

UNIVERSITE DE BLIDA 1
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES

THESE DE DOCTORAT

en Sciences Vétérinaires

Spécialité : Reproduction Animale

**ETUDE DES VARIATIONS SAISONNIERES DE L'ACTIVITE
SEXUELLE CHEZ LES BELIERS DE LA RACE REMBI DANS LA
REGION DE KSAR CHELLALA : CIRCONFERENCE SCROTALE,
COMPORTEMENT SEXUEL, CONTROLE DE LA
TESTOSTERONEMIE ET FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX.**

Par

Mr. Ahmed Redha BENIA

Devant le jury composé de :

M. LAFRI	Professeur, U. BLIDA 1	Président
D. KHELEF	Professeur, ENSV, U. ALGER	Examineur
M. OUMOUNA	Professeur, U. MEDEA	Examineur
K. MIROUD	MCA, U. EL-TAREF	Examineur
SA. ABDELHADI	MCA, U. TIARET	Examineur
R. KAIDI	Professeur, U. BLIDA 1	Promoteur

Blida, Juin 2015

RESUME

En Algérie, le cheptel ovin représente la plus grande ressource animale du pays. Il représente la tradition en matière d'élevage, et constitue l'unique revenu du tiers de la population algérienne. L'importance économique de cet élevage représente une source appréciable en protéines animales (viandes rouges) ainsi qu'un apport important de sous-produits d'élevage.

L'accroissement de la productivité des élevages ovins par l'augmentation de l'efficacité de la reproduction est un objectif réalisable grâce à la caractérisation et l'amélioration des capacités reproductives des béliers et des brebis.

Afin d'identifier les principales caractéristiques physiologiques de la reproduction des béliers reproducteurs, nous avons essayé d'entamer une approche permettant d'identifier les caractéristiques reproductives de ces mâles, et d'étudier les principaux facteurs influençant l'activité sexuelle des béliers de la race Rembi.

Cette étude a porté sur la détermination de l'effet de la saison sur trois paramètres andrologiques principaux de l'activité sexuelle chez les béliers de race Rembi (jeunes et adultes), pour une période s'étalant sur une année.

L'expérience a été menée dans une exploitation agricole située dans la région de Ksar chellala, dans les hauts plateaux Algériens. Et elle comportait :

- Une partie clinique fondée sur une mesure hebdomadaire du comportement sexuel (CSX) et de la circonférence scrotale (CS) des mâles ;
- Une partie para clinique portant sur l'évolution mensuelle de la testostéronémie (T).

Le but de cette expérimentation était de mieux évaluer les caractéristiques de l'activité sexuelle des béliers de deux classes d'âge (jeunes et adultes), et de définir les différentes variations saisonnières et interactions qui peuvent exister entre ces trois paramètres andrologiques.

L'analyse statistique des résultats obtenus n'a indiqué aucun effet statistiquement décelable concernant l'influence de l'âge sur la variable de la testostéronémie ($P > 0,05$), mais par contre, elle a montré une différence très hautement significative entre les deux classes d'âge pour ce qui est de la variable du comportement sexuel et du périmètre scrotal ($P < 0,001^{***}$).

Les résultats obtenus révèlent que les trois paramètres étudiés chez l'ensemble des béliers évoluent au cours de l'année sans arrêt avec des variations saisonnières très hautement significatives (CSX $p = 0,0^{***}$; T $p = 0,0^{***}$; CS $p = 0,0^{***}$) indiquant une activité sexuelle saisonnière élevée pendant le printemps et l'automne et faible pendant l'été et en hiver.

Mots clés : bélier, Rembi, âge, saison, circonférence scrotale, libido, testostérone, activité sexuelle, alimentation, stress, dominance, température.

SUMMARY

In Algeria, the sheep population represents the largest animal resources of the country. It represents the tradition in animal husbandry, and is the only income third of the Algerian population. The economic importance of this farming constitutes a significant source of animal protein (red meat) and a significant contribution of livestock by-products.

Increasing the productivity of sheep farms by increasing the reproductive efficiency is achievable through characterization and improvement of reproductive capacity of rams and ewes.

To identify the main physiological characteristics of reproduction breeding rams used for the control, we tried to initiate an approach for identifying the reproductive characteristics of these males, and study the main factors influencing the `sexual activity rams of Rembi race.

This study focused on determining the `effect of season on three main sexual activity in rams breed Rembi (youth and adults) andrologic parameters for a period extending over a year.

The experiment was conducted in a farm located in the region of Ksar Chellala in the highlands Algerians. And included:

- A clinical partly based on a weekly measurement of sexual behavior (SB) and scrotal circumference (SC) male;
- A clinical para section on the monthly changes in testosterone (T).

The purpose of this experiment is to better assess the characteristics of `sexual activity of two classes of rams` age (youth and adults), and define the

different seasonal and interactions that may exist between the three andrologic parameters.

Statistical analysis of the results has shown no statistically detectable effect on the influence of age on the variable of testosterone ($P > 0.05$), but against, she showed a very highly significant difference between both age in terms of the variable of sexual behavior and scrotal circumference ($P < 0.001$ ***) classes.

The results show that the three parameters studied in all rams change during the year without stop with very highly significant seasonal variation (SB $p = 0.0$ ***, T $p = 0.0$ ** *, CS $p = 0.0$ ***) indicating high seasonal sexual activity during the spring and autumn and low during summer and winter.

Key words: Ram, Rembi, age, season, scrotal circumference, libido, testosterone, sexual activity, diet, stress, dominance, temperature.

ملخص الأطروحة

في الجزائر, تعتبر تربية الأغنام أول مورد حيواني في البلاد, حيث تصنف كأحد أكبر التقاليد الزراعية و هي تمثل الدخل الوحيد لثلث السكان. الأهمية الاقتصادية لهذا النوع من التربية تشكل مصدرا هاما للبروتين الحيواني بالإضافة إلى المساهمة الكبيرة في المنتجات الحيوانية الثانوية. زيادة إنتاجية مزارع الأغنام عن طريق زيادة الكفاءة التناسلية يمكن تحقيقها من خلال توصيف وتحسين القدرة الإنجابية للكباش.

لتحديد الخصائص الفسيولوجية الرئيسية لتكاثر الكباش المستخدمة في مختلف التلقيحات, حاولنا الشروع في نهج لتحديد بعض خصائص الإنجاب لهذه الذكور, مع دراسة العوامل الرئيسية التي تؤثر على النشاط الجنسي لكباش سلالة الرمبي.

ركزت هذه الدراسة على تحديد تأثير الموسم على ثلاثة خصائص رئيسية للنشاط الجنسي الذكري لكباش التوالد الرمبي (الشباب و الكبار) لفترة تمتد لسنة.

وقد أجريت التجربة في مزرعة تقع في منطقة قصر الشلالة في الهضاب العليا بالجزائر . حيث شملت الدراسة ما يلي :

- مرحلة إكلينيكية مبنية على القياس الأسبوعي للسلوك الجنسي و محيط كيس الصفن الذكري ؛
- مرحلة مخبرية مبنية على التغيرات الشهرية في هرمون التستوستيرون.

الغرض من هذه التجربة هو التقييم الأفضل لخصائص النشاط الجنسي للفتتين العمرية للكباش (الشباب و الكبار) , مع تحديد مختلف التغيرات الفصلية والتفاعلات التي قد تكون موجودة بين المعلمات الذكرية الثلاثة.

وقد أظهرت التحليلات الإحصائية لنتائج عدم وجود أي فارق مبين إحصائياً حول تأثير العمر على متغير هرمون التستوستيرون ($P > 0.05$) , عكس ذلك أين أبرزت هذه التحليلات فرقا جد كبير للغاية بين فئتي السن على متغيري السلوك الجنسي و محيط الصفن على السواء ($P < 0.001^{***}$) .

أوضحت النتائج المحصل عليها أن الخصائص الذكرية الثلاثة التي درست على جميع الكباش تتغير خلال فصول السنة من دون توقف تام مع وجود اختلافات موسمية كبيرة للغاية (السلوك الجنسي $P = 0.0^{***}$, التستوستيرون $P = 0.0^{***}$ و محيط قطر الخصي $P = 0.0^{***}$) .

في الخلاصة يمكن القول أن الوظيفة الجنسية لكباش الرمبي مستمرة على طول السنة مع وجود بعض التغيرات الفصلية, حيث كانت حادة و واضحة في فصلي الربيع و الخريف مع إنخفاض في الفصلين الآخرين من دون توقف تام.

العلامات: الكباش, الرمبي, السن, الفصل, محيط كيس الصفن, السلوك الجنسي, هرمون التستوستيرون, النشاط الجنسي, النظام الغذائي, الإجهاد, الهيمنة, درجة الحرارة.

REMERCIEMENTS

Arrivé au terme de ce mémoire, je remercie tout d'abord le BON DIEU de m'avoir donné la force et la patience pour pouvoir réaliser ce travail.

Ainsi, je voudrais exprimer ma très vive gratitude et mes très sincères remerciements du fond de cœur à :

Mon directeur de la thèse, Monsieur KAIDI RACHID, Professeur à l'Université de Blida 1, qui m'a initié aux langages formels et m'a encouragé à poursuivre dans cette voie, puis a encadré cette thèse avec enthousiasme, et a su me conseiller efficacement tout en me laissant travailler très librement. Qu'il reçoive toute l'expression de ma reconnaissance pour tout son dynamisme et ses compétences scientifiques qui m'ont permis de mener à bien cette étude.

Je remercie tout particulièrement Monsieur LAFRI MOHAMED Professeur à l'université de Blida 1, dont vous nous faites l'honneur d'avoir bien voulu accepter de présider ce jury de ce travail.

Je suis très sensible à la présence dans ce jury les examinateurs :

- Mr. KHELEF DJAMEL, Professeur à l'école nationale supérieure des sciences vétérinaires, Université d'Alger, qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse.
- Mr. OUMOUNA MUSTAPHA, Professeur à l'université de Médéa, dont nous vous adressons nos plus vifs remerciements pour avoir accepté de juger ce travail.
- Je sais infiniment gré à monsieur MIROUD KAMEL Maître de conférences A à l'université d'El-Taref, de s'être rendu disponible et à l'intérêt qu'il a manifesté à l'égard de cette recherche en s'engageant à être examinateur.

- Je remercie monsieur ABDELHADI SI AMEUR, Maître de conférences A à l'Université de Ibn Khaldoun de Tiaret, qui m'a fait l'honneur d'exercer la fonction d'examineur du jury de thèse et à l'attention qu'il porte à ce travail.

Je tiens également à remercier tous ceux qui ont contribué un jour à notre éducation et formation.

Un immense merci à Monsieur KHALDI AHMED, qui a su encourager et porter intérêt à ce travail. J'apprécie l'étendue de ses connaissances, sa disponibilité et ses grandes qualités humaines. Qu'il en soit vivement remercié.

Je souhaite remercier mes frères amis, en particulier Messieurs AIT AMRANE AMAR, BELHAMITI TAHAR BELKACEM, SELLES SIDI MOHAMED AMAR et AMIRAT MOKHTAR pour leurs encouragements et soutiens durant cette étude.

Mes remerciements s'adressent à tous les enseignants et les travailleurs de l'institut des sciences vétérinaires de Tiaret en particulier le directeur Monsieur BENALLOU BOUABDELLAH.

Ma gratitude s'adresse également à Mr. KHELLILI RACHID et Mme. KHELLILI ALDJIA, Ingegneurs au laboratoire national des recherches nucléaires de Draria, qui m'ont rendu de nombreux services dans le dosage hormonal. Je ne pourrai oublier leur soutien moral et leur souvenir en moi restera vivace.

Je remercie toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont supporté, encouragé, aidé tout au long du parcours de vie que j'ai investi dans cette recherche, en particulier: Mr. TAIBI KHALED et Mr. AISSAT SAAD.

La réalisation de cette thèse a été rendue possible grâce à la collaboration octroyée par monsieur ZITOUNI BENALLEL qu'il m'a apportée durant l'année de notre expérimentation. Qu'il soit vivement remercié de son support inestimable.

J'exprime toute mon amitié à Mr FILLALI MOHAMED, que je remercie pour l'aide apportée ainsi que pour les bonnes conditions de travail adaptées au niveau de son exploitation agricole.

DEDICACES

Je dédie ce travail à ceux qui ont fait de moi ce que je suis et qui sont toujours présents pour me soutenir à tout moment, à :

- Mes plus chers parents qui n'ont cessé de m'encourager depuis le début de ce travail.
- À ma compagne dans la vie, qui a su faire preuve de patience, ainsi que pour son réconfort et son affectueux soutien, que Dieu la garde.
- À mes enfants ALAE et RAYANE, en espérant leur être un bon exemple, et un guide éclairé le long du dur chemin de la vie.
- À Mon frère et mes sœurs qui m'entourent depuis toujours par leurs sacrifices et affections.
- À mes beaux parents que je les reconnais pour leurs grandes qualités professionnelles et humaines.
- Aux frères AMINE et FETHI pour leurs soutien affectif sans faille.
- À MOHAMED KHALDI et sa petite famille pour leurs nombreux encouragements.
- À monsieur HAMMOUDI S.M, avec ma reconnaissance.
- À tout le reste de ma famille et de mes amis.

TABLE DES MATIERES

	Page
RESUME EN LANGUE FRANÇAISE	1
RESUME EN LANGUE ANGLAISE	3
RESUME EN LANGUE ARABE	5
REMERCIEMENTS	7
DEDICACES	9
TABLE DES MATIERES	10
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	14
INTRODUCTION	18

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL GENITAL DU BELIER.

1. Bases physiologiques de l'appareil reproducteur mâle	22
1.1. La fonction testiculaire	22
1.2. Description et régulation hormonale de la spermatogenèse	22
1.3. Formation du sperme	24
1.3.1. Processus de la production de sperme	25
1.3.2. Régulation thermique des testicules	25
1.4. Nature des hormones testiculaires	26
1.4.1. Biosynthèse des Androgènes	26
1.4.2. Rôles des androgènes testiculaires	27
- Effets sur les caractères sexuels primaires	27
- Effets sur les caractères sexuels secondaires	27
- Effets sur les caractères sexuels tertiaires	28
1.4.3. Action métabolique des androgènes	28

CHAPITRE 2 : FACTEURS DE VARIATIONS DE L'ACTIVITE SEXUELLE.

1. ORGANES IMPLIQUES DANS LA REPRODUCTION CHEZ LE BELIER	30
1.1. Le contrôle neurohormonal de l'activité sexuelle	30
1.2. L'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique	30
1.3. Rôle des stéroïdes	35
1.3.1. Les métabolites de la Testostérone et ses fonctions sur le comportement sexuel	38
1.3.2. Mécanismes et sites d'action de la Testostérone	39
2. FACTEURS QUI PEUVENT INFLUENCER L'ACTIVITE SEXUELLE	42
2.1. Facteurs environnementaux	43
2.1.1. Variations saisonnières de l'activité sexuelle et de la sécrétion des hormones gonadotropes	43
2.1.2. Photopériode	45
2.1.2.1. La mélatonine : une substance naturelle utilisable pour la maîtrise de la reproduction	46
a) Utilisation	46

b) Traitement à la mélatonine	46
c) Chez les béliers	47
2.1.2.2. Mécanisme d'action de la photopériode	47
2.1.3. Effet thermique	50
2.2. Alimentation	52
2.2.1. La protéine dans la ration et la fertilité	55
2.2.2. Sels minéraux et Oligo éléments	55
2.2.3. Vitamines	56
2.3. Rôle social	56
2.3.1. Structure sociale et reproduction	56
2.3.1.1. L'influence de l'environnement social pendant le développement et l'âge adulte	56
2.3.1.2. Dominance sociale	57
2.3.1.3. Prise de contact des partenaires	57
2.3.1.4. Effet des partenaires sur le comportement sexuel	58
2.3.2. L'effet du mâle (effet du bélier)	59
2.3.2.1. Utilisation	60
2.3.2.2. Réponse à "l'effet bélier" en fonction de la saison	61
2.3.2.3. Effet de la race du bélier	61
2.3.2.4. Réduction de l'intervalle entre agnelages par "l'effet mâle"	61
2.4. Race	61
2.5. Age et puberté	62
2.5.1. Puberté	62
2.5.2. Age	63
3. CIRCONFERENCE SCROTALE	65
4. LIBIDO	66
4.1. Niveaux d'expression de la performance et de la libido	66
5. GESTION DES BELIERS	67
5.1. Adéquation entre le nombre de béliers et de brebis	68
CHAPITRE 3 : EVALUATION DE L'ACTIVITE SEXUELLE DU BELIER.	
1. LE COMPORTEMENT SEXUEL DES BELIERS	69
1.1. Description	70
1.2. Les différentes phases du comportement sexuel	72
1.2.1. La phase d'attraction des partenaires sexuels	72
1.2.2. La phase appétitive ou motivationnelle	73
1.2.3. La phase consommatoire de copulation	73
1.2.4. La phase post-copulatoire	74
1.3. Le rôle de l'environnement social	76
1.4. Communication chimique et comportement sexuel	76
1.5. Préférence sexuelle	77
1.6. Les mesures et méthodes d'évaluation	78
1.7. Variations saisonnières du comportement sexuel	80
1.8. Relation entre la Testostérone et le comportement sexuel	81
2. LA CIRCONFERENCE SCROTALE	83
2.1. Relations entre la circonférence et les différentes pathologies testiculaires	86
2.2. Variations saisonnières de la circonférence scrotale	86

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 4 : MATERIELS ET METHODES.

1.	RAPPEL DES OBJECTIFS	88
2.	MATERIELS ET METHODES	89
	2.1. Matériels	89
	2.1.1. Lieu	89
	- Bâtiment	90
	2.1.2. Animaux	91
	- Choix de la race	91
	- Choix des béliers	92
	- Moyens d'identification	93
	- Examens clinique des mâles	93
	• Examen des organes génitaux	93
	• Etat corporel	93
	• Pieds et aplombs	94
	• Etat sanitaire	94
	2.1.3. Ruban métrique	94
	2.1.4. Fiches techniques	94
	2.2. Méthodes	94
	2.2.1. Alimentation et type d'élevage	94
	2.2.2. Soins et traitement effectués	95
	2.2.3. Protocole expérimental (choix des descripteurs)	97
	2.2.3.1. Essai et évaluation du comportement sexuel (Libido)	97
	- Les pré-tests	97
	- Traitement des brebis	98
	- Les tests comportementaux	98
	2.2.3.2. Mesure de la circonférence scrotale	99
	2.2.3.3. Contrôle sanguin de la Testostérone	100
	- Prélèvement sanguin	100
	- Dosage radio-immunologique	100
	2.2.4. Analyse statistique	101

CHAPITRE 5 : RESULTATS.

