chlef. Thèse ing. Agr. INES Chlef, 67 P.

Mehouachi M., Khaldi G., 1987. Variations saisonnières de la production spermatique chez les béliers de la race Barbarine et Noire de Thibar. Vol. 61, Fasc. 12, Edit. INRAT

Mehouachi M., 1995. Caractéristiques de reproduction chez les béliers de race barabarine et Noire de Thibar. CIHEAM, options méditerranéennes.

Menassol J.B., Malpaux B., Scaramuzzi R., 2011. Les facteurs photopériodiques et nutritionnels interagissant sur les transitions saisonnières de reproduction chez les ovins. *Renc. Rech. Ruminants*, 18, 81-24

Meyer C., Faye B., Karembe H., 2004-Guide de l'élevage du mouton méditerranéen et tropical. CEVA ; Santé Animale: 1-13.

Mickelsen W.D., Paisley L.G. et Dahmen J. J. , 1981. The effect of scrotal circumference, sperm motility and morphology in the ram on conception rates and lambing percentage in the ewe. *Theriogenology* 16: 53-59.

Miller A. R. E., Stanisiewski E. P., Erdman R. A., Douglass L. W. et Dahl G. E., 1999. Effects of long daily photoperiod and bovine somatotropin (Trobect) on milk yields in cows. *Journal of Dairy Science*, 82: 1716-1722.

Mohammedi Bouzina S., 1991. Etude du fonctionnement de quelques exploitations d'élevage ovin et mise en place d'un protocole de suivi d'un troupeau ovin dans la zone de plaine de la wilaya de Chlef. Thèse Ing. Agr. , INES Chlef, 85 P .

Mori Y. et Kano Y., 1984. Changes in plasma concentrations of LH, progesterone and oestradiol in relation to the occurrence of luteolysis, oestrus and time of ovulation in the Shiba goat (*Capra hircus*). *Journal Reproduction Fertility*, 72, 223-230.

Moszkowska A., 1967. Relations épiphyso-hypophysaires et fonctions gonadotropes chez les mammifères. In "La photorégulation de la reproduction chez les oiseaux et les mammifères " Montpellier. Ed. Benoiet et Assenmacher (CNRS), 570-581.

Munro et al., 1980. Circannual rythms of prolactin secretion in ewes and the effect of pinealectomy. *J. Endocr.* 84: 83-89.

Notter D. R. et Chemineau P., 2001. Nocturnal melatonin and prolactin plasma concentrations in sheep selected for fertility in autumn lambing. *Journal of Animal Science*, 79: 2895-2901.

Notter D.R. 2002. Opportunities to reduce seasonality of breeding in sheep by selection. *Sheep and Goat Research Journal.*, 17: 20 – 32.

O'Callaghan D., Wendling A., Karsch E.J., Roche J.E., 1994. The effect of exogenous thyroxine on timing of seasonal reproductive transitions in ewe. *Biol. Reprod.* 49, 311–315.

Oldham C.M., Martin G.B. et Knight T.W. 1978. Stimulation of seasonally anovular Merinos ewes by rams. I. Time from introduction of the rams to the preovulatory surge and ovulation. *Anim. Reprod. Sci.*, 1: 283 – 290.

Oldham C, Adams N., Gherardi P., Lindsay D. et Mackintosh J., 1978. The influence of level of feed intake on sperm-producing capacity of testicular tissue in the ram. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29: 173-179.

Ortavant R. et Thibault C. , 1956. Influence de la durée d'éclairement sur les productions spermatiques du bélier. *Cr. Scéanc. Soc. Biol.* 150: 358-362.

Ortavant R., 1976. Influence des radiations solaires thermiques et lumineuses sur l'activité sexuelle des mammifères domestiques. Congrès international : le soleil au service de l'homme, 2-6 juillet, B18, 1-11.

Ortavant R., Blanc M., Pelletier J., Ravault J.P. et Terqui M., 1977. Annual cyclic variations of prolactin, LH, FSH and testosterone levels in rams. *Proc. Inter. Union of Physiol. Sci.*, Paris, XII, 506P.

Ortavant R. 1985. Photoperiodic regulation of reproduction in the sheep. *Proc. Symp. Management of Reproduction in Sheep and Goats. Univ. of Wisconsin, Madison.* 58-71.

Ortavant R. et al., 1985. Photoperiod: main proximal and factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals. *Oxford Rev. Reprod. Biol.* 7, 305-345.

Parker G.V. et Thwaites C.J., 1972. The effects of under nutrition on libido and semen quality in adult merino-rams. *Aust. J. Agric. Res.*, 23, 109-115.

Pelletier J., Ortavant R., 1967. Influence du photopériodisme sur les activités sexuelle, hypophysaires et hypothalamique du bélier Ile de France. Montpellier. Ed. Benoit et Assenmache, CNRS, 483-493

Pelletier J., Ortavant R., 1968. Influence de la durée quotidienne d'éclairement sur l'activité hypothalamique LRF du bélier. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 266, 1604-1606.

Pelletier J. et Ortavant R., 1970. Influence du photopériodisme sur les activités sexuelle, hypophysaire et hypothalamique du bélier Ile-de-France. Dans: J. Benoît and I. Assenmacher (Eds.). *La photorégulation de la reproduction chez les oiseaux et les mammifères*, CNRS, Montpellier, France. p. 483-495.

Pelletier J., 1971. Influence du photopériodisme et des androgènes sur la synthèse et la libération de LH chez le bélier. Thèse Doctorat d'état és-sciences Naturelles, 243 P.

Pelletier J., Ortavant R., 1975. Photoperiodic control of LH release in the ram. II. Light-androgens interaction. *Acta. Endocr.*, 78, 442-450.

Pelletier J., Ortavant R. 1979. Influence du photopériodisme sur les activités sexuelles, hypophysaires et hypothalamiques du bélier Ile de France. In " la photorégulation de la reproduction chez les oiseaux et les mammifères" Montpellier, CNRS.

Pelletier J., Brieu V., Chesneau D., Pisselet C. et de Reviers M., 1985. Abolition partielle des variations saisonnières du poids testiculaire chez le bélier par diminution de la période du cycle lumineux. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 3, Sciences de la vie* 301: 665-668.

Pelletier J. et Almeida G. 1987. Short light cycles induce persistent reproductive activity in Île-de-France rams. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 34: 215 – 226.

Pelletier J. et Thimonier J., 1987. The measurement of day length in the Ile-de-France ram. *Journal of Reproduction and Fertility*, 81: 181-186.

Pepelko W.E. et Clegg M.T., 1965. Influence of season of the year upon patterns of sexual behavior in male sheep. *J. Anim. Sci.* 24: 633-637.

Perez-Clariget R., Lopez A., Castrillejo A., Bielli A., Laborde D., Gastel T., Tagle R., Queirolo D., Franco J., Forsberg M., Rodriguez-Martinez H., 1997. Reproductive seasonality of corriedale rams under extensive rearing conditions. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 38.109-117.

Perkins A. et Fitzgerald J.A., 1994. The behavioural component of the ram effect : The influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory Ewes. *Journal of Animal Science*, 72: 51-55.

Peters R. R., Chapin L. T., Emery R. S. et Tucker H. A., 1981. Milk yield, feed intake, prolactin, growth hormone, and glucocorticoid response of cows to supplemented light. *Journal of Dairy Science*, 64: 1671-1678.

Phillips C. J. C. et Schofield S. A., 1989. The effect of supplementary light on the production and behaviour of dairy cows. *Anim. Prod.* 48: 293-303.

Plaut, K., Bauman D. E., Agergaard N. et Akers R. M., 1987. Effect of exogenous prolactin administration on lactational performance of dairy cows. *Domestic Animal and Endocrinology*, 4: 279-290.

Poulton A.L. et Robinson T.J., 1987. The response of rams and ewes of three breeds to artificial photoperiod. *Journal of Reproduction and Fertility*, 79: 609-626.

Prosser C. G., Fleet I. R., Corps A. N., Froesch E. R. et Heap R. B., 1990. Increase in milk secretion and mammary blood flow by intra-arterial infusion of insulin-like growth factor-I into the mammary gland of the goat. *Journal and Endocrinology*, 126: 437-443.

Purvis K., Illius A.W., et Haynes N.B., 1974. Plasma testosterone concentrations in the ram. *J. Endocr.*, 61, 241- 253.

Ravault J.P., 1976. Prolactin in the ram: seasonal variations in the concentration of blood plasma from birth until three years old. *Acta. Endocr.*, 83, 720-725.

Reiter R.J., 1978. Interaction of photoperiodic, pineal and seasonal reproduction as exemplified by findings in the Hamster. *Prog. Reprod. Biol.*, 4, 169-190.

Reksen, O., Tverdal A. , Landsverk K., Kommisrud E. , K. E. Boe et Ropstad E. , 1999. Effects of photointensity and photoperiod on milk yield and reproductive performance of Norwegian Red Cattle. *J. Dairy Sci.* 82: 810-816.

Rhind S. M. et McMillen S. R., 1995. Seasonal changes in systemic hormone profiles and their relationship to patterns of fibre growth and moulting in goats of contrasting genotypes. *Australian Journal of Agricultural Research*, 46: 1273-1283.

Rhind S. M., McMillen S. R., Duff E., Kyle C. E. et Wright S., 2000. Effect of long-term feed restriction on seasonal endocrine changes in Soay sheep. *Physiology Behavior*, 71:343-351.

Robinson J. E. et Karsch F. J. , 1984. Refractoriness to inductive day lengths terminates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol. Reprod.* 31: 656-663.

Robinson J.E., Wayne N. et Karsch F.J. 1985. Refractoriness to inhibitory day length initiates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol. Reprod.*, 32: 1024-1030.

Robinson J. E., Karsch F. J., 1987. Circannual cycles of luteinizing hormone and prolactin secretion in ewes during prolonged exposure to a fixed photoperiod: evidence for an endogenous reproductive rhythm. *Biol Reprod.* 41, 1034-1046.

Robinson J.E. et Karsch F.J. 1988. Timing the breeding season of the ewe: what is the role of day length? *Reprod. Nutr. Dev.*, 28: 365 – 374. SAS. 1999-2001. SAS Institute, Inc. Release 8.02. Cary, NC.

Robinson J. E. et Karsh F. J. , 1989. Photoperiodic history and a changing melatonin pattern can determine the neuroendocrine response of the ewe today length. *J.Reprod. Fertil.* 80: 159-165.

Robinson J.J., Rook J.A. et Mcevoy T.G., 2002. Nutrition for conception and pregnancy. In: sheep nutrition, Eds.Freer Mand Dove H; Walling ford, UK: CAB international, 189-211.

Rosa H.J.D. et Bryan M.J., 2003. Seasonality of reproduction in sheep small ruminant. *Research 48:* 155-171.

Rusak B. et Morin L.P., 1976. Testicular responses to photoperiod are blocked by lesions of the suprachiasmatic nuclei in golden Hamsters. *Biol. Reprod.*, 15, 333-374.

Samer M. , 1995. Contribution à l'étude des systèmes d'élevage des ruminants dans la zone de DAHRA (wilaya de Chlef). Essai de caractérisation du système alimentaire au niveau de quelques exploitations . Thèse Ing. Agr. , INES Chlef, 75 p.

Sanford L.M., Winter J.S.D., Palmer W.M. et Howland B;E., 1974. The profile of LH and testosterone secretion in the ram. *Endocrinol.* 95, 627-631.

Sanford L.M., Faiman C., Howland E. et Palmer M., 1976. The profile of follicle stimulating hormone secretion in the ram. *Can. J. Anim. Sci.*, 56, 497-504.

Sanford L.M., Palmer W.M. et Howland B.E., 1977. Changes in the profile of serum LH, FSH and testosterone and the mating performance and ejaculate volume in the ram during the ovine breeding season. *J. Anim. Sci.*, 45, 1382-1391.

Sanford L.M., Beaton D.B., Howland B. E. et Palmer M., 1978. Photoperiod induced changes in LH, FSH, and Prolactin and testosterone secretion in the ram. *Can. J. Anim. Sci.*, 58, 123-126.

Sanford L.M., Voglmayr J.K. , Vale W.W. et Robaire B., 1993. Photoperiod-mediated increases in serum concentrations of inhibin, follicle-stimulating hormone, and luteinizing hormone are accentuated in adult shortened-scrotum rams without corresponding decreases in testosterone and estradiol. *Biology and Reproduction*, 49: 365-373.

Santiago-Moreno J. et al., 2000. Seasonal changes in ovulatory activity, plasma prolactin, and melatonin concentrations, in Mouflon (*Ovis Gemini musimom*) and Manchega (*Ovis Aries*) ewes. *Reproduction Nutrition Développement*, 40: 421-430.

Sarson M., 1973. Les ovins dans l'antiquité d'après les vestiges phéniciens et romains en Tunisie et en Algérie. *Doc. Tech. INRAT*, N°. 63, 30PP.

Sawada T., Takahara Y. et Mori J., 1995. Secretion of progesterone during long and short days of the estrous cycle in goats that are continuous breeders. *Theriogenology*, 43, 789-795.

Sawyer G.J., Lindsay D.R. and Martin G.B., 1979. The influence of radiant heat load on reproduction in the Merino ewe. III.* Duration of oestrus, cyclical estrous activity, plasma progesterone, LH levels and fertility of ewes exposed to high temperatures before mating. *Australian Journal of Agricultural Research*, 30(6): 1151 - 1162 .

Sawyer G.J. 1983. The influence of radiant heat load on reproduction in the Merino ewe. Pages 225 – 235 *Dans* Reproduction des ruminants en zone tropicale, Réunion Internationale, les Colloques de l'INRA (no 20). INRA, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe.

Schanbacher B.D., 1979. Increased lamb production with rams exposed to short day lengths during the non breeding season. *Journal of Animal Science*, 49: 927-932.

Schanbacher B.D., et Ford J.J., 1976. Seasonal profile of plasma luteinizing hormone, testosterone and oestradiol in the ram. *Endocrin.* , 99, 752-757.

Schanbacher B. D., Lunstra D.D. , 1976. Seasonal changes in sexual activity and serum levels of LH androstosterone in Finish Landrace and Suffolk rams. *J. Endocr.*, 107.

Schanbacher B.D., Ford J.J., 1979. Photoperiodic regulation of ovine spermatogenesis: relationship to serum hormones. *Biol. Reprod.* 20, 719-726.

Schanbacher B. D., Hahn G. L. et Nienaber J. A., 1982. Effects of contrasting photoperiods and temperatures on performance traits of confinement-reared ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 55: 620-626.

Schanbacher B.D., Wu W., Nienaber J.A., Hahn G.L., 1985. Twenty four-hour profiles of prolactin and testosterone in ram lambs exposed to skeleton photoperiods consisting of various light pulses. *J. Reprod. Fert.* 40, 59-68.

Schanbacher B.D., 1988. Responses of market lambs and Suffolk rams to a stimulatory skeleton photoperiod. *Reproduction Nutrition and Development*, 28: 431-441.

Schillo K. K., Alliston C. W. Malven et P. V., 1978. Plasma concentrations of luteinizing hormone and prolactin in the ovariectomized ewe during induced hyperthermia. *Biol. Reprod.* 19: 306-313.

Selvaraju M., Kathiresan D., Devanathan T.G., 2007. Serum progesterone profile during oestrus and early pregnancy in malabari goats. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 3 (1), 47-48.

Setchell B.P., Waites G.M.H. et Lindner H.R., 1965. Effect of under nutrition on testicular blood flow and metabolism and the output of testosterone in the ram. *J. Reprod. Fert.* 9, 149-162.

Slyter A.L., Kappes S. et Rogen R., 1983. The effect of controlled lighting to enhance breeding in anestrous ewes. Page 14 *Dans* Proceedings and research reports, Sheep Day. South Dakota State University, Brookings, États-Unis.

Smith I.D., 1967. The breeding season in British breeds of sheep in Australia. *Aust. Vet. J.*, 43, 59-62.

Smith J.F., 1971. The effect of temperature on characteristics of semen of rams. *Aust. J. Agric. Res.*, 22, A81- 490.

Sousa N.M., Gonzalez F , Karen A., EL Amiri B., Sulon J., Baril G., Cognie Y., Szenci O. et Beckers J.F., 2004. Diagnostic et suivi de gestation chez la chèvre et la brebis. *Rencontre Recherche Ruminants*, 11, 377-380.

Stanisiewski E. P., Mellenberger R. W., Anderson C. R. et Tucker H. A., 1985. Effect of photoperiod on milk yield and milk fat in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 68: 1134-1140.

Stellflug J.N. et Nett T.M., 1988. Influence of exogenous melatonin and altered day length on reproductive performance of Polypay ewes. *Theriogenology*, 29: 535 –543.

Stellflug J.N., Lewis G.N., Moffet C.A. et Leeds TD., 2008. Evaluation of three-ram cohort serving capacity tests as a substitute for individual serving capacity tests. *Journal of Animal Science*, 86, 2024-2031.