1.	ETUDE DU COMPORTEMENT SEXUEL	102
2.	EVOLUTION DE LA CIRCONFERENCE SCROTALE	114
3.	CONCENTRATION DE LA TESTOSTERONE PLASMATIQUE	121
4.	RELATION ENTRE LES DIFFERENTS PARAMETRES	126
	4.1. Corrélation entre le comportement sexuel et la testostéronémie	128
	4.2. Relation entre le comportement sexuel et la circonférence scrotale	129
	4.3. Relation entre la testostéronémie et la circonférence scrotale	130

CHAPITRE 6 : DISCUSSION.

1.	CIRCONFERENCE SCROTALE	132
2.	COMPORTEMENT SEXUEL	141
	2.1. Facteurs d'âge et d'expérience	144
	2.2. Saison et Température	146
	2.3. Nutrition ou disponibilité des aliments	149

	13
2.4. Conditions sociales	151
2.4.1. Effet du changement du nombre de partenaires	152
2.4.2. Stress	153
2.4.3. Liens sélectifs	153
3. CONTROLE DE LA TESTOSTERONE	154
CONCLUSION	160
APPENDICES	
Liste des symboles	164
Tables des annexes	166
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	182

LA LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

1. **FIGURES :**

Figure 1.1	Régulation hormonale de la fonction sexuelle mâle.	24
Figure 1.2	Biosynthèse des hormones stéroïdes sexuelles.	26
Figure 2.1	L'axe hypothalamo-hypophysaire-testiculaire.	31
Figure 2.2	Les relations anatomiques entre l'hypothalamus et l'hypophyse.	32
Figure 2.3	Régulation de la sécrétion de la LH par la Testostérone chez le bélier.	34
Figure 2.4	L'axe hypothalamus-hypophysaire-testiculaire : l'action des métabolites de la Testostérone sur d'autres structures neuronales avant d'agir sur les neurones à GnRH.	35
Figure 2.5	Métabolisation de la Testostérone par aromatisation et Réduction.	38
Figure 2.6	Mécanisme d'action de la testostérone ou de ses métabolites actifs.	40
Figure 2.7	Quelques mécanismes neurochimiques importants impliqués dans le contrôle du comportement sexuel mâle.	41
Figure 2.8	Facteurs qui peuvent influencer la variabilité de l'intensité de l'expression de l'activité sexuelle et du choix du partenaire sexuel chez le mâle.	42
Figure 2.9	Schéma de l'action de la photopériode sur l'axe hypothalamique-hypophysaire-gonadique.	49
Figure 2.10	Le cycle sexuel saisonnier du bélier Soay.	50
Figure 3.1	Les différentes étapes du comportement sexuel chez le bélier.	75
Figure 3.2	Exemple d'évolution annuelle du comportement sexuel et de la Testostéronémie chez le bouc alpin.	82
Figure 3.3	Technique de mesure de la circonférence scrotale à l'aide d'un ruban métrique.	84
Figure 4.1	Béliers reproducteurs jeunes et adultes de race Rembi sélectionnés pour l'expérimentation.	92

Figure 5.1	Phase d`attraction : émission sonores (a) et posture spécifique (b).	109
Figure 5.2	Phase appétitive : Bélier en posture avec la tête allongée dans le prolongement du dos de la brebis, les oreilles couchées.	110
Figure 5.3	Phase appétitive : Flairage de la zone ano-génitale (c), Flehmen (d).	110
Figure 5.4	Phase appétitive : approche latérale du bélier avec des émissions sonores particulières.	111
Figure 5.5	Phase consommatoire : tentatives d'accouplement, le bélier entre en érection puis par un chevauchement avec intromission et éjaculation.	111

2. GRAPHES :

Graphe 2.1	Variations des taux plasmatiques de GnRH (1), LH (2) et Testostérone (3) chez le bélier.	33
Graphe 2.2	Évolution, au cours de l`année, du Taux circulant de testostérone et du comportement sexuel chez le bélier.	36
Graphe 2.3	Représentation schématique de la réponse à l`effet mâle chez la brebis.	60
Graphe 3.1	Evolution du comportement sexuel et de la Testostéronémie chez le bélier Dorset au cours de l`année.	83
Graphe 5.1	Scores mensuels du comportement sexuel de l`ensemble des béliers.	104
Graphe 5.2	Variations saisonnières du comportement sexuel chez les jeunes béliers.	106
Graphe 5.3	Variations saisonnières du comportement sexuel chez les béliers adultes.	107
Graphe 5.4	Variations saisonnières du comportement sexuel pour l`ensemble des béliers.	108
Graphe 5.5	Distribution des circonférences scrotales moyennes mensuelles au cours de la période de l`étude de l`ensemble des béliers.	115
Graphe 5.6	Distribution des circonférences scrotales moyennes mensuelles au cours de l`année d`étude chez les jeunes béliers.	116
Graphe 5.7	Variations saisonnières des circonférences scrotales chez les jeunes béliers.	117
Graphe 5.8 :	Distribution des circonférences scrotales moyennes mensuelles au cours de la période de l`étude chez les béliers adultes.	118
Graphe 5.9	Variations saisonnières des circonférences scrotales chez les béliers adultes.	118

Graphe 5.10	Variations saisonnières des circonférences scrotales pour l'ensemble des béliers.	120
Graphe 5.11	Evolution mensuelle de la Testostérone plasmatique chez l'ensemble des béliers.	123
Graphe 5.12	Variations saisonnières de la Testostéronémie chez l'ensemble des béliers.	125
Graphe 5.13	Corrélation entre les variations mensuelles du comportement sexuel et de la Testostérone plasmatique chez l'ensemble des bélier	128
Graphe 5.14	Corrélation entre les valeurs mensuelles du comportement sexuel et de la circonférence scrotale chez l'ensemble des béliers.	129
Graphe 5.15	Relation entre les valeurs mensuelles de la Testostérone plasmatique et de la circonférence scrotale chez l'ensemble des béliers.	130
3. <u>TABLEAUX :</u>		
Tableau 2.1	Le poids minimum des agneaux utilisés pour la reproduction à la puberté.	62
Tableau 2.2	Bélier recommandé par rapport au nombre de brebis .	68
Tableau 3.1	Evolution de la circonférence scrotale par rapport à l'âge des agneaux.	85
Tableau 3.2	Représentation de la circonférence scrotale chez le bélier Blanc Dorper .	85
Tableau 4.1	Identification et répartition des béliers par classe d'âge.	93
Tableau 5.1	Valeurs mensuelles du comportement sexuel chez les béliers (jeunes, adultes).	103
Tableau 5.2	Variations saisonnières du comportement sexuel chez les béliers jeunes et adultes.	105
Tableau 5.3	Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la tranche d'âge sur les scores du comportement sexuel chez les béliers jeunes et adultes de la race Rembi.	105
Tableau 5.4	Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la saison sur les valeurs du comportement sexuel chez les béliers jeunes et adultes.	107
Tableau 5.5	Moyennes mensuelles des circonférences scrotales au cours de l'année chez les béliers (jeunes, adultes).	114
Tableau 5.6	Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la tranche d'âge sur les valeurs de la circonférence scrotale chez les béliers jeunes et adultes de la race Rembi.	115

Tableau 5.7	Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la saison sur les dimensions de la circonférence scrotale chez les béliers jeunes et adultes.	119
Tableau 5.8	Variations saisonnières de la circonférence scrotale chez les béliers de la race Rembi.	120
Tableau 5.9	Contrôle mensuel de la Testostéronémie au cours de l'année chez l'ensemble des béliers (jeunes, adultes).	122
Tableau 5.10	Variations saisonnières de la Testostéronémie chez les béliers jeunes et adultes.	123
Tableau 5.11	Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la tranche d'âge sur les concentrations internes de testostérone chez les béliers jeunes et adultes de la race Rembi.	124
Tableau 5.12	Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la saison sur les concentrations internes de testostérone.	124
Tableau 5.13	Relation entre les différents paramètres enregistrés chez l'ensemble des béliers.	126
Tableau 5.14	Relation entre les différents paramètres enregistrés chez les jeunes béliers.	127
Tableau 5.15	Relation entre les différents paramètres enregistrés chez les béliers adultes.	127
Tableaux annexes 1	Résultats individuels de chaque bélier de l'expérimentation (circonférence scrotale, comportement sexuel et Testostéronémie).	167-176
Tableaux annexes 2	Analyse de la variance.	177
Tableaux annexes 3	Dependent Variable: Testostérone.	178
Tableau annexe 4	Ressemblance des saisons vis-à-vis des concentrations internes de testostérone.	178
Tableaux annexes 5	Dependent Variable: Comportement sexuel.	179
Tableau annexe 6	Jumelage des saisons vis-à-vis des scores obtenus du comportement sexuel.	180
Tableau annexe 7	Dependent Variable: Circonférence scrotale.	180
Tableau annexe 8	Séparation des saisons vis-à-vis des mesures obtenues du périmètre scrotal .	180
Tableaux annexes 9	Variations saisonnières.	181

INTRODUCTION

En Algérie, le cheptel ovin représente la plus grande ressource animale du pays. Avec un effectif variant entre 23 et 24 millions de têtes dont près du 1/3 sont des mâles [1], il représente la tradition en matière d'élevage, et constitue l'unique revenu du tiers de la population. Algérienne. L'importance économique de cet élevage représente une source appréciable en protéines animales (viande et lait) ainsi qu'un apport important de sous-produits d'élevage : peaux et laine.

La sécurité alimentaire est l'objectif principal de toute nation. Malgré les efforts consentis, notre pays demeure loin d'assurer cet objectif. Au mépris de la taille énorme de ce cheptel ovin, l'apport en protéines d'origine animale pour la population, sans cesse croissant et d'environ 30kg par ha/an est insuffisant. Dans notre pays, la consommation de la viande, source de protéines, reste loin de la moyenne mondiale. Elle est estimée à 14 kg/ha/an, alors qu'elle est de 60kg dans les pays développés [1].

Le mouton est un animal pouvant s'adapter à des situations agricoles et économiques très différentes. Du fait de ce constat, il devient indispensable de trouver les moyens d'améliorer la productivité du cheptel ovin algérien. Cette amélioration va de pair avec la maîtrise de la reproduction qui constitue la pièce maîtresse de l'efficacité économique de tout élevage.

Bien que les brebis soient souvent pointées du doigt lorsqu'il est question de fertilité et de productivité d'un troupeau ovin, la part de responsabilité revenant aux béliers est assurément non négligeable. De ce fait, toute réussite de la productivité des troupeaux ovins doit passer par le contrôle de la reproduction des mâles, quoique celle-ci ait souvent tenue pour acquise.

En Algérie le mouton est le seul animal de haute valeur économique à pouvoir tirer profit des espaces de 40 millions d'hectares de pâturages des régions arides et semi-arides constituées principalement par la steppe qui couvre

12 millions d'hectares. 75 % du cheptel ovin se trouve ainsi concentré dans la steppe et est donc conduit en système d'élevage extensif, qui se caractérise par sa forte dépendance vis-à-vis de la végétation naturelle très ligneuse à base de nappes alfatières, et demeure ainsi très influencé par les conditions climatiques pénibles.

La race Rembi (12% du cheptel ovin national), est l'une des races ovines Algériennes intéressantes par ses aptitudes tellement physiques que productives et reproductives (2 agnelages / an avec un taux de gémellité assez acceptable). C'est l'un des plus gros ovins d'Algérie, le bélier adulte pèse 90 kg et la brebis 60 kg [3]. La forme proportionnelle du corps de cette race lui assure un excellent critère pour la réussite d'une bonne activité sexuelle tant pour le mâle que pour la femelle.

Le bélier de race Rembi est une entité génétique appréciable de part sa rusticité, son adaptation aux conditions climatiques et son aptitude à valoriser les aliments médiocres. Une bonne compréhension de la reproduction des ces mâles permet une bonne maîtrise des techniques de la reproduction pour assurer une meilleure productivité de nos élevages.

Ainsi, le comportement sexuel, la production du sperme et la Testostéronémie sont des paramètres signant l'efficacité de la reproduction des mâles, et sont influencés par la race, l'âge, la situation géographique, la saison de l'année [4], et la taille testiculaire [5].

Le contrôle du comportement sexuel est un élément-clé pour l'amélioration des performances et/ou de la gestion des animaux d'élevage. Dans la plupart des espèces, l'expression de ce comportement dépend à la fois de facteurs internes et externes : taux des hormones stéroïdes, taille testiculaire, état nutritionnel, environnement physique et structure du groupe social [6].

La circonférence scrotale, les caractéristiques spermatiques et les niveaux hormonaux de la Testostéronémie varient également avec le temps entre différentes races des béliers et à différents âges [7, 8, 5].

Les androgènes ou hormones mâles sont des hormones stéroïdes à 19 atomes de carbone, capables de développer et de maintenir les caractères sexuels mâles, d'intervenir dans la spermatogenèse, et de conditionner le

comportement sexuel du mâle. On les retrouve essentiellement dans les sécrétions internes testiculaires, corticosurrénales et même ovariennes [5].

La testostérone est l'hormone qui contrôle le fonctionnement du testicule, de l'épididyme et des glandes annexes ainsi que l'expression du comportement sexuel ; son dosage pourrait apporter entre autres une explication aux taux élevés des spermatozoïdes faibles, anormaux et morts observés durant les mois de la contre saison sexuelle [9].

Chez plusieurs races de béliers de divers milieux, il est établi que la libération dans le sang de l'hormone de la testostérone est caractérisée par des pics élevés, races européennes (Préalpes du Sud et Île-de-France ; [10]), races américaines (Hampshire-Suffolk) [11], races australiennes (Mérinos et Corriedale) [12]. Les fréquences des pics de testostérone augmentent quand les béliers passent de la contre-saison à la saison sexuelle [13].

Des variations saisonnières de la sécrétion de testostérone ont été également rapportées chez les béliers adultes de race Chios et Daglic dans la province d'Afyonkarahisar (altitude : 1021 m, latitude : 38°45' nord, longitude : 30°32' ouest) en Turquie, dont les valeurs les plus hautes en concentration plasmatique ont été enregistrées durant les mois de la saison d'automne [14]. Ainsi en Algérie et notamment au milieu steppique, les profils des hormones sexuelles et leurs variations saisonnières chez les béliers de race Rembi n'ont pas encore été bien étudiés.

Chez l'espèce ovine, l'âge de la première mise en reproduction des mâles varie entre 1,5 et 2 ans [15], et pour une bonne amélioration de la productivité des cheptels ovins, l'attention doit donc se porter sur le choix adéquat et précoce des futurs reproducteurs (antenais, jeunes béliers). Étant donné qu'une utilisation unique des béliers adultes et dominants pouvant présenter des problèmes d'infertilité peuvent entraîner des pertes considérables en reproduction risquant de passer inaperçues pendant un certain temps, surtout si, un bon niveau de libido est maintenu chez ces béliers dominants.

Pour une bonne gestion des élevages ovins, la connaissance de la saison optimale pour la reproduction des béliers est de grande importance, surtout en Algérie, où la majorité des éleveurs préfèrent les saisons du printemps et de

l'automne comme périodes de reproduction afin que les naissances coïncident avec le moment de la bonne disponibilité alimentaire et les conditions climatiques les plus favorables ; ainsi que pour le choix d'une meilleure période pour la commercialisation des produits.

Pour maîtriser au mieux l'expression de ce comportement, il faut connaître les différents facteurs susceptibles de l'influencer (âge, saison, environnement, alimentation, climat, Testostérone, taille testiculaire, effet social).

OBJECTIFS :

L'accroissement de la productivité des élevages ovins par l'augmentation de l'efficacité de la reproduction est un objectif réalisable grâce à la caractérisation et l'amélioration des capacités reproductives des béliers. Ces derniers y sont impliqués lors de luttes naturelles ou par la production de sperme utilisé pour l'insémination artificielle.

Afin d'identifier les principales caractéristiques physiologiques de la reproduction des géniteurs mâles utilisés pour la lutte, nous avons essayé d'entamer une approche permettant d'identifier les caractéristiques morpho biométriques de ces géniteurs, et d'étudier les principaux facteurs influençant l'activité sexuelle des béliers de la race Rembi.

Nous avons axé notre étude sur cette race, et nous avons planifié notre travail comme suit :

- Étudier, le ou les facteurs susceptibles(s) d'influencer la reproduction des béliers géniteurs jeunes et adultes.
- Déterminer les variations des caractères quantitatifs et qualitatifs de l'activité sexuelle suivant l'âge et les différentes saisons de l'année.
- Déterminer le moment propice de la bonne saison de reproduction des béliers de la race Rembi.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE
CHAPITRE 1
PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL GENITAL DU BELIER.

1. BASES PHYSIOLOGIQUES DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR MALE :

Le système reproducteur a pour fonction principale de veiller à la perpétuation de l'espèce, d'où son importance. Même si ce système n'est pas indispensable à la vie de l'animal, il est parfaitement intégré dans l'ensemble des organes corporels, et son fonctionnement correct nécessite une activité normale de tout l'organisme et plus particulièrement du système endocrinien.

1.1. La fonction testiculaire :

Elle est double : endocrine et exocrine :

- Fonction endocrine : production de testostérone par les cellules de Leydig, cette hormone stimule la spermatogenèse, la maturation des organes génitaux, l'apparition des caractères sexuels secondaires, suscite l'émergence de la libido, et participe au rétrocontrôle hormonal hypothalamo hypophyso gonadique ; outre la testostérone, les cellules de Leydig sécrètent de l'estradiol, en quantité variable selon les espèces [16].
- Fonction exocrine : production de spermatozoïdes dans les tubules séminifères. Associés aux sécrétions des glandes annexes, ils constituent le sperme, émis lors de l'éjaculation [17].

1.2. Description et régulation hormonale de la spermatogenèse :

La spermatogenèse se déroule au niveau de l'épithélium des tubes séminifères, le démarrage de celle-ci s'effectue à la puberté qui se caractérise par l'augmentation du volume testiculaire suite à l'augmentation de la longueur et du diamètre des tubules et la formation de la lumière dans ces derniers [17].

Les spermatozoïdes sont formés à partir des spermatogonies, l'épithélium bordant les tubes est essentiellement constitué de grandes cellules pyramidales appelées cellules de Sertoli, qui les supportent et les nourrissent, d'un tissu interstitiel renfermant l'innervation et l'irrigation du tube ainsi que d'îlots de petites cellules dites de Leydig [18].