Sundstroem M., 1927. The effect of season on the scrotal circumference and sperm motility and morphology in rams. *Theriogenology* 16: 45-51.

Sundstroem E.S. 1927. The physiological effects of tropical climate. *Physiol. Rev.* 7: 320 362.

Suttie J. M., White R. G. , Breier B. H. et Gluckman P. D., 1991. Photoperiod associated changes in insulin-like growth factor-I in reindeer. *Endocrinology*, 129: 679-682.

Sweeney T., Kelly G. et O'Callaghan D. 1995. Differential regulation of prolactin and LH secretion in ewes exposed to a long-day photoperiod signal between the autumn equinox and the winter solstice. *J. Reprod. Fert. Abstr. Ser.*, 15: 9 – 10.

Sweeney T. et O'Callaghan D., 1996. Breeding season and ovulation rate in ewes treated with long days in spring followed by a melatonin implant and exposure to ram. *Animal Science*, 62: 507-512.

Sweeney T., Donovan A., Karsch F. J. , Roche J. F. , et O'Callaghan D. , 1997. Influence of Previous photoperiodic exposure on the reproductive response to a specific Photoperiod signal in ewes. *Biol. Reprod.* 56: 916-920.

Sweeney T., Kelly G. et O'Callaghan D., 1999. Seasonal variation in long-day stimulation of prolactin secretion in ewes. *Biol. Reprod.* 60: 128-133.

Sweeney T. 1999. Physiology of seasonal reproductive transitions in the ewe- Regulation by photoperiod and other environment cues. 1995. *Reprod. Domestic. Anim.*, 30, 178-182.

Symons A. M., Arendt J. et Laud C. A., 1983. Melatonin feeding decreases prolactin levels in the ewe. *J. Endocrinol.* 99: 41-46.

Talbi S. 1996. Place du système ovin dans le système agricole chelilien. Thèse Ing. Agr. INES Chlef, 66 P.

Taherti M., 1996. Diagnostic des systèmes d'élevage ovin à l'échelle de la région de Chlef. Thèse de magister, INA Alger, 166 P.

Terqui, M., Delouis C. et Ortavant R., 1984. Photoperiodism and hormones in sheep and goats. Dans : J. F. a. O. C. Roche, D. (éd.). Manipulation of growth in farm animals. p.260-273. Boston, États-Unis.

Thibault C., 1997. Reproduction chez les mammifères et l'homme. INRA Edition.

Thierry J. C., Chemineau P., Hernandez X., Migaud M. and Malpoux B., 2002. Neuroendocrine interactions and seasonality. Domestic Anim Endocrinal. 23, 87-100.

Thimonier J. et Mauléon P., 1969. Variations saisonnières du comportement d'œstrus et des activités ovariennes et l'hypophysaire chez les ovins. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys, 9. 233- 250.

Thimonier J. et al., 1978. Plasma prolactin variations and cyclic ovarian activity in ewes submitted to different light regimens. Ann. Biol. Anim. Biochemi. Biophysi.,18: 1229-1132 P.

Thimonier J., et Ortavant, R.. 1988. Photoperiodic and melatonin treatments for the control of seasonal reproduction in sheep and goats. Reprod. Nutr. Dev. 28: 409-422.

Thimonier J., 1989. Contrôle photopériodique de l'activité ovulatoire chez la brebis. Existence de rythme endogène. Thèse doct. Etat Sci. Univ. François Rabelais de Tours, 170 P.

Thimonier J., Mauléon P., 1989. Variations saisonnières du comportement d'œstrus et des activités ovariennes et hypophysaires chez les ovins. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys. 9 : 235-250.

Tucker H. A. 1985. Photoperiodic influences on milk production in dairy cows. Dans : W. Haresign (éd.). Recent advances in animal nutrition. p. 211-221. Butterworths, Londres, Royaume-Uni.

Tucker H. A. 1986. Effects of photoperiod on growth, carcass composition, prolactin, growth hormone and cortisol in prepubertal and postpubertal Holstein heifers. Journal Animal Science, 63: 1804-1815.

Tully D. et Burfening P.J., 1983. Libido and scrotal circumference of rams as affected by season of the year and altered photoperiod. Theriogenology 20: 435-448.

Turel F.W. et Campbell C.S., 1979. Photoperiodic regulation of neuroendocrine gonadal activity. Biol. Reprod., 20, 32-50.

Vesely J.A. et Bowden D.M., 1980. Effect of various light regimes on lamb production by Rambouillet and Suffolk ewes. Animal Production, 31: 163 – 169.

Vesely J.A. et Swierstra E.E., 1985. Year-round breeding of crossbred Dorset or Finnish Landrace ewes using a synthetic light regimen. Journal of Animal Science, 61: 329 – 336.

Vignie C., Caraty A., Locatelli A. et Malpaux B., 1995. Regulation of LHRH secretion by melatonin in the ewe. I. Simultaneous delayed increase in LHRH and LH pulsatile secretion. *Biol. Reprod.* 52: 1114-1120.

Waites G.M.H., 1976. Temperatures regulation and fertility in male and female mammals. *Israel J. Med. Sci.*, 12, 982-993.

Walkden-Brown S., Ramanah Z. Hai et Martin G. B., 1998. Effect of season and nutrition on plasma growth hormone (GH) and insulin-like growth factor-1 (IGF1) concentrations in goat bucks. *Animal Production Australia*, 22: 412.

Walker V. A., Young B. A. et Walker B., 1991. Does seasonal photoperiod directly influence energy metabolism. Dans : C. Wenk and M. Boessinger (éds.). *Energy metabolism in farm animals.* Eur. Ass. Anim. Prod. p. 372-375. Thurgau, Suisse.

Wayne N. L., Malpaux B. et Karsch F. J., 1989. Social cues can play a role in timing onset of the breeding season of the ewe. *J. Reprod. Fertil.* 87: 707-713.

Wayne N. L., Malpaux B. et Karsch F. J., 1990. Photoperiodic requirements for timing onset and duration of the breeding season of the ewe: Synchronization of an endogenous rhythm of reproduction. *J. Comp. Physiol. [A]* 166: 835-842.

Williams L., 1974. The effect of melatonin and light treatment on the reproduction performance of yearling Suffolk rams, *British veterinary journal*, 147, 49-56.

Williams H. et Ward S., 1988. Melatonin and light treatment of ewes for autumn lambing. *Reproduction Nutrition and Development*, 28: 423 – 429.

Wilson P.R., et Lapwood K.R., 1978. Studies of hormone secretion in Romney rams: luteinizing hormone, testosterone and prolactin plasma profiles, LH/testosterone interrelationships and the influence of season. *Theriogenology*, 9, 279-294.

Winder S. J., Turvey A. et Forsyth I. A., 1989. Stimulation of DNA synthesis in cultures of ovine mammary epithelial cells by insulin and insulin-like growth factors. *Journal of Endocrinology*, 123: 319-326.

Wodzicka-Tomaszewska M., Hutchinson J.C.D. et Bennett J.W. 1967. Control of the annual rhythm of breeding in ewes: effects of an equatorial day length with reversed thermal seasons. *J. Agric. Sci.*, 68: 61 –67.

Yeates N.M.T., 1953. The effect of high air temperature on reproduction in the ewe. *J. Agric. Sci.*, 43: 199 – 203.

Yeates N.T.M., 1947. Influence of variation in length of day upon the breeding season in sheep. *Nature*, 160, 429-430.

Yeates N.T.M., 1949. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial light. *J. Agric. Sci.*, 39: 1 – 43.

Yenikoye A., 1984. Variations annuelles du comportement d'oestrus du taux et des possibilités d'ovulation chez la brebis Peuth du Niger. *Reproduction Nutrition Développement*, volume 24(1), pp 11-19.

Zidane A., 1994. Essai de caractérisation du système fourrager (cas d'exploitations ovines) à l'échelle de la région de Chlef. Thèse Ing. Agr. , INES Chlef, 57 P.

Zinn S. A., Purchas R. W., Chapin L. T., Petitclerc D., Markel R. A., Bergen W. G et Tucker H.A., 1986. Effects of photoperiod on growth, carcass composition, prolactin, growth hormone and cortisol in prepubertal and postpubertal Holstein heifers. *Journal of Animal Science* 63: 1804-1815.