Le développement des spermatogonies en spermatozoïdes est organisé selon un ordre spatial et temporel rigoureux ; l'entrée en spermatogenèse de différents îlots de spermatogonies se fait en effet de façon régulière et cyclique : tous les 10 jours chez le bélier. Un cycle complet dure par ailleurs 49 jours, toujours chez le bélier [17].

Chaque cycle implique trois divisions successives de spermatogonies en spermatocytes de premier puis de deuxième ordre et enfin en spermatides qui vont mûrir pour devenir des spermatozoïdes libres en se détachant du compartiment apical des cellules de Sertoli [18].

Ces différentes étapes sont sous le contrôle de l'axe gonadotrope, classiquement hiérarchisé sur le modèle de la figure 1.1. La gonadolibérine, ou GnRH (Gonadotropin- Releasing Hormone), de l'hypothalamus contrôle la sécrétion de deux gonadotrophines hypophysaires, la LH (Luteinizing Hormone), ou ICSH (Interstitial Cell Stimulating Hormone), et la FSH (Follicule Stimulating Hormone), qui vont agir en retour de façon trophique sur les gonades.

La LH intervient essentiellement en contrôlant la production de testostérone des cellules de Leydig, alors que la FSH agit directement sur les cellules de Sertoli qui jouent un rôle important dans le contrôle du métabolisme et de la différenciation des cellules germinales. En effet sous l'influence de FSH, elles secrètent différents composés intervenants dans la nutrition des cellules de la lignée germinale, ainsi que de nombreux facteurs spermatogénétiques et endocrines, parmi lesquels :

- Une inhibine ou une activine, inhibant ou activant, selon le cas, en rétroaction la production des gonadotrophines hypophysaires ainsi que les productions des cellules de Leydig ;

- Un facteur de liaison des androgènes : ABP (Androgènes Binding Protein), liant la testostérone et assurant son maintien en concentration élevée dans les fluides tubulaires et épидидymaires ;
- Différents facteurs de croissance et de différenciation des spermatogonies tels que : les FGF α et β (Fibroblast Growth Factor), l'IGF1 (Insulin-like Growth Factor), et l'Interleukine II, etc. [18, 19].

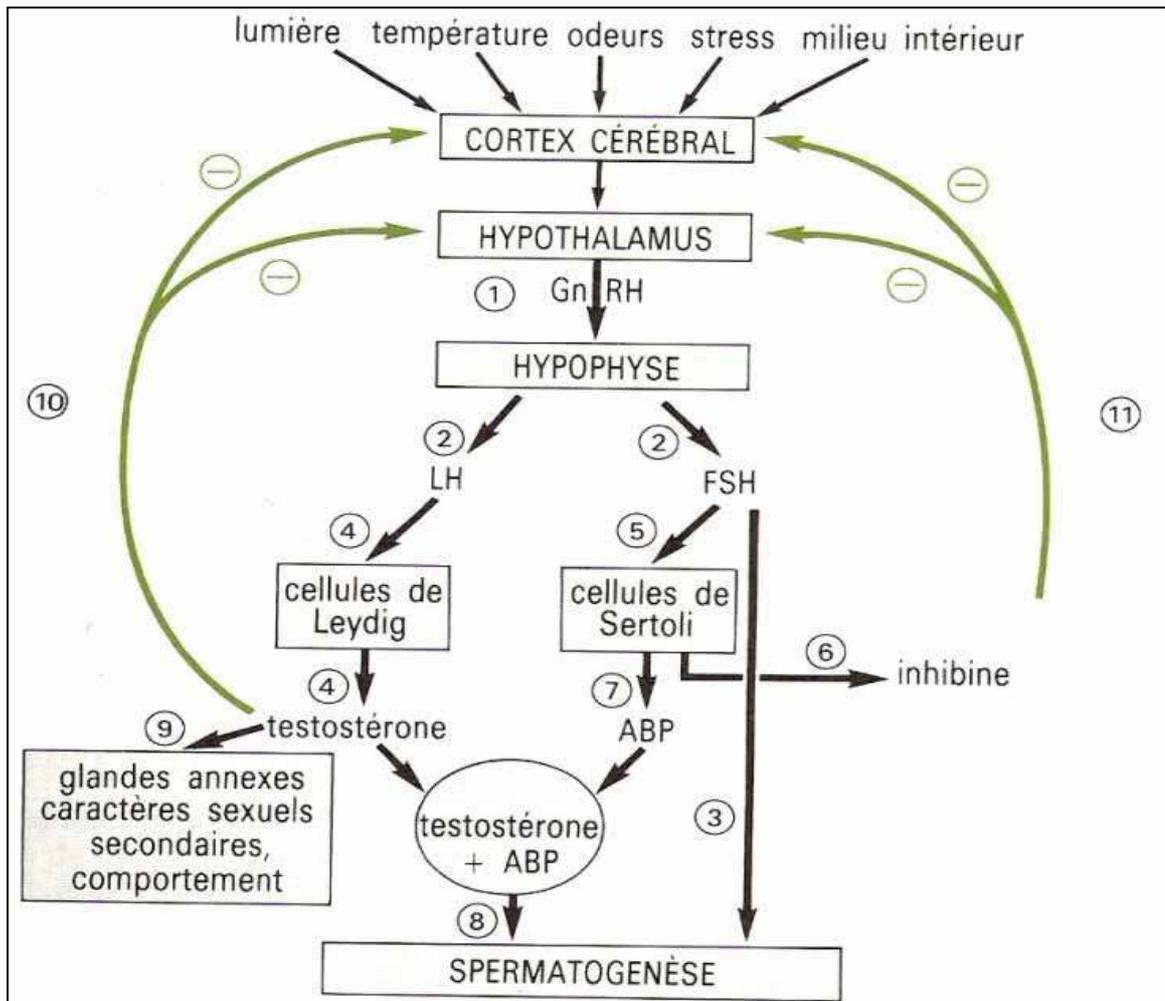


Figure 1.1 : Régulation hormonale de la fonction sexuelle mâle [20].

(Les chiffres indiquent la chronologie des événements).

1.3. Formation du sperme :

Chez le bélier chaque jour apparaît de nouveaux spermatozoïdes (4.5 à 8 milliards par 24 heures). La durée de fabrication de ces spermatozoïdes dépasse 02 mois :

- Fabrication proprement dite (dans le testicule): 49 jours
- Maturation et stockage (dans l'épididyme): 14-15 jours
- Total: 64 jours [21, 22].

Il convient donc de commencer la préparation des béliers deux mois avant la date de lutte (de la saison sexuelle) en leur distribuant une alimentation correcte, et en s'assurant de leur bon état de santé.

1.3.1. Processus de la production de sperme :

À la sortie du testicule, les spermatozoïdes ne sont pas encore matures : ils ne sont ni mobiles ni fécondants. Leur différenciation se poursuit en dehors de la gonade durant le transit épидидymaire qui dure entre 10 et 14 jours selon la race [23]. Ce transit peut être réduit de 10 à 20 % si la fréquence des éjaculations augmente. Ensuite, le canal déférent prend le relais pour acheminer ces spermatozoïdes jusqu'à l'urètre.

Les glandes annexes, tout au long du canal déférent, assurent la formation du plasma séminal et donc du sperme définitif. Les vésicules séminales sécrètent du fructose, qui est la principale source d'énergie des spermatozoïdes, ainsi que des phosphates, des citrates... La prostate permet, une alcalinisation du sperme par sécrétion d'un liquide à pH = 8, contenant des phospholipides, des bases azotées et des ions divers.

Le stockage des spermatozoïdes, qui peut durer jusqu'à trois semaines, se fait essentiellement (70 %) dans la queue de l'épididyme. Seulement, 2 % sont emmagasinés dans le canal déférent. Les spermatozoïdes non éjaculés sont résorbés ou éliminés dans les urines.

Le spermatozoïde est une cellule hautement différenciée entre 50 et 80 µm de longueur et comptant trois parties principales : la tête, la pièce intermédiaire, et le flagelle. Sa taille et sa forme varient selon les espèces [24].

1.3.2. Régulation thermique des testicules :

Chez le bélier, espèce exorchide, les testicules descendent dans le scrotum à partir de la douzième semaine de la vie fœtale [25] ; la température au niveau scrotal est plus basse que celle du corps de 3 à 5°C ; Ainsi la spermatogénèse ne peut se dérouler complètement qu'à cette température, et si elle atteint la température du reste du corps, pendant seulement quelques heures, l'animal devient stérile environ 14 jours plus tard [26, 22].

Cette position extra abdominale est modulable par le jeu du crémaster ; à basse température, le testicule remonte jusque dans le trajet inguinal alors que le relâchement scrotal est complet pour les températures élevées. De plus, le sang artériel est refroidi par des échanges à contre-courant au niveau du plexus pampiniforme formé par les veines testiculaires. En outre, la peau du scrotum chez le bélier est riche en glandes sudoripares, et contient également quelques thermorécepteurs qui mettent en route les mécanismes corporels de thermorégulation, un échauffement du scrotum chez cet animal déclenche une polypnée thermique [27, 22].

1.4. Nature des hormones testiculaires :

En plus des androgènes, les testicules, par les cellules de Sertoli, produisent d'autres hormones dont l'Androgen Binding Protein (ABP) qui assure le transport de la testostérone des cellules de Sertoli vers les cellules germinales, contribuant ainsi à la spermatogenèse, l'Inhibine qui intervient dans le contrôle de la fonction testiculaire et les œstrogènes produits à partir des androgènes.

1.4.1. Biosynthèse des Androgènes :

Le cholestérol est le précurseur de la biosynthèse des androgènes. Celle-ci se fait en deux étapes : la première va du cholestérol à la Prégnénone ; à partir de la Prégnénone suite à une série de réactions enzymatiques, il se forme, dans la deuxième phase, la δ^4 -androsténone qui est en grande partie transformée en testostérone sous l'action d'une 17 β hydroxystéroïde déshydrogénase (Figure 1.2).

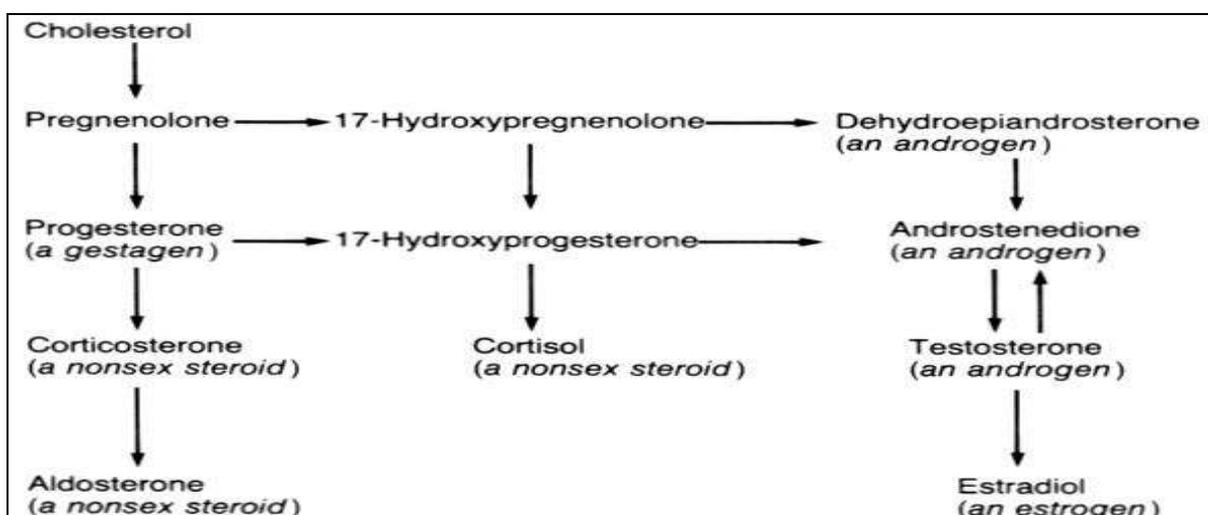


Figure 1.2 : Biosynthèse des hormones stéroïdes sexuelles [28].

1.4.2. Rôles des androgènes testiculaires :

Les androgènes détiennent sous leur contrôle, toute l'activité sexuelle du mâle. En plus de leur implication dans la production des spermatozoïdes, les androgènes manifestent leurs rôles d'une part, par des effets morphologiques sur les caractères sexuels primaires, secondaires et tertiaires, d'autre part, par des effets métaboliques. Le dénominateur commun de ces actions semble être une activité des androgènes orientée au niveau cellulaire vers la synthèse des protéines.

- Effets sur les caractères sexuels primaires :

Les caractères sexuels primaires correspondent au développement des organes génitaux. Ainsi, après castration, l'ensemble des voies génitales (voies excrétrices du sperme et glande annexes) involue. La prostate est un des effecteurs privilégiés des androgènes. Après castration, on note chez le rat une involution des lobes ventraux et des cellules épithéliales, en particulier de l'appareil de Golgi. L'administration d'androgènes crée le phénomène inverse ; les vésicules séminales obéissent aux mêmes lois.

Les androgènes stimulent aussi la croissance des glandes de Cowper et les glandes préputiales, ainsi que les voies excrétrices du sperme (épididyme et canal déférent). En plus de leurs effets directs, les androgènes jouent un rôle sur la spermatogenèse en agissant sur la composition chimique du plasma séminal qui est formé à partir des cellules séminales prostatiques et des glandes de Cowper. Ainsi, on peut dire que la concentration du plasma séminal en fructose, acide citrique et phosphatase, qui conditionne l'énergie et la mobilité des spermatozoïdes, est directement en rapport avec la quantité d'androgènes circulants.

- Effets sur les caractères sexuels secondaires :

Les caractères sexuels secondaires sont représentés par la morphologie, la combativité, l'endurance, la pilosité, disposition de la graisse de réserve et même de la musculature, et le timbre de la voie. Chez les mammifères, ces caractères sont particulièrement influencés par les androgènes. Chez certaines espèces, les odeurs spécifiques sont liées à l'action de l'hormone mâle. Le rôle anabolisant de ces androgènes explique le dimorphisme sexuel observé chez les animaux.

- Effets sur les caractères sexuels tertiaires :

Ils sont représentés par le comportement sexuel et social. Les androgènes conditionnent le comportement sexuel du mâle, dans le sens de l'agressivité ; ils sont responsables des situations de dominances observées dans les troupeaux.

1.4.3. Action métabolique des androgènes :

Cette action est surtout orientée vers l'anabolisme protéique. L'accumulation protéique porte essentiellement sur les muscles squelettiques, le tissu rénal et osseux (les androgènes augmentent la matrice protéique de l'os, d'où leur action favorable dans le traitement de l'ostéoporose) [29]. Ces effets anabolisants se manifestent même quand l'animal est privé de son hypophyse ou de ses surrénales.

L'action des androgènes sur l'anabolisme osseux a un rôle considérable dans les phénomènes de croissance du fait que la mise en route de l'activité endocrine du testicule détermine une soudure des cartilages de conjugaison précédée par un effet trophique [30].

L'effet myo-trophique des androgènes s'exerce de façon élective sur certains muscles, alors que d'autres ne sont pas touchés. C'est ainsi que les muscles masticateurs du cobaye, le releveur de l'anus chez le rat involuent profondément après castration et réagissent très rapidement à l'administration d'androgènes.

CHAPITRE 2

FACTEURS DE VARIATIONS DE L'ACTIVITE SEXUELLE DU BELIER

Le comportement sexuel est une étape clé dans la vie de toutes les espèces. Chez les animaux domestiques, il conditionne directement ou indirectement la production. L'enjeu est de mieux comprendre et maîtriser les mécanismes sous-tendant l'effet des interactions mâles femelles et les facteurs affectant la motivation sexuelle de manière à améliorer la qualité et l'efficacité de ces interactions et en retour la production par des méthodes "naturelles" prenantes en compte à la fois le bien-être des animaux et la santé des consommateurs.

Le comportement sexuel implique, chez deux individus indépendants, le mâle et la femelle, la coordination des conduites avec les événements physiologiques qui permettent la reproduction de l'espèce. Les stéroïdes sexuels induisent des conduites complexes de communication et d'ajustements posturaux. Mais l'accès à la reproduction, dans les conditions naturelles, est soumis aux contraintes imposées par l'organisation sociale de l'espèce.

Les comportements sexuels peuvent être considérés comme des caractères sexuels somatiques au même titre que des caractères morphologiques, car ils obéissent au même déterminisme.

Chez les petits ruminants, les expériences montrent que les caractères sexuels somatiques sont conditionnés par les glandes génitales. Si, on prive un bélier ou une brebis de ses gonades, on obtient un animal qui est neutre au point de vue sexuel tant par ses caractères morphologiques que par ses caractères psychiques, un tel animal n'a pas d'activité sexuelle. Les gonades agissent sur les caractères sexuels somatiques par les hormones génitales. L'état fonctionnel des gonades peut à son tour être conditionné par d'autres organes, en particulier par les glandes à sécrétions internes, l'hypophyse et l'hypothalamus par exemple.

Les ovins ont la capacité à vivre en groupes de manière permanente et à établir des relations sociales stables [31, 32].

Le haut niveau de socialisation de ces espèces est à la base du processus de leur domestication puisque les petits ruminants tolèrent des densités élevées et des changements fréquents de groupe qui caractérisent les conduites d'élevage [33].

Les relations que l'individu engage avec ses partenaires jouent un rôle important dans l'organisation des activités individuelles au sein du groupe puisqu'elles modulent la reproduction, l'élevage des jeunes et le fonctionnement de toutes les activités de l'individu au sein du groupe. Par exemple, le comportement alimentaire de l'animal au pâturage dépend du groupe : une brebis accepte de s'éloigner du troupeau pour aller pâturer un site préféré uniquement si elle est accompagnée de partenaires [34].

Les relations que l'individu engage avec ses partenaires influencent également ses réponses aux événements non sociaux. Plus généralement, les processus d'apprentissage par observation sont à la base des préférences et des évitements alimentaires [35].

1. ORGANES IMPLIQUES DANS LA REPRODUCTION CHEZ LE BELIER :

Représentés essentiellement par l'axe hypothalamo hypophysaire et par le tractus génital.