ANNEXE

Annexe 1 : Variations mensuelles et individuelles de la testostéronémie des 10 béliers de la race Ouled Djellal

	B 1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Janvier	2,13	1,90	0,89	1,67	1,33	1,70	1,55	1,53	1,35	2,10
Février	3,05	2,85	2,65	2,90	2,77	2,90	2,98	2,75	2,85	3,00
Mars	3,10	3,00	2,85	2,92	3,20	2,98	3,15	3,00	3,25	3,10
Avril	3,09	3,30	3,40	3,00	3,15	2,98	3,40	3,10	3,09	3,35
Mai	3,15	3,32	3,43	3,60	4,00	3,00	3,70	3,29	3,40	3,30
Juin	3,90	4,20	4,00	4,10	4,35	3,95	4,06	4,00	4,15	4,09
Juillet	4,50	5,10	4,95	5,05	5,00	4,98	4,98	4,00	4,97	5,00
Aout	4,00	4,20	3,50	4,10	4,00	3,70	4,00	3,98	3,98	4,50
Septembre	4,00	3,98	2,90	4,00	3,00	3,00	3,70	3,10	3,90	4,00
Octobre	3,35	3,20	2,45	3,10	2,68	2,70	3,00	2,95	3,00	3,20
Novembre	2,75	2,65	1,98	2,85	2,00	2,15	2,20	2,35	2,98	2,75
Décembre	2,00	2,45	1,95	2,70	2,00	2,10	2,05	2,35	2,75	2,35

Annexe 2 : Variations mensuelles et individuelles du diamètre testiculaire des 10 béliers de la race Ouled Djellal

	B 1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Janvier	4,9	5,7	4,5	5,2	6,2	6,1	5,8	5,3	6,0	5,1
Février	5,2	6,8	5,4	5,9	6,3	6,5	6,1	6,0	6,2	5,8
Mars	5,4	6,9	5,7	6,1	6,4	6,5	6,1	6,2	6,3	6,0
Avril	6,0	6,9	6,0	6,1	6,5	6,6	6,2	6,2	6,3	6,2
Mai	6,1	7,0	6,0	6,1	6,5	6,7	6,2	6,2	6,4	6,2
Juin	6,3	7,1	6,2	6,4	6,6	6,8	6,4	6,4	6,6	6,4
Juillet	6,6	7,3	6,9	6,7	6,8	7,0	7,0	6,9	6,6	6,6
Aout	6,5	7,0	6,2	6,7	6,3	6,7	6,2	6,1	6,0	6,1
Septembre	5,8	6,8	5,60	6,0	6,1	6,2	5,7	5,5	5,7	6,6
Octobre	5,4	6,1	5,1	5,3	6,0	5,9	5,0	5,1	5,0	5,3
Novembre	5,2	5,9	4,8	4,9	5,6	5,1	4,3	5,0	4,7	5,1
Décembre	5,0	5,8	4,60	4,7	5,6	5,0	4,3	4,9	4,6	5,0

Annexe 3 : Variations mensuelles et individuelles du volume de l'éjaculat des 10 béliers de la race Ouled Djellal

	B 1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Janvier	0,6	0,8	0,8	1,0	1,2	0,7	0,5	1,2	0,9	0,3
Février	0,7	1,1	0,9	1,1	1,3	0,8	0,8	1,3	1,0	0,7
Mars	0,9	1,5	1,1	1,4	1,5	1,1	0,9	1,6	1,3	0,9
Avril	1,0	1,6	1,1	1,5	1,6	1,3	0,9	1,6	1,4	1,0
Mai	1,0	1,6	1,2	1,6	1,7	1,4	1,1	1,7	1,4	1,1
Juin	1,1	1,7	1,3	1,6	1,8	1,5	1,2	1,7	1,4	1,2
Juillet	1,1	1,6	1,1	1,5	1,2	1,4	1,0	1,6	1,1	1,1
Aout	1,1	1,4	1,1	1,3	1,2	1,1	0,9	1,5	1,0	1,1
Septembre	1,1	1,4	1,1	1,2	1,2	1,1	0,8	1,5	0,9	1,0
Octobre	1,2	1,3	1,1	1,0	1,3	1,1	0,8	1,4	0,8	0,9
Novembre	1,2	1,2	1,0	0,9	1,3	1,0	0,8	1,3	0,7	0,9
Décembre	1,0	1,2	0,8	0,7	1,1	0,9	0,6	1,2	0,6	0,7

Annexe 4 : Variations mensuelles et individuelles de la concentration en spermatozoïdes des 10 béliers de la race Ouled Djellal ($\times 10^9$)

	B 1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Janvier	3,0	2,9	3,1	3,6	3,2	3,0	2,8	2,7	3,8	2,9
Février	3,1	2,9	3,1	3,7	3,3	3,1	2,9	2,9	3,8	2,9
Mars	3,4	3,2	3,2	3,8	3,4	3,4	3,2	3,2	3,9	3,2
Avril	3,6	3,5	3,4	3,8	3,6	3,6	3,4	3,5	4,0	3,5
Mai	3,8	3,9	3,7	4,0	3,8	3,7	3,8	3,6	4,1	3,5
Juin	3,9	4,0	3,9	4,1	3,8	3,8	3,9	3,9	4,3	3,6
Juillet	3,6	4,0	3,2	4,0	3,6	3,5	3,5	3,6	4,0	3,5
Aout	3,4	3,8	3,0	3,9	3,4	3,4	3,5	3,4	3,8	3,3
Septembre	3,3	3,7	2,8	3,4	3,3	3,2	3,4	3,4	3,6	3,1
Octobre	3,1	3,5	2,7	3,3	3,3	3,2	3,3	3,1	3,30	2,0
Novembre	3,1	3,5	2,7	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,0
Décembre	3,1	3,6	2,5	3,3	3,2	3,3	3,4	3,2	3,3	3,0

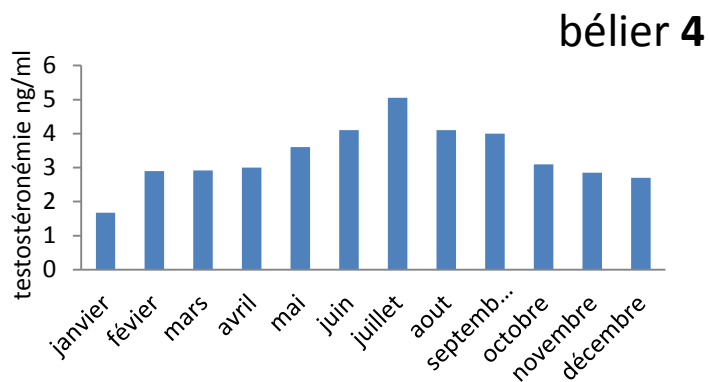
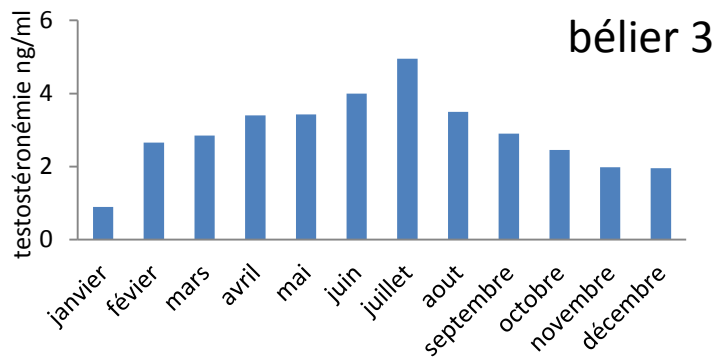
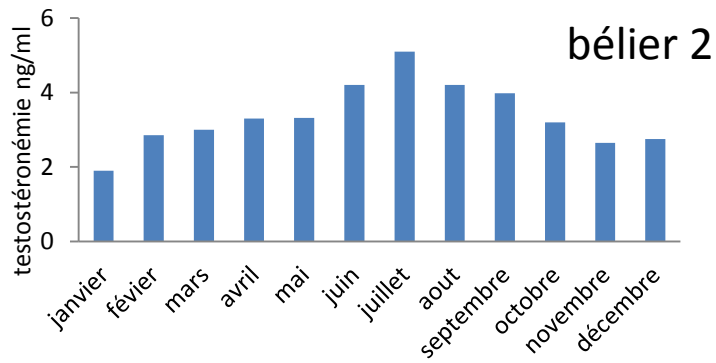
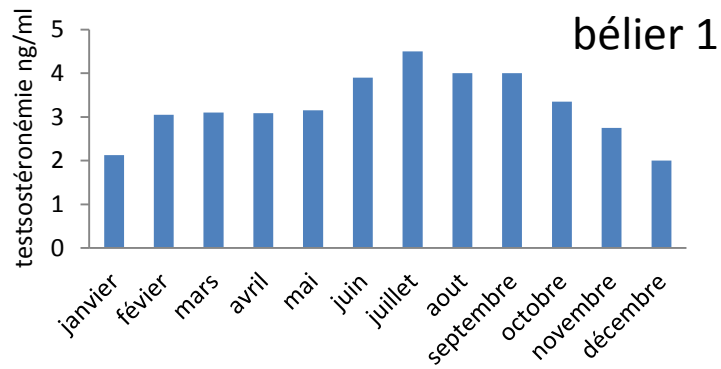
Annexe 5 : Variations mensuelles et individuelles de la progestéronémie des 10 brebis de la race Ouled Djellal

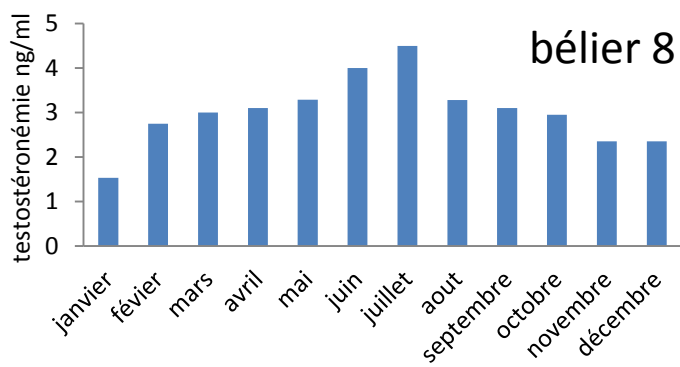
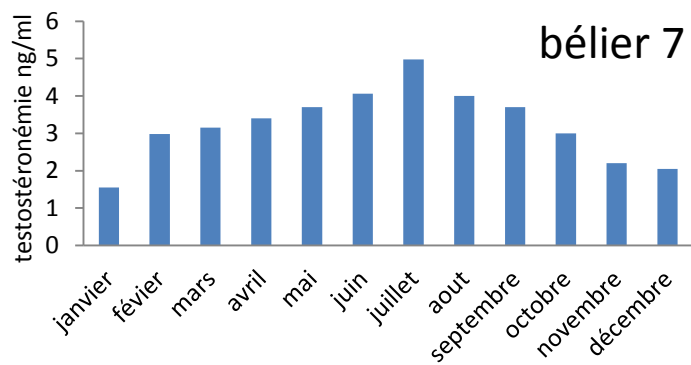
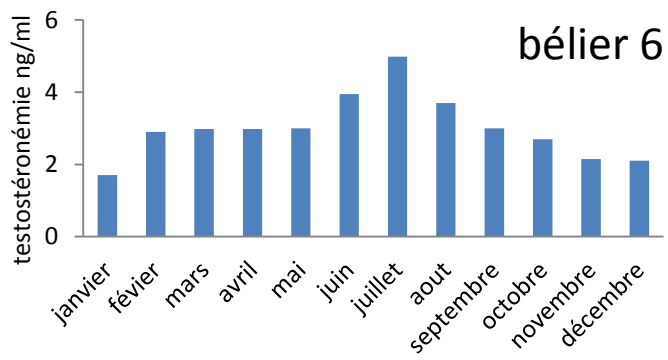
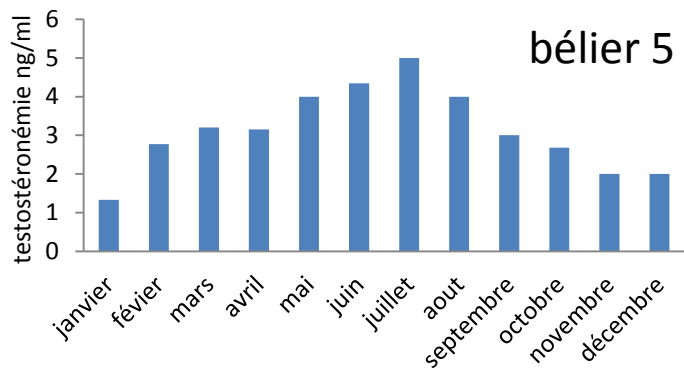
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Janvier	0,4	2,75	0,1	0,5	3,65	0,3	3,0	3,1	0,2	0,5
Février	0,9	0,3	0,3	3,25	4,0	0,4	0,2	0,4	2,35	0,3
Mars	2,38	2,0	3,0	0,4	3,15	0,1	4,0	0,2	0,4	0,3
Avril	2,78	3,25	2,65	4,0	0,3	3,0	0,4	0,4	4,0	0,3
Mai	0,2	0,3	3,89	4,0	3,75	0,4	3,0	0,9	4,0	2,57
Juin	0,4	2,78	3,5	0,3	4,0	3,1	0,2	4,0	2,90	3,78
Juillet	2,92	3,1	3,18	2,4	4,0	3,0	3,0	0,3	4,0	0,3
Aout	0,4	4,0	3,0	0,3	3,0	4,0	1,55	3,77	0,4	0,1
Septembre	1,53	0,3	3,0	2,58	3,0	4,0	0,3	2,59	0,1	0,1
Octobre	0,3	1,53	3,0	1,97	4,0	0,3	4,0	0,4	2,0	0,3
Novembre	0,3	2,56	1,8	2,67	3,0	0,1	0,5	2,0	0,4	0,5
Décembre	1,5	0,3	3,0	0,3	3,0	0,3	2,79	0,5	0,3	0,4

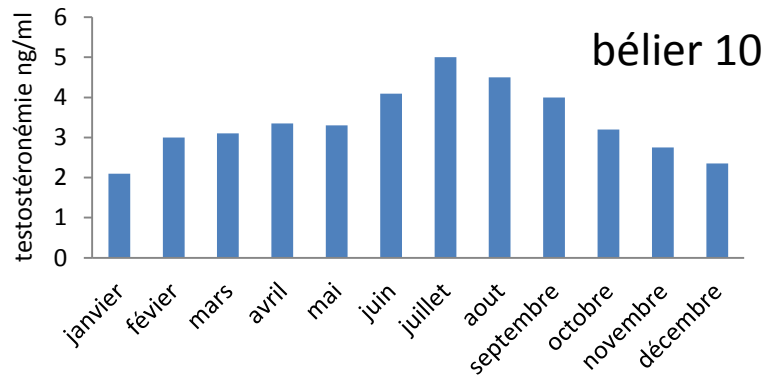
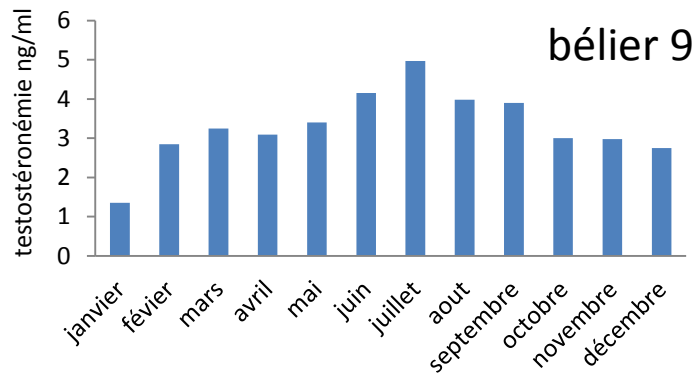
Annexe 6 : Répartition mensuelle et individuelle du nombre d'oestrus des 10 brebis de la race Ouled Djellal

Brebis	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Jut.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1	1	-	1	1	1	1	-	1	1	1	-	-	8
2	-	-	1	1	1	1	-	1	1	-	1	1	8
3	2	1	-	-	1	1	1	1	-	1	-	1	9
4	-	1	1	-	-	1	1	-	-	1	1	-	6
5	-	-	-	1	1	1	1	1	-	1	-	-	6
6	-	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	1	8
7	-	-	1	-	1	1	1	-	1	1	-	-	6
8	-	1	-	1	-	1	1	-	1	-	1	-	6
9	1	-	1	-	1	1	2	1	1	-	1	-	9
10	-	1	-	1	1	1	1	-	1	-	-	1	7
Total	4	5	5	6	8	9	9	6	6	6	5	4	73