1.1. Le contrôle neurohormonal de l'activité sexuelle : Figure 2.1

1.2. L'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique :

Le complexe hypothalamo-hypophysaire-testiculaire contrôle la fonction de reproduction. Le fonctionnement des gonades est étroitement dépendant des hormones gonadotropes hypophysaires dont la synthèse et la libération sont soumises à une interaction complexe de facteurs hypothalamiques, gonadiques et hypophysaires. En effet, comme le montre la figure 2.1, l'hypothalamus secrète la gonadolibérine (GnRH : gonadotropin releasing hormone). Plusieurs facteurs d'origine interne ou externe peuvent influencer la sécrétion de la GnRH par l'hypothalamus.

Une fois libérée la GnRH agira sur l'hypophyse antérieure qui, à son tour, produira la LH (hormone lutéinisante) et la FSH (Folliculo Stimulating Hormone). Cette relation a été démontrée à partir de plusieurs expériences : la stimulation électrique de certains neurones de l'hypothalamus a augmenté brutalement la libération de la LH et de la FSH par l'hypophyse, tandis que la destruction de ces neurones ou la déconnection de l'hypophyse et de l'hypothalamus provoque un arrêt de la production de ces deux hormones hypophysaires. La GnRH est libérée dans les capillaires de l'éminence médiane de l'hypophyse, car des axones de neurones de l'hypothalamus, qui sont pleins de vésicules de sécrétion contenant la GnRH, sont en contact avec ces capillaires (Figure 2.2).

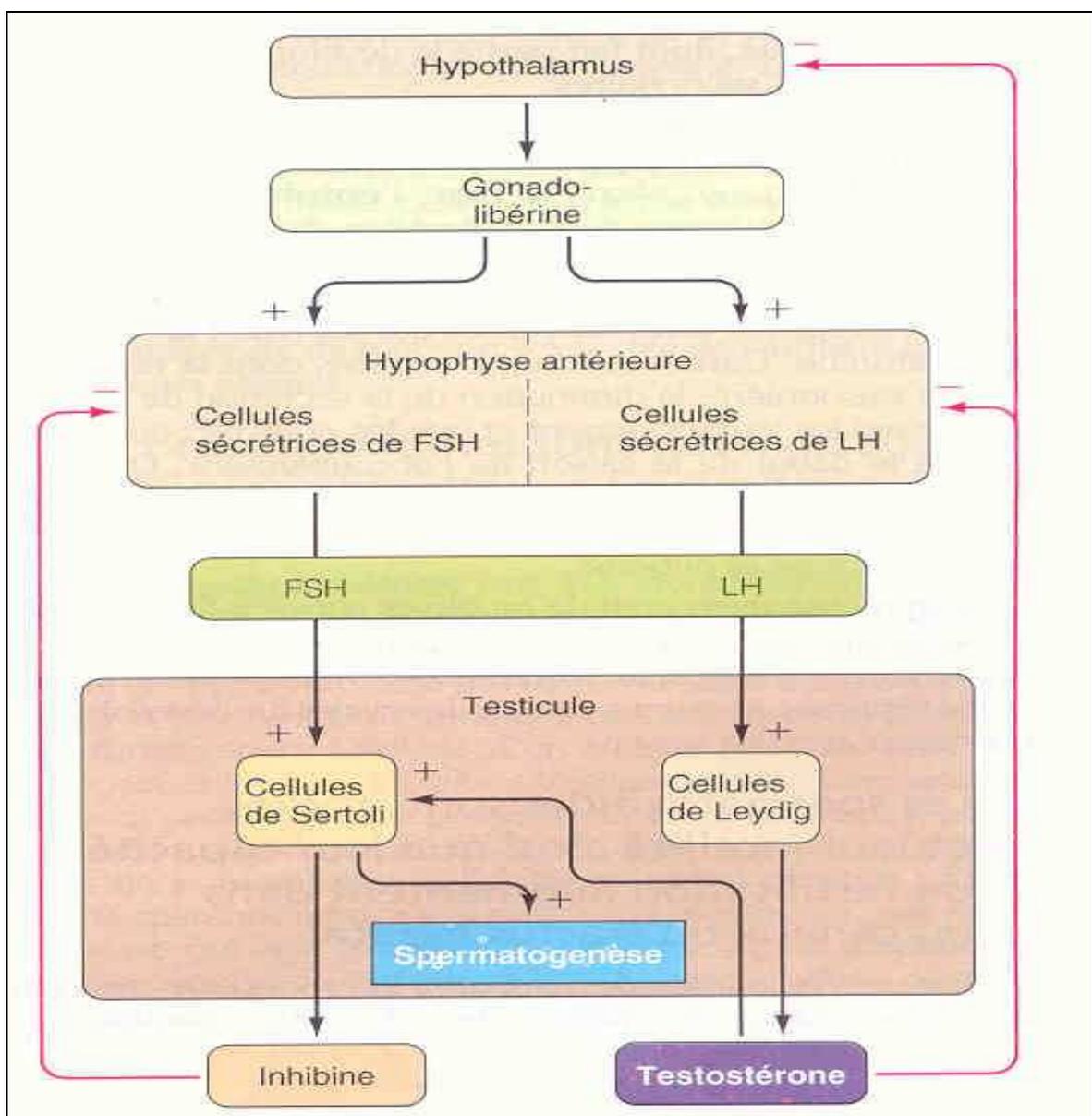


Figure 2.1 : L'axe hypothalamo-hypophysaire-testiculaire [36].

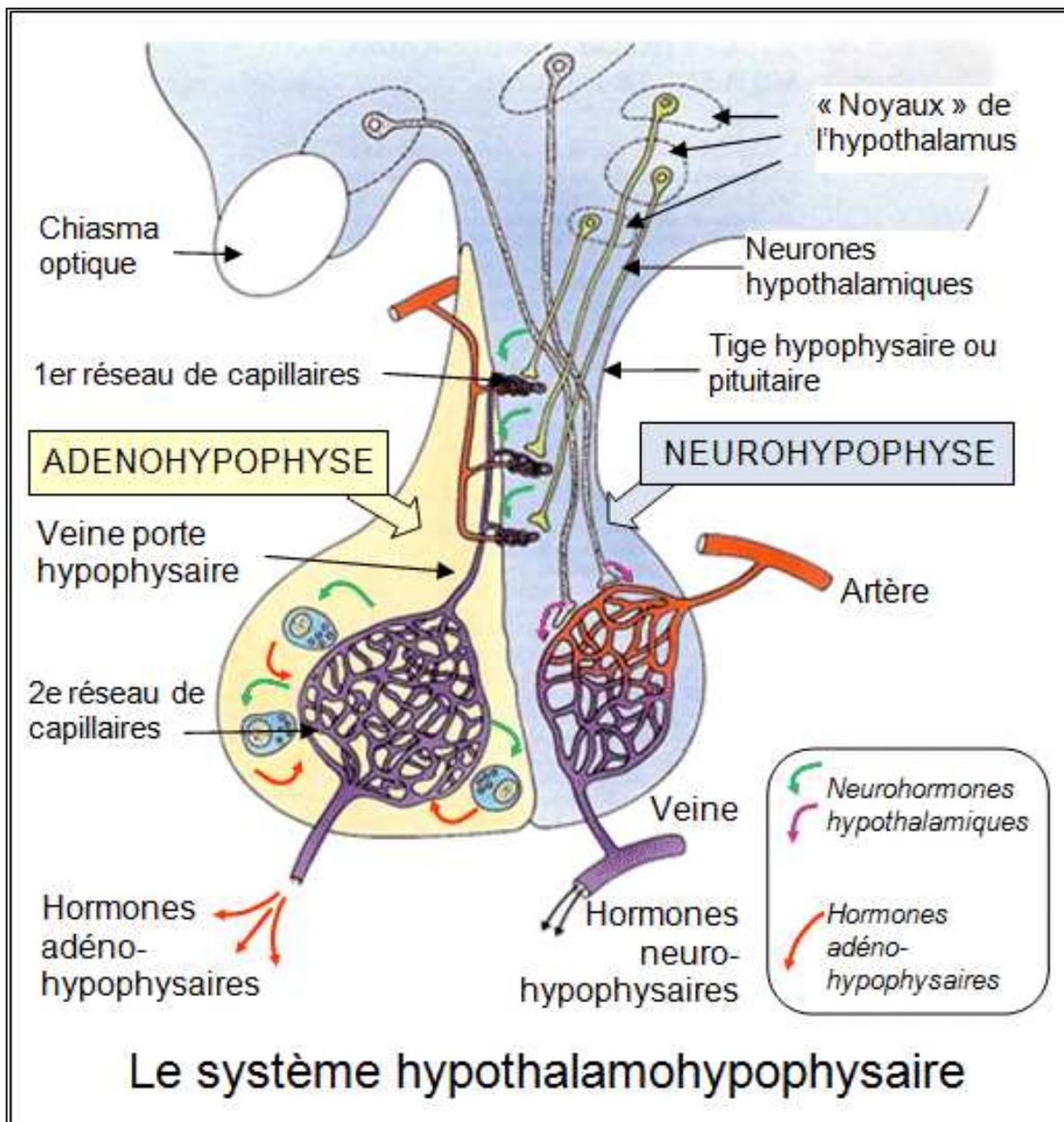
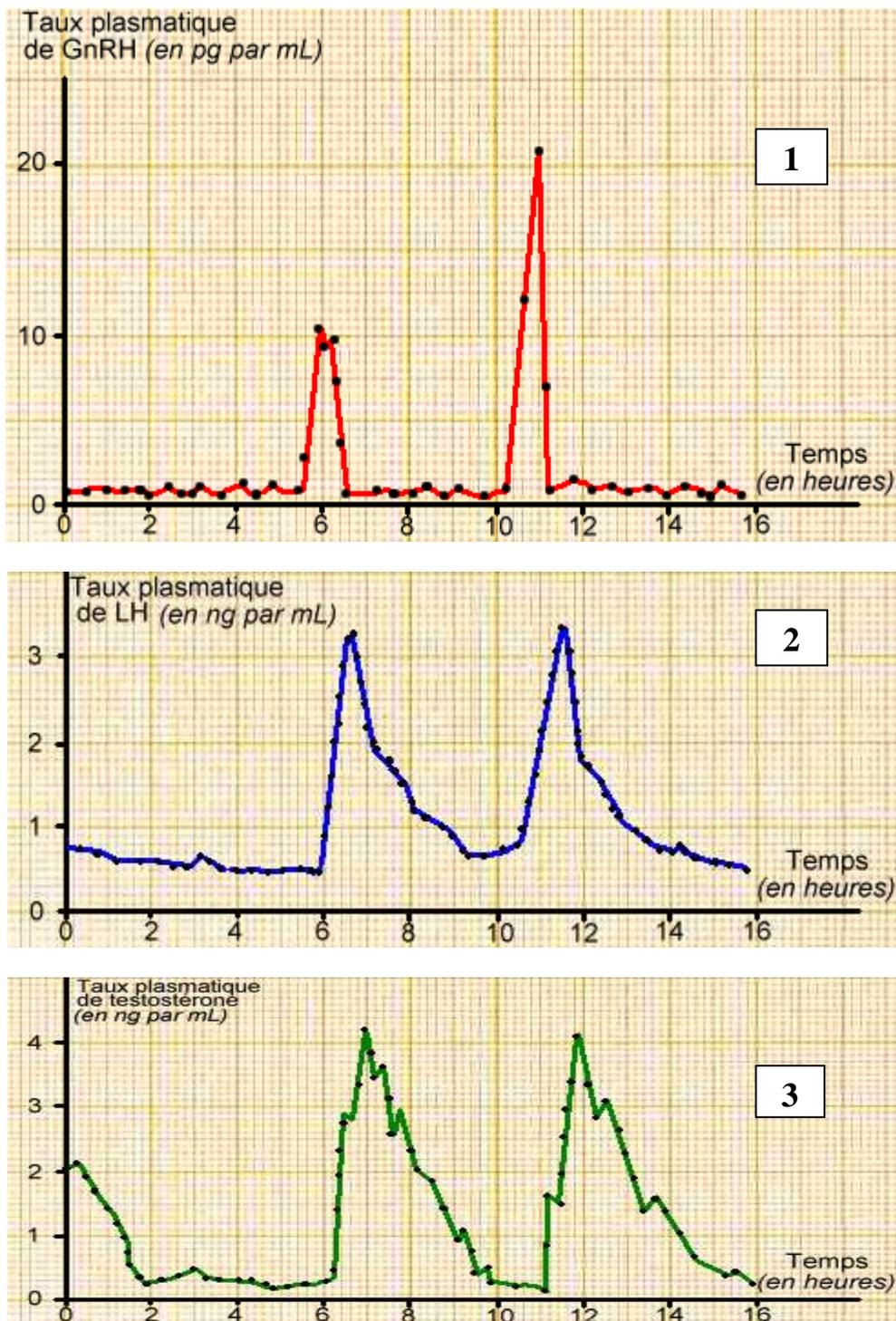


Figure 2.2 : Les relations anatomiques entre l'hypothalamus et l'hypophyse [36].

La sécrétion de la GnRH est pulsatile et, par conséquent, la libération de la LH et de la FSH par les cellules gonadotropes de l'hypophyse se fait aussi de façon pulsatile. Néanmoins, le caractère pulsatile de la FSH est beaucoup moins marqué ou quasi inexistant chez les ovins. Il existe presque toujours une relation causale entre la pulse de GnRH et la pulse de LH (Graphe 2.1) [37], mais la régulation différentielle de la sécrétion de FSH et de LH à partir des mêmes cellules est assurée principalement par des contrôles d'origine gonadique qui s'exercent directement au niveau hypophysaire [38].



Graphe 2.1 : Variations des taux plasmatiques de GnRH (1), LH (2) et Testostérone (3) chez le bélier [37].

La LH et la FSH libérées dans le sang exercent leurs actions respectives dans leurs cellules-cibles. La LH agit sur les cellules de Leydig qui, à leur tour, produisent la testostérone ; et la FSH agit sur les cellules de Sertoli, stimulant ainsi la spermatogenèse et la production de l'inhibine [39]. Nous pouvons voir sur la (Figure 2.3) graphique A que les pics de LH, qui provoquent l'augmentation du

taux de testostérone, n'apparaissent qu'après diminution du taux de testostérone. Les graphiques B et C montrent que la fréquence des pics de LH est inversement proportionnelle au taux de testostérone et que si celui-ci est très bas, la sécrétion de LH est continue. La testostérone exerce donc un rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse et l'hypothalamus [40], de telle façon que son action première est de réduire la fréquence des pulses de GnRH.

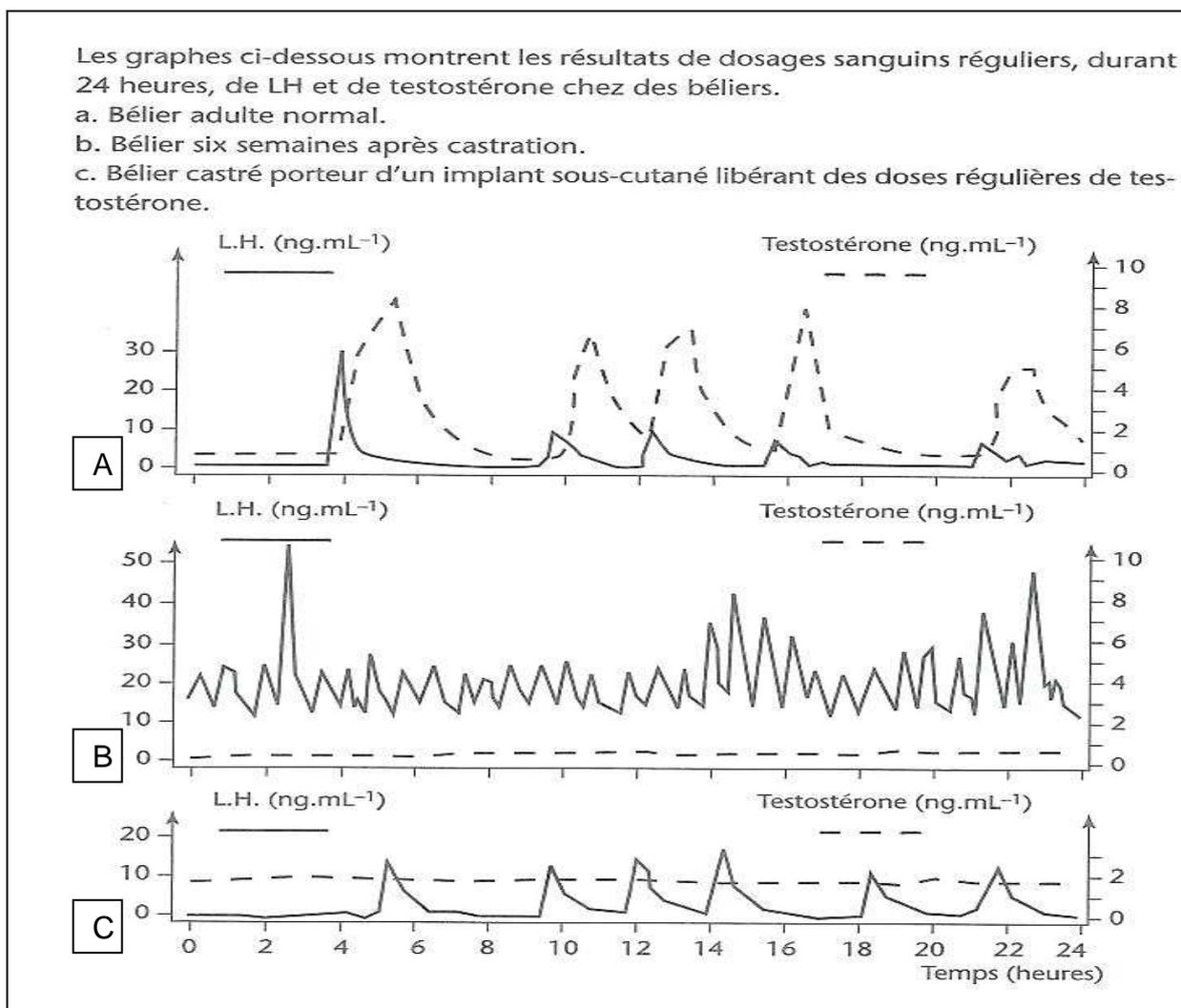


Figure 2.3 : Régulation de la sécrétion de la LH par la Testostérone chez le bélier. [41].