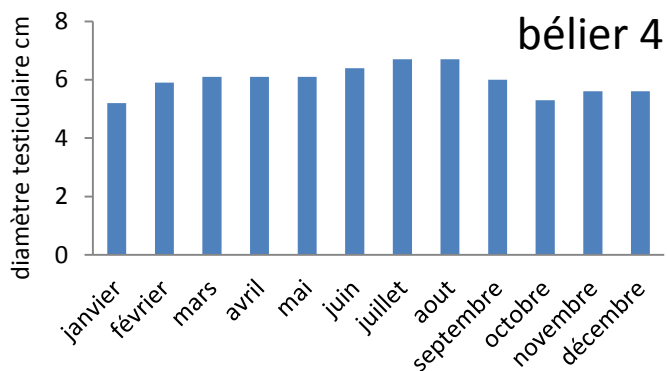
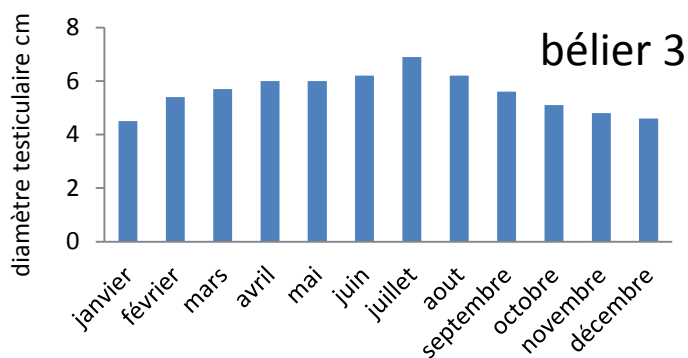
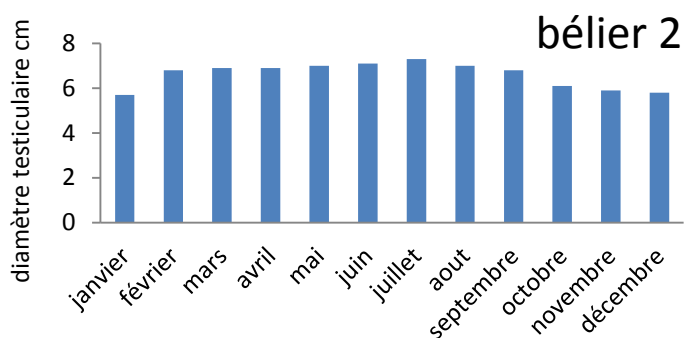
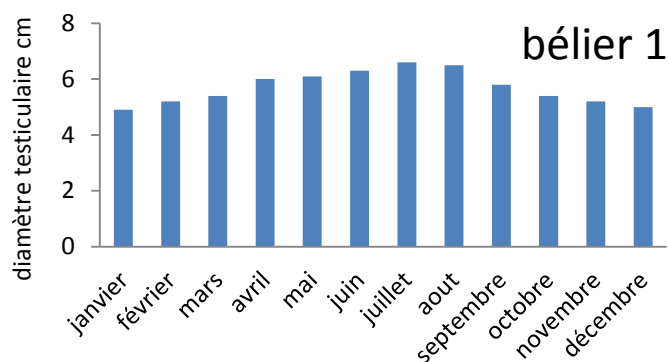
Annexe 7 : Variations mensuelles et individuelles de la testostéronémie des 10 béliers de la race Ouled Djellal

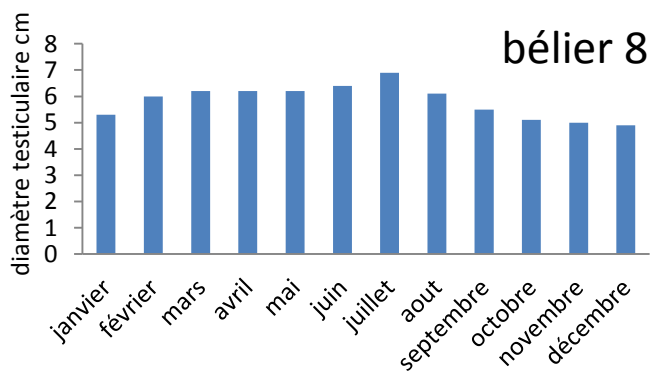
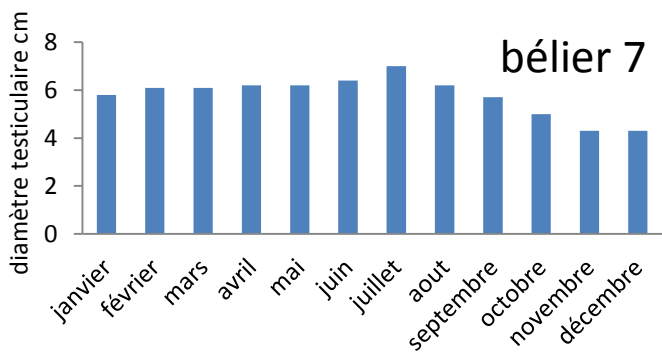
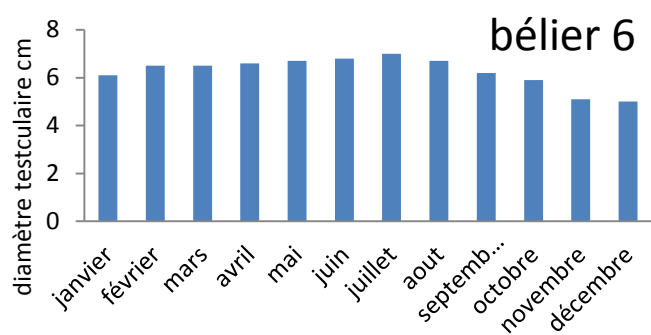
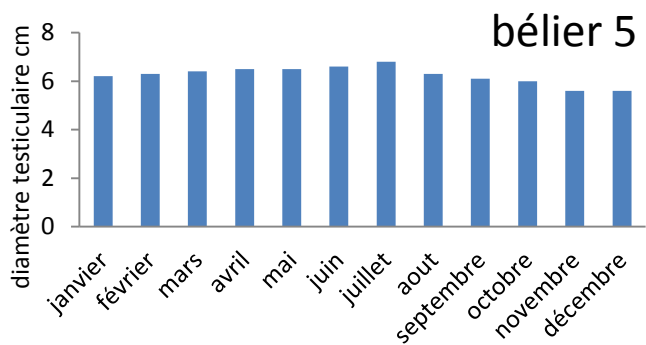


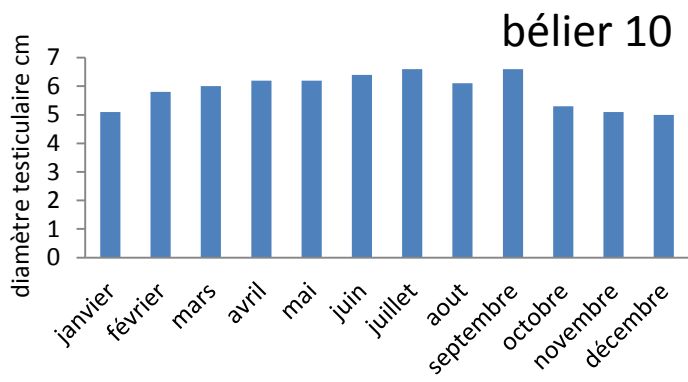
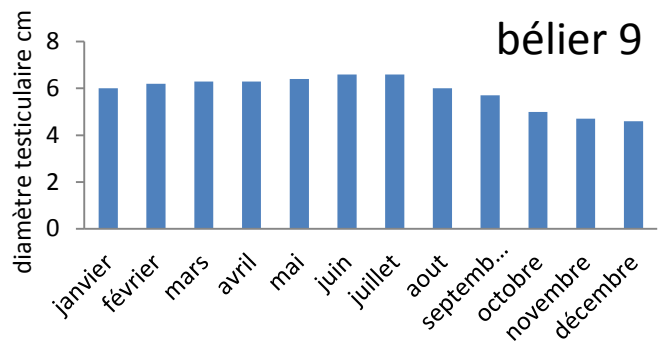




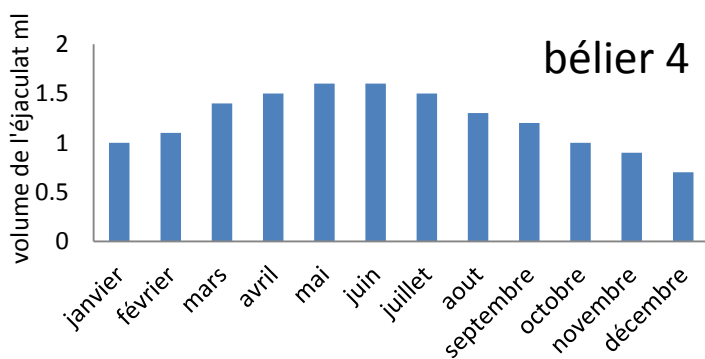
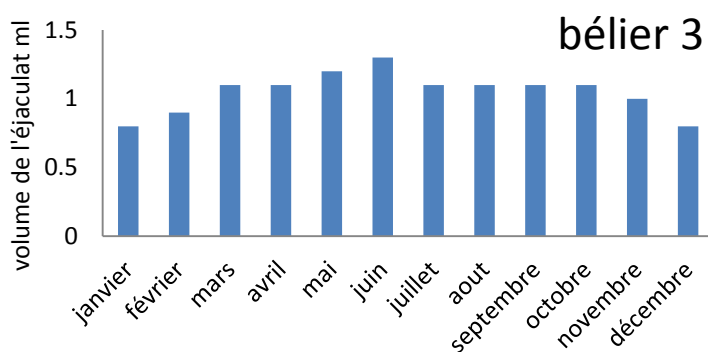
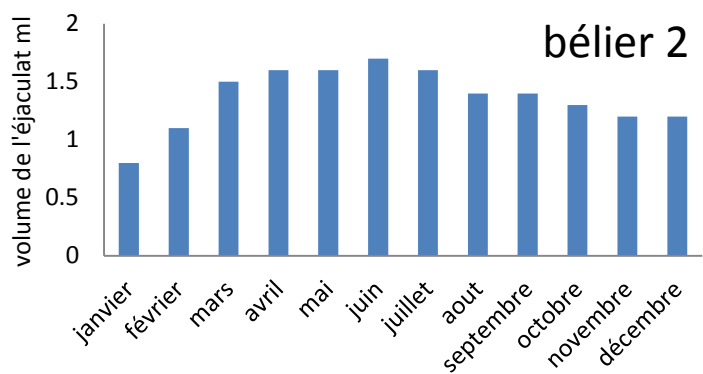
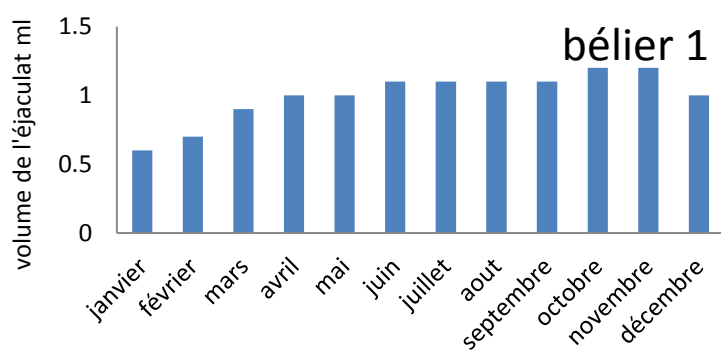
Annexe 8 : Variations mensuelles et individuelles du diamètre testiculaire des 10 béliers de la race Ouled Djellal

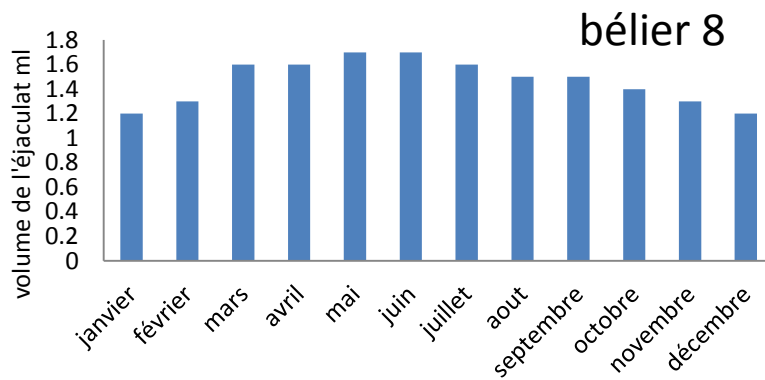
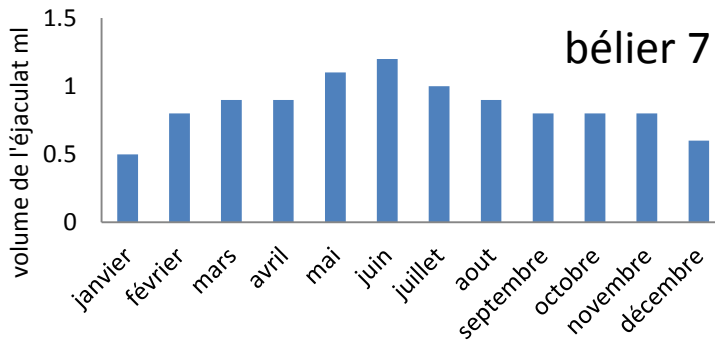
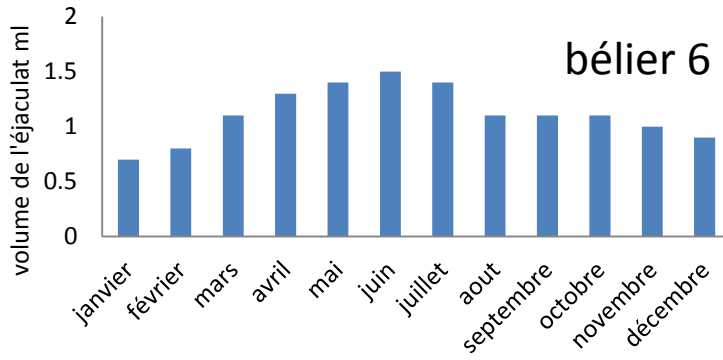
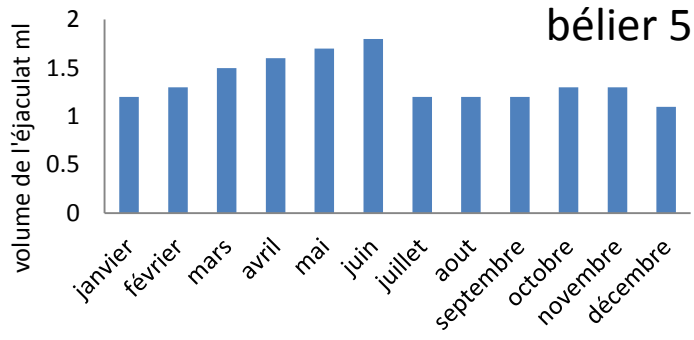


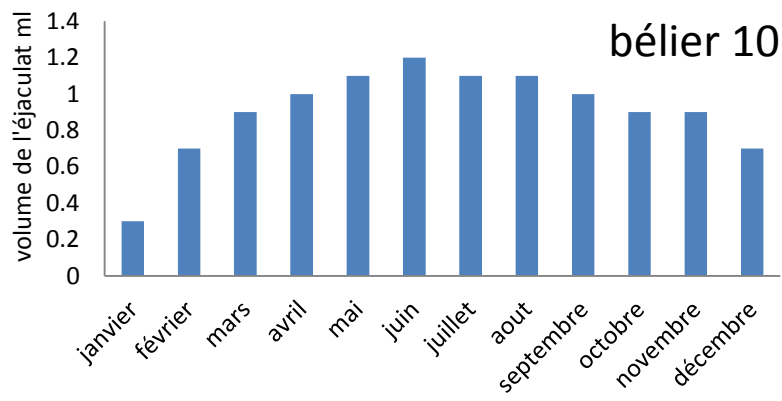
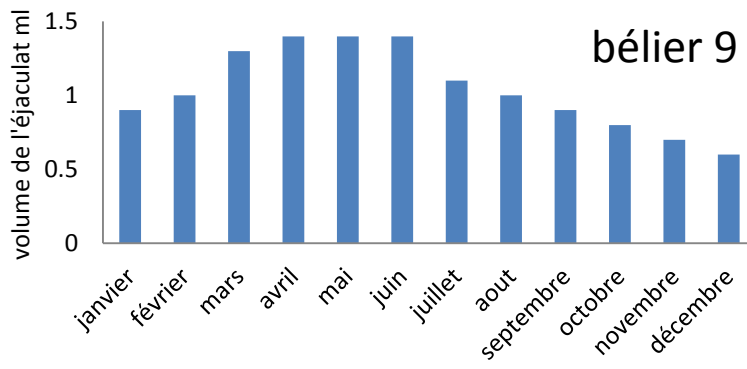