Après la castration de quelques béliers, il a été observé une augmentation de la fréquence de pulses de la GnRH [42], tandis qu'un traitement avec la testostérone sur des béliers castrés a diminué la fréquence de pulses de la GnRH [43] et qu'un traitement avec l'œstradiol a pu imiter l'effet inhibiteur de la testostérone sur la sécrétion de LH [44]. Les stéroïdes agissent sur les neurones à GnRH indirectement via d'autres neurones (aminergiques, peptidergiques,

gabaergiques) ou via des cellules gliales qui possèdent des récepteurs aux stéroïdes [38] (Figure 2.4). L'inhibine exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypophyse et plus spécifiquement sur la production de la FSH [45] (Figures 2.1 et 2.4).

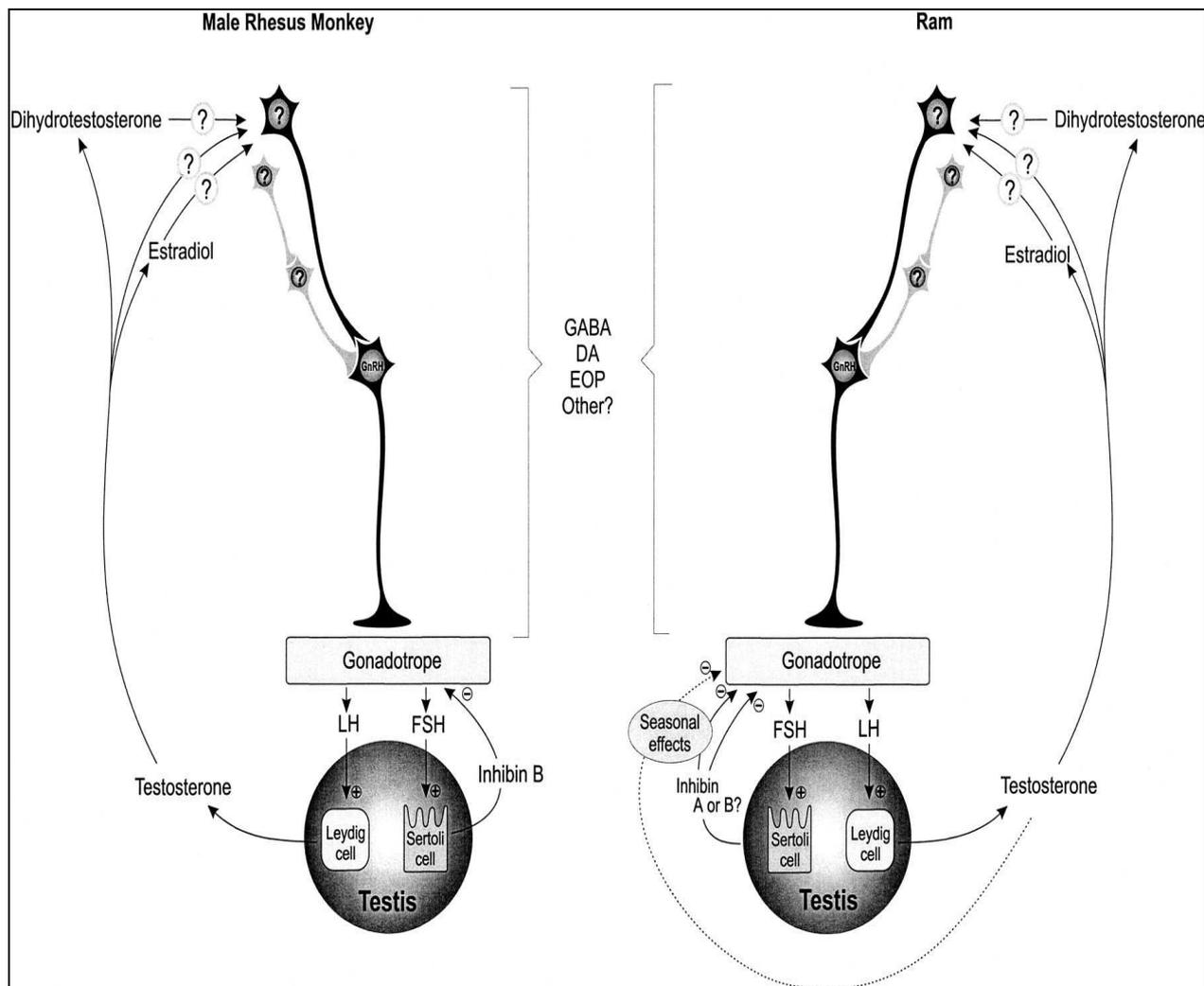


Figure 2.4 : L'axe hypothalamus-hypophysaire-testiculaire : l'action des métabolites de la Testostérone sur d'autres structures neuronales avant d'agir sur les neurones a GnRH [46].

1.3. Rôle des stéroïdes :

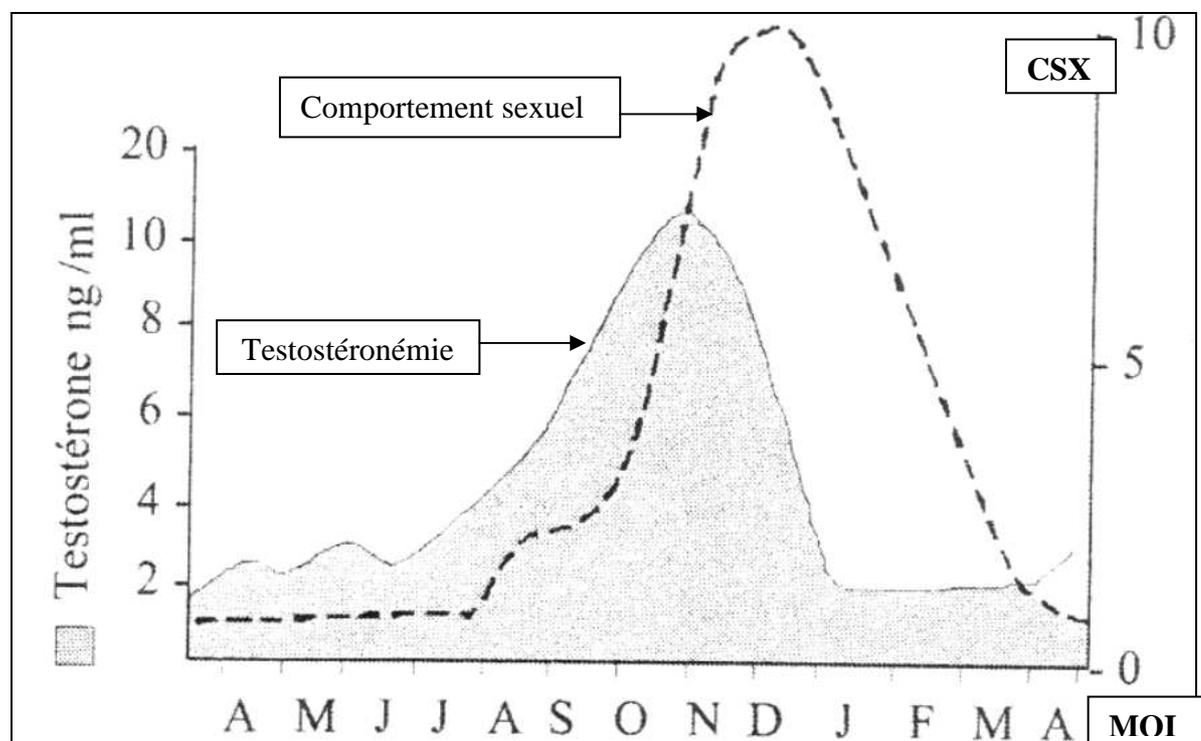
L'influence des hormones sur l'activité sexuelle mâle a été démontrée depuis longtemps, selon BALTHAZART et FABRE-NYS (2001) [47] l'expérience menée par BERTHOLD, en 1849 [48] chez le coq a été la première à démontrer que la castration supprime l'intérêt des coqs pour les femelles et le chant, tandis que l'implantation d'un testicule dans la cavité péritonéale rétablissait ces conduites sexuelles. La testostérone a été identifiée, presque un siècle après ces

observations, comme en étant l'hormone responsable. Pour FABRE-NYS, C. (2000) [49], le taux de testostérone est un des principaux facteurs de variation du comportement sexuel du mâle. LUTTGE (1979) [50] mentionne que chez les mammifères le comportement sexuel mâle est directement contrôlé par les androgènes sécrétés par le testicule, et la testostérone comme la principale hormone androgène.

Le rôle de la testostérone sur le comportement sexuel mâle peut être démontré par les changements de ce comportement selon les variations saisonnières du taux de testostérone, par l'effet de la castration et l'effet de traitements hormonaux de substitution, et aussi par le « réveil sexuel » pendant la puberté.

Les changements saisonniers du développement testiculaire, et par conséquent, du taux de testostérone, contrôlés par la variation de lumière journalière, font varier le comportement sexuel.

Les variations sexuelles, chez le bélier, apparaissent environ 3 semaines après les changements de sécrétion de testostérone (Graphe 2.2).



Grappe 2.2 : Évolution, au cours de l'année, du Taux circulant de testostérone et du comportement sexuel chez le bélier [47].

L'activité sexuelle est évaluée par une notation arbitraire qui associe les latences aux fréquences des activités pré-copulatoires et des éjaculations.

La castration entraîne une diminution et parfois une disparition de l'activité sexuelle du mâle dans toutes les espèces de mammifères étudiés. Chez le rat, elle provoque une perte des capacités d'intromission et d'éjaculation, et quelques fois un arrêt total de l'activité copulatoire [51]. Chez les boucs adultes, la castration provoque, dès une semaine une diminution de la fréquence des éjaculations liée à la difficulté d'érection et d'intromission [52]. Des troubles de l'érection ont été aussi constatés chez les lapins après castration [53]. Néanmoins, chez l'homme et chez le singe l'activité sexuelle peut se poursuivre pendant plusieurs mois, voire années, après la castration. Chez ces derniers à l'âge adulte, l'expérience sexuelle est déterminante pour le maintien du comportement copulatoire.

Chez les béliers la testostérone est aussi essentielle pour le développement et le maintien du comportement sexuel. L'intérêt sexuel sera réduit ou même absent, à l'âge adulte, quand ils sont castrés avant la puberté [54]. Quand la castration est pratiquée à l'âge adulte chez les béliers expérimentés, l'intérêt sexuel diminue peu après l'ablation testiculaire, et peut prendre jusqu'à 12 mois pour disparaître complètement [55]. D'autres démonstrations de l'importance de la testostérone sur le développement et le maintien du comportement sexuel chez le bélier ont été réalisées par TILBROOK et al. (1993) [45] et BROWN et al. (1994) [56]. Ces auteurs ont utilisé des traitements pour inhiber la GnRH chez des béliers prépubères, et ont pu ainsi retarder et réduire leur comportement sexuel. Étant donné que la GnRH stimule directement la synthèse de la testostérone testiculaire qui contrôle ainsi les différentes variations de la libido dès la phase pubertaire.

Chez les animaux castrés le rétablissement du comportement sexuel est normalement obtenu, après un traitement à la testostérone [57, 51]. Ce qui suggère que la diminution ou la perte de la testostérone est à l'origine de la réduction de l'activité sexuelle. Cependant, le traitement devient plus efficace s'il est fait plus précocement et le rétablissement du comportement se fait alors en quelques jours [51], de façon progressive, et dépendant de la dose (plus la dose est élevée, plus le comportement sexuel réapparaît rapidement et plus son intensité augmente vite, jusqu'à un niveau limite qui correspond en général au meilleur niveau de comportement avant la castration) et dans l'ordre inverse de

l'ordre de leur disparition après castration [57]. Chez les rats et les lapins l'érection est restaurée après traitement par des androgènes [58]. Le traitement à la testostérone est capable de stimuler le comportement sexuel des béliers castrés avant ou après la puberté [59, 60].

1.3.1. Les métabolites de la Testostérone et ses fonctions sur le comportement sexuel :

La testostérone est métabolisée au sein du système nerveux central par aromatisation, par l'action de P-450arom, en œstradiol (E2) [61] et en 5 α -Dihydrotestostérone (5 α -DHT) par l'action de la 5 α -réductase [62] (Figure 2.5).

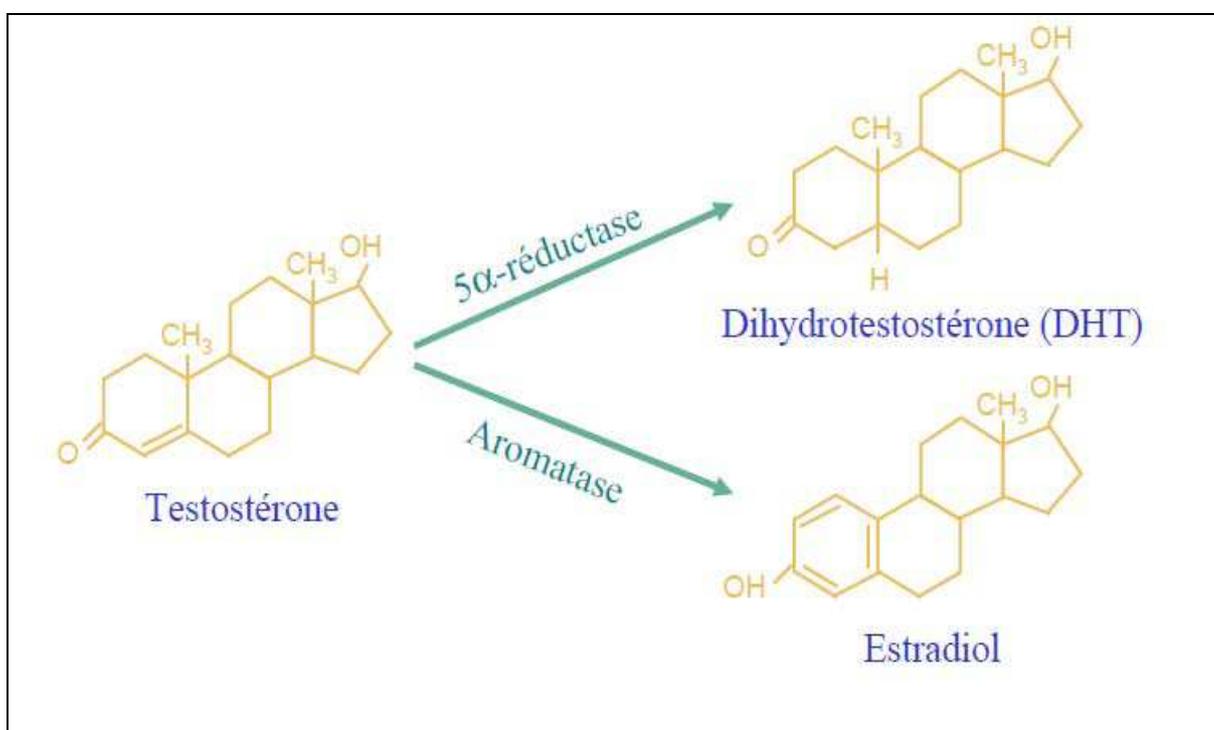


Figure 2.5 : Métabolisation de la Testostérone par Aromatase et Réduction [47].

BALL et BALTHAZART (2006) [63] appellent la testostérone une « prohormone » car une métabolisation de la testostérone est requise, au niveau du cerveau, par aromatisation et 5 α -réduction, avant qu'elle n'exerce ses effets sur le comportement sexuel. En effet, le 5 α -DHT et l'E2 peuvent, de façon isolée ou en synergie, reproduire la plupart des effets comportementaux de la Testostérone [47]. Chez les mammifères et les oiseaux, plusieurs travaux ont montré que l'œstradiol était le métabolite de la testostérone actif sur le comportement, tandis que le 5 α -DHT est active sur le tractus génital [57]. Chez les

béliers castrés, une stimulation de l'activité sexuelle est observée lors d'un traitement à l'œstradiol, mais le traitement au 5 α -DHT est inefficace [60]. Cependant, un effet synergique de l'E2 et le 5 α -DHT, chez le bélier, a été remarqué par D'OCCHIO et BROOKS (1980) [59]. Ces auteurs ont observé une complémentarité d'effet de ces 2 molécules, car, selon eux, quand les deux stéroïdes ont été administrés ensemble, ils ont induit la réponse d'accouplement complet, tandis que l'œstradiol-17 β seul conduit seulement à la monte.

Selon Claude FABRE-NYS (1987) [57], cette synergie s'explique en partie par le fait que, chez le mâle, le comportement sexuel est modulé par la sensibilité des organes génitaux qui dépend du 5 α -DHT. L'auteur cite encore qu'un effet central du 5 α -DHT ne peut pas être complètement exclu.

L'E2 peut aussi être métabolisé en dérivés hydroxylés appelés catécholestrogènes qui peuvent interférer avec la biosynthèse et le catabolisme des catécholamines et pourraient contribuer aux effets centraux des estrogènes [47].

1.3.2. Mécanismes et sites d'action de la Testostérone :

La testostérone dans un certain nombre de tissus n'agit pas directement, mais après avoir été transformée en un métabolite. Les deux métabolites principaux sont l'œstradiol obtenu après aromatisation, et le 5 α dihydrotestostérone obtenu après réduction. Chez le bélier, la testostérone agit sur le comportement sexuel au moins en partie après avoir été transformée en œstradiol. Par contre la 5 α dihydrotestostérone est inefficace.

Les stéroïdes agissent sur le comportement à la fois par des effets "périphériques" modulant la sensibilité aux signaux sexuels, sur les signaux eux-mêmes (ex : cornes, odeur), sur la musculature impliquée dans la réalisation du comportement sexuel, et un effet "central" sur le système nerveux [49]. Les hormones stéroïdes peuvent avoir deux effets au niveau cellulaire : un effet génomique (action lente sur le comportement) et un effet non génomique (effets très rapides des androgènes pour être compatible avec la transcription et la formation de protéines) (Figure 2.7). Les données actuelles indiquent que les stéroïdes modulent le comportement sexuel plutôt par une action génomique. Il est connu que les stéroïdes agissent sur les neurones en modifiant la

concentration et/ou l'activité des neurotransmetteurs et de la plupart des neuropeptides, qui eux-mêmes modulent l'effet des neurotransmetteurs, et ainsi influencent le comportement sexuel [47]. La testostérone traverse la membrane cellulaire de manière passive (propriétés lipophyles) ou active, par l'intermédiaire d'un récepteur membranaire la SHBG (Sex Hormone-Binding Globuline). Elle se fixe à un récepteur cytoplasmique qui subit une translocation nucléaire. Le complexe Hormone-Récepteur se fixe à des endroits spécifiques, les promoteurs des gènes ciblent et modulent la synthèse des protéines spécifiques (Figure 2.6). D'après BALTHAZART et FABRE-NYS (2001) [47] cette action peut se situer à la fois aux étapes pré- et post-synaptiques de la transmission en stimulant la synthèse des neurotransmetteurs ou des enzymes de synthèse ou de dégradation, synthèse et affinité des récepteurs, libération et recapture des neurotransmetteurs, seconds messagers.

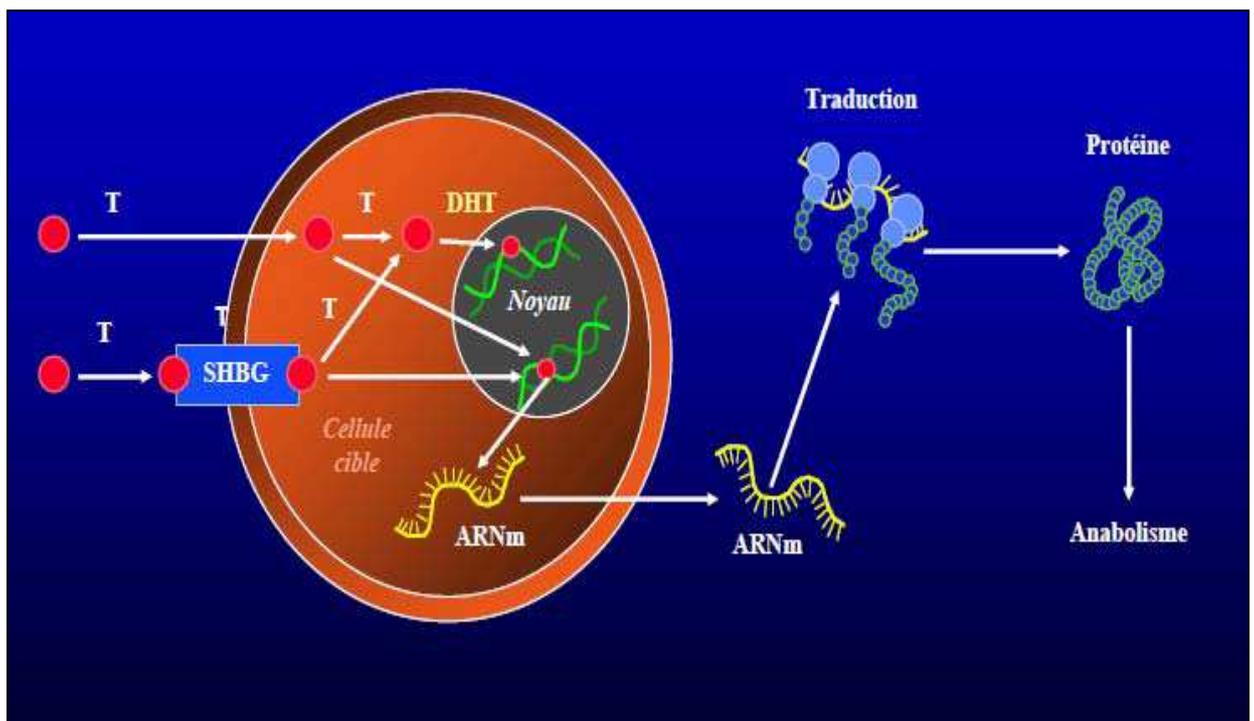


Figure 2.6 : Mécanisme d'action de la testostérone ou de ses métabolites actifs [36].

La testostérone ou l'œstradiol agissent dans le cerveau sur le catabolisme et sur la synthèse de l'acétylcholine, de la dopamine et de la noradrénaline, à travers l'activité et probablement la concentration des enzymes [47].

Chez le mâle, la dopamine active aussi bien les composantes motivationnelles que consommatoires du comportement sexuel [64]. Selon HULL

et al, (2006) [65] chez le rat il y a une corrélation entre la libération de dopamine dans l'aire préoptique médiane (APOm) pendant la période pré copulatoire et la capacité à copuler. D'après ces auteurs, la testostérone régule la quantité de dopamine dans l'APOm chez le rat, de telle façon que la castration entraîne une baisse significative de dopamine dans l'APOm. Quant au système sérotoninergique, il est connu comme inhibiteur du comportement sexuel mâle [47], mais la stimulation des récepteurs 5-HT_{2C} augmente les érections et inhibe l'éjaculation, alors que la stimulation des récepteurs 5-HT_{1A} a des effets opposés: la facilitation de l'éjaculation et, dans certaines circonstances, l'inhibition de l'érection. La noradrénaline peut être activatrice ou inhibitrice selon, principalement, le sous-type de récepteur par lequel elle agit.

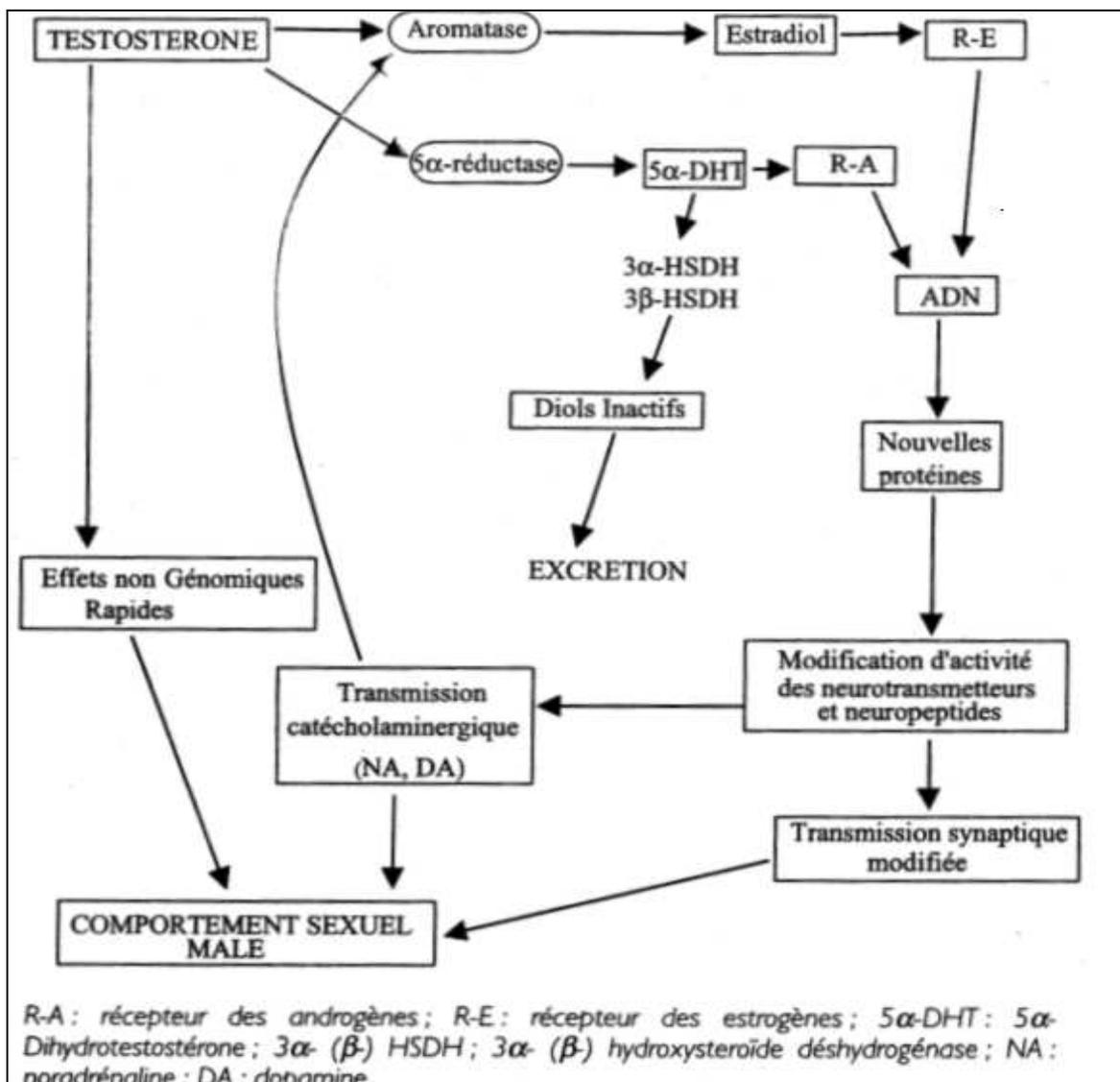


Figure 2.7 : Quelques mécanismes neurochimiques importants impliqués dans le contrôle du comportement sexuel mâle [47].

2. FACTEURS QUI PEUVENT INFLUENCER L'ACTIVITE SEXUELLE :

Le comportement sexuel mâle peut être influencé par plusieurs facteurs qui peuvent être rassemblés en deux groupes : *facteurs externes* et *facteurs internes*. Parmi les facteurs *externes*, les plus connus sont ceux concernant l'environnement physique (saison, photopériode, température ambiante, stress, nutrition ou disponibilité des aliments) et ceux concernant l'environnement social pendant le développement ou pendant l'âge adulte, y compris l'expérience. Parmi les facteurs internes on trouve : l'âge, le génotype, le contrôle hormonal et nerveux (Figure 2.8). Ces facteurs peuvent agir ensemble ou individuellement, former une multitude de combinaisons d'importantes variations de la performance reproductive d'un troupeau [66].

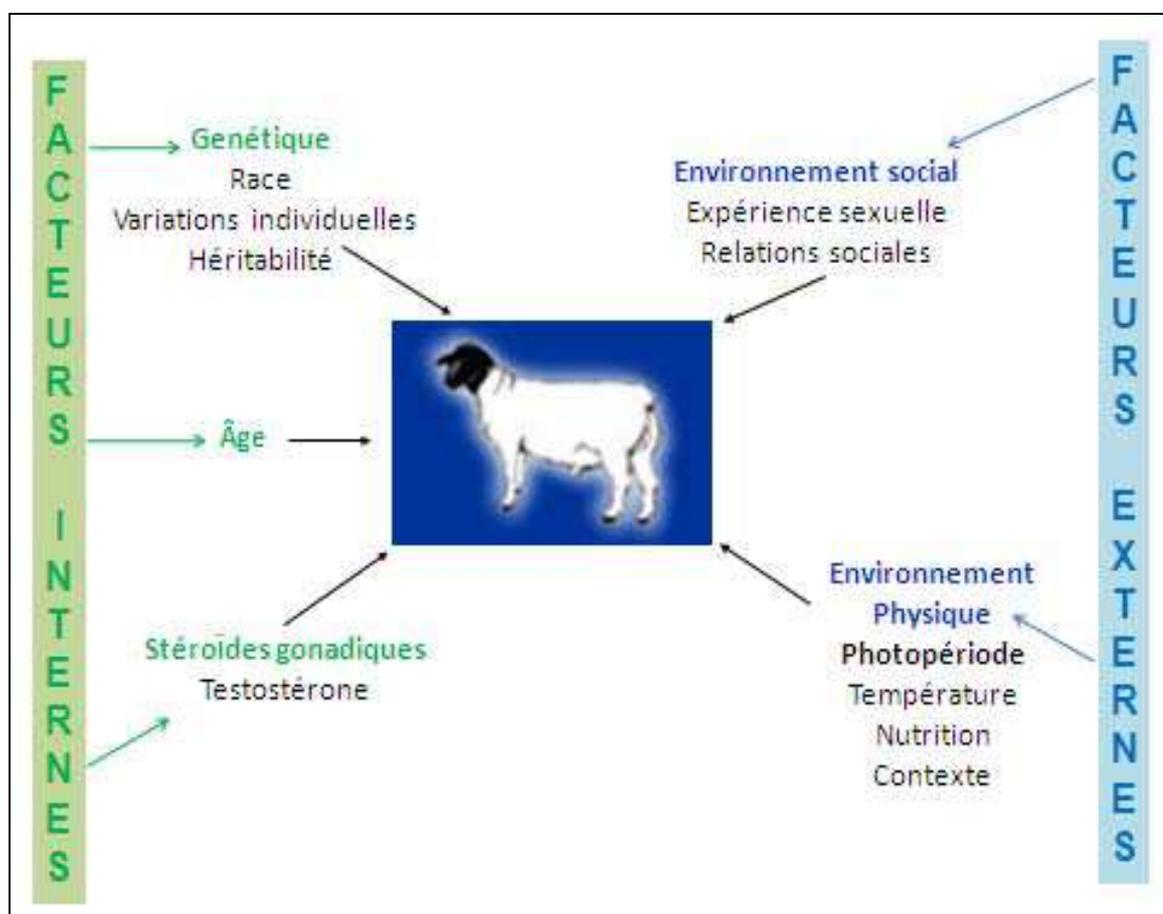


Figure 2.8 : Facteurs qui peuvent influencer la variabilité de l'intensité de l'expression de l'activité sexuelle et du choix du partenaire sexuel chez le mâle [66].

La rencontre des partenaires qui se déroule dans le cadre de la structure sociale aboutie à la mise en œuvre de la séquence copulatoire et implique des échanges sensoriels spécifiques. Les conduites exprimées sont influencées dans

leur intensité ou leur fréquence par des facteurs internes (caractères génétiques : races, différences intra raciales et individuelles) et externes (facteurs environnementaux : saison, température, photopériode, alimentation, état sanitaire).

Selon (SHELTON, 1978) [67] même si le comportement sexuel du bélier s'observe à longueur d'année, il atteint son maximum d'intensité à l'automne et le printemps (pendant la saison sexuelle) ; en général les béliers ne manifestent que faiblement cette variation saisonnière, le qualifiant ainsi de non saisonnier.

Le stimulus qui déclenche le comportement sexuel du bélier vis-à-vis d'une brebis en chaleur est essentiellement olfactif. Le bélier stimulé sexuellement démontre différents signes comportementaux : reniflement de la vulve et de l'urine de la brebis, retoussement de la lèvre supérieure (Flehmen) avec la tête relevée, léchage du flanc de la brebis avec entrées et sorties rapides de la langue, bêlements sourds, petits coups saccadés de la patte antérieure contre le flanc de la brebis, coups de tête dans le flanc de la brebis. Une fois la brebis immobilisée, le bélier la chevauche pour déposer la semence dans le vagin.

2.1. Facteurs environnementaux :

Le bélier est particulièrement sensible aux effets de l'environnement sur la réactivité sexuelle, pour l'inhiber parfois, mais aussi pour en stimuler la mise en œuvre.

2.1.1. Variations saisonnières de l'activité sexuelle et de la sécrétion des hormones gonadotropes :

Chez les ovins, sous les latitudes élevées, la reproduction a un caractère saisonnier marqué caractérisé par l'alternance d'une période de repos sexuel en hiver et en été, et d'une période d'activité sexuelle intense en automne et au printemps [68, 69].

La période de repos sexuel est caractérisée chez la brebis par l'établissement d'un état d'anœstrus, le plus souvent associé à l'absence d'ovulation. En revanche, la saison sexuelle se caractérise par la succession de cycles œstriens tous les 15 à 18 jours [68].

Chez le bélier, la production spermatique varie également au cours de l'année. Ainsi, chez le bélier de race Île-de-France, la production quotidienne de spermatozoïdes est quatre fois plus élevée en automne qu'au printemps [70].

Les variations d'activité sexuelle résultent de changements de sécrétion des hormones gonadotropes, LH (hormone lutéinisante) et FSH (hormone folliculostimuline) [71].

La saison influence la fréquence des épisodes de libération de LH (sécrétion pulsatile très importante), par deux mécanismes complémentaires : l'un est dépendant des stéroïdes gonadiques, l'autre dépend beaucoup plus des facteurs environnementaux à savoir le climat, la température, la photopériode et l'alimentation [72].

Chez la brebis ou le bélier castrés, la sécrétion pulsatile de LH est plus faible pendant la saison de repos sexuel que pendant la saison sexuelle (1-2 pulse par heure chez le bélier castré [72, 73, 74].

Cette différence de sécrétion de LH entre saisons de repos et d'activités sexuelles est très fortement accrue en présence d'œstradiol ou de testostérone [72, 71]. Ainsi, chez la brebis ovariectomisée traitée avec un implant d'œstradiol délivrant des taux analogues à ceux qui sont observés en phase folliculaire, on observe 01 pulse toutes les 12 à 24 heures pendant la saison d'anœstrus contre 01 pulse tous les 30 minutes pendant la saison sexuelle [71]. Par conséquent, les changements de sensibilité à l'œstradiol chez la femelle et à la testostérone chez le mâle sont le principal mécanisme responsable de la saisonnalité de la reproduction. Ces variations de sensibilité à l'œstradiol sont à l'origine d'un modèle expérimental très largement utilisé : la brebis ovariectomisée et traitée avec un implant sous-cutané délivrant une quantité constante d'œstradiol. Les concentrations plasmatiques de LH qui sont mesurées chez cet animal reflètent les modifications de sensibilité à l'œstradiol et sont parfaitement corrélées aux variations d'activité ovulatoire chez la femelle entière [71].

Ainsi, Chez le bélier Île-de-France le testicule pèse plus de 300g au mois d'Août (plein été) avec une bonne production spermatique [75]. Tandis que, chez certains mâles de race Vendéen et Texel, le pourcentage des spermatozoïdes anormaux peut atteindre 70% durant la saison d'été [76].

En revanche les béliers de races tropicales et subtropicales ne manifestent pas de variations saisonnières de leur activité spermatogénétique et comportementale [77].

2.1.2. Photopériode :

Les ovins originaires des zones tempérées manifestent d'importantes variations saisonnières de leur activité sexuelle. Chez les deux sexes, il existe une période d'activité sexuelle maximale qui s'étend, en général d'août en janvier et une période d'activité au minimum de février en juillet. Les variations se manifestent, chez la femelle, par l'existence d'une période d'anoestrus saisonnier et, chez le mâle, par une diminution de l'intensité du comportement sexuel, de la production spermatique en quantité et en qualité entraînant des baisses plus ou moins importantes de fertilité et de prolificité dans les troupeaux [78].

Chez les ovins, ces variations sont sous la dépendance des changements dans la durée de l'éclairement quotidien (photopériode) ; les jours courts sont stimulateurs de l'activité sexuelle et les jours longs inhibiteurs de celle-ci.

Chez les petits ruminants, le rôle de la photopériode a été clairement démontré par le transfert des animaux d'un hémisphère à l'autre, transfert qui provoque une translation de 6 mois de la saison de reproduction, et par l'inversion artificielle du rythme annuel des variations de la photopériode qui aboutit au même résultat [79]. Ce dernier auteur a pu préciser que les variations annuelles des températures n'ont pas ce rôle d'entraînement de l'activité sexuelle.

Les équipes ont joué un rôle prépondérant dans la mise en évidence de l'effet d'entraînement par la photopériode de l'activité sexuelle aussi bien chez les mâles [10] que chez les femelles [80] : l'utilisation de rythmes semestriels reproduisant en 6 mois les variations normalement annuelles de la photopériode provoque deux périodes d'activité sexuelle chaque année civile.

Les variations saisonnières de l'activité sexuelle chez le mouton dépendent des variations de la durée du jour. L'expression œstrale peut être déprimée par les photopériodes longues. Le maintien d'une activité spermatogénétique élevée est possible par l'utilisation de cycles lumineux courts. La mélatonine semble nécessaire pour la perception de la durée du jour et ses variations.

Chez le bélier, la mélatonine, administrée pendant la période de longues journées, stimule la croissance des testicules de la même manière qu'en journées courtes mais quand elle est administrée sur un bélier avec une circonférence scrotale maximale, elle n'empêchera pas la régression des testicules quand la photopériode croît. Parmi les facteurs environnementaux non photopériodiques susceptibles d'affecter la saison sexuelle, "l'effet bélier" reste le moyen le plus simple et le plus économique pour avancer le début de la saison sexuelle et synchroniser les saillies sans faire appel à une thérapeutique hormonale.

3.1.2.1. La mélatonine : une substance naturelle utilisable pour la maîtrise de la reproduction.

La mélatonine est une substance naturellement présente dans l'organisme de tous les mammifères et presque tous les vertébrés. Elle est synthétisée, principalement dans la glande pinéale, à partir du tryptophane et de la sérotonine, sous l'effet d'enzymes dont l'activité est commandée par la perception jour/nuit [81]. Synthétisée et sécrétée uniquement pendant la période nocturne, elle présente des concentrations dans le sang périphérique multipliées au moins par 50 à l'occasion du passage lumière/obscurité [82].

Cette sécrétion élevée se maintient pendant toute la période obscure. Elle s'arrête le jour suivant lorsque la lumière stimule à nouveau la rétine, puis les noyaux suprachiasmatiques et enfin la glande pinéale.

a) Utilisation :

Il existe de nombreux programmes lumineux qui visent à atteindre différents objectifs : améliorer la fertilité des brebis en contre-saison, avancer la saison sexuelle normale, préparer les béliers aux accouplements en contre-saison ou avancer la puberté des agnelles.

b) Traitement à la mélatonine :

Le message photopériodique qui stimule l'apparition ou l'arrêt de l'activité sexuelle est transmis à travers la glande pinéale qui le convertit en signal hormonal. Ce signal prend la forme d'un rythme circadien de sécrétion de la mélatonine [71]. L'utilisation de la mélatonine pour avancer le début de la saison sexuelle a été largement étudiée [83, 93] et a conduit à la fabrication d'une mélatonine synthétique [84, 94]. La libération continue de mélatonine par des

implants induit un effet des jours courts tout a fait comparable à celui obtenu par un apport particulier de mélatonine dans la nourriture ou par des photopériodes courtes [85].

L'application répétée d'un implant sous-cutané de mélatonine (350 mg) tous les 10 jours permet d'avancer le début de la saison sexuelle chez les brebis à condition qu'elles aient subi une période préalable de jours longs naturels ou artificiels [86]. Dans la région méditerranéenne l'utilisation de la mélatonine pour améliorer la fertilité de la lutte de printemps (février à avril) ait besoin de là des brebis sous régime lumineux artificiel simulant les jours longs pendant la période précédant le traitement [87].

c) Chez les béliers :

Comme la production spermatique et la qualité de la semence du bélier sont influencées par la photopériode, il faut bien préparer les béliers à des accouplements en contre saison.

Comparativement aux brebis, les béliers répondraient plus rapidement au traitement de photopériode. En pratique, on les placera sous le même traitement lumineux que les brebis (blocs de jours longs / jours courts), en prenant soin, cependant, de bien les isoler des brebis pour profiter de l'effet bélier lors de leur introduction avec les femelles. Une autre façon serait de faire alterner très rapidement les jours longs avec les jours courts, ce qui élimine les variations saisonnières de l'activité sexuelle des béliers. Les recherches ont montré que l'alternance entre 16 h/jour et 8 h/jour de lumière à tous les mois maintient la production spermatique des béliers et la qualité de la semence pendant toute l'année. Ce programme est celui utilisé par les centres d'insémination ovine [88].

3.1.2.2. Mécanisme d'action de la photopériode :

Le contrôle photopériodique de la reproduction est un système qui permet qu'un rythme circannuel de la mélatonine (variation périodique dans un cycle annuel complet) soit entraîné par un rythme circadien (d'une durée de 24 heures environ) de sa sécrétion, qui agit via un rythme circhoral (cycle biologique réglé par l'alternance du jour et de la nuit, il est plus précis que celui de circadien) d'activité du système hypothalamo-hypophysaire [88]. La lumière active les photorécepteurs rétiniens qui transmettent l'information via le noyau

suprachiasmatique et paraventriculaire, entre autres, puis par le ganglion cervical supérieur jusqu'à la glande pinéale ; celle-ci traduit le message neuronal en un message endocrinien sous la forme d'un rythme circadien de sécrétions de mélatonine. Pour contrôler l'activité de reproduction chez le mouton, la mélatonine agit sur l'hypothalamus pré mamillaire, au sein duquel elle se lie à des récepteurs spécifiques, puis stimule, environ 45 j après le début de l'imprégnation, l'activité pulsatile du couple GnRH-LH, lequel, à son tour, pilote l'activité gonadique, puis comportementale (Figure 2.9) [89].

Ce rythme de sécrétions détermine la capacité du système générateur de pulses de LH à répondre à la rétroaction négative de l'œstradiol. Les « jours longs » sont interprétés comme inhibiteurs, car ils s'accompagnent d'une sensibilité élevée du système nerveux à la rétroaction négative de l'œstradiol, induisant une inhibition de la fréquence des pulses de GnRH et de LH. Les « jours courts » sont interprétés comme stimulants, car la sensibilité du système nerveux à la rétroaction négative de l'œstradiol s'avère faible, et sont à l'origine d'une fréquence élevée de pulses de GnRH et de LH et donc de la reprise de l'activité sexuelle. Chez les mâles, c'est la sensibilité à la testostérone qui est responsable de la saisonnalité de la reproduction [90].

Les "jours longs" et "jours courts" entraînent des variations hormonales très importantes aussi bien chez les femelles que chez les mâles : les contenus hypophysaires de FSH et LH des brebis et des béliers soumis aux variations normales de la durée du jour, sont significativement plus faibles au printemps qu'à l'automne, en jours croissants qu'en jours décroissants [78]. Le nombre de pulses de LH varie de trois par jour en hiver, à six à neuf pendant la saison sexuelle des béliers [91]. Il a aussi été démontré que les taux plasmatiques de GnRH dans le sang porte hypothalamo hypophysaire souffrent de ces effets.

Ces changements hormonaux entraînent des variations physiologiques et comportementales. Chez des béliers Soay, une race primitive du nord de l'Écosse, la taille des testicules, la FSH et la testostérone plasmatique ainsi que l'agressivité et le comportement sexuel, atteignent leur maximum entre août et novembre (Figure 2.10) [92]. Chez les béliers Île-de-France, le poids testiculaire et la production spermatique varient de 200 g et 1 milliard de spermatozoïdes / jours en mars, à plus de 300 g et 5 milliards de spermatozoïdes par jour en septembre.

ORTAVANT et al. (1985) [69] ; AGUIRRE et al (2007) [93], en travaillant avec des béliers de race Pelibuey, ont remarqué que le volume testiculaire, la circonférence scrotale, la production spermatique, la réactivité sexuelle et les taux de testostérone, étaient plus faibles ($P < 0,05$) dans les « jours longs » que dans les « jours courts » chez les béliers dominants et subordonnés.

AVDI et al (2004) [94], en étudiant les béliers grecs de la race Chios et Serres, ont pu vérifier que le volume testiculaire était à son maximum dans les mois de juillet et août ; et à son minimum de février à avril ($P < 0,01$) ; et le nombre de montes, le temps de réaction à la première monte et à la première éjaculation, ont présentés des variations saisonnières, le maximum des montes a été observé en novembre pour la race Chios. Sachant que ce nombre de montes élevé a été remarqué par ROUGER (1974) [95] de septembre à novembre pour la race Île-de-France, et d'août à octobre pour la race Préalpes.

L'autre évidence de l'influence de la photopériode sur le comportement sexuel des béliers a été décrite par (MICKELSEN et al, 1982) [96], qui ont trouvé des indices de libido supérieurs de septembre à novembre pour les races Suffok, Lincoln, Columbia et Polypay. De même, les races Vendean et Textel ont présenté une fréquence et un volume d'éjaculats plus élevés à l'automne qu'au printemps [76].

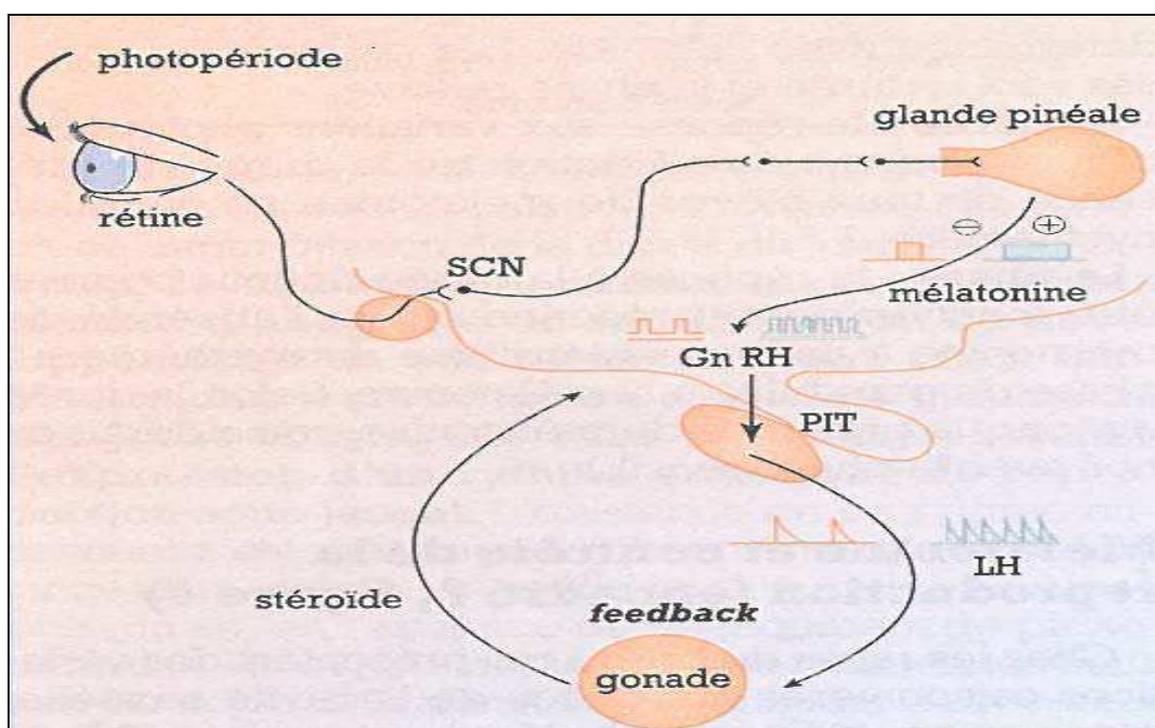


Figure 2.9 : Schéma de l'action de la photopériode sur l'axe hypothalamique-hypophysaire-gonadique [88].

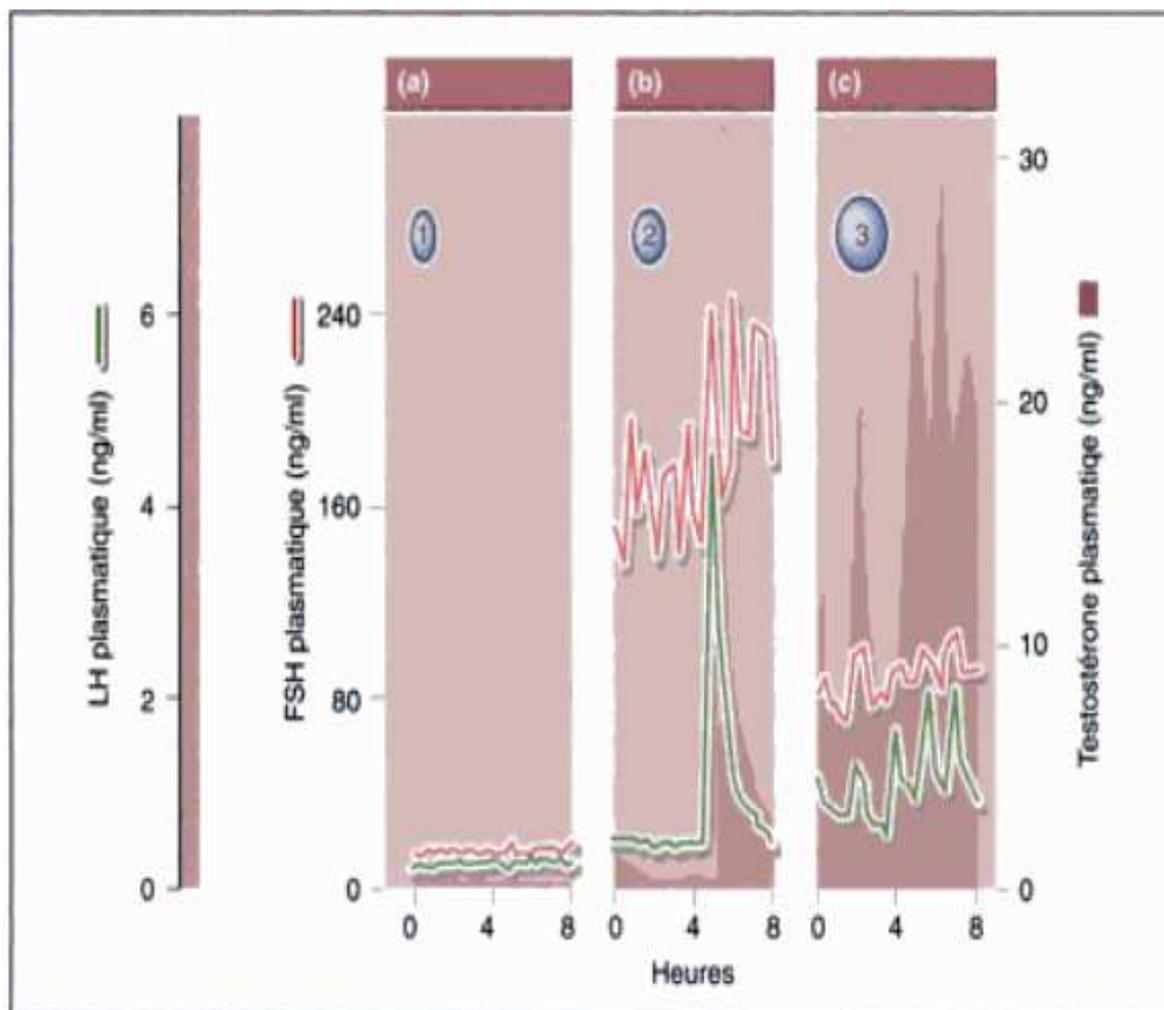


Figure 2.10 : Le cycle sexuel saisonnier du bélier Soay : Les modifications des concentrations plasmatiques de la FSH (en rouge), de la LH (en vert) et de la testostérone (ombrée) sont rapportées pour trois périodes de l'année (Figure 2.10). Le volume testiculaire est représenté en bleu à chacune de ces périodes: (a) dans la saison non procréatrice, lorsque les testicules ont complètement régressé et que les taux hormonaux sont tous bas ; (b) vers le début de la saison de reproduction où les testicules ont repris du volume et où les concentrations de FSH sont très élevées ; (c) pendant la saison de l'accouplement, lorsque des taux de testostérone très élevés reflètent une fréquence accrue des décharges pulsatiles de LH [97].

2.1.3. Effet thermique :

Dans toutes les espèces il existe une zone de confort thermique qui varie selon l'espèce, la race, la lignée et l'individu. Les températures en dehors de la zone de confort ont des conséquences physiologiques qui peuvent affecter la reproduction et le comportement sexuel.

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 [98] ont montré, en 1967, que des variations artificielles de la température n'altèrent pas celles de la reproduction annuelle des ovins. Chez les mâles, les stress thermiques peuvent toutefois avoir des effets adverses sur la libido, la production de semences, la qualité de la semence et la capacité fécondante [99]. En effet, COLAS (1980) [100] a montré que des températures de 29 °C à 30 °C pouvaient rapidement entraîner des altérations morphologiques de la semence de béliers. Il avait également observé qu'une exposition de seulement quelques heures par jour à ces températures, durant deux ou trois jours consécutifs, augmentait la proportion de spermatozoïdes anormaux. Par contre, cet effet n'était pas observable si l'exposition ne durait qu'une journée.

FOWLER (1984) [66] a noté une réduction de l'activité copulatoire chez les béliers de race Mérinos en Australie vers midi et il suggère que cette diminution peut être liée aux températures qui sont plus hautes.

CHENOWETH (1981) [101] a montré que les béliers de la race Border Leicester étaient moins actifs en été que les béliers de races Dorset Horn.

LINDSAY (1969) [102] a observé que les béliers Dorset Horn et Border Leicester exposés à une température ambiante de 43°C montraient une diminution de l'activité copulatoire tandis que ceux de la race Mérinos ne paraissaient pas être affectés.

Les mécanismes impliqués dans la relation entre température ambiante et comportement sexuel ne sont pas très bien connus. Néanmoins, l'influence de la température sur la production spermatique a été montrée sur plusieurs espèces [103] avec perturbation de la spermatogenèse et la spermiogenèse [104]. On peut penser qu'il en est de même pour la production de la testostérone.

En général, les moutons sont susceptibles d'un abaissement des capacités reproductrices pendant des périodes de forte chaleur (>33°C) et d'humidité élevée. En fait, l'élévation de la température corporelle pose des problèmes de reproduction. Ceci se produit le plus généralement suite à des augmentations de la température environnementale, mais, peut également se rencontrer lors d'un effort, d'une maladie, d'une fièvre ou de n'importe quel autre facteur qui élève la température du corps pendant une période assez prolongée.

Les augmentations de la température du corps peuvent abaisser le taux reproducteur chez les brebis en diminuant les taux d'ovulations et/ou la durée des cycles de chaleur ou en augmentant le taux des mortalités embryonnaires. Les béliers souffrant d'une hyperthermie prolongée peuvent être temporairement stériles pendant une période de 6 à 10 semaines [105].

Chez le bélier pour que la production normale de sperme se produise il faut que la température testiculaire (33°C) soit au-dessous de la température corporelle normale (39,5°C) [106]. Pour fournir le mécanisme de refroidissement nécessaire, le bélier possède de grandes glandes de sudation dans la peau du scrotum aussi bien qu'un système des muscles qui soulèvent ou abaissent les testicules dans le corps afin de régler la température. L'écoulement de sang aux testicules aide également à régler la température par un mécanisme d'échange thermique (plexus pampiniforme). La chaleur est transférée à partir des testicules au sang et est transportée à d'autres parties du corps pour la dissipation.

Si la température dans les testicules ne peut pas être gardée assez basse (plus de 38°C pour de longues périodes), la production du sperme viable sera affectée. Des stocks de spermatozoïdes entièrement développés sont moins affectés par rapport aux spermatozoïdes qui sont en voie de développement [107].

La température élevée a une action également sur l'épididyme par l'apparition des gamètes sans flagelles ou avec flagelles recourbés et enroulés [107].

En revanche le froid a une influence moindre que la chaleur sur la fertilité des béliers ; des températures proches du 0°C semblent avoir des actions sur les testicules par une diminution de la vascularisation du parenchyme entraînant une hypoxie des tissus ainsi que des effets néfastes sur la motilité du sperme [108].

2.2. Alimentation :

Les données qui montrent l'influence du niveau de nutrition sur le comportement sexuel (performance et/libido) ne sont pas toutes concordantes, néanmoins il semble être accepté que les animaux sous-alimentés présentent des niveaux de reproduction inférieurs par rapport aux animaux correctement nourris. La sous-nutrition peut entraîner des effets sur les taux circulants des hormones : selon (LAHLOU-KASSI et al, 1989) [109] les carences nutritionnelles provoquent

une diminution du niveau circulant de la testostérone et de la LH, chez le taureau et le bélier. (MONGET et al, 2001) [110] proposent l'hypothèse que la sous-alimentation agit en augmentant la rétroaction négative des stéroïdes au niveau hypothalamo-hypophysaire et/ou directement au niveau du système nerveux central. Chez le singe rhésus mâle adulte, une diète d'une journée freine significativement la sécrétion pulsatile de LH et Testostérone du fait d'une réduction de la sécrétion de la GnRH et les quantités de LH puis de testostérone sécrétées sont proportionnelles à la quantité de calories ingérées [110]. D'après ces auteurs un phénomène semblable pourrait exister chez l'homme.

L'effet de la sous-alimentation sur la vie reproductive des animaux est bien connu dans des régions soumises à des sécheresses régulières comme c'est le cas des régions semi-arides. Les animaux laissés sans supplémentation alimentaire humaine présentent une saisonnalité de la reproduction liée à la disponibilité en aliment. Le poids corporel est un facteur décisif pour le déclenchement de la puberté dans plusieurs espèces. Par exemple, chez les veaux mal nourris il a été trouvé un retard de la maturité sexuelle [111].

Si la sous-nutrition peut avoir des effets nocifs sur la vie reproductive, le surpoids est aussi cité comme source de difficultés de se reproduire [112, 113]. Chez les mâles, une croissance rapide des niveaux d'alimentation peut provoquer une baisse de la libido. Une étude réalisée en Floride a montré que des taureaux nourris avec des concentrés présentent une libido fortement réduite par rapport aux taureaux qui ont été nourris avec du fourrage.

En autre effet de la nutrition sur le comportement sexuel, qui est souvent citée, est l'action des substances dites aphrodisiaques. Une multitude d'herbes, aliments sont considérés aphrodisiaques surtout chez les hommes [114]. Par exemple, l'administration de 100 et 300 mg/Kg du poids corporel de l'ambrein, chez les rats, a augmenté le nombre d'érections en absence des femelles et aussi a augmenté le nombre d'intromissions et des flairages anogénitaux à la présence des femelles [115].

Enfin, beaucoup de questions persistent pour bien comprendre les mécanismes impliqués dans l'action des aliments et le niveau de nutrition sur le comportement sexuel des animaux. La maîtrise de la reproduction à partir de la

nutrition pourrait aider au développement de systèmes d'élevage plus performants, rentables et en accord avec les exigences du marché.

La nutrition a un effet direct et dramatique sur la taille des testicules, qui a un effet correspondant sur la production de sperme. Les béliers frôlant des pâturages de bonne qualité peuvent avoir des testicules avec une taille qui double pendant l'année (due à la qualité saisonnière du pâturage) [116].

En fait, la recherche a prouvé qu'une amélioration de prise alimentaire en protéine et en énergie pendant la période de deux mois avant la reproduction peut augmenter la taille testiculaire des béliers et la production spermatique suivante près de 100% [117].

En outre, les changements alimentaires affectent la taille testiculaire beaucoup plus rapidement par rapport au poids vif ou l'état général du corps, ce qui accentue l'importance de vérifier la capacité reproductrice des mâles avant leur mise en reproduction [118].

L'eau, l'énergie, les protéines, les minéraux et les vitamines sont nécessaires pour une reproduction normale. Ces nutriments sont les mêmes que ceux requis par les autres processus du corps.

Les minéraux et les vitamines jouent un rôle important dans la reproduction. Les effets des carences sévères sont, en général, bien connus. Cependant, il est difficile d'établir les effets à long terme de carences ou d'excès marginaux. De plus, il y a de nombreuses interactions entre les minéraux, surtout les micros minéraux.

Tous les minéraux (à l'exception du fer) et toutes les vitamines ont un effet direct ou indirect sur la reproduction.

L'alimentation constitue un facteur essentiel de fertilité. Les animaux obèses ont une libido diminuée ainsi qu'une moindre tolérance à la chaleur. Leur risque de lésions locomotrices se trouve également augmenté. Par ailleurs, chez ces béliers, la graisse peut s'accumuler au niveau du cordon testiculaire, interférant ce faisant avec son activité thermorégulatrice et augmentant ainsi le risque de dégénérescence testiculaire. De plus un régime riche en énergie pendant la phase de croissance des animaux reproducteurs contribue à réduire le périmètre scrotal. À l'inverse, une perte de poids excessive peut entraîner de

l'atrophie testiculaire et une diminution de la libido. Elle retarde également les moments d'apparitions de la puberté [117].

2.2.1. La protéine dans la ration et la fertilité :

L'effet de la protéine dans la ration sur la fertilité est complexe. En général, une quantité insuffisante de protéines dans la ration réduit le potentiel reproductif et la fertilité. L'excès de protéines peut aussi avoir des effets négatifs sur la fertilité. Cependant, parfois les hauts niveaux de protéines ont été associés à une amélioration de la fertilité. Les recherches ont révélé certains mécanismes qui expliquent l'impact des protéines sur la fertilité. Les effets suivants ont été démontrés:

- L'excès d'ammoniaque dans le rumen entraîne un niveau élevé d'urée dans le sang. À son tour, l'urée a un effet toxique sur le sperme, l'ovule et l'embryon.
- Le type et la quantité de protéines dans la ration peuvent influencer l'équilibre hormonal de la reproduction.

Le niveau sanguin de testostérone et de progestérone diminue en présence de hauts niveaux d'urée dans le sang [117].

2.2.2. Sels minéraux et Oligo éléments :

Les sels minéraux ne sont pas une source énergétique, mais ils sont indispensables à la vie. Ils sont présents en quantités importantes dans le corps, dont ils représentent 4% du poids. Comme le rein les élimine quotidiennement, l'alimentation doit en apporter chaque jour des quantités suffisantes.

Parmi eux, l'on distingue ceux dont les besoins sont grands, le sodium (sel), le potassium, le calcium, le fer, le magnésium et le phosphore (rôle important dans les réactions biochimiques lors de la spermatogenèse et du stockage des spermatozoïdes). Le sperme est très riche en minéraux, l'apport de ces derniers dans la ration en supplément devra être surveillé de près surtout pour l'apport phosphocalcique ; ainsi ils ont un rôle dans la croissance et le développement des organes génitaux.

Les principaux oligoéléments sont le zinc, le cobalt, le cuivre et le manganèse.

2.2.3. Vitamines :

Il existe dans la nature un grand nombre de vitamines dont beaucoup ne sont pas encore répertoriés. On en dénombre actuellement 13 qui sont classées en deux catégories selon leur solubilité.

- **Les vitamines liposolubles :** Ce sont des vitamines solubles dans les graisses. Il s'agit des vitamines : A, D, E, K. Ces vitamines ont la particularité de s'accumuler dans les divers organes du corps, en particulier le foie constituant des réserves qui peuvent être de plusieurs mois. Il est donc prudent de ne pas les consommer en excès.

- **Les vitamines hydrosolubles :** Ce sont des vitamines solubles dans l'eau. Il s'agit des vitamines : C, B1, B2, B3 ou PP, B5, B6, B8 ou H, B9 et B12. Ces vitamines s'accumulent moins dans le corps que les vitamines liposolubles, car elles sont en partie éliminées par les urines. Il est donc nécessaire d'en consommer quotidiennement.

2.3. Rôle social :

2.3.1. Structure sociale et reproduction :

2.3.1.1. L'influence de l'environnement social pendant le développement et l'âge adulte :

L'environnement social dans le jeune âge peut influencer le comportement sexuel dans l'âge adulte notamment le choix du partenaire sexuel. Trois études illustrent cet effet. Si des agneaux sont élevés dès la naissance par des chèvres ou des chevreaux par des brebis, à la puberté les mâles préféreront des partenaires sexuels semblables à l'espèce qui les a élevés [119], même si après le sevrage, ils ont été élevés avec des congénères de la même espèce [120].

L'exposition précoce de jeunes béliers (à l'âge de 8-10 mois) à des brebis rend ces béliers sexuellement plus actifs à l'âge de deux ans que des mâles élevés seulement avec d'autres mâles [121, 122]. Les agneaux élevés seulement avec d'autres agneaux auront un taux de préférences pour un partenaire mâle beaucoup plus élevé que les agneaux élevés dans un groupe mixte [123].

À l'âge adulte l'environnement social peut aussi influencer l'activité sexuelle des mâles, par exemple, le fait de changer la femelle stimuli provoque chez le

bélier une reprise d'activités plus rapides après éjaculation et une augmentation du nombre d'éjaculations. D'autres effets peuvent aussi avoir une influence positive sur la performance et la libido des mâles : l'augmentation du nombre de femelles disponibles pour l'accouplement et l'addition d'un ou plusieurs autres mâles provoque un effet accélérateur du comportement sexuel chez le mâle, mais l'effet peut être inverse si l'on mettrait un mâle subordonné avec un dominant [124].

2.3.1.2. Dominance sociale :

Lorsqu'il existe des relations stables de dominance de subordinations entre les mâles, le dominant a un accès préférentiel aux femelles réceptives. La compétition peut donner lieu à des combats spectaculaires surtout lorsque des mâles étrangers sont impliqués. Les subordonnés peuvent être exclus et le groupe devient alors un harem permanent ou temporaire.

Toutefois, dans un cas comme dans l'autre, l'existence d'une dominance n'aboutit pas nécessairement à une exclusion complète des mâles subordonnés. Les variations dans les niveaux d'agressivité/tolérance des dominants, le degré de synchronisation de la réceptivité chez les femelles et leur dispersion dans l'espace, sont autant de facteurs qui peuvent permettre un accès des mâles subordonnés à la reproduction.

Quelques éleveurs préfèrent employer un bélier par groupe de brebis. Si un ensemble de béliers sont employés, le plus ancien dominera le plus jeune et peut empêcher le mâle le moins dominant de s'accoupler. Les béliers peuvent combattre en dépendant des brebis en chaleur [125].

Il sera plus difficile de détecter les béliers stériles dans des situations de multi pères. Dans les grandes bandes, les accouplements de multi pères sont habituellement nécessaires. D'autre part, les accouplements de simples pères courent un risque de bas taux de conception ou d'une saison prolongée d'agnelage si un bélier avec une fertilité ou une libido réduite est employé.

2.3.1.3. Prise de contact des partenaires :

Le comportement sexuel comprend une série d'étapes successives. Chacune implique un état motivationnel, une communication entre les partenaires et des réactions physiologiques coordonnées.

La réceptivité sexuelle de la brebis est limitée dans le temps et correspond à un état physiologique particulier d'œstrus. La prise de contact des partenaires repose soit sur l'émission active ou passive de signaux spécifiques qui rendent la femelle attractive pour le mâle, soit sur une activité de recherche sélective de sa part ou perceptivité [35].

Des modifications anatomiques comme la turgescence de la peau sexuelle, des émissions sonores ou des postures spécifiques sont des indications de l'état physiologique de la femelle. Cependant, l'olfaction joue un rôle très important : des phéromones agissantes comme attractants sexuels pour les béliers ont été mises en évidence [126].

La recherche du mâle par la femelle réceptive, bien que moins évidente, joue un rôle très important. Lors de l'œstrus, l'activité motrice et exploratoire augmente considérablement.

L'orientation du bélier reste relativement imprécise. Sexuellement motivé, il a une activité motrice intense, mais il semble prendre contact avec toute brebis qu'il peut approcher, sans discriminer très efficacement celle qui est réceptive. Au contraire, l'orientation de la femelle vers le partenaire sexuel se révèle beaucoup plus performante. De plus, contrairement au cas du mâle, cette orientation ne nécessite pas d'apprentissage préalable.

2.3.1.4. Effet des partenaires sur le comportement sexuel :

Le bélier est particulièrement sensible aux effets de l'environnement sur la réactivité sexuelle, pour l'inhiber parfois, mais aussi pour en stimuler la mise en œuvre. Ainsi, l'accroissement du délai séparant des accouplements successifs avec une même femelle pourrait être interprété comme résultant de l'évolution physiologique d'un mécanisme interne. Cependant, la présentation d'une nouvelle congénère réceptive induit une reprise intense de l'activité copulatoire.

Tout se passe comme si la capacité stimulante d'une femelle diminuait au cours de séquences copulatoires successives. Une modification, même banale, de l'environnement renouvelle la réactivité du mâle (changement de lieu, mouvements, etc...) [34].

2.3.2. L'effet du mâle (effet du bélier) :

Il faut noter que certaines brebis qui ne cyclent pas et n'ont aucun contact avec des béliers peuvent être stimulées à débiter l'ovulation par l'introduction soudaine des béliers. Ces derniers produisent une substance chimique appelée " phéromone ", dont l'odeur stimule le déclenchement du cycle œstral. Quand les brebis et les béliers sont en contact constant et permanent (vue ou odeur) les phéromones sont beaucoup moins efficaces à induire l'ovulation [125].

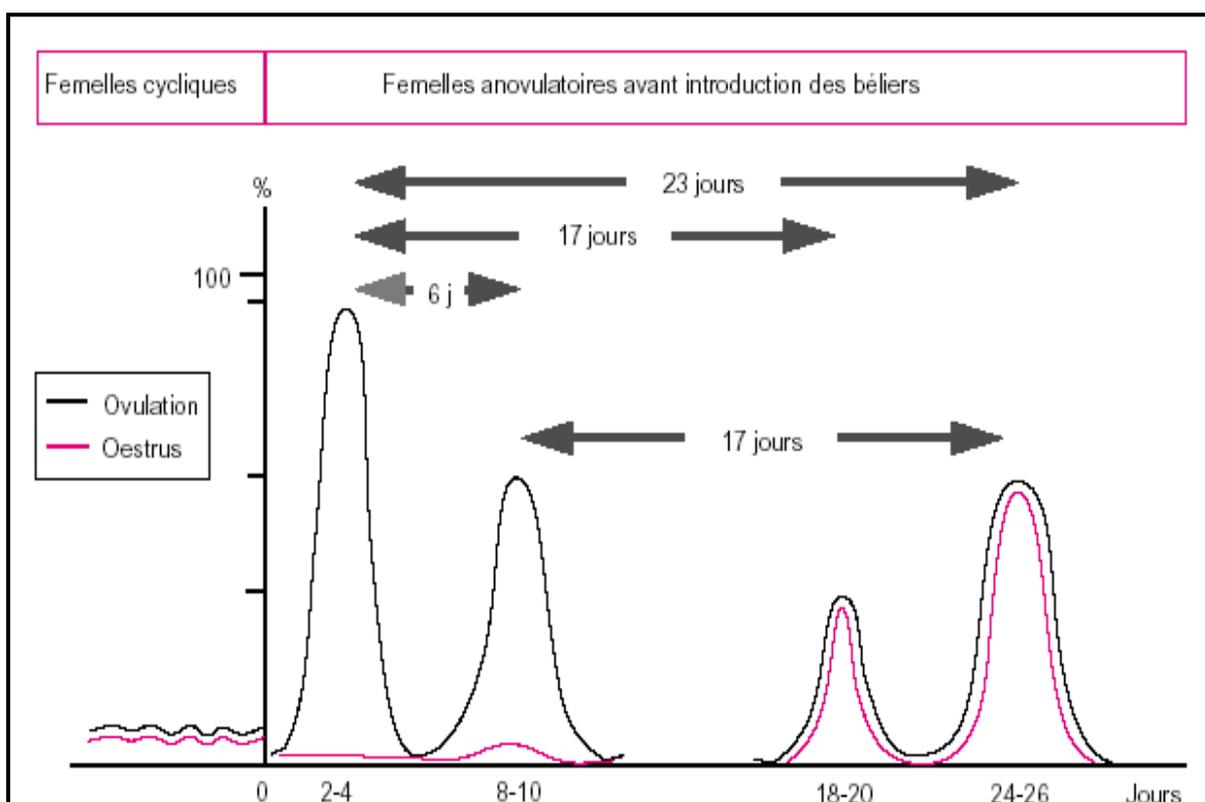
L'introduction des béliers dans un groupe de brebis en anœstrus anovulatoire induit dans les 2 à 4 jours une ovulation silencieuse, c'est-à-dire non associée à un comportement de chaleurs, suivie :

- Soit par un cycle ovulatoire de durée « normale » (voisine de 17 jours) puis d'une nouvelle ovulation associée à un comportement de chaleurs.
- soit par un cycle ovulatoire de durée courte mais constante (6 jours) suivie d'une nouvelle ovulation silencieuse puis, après un cycle ovulatoire de durée normale, par une nouvelle ovulation associée à un comportement d'œstrus (