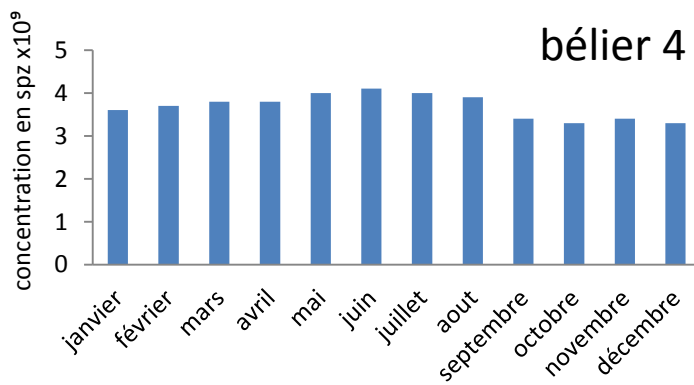
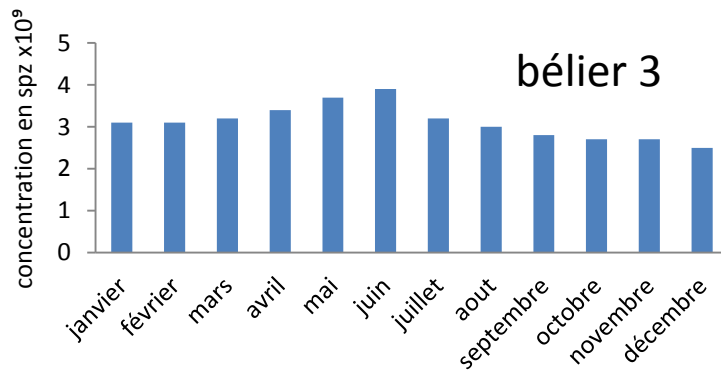
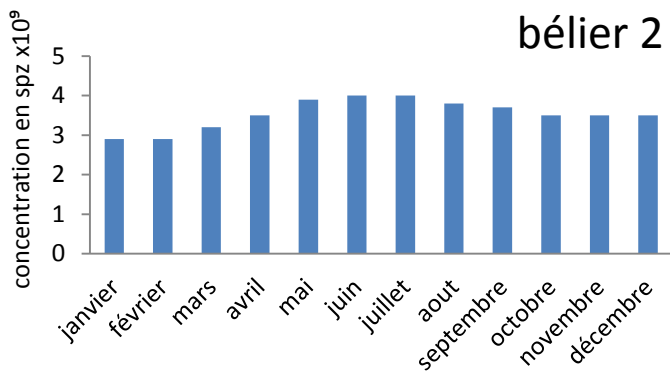
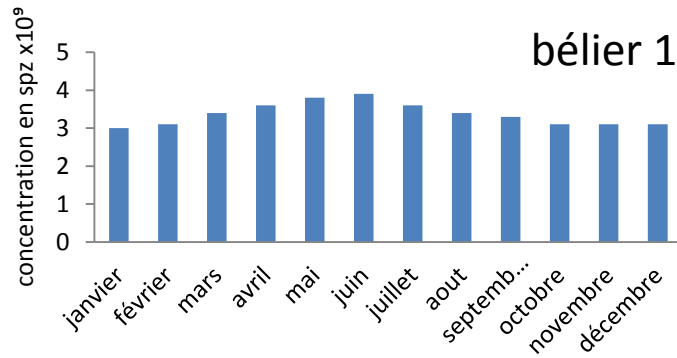
Annexe 9 : Variations mensuelles et individuelles du volume de l'éjaculat du sperme des 10 béliers de la race Ouled Djellal

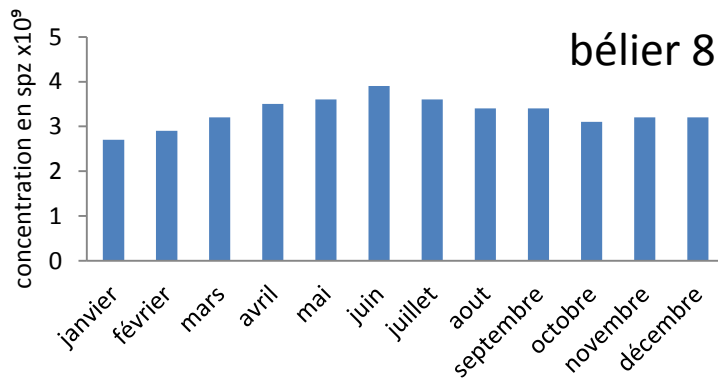
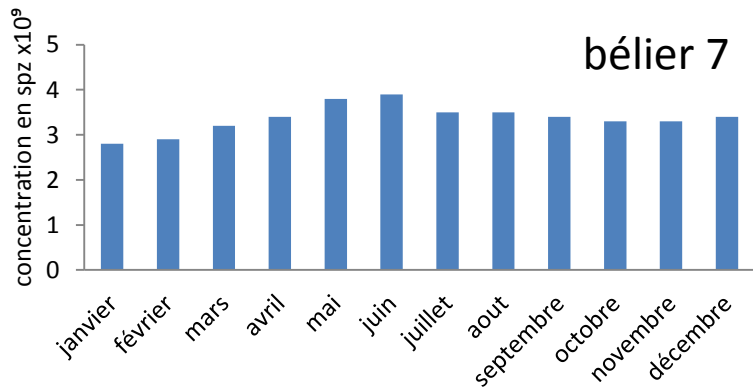
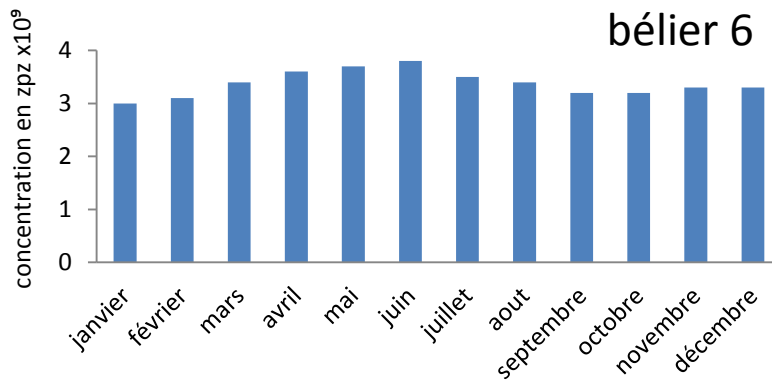
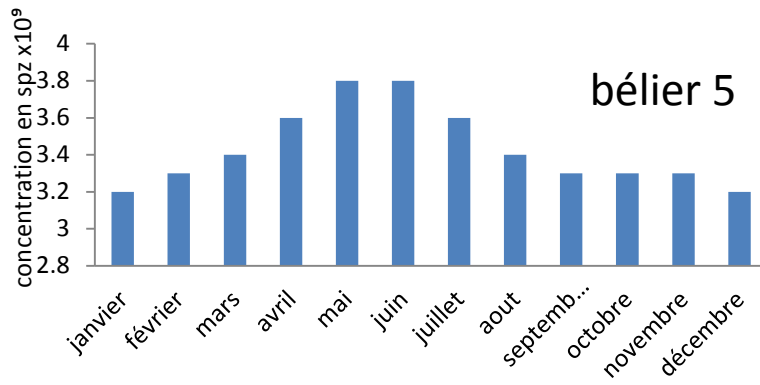


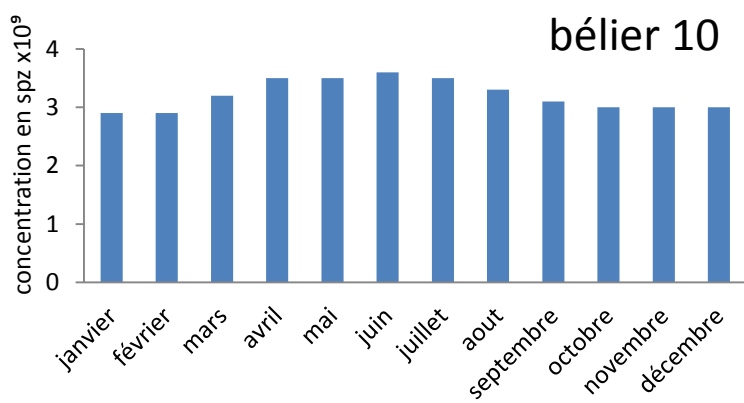
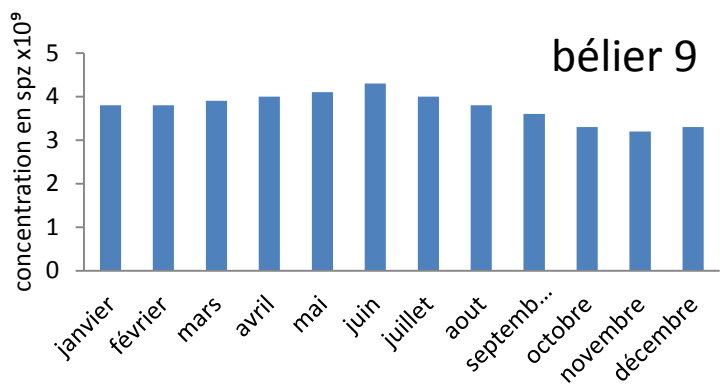




Annexe 10 : variations mensuelles et individuelles de la concentration en spermatozoïdes des 10 béliers de la race Ouled Djellal







Annexe 11 : Variations mensuelles et individuelles de la progestéronémie des 10 brebis de la race Ouled Djellal

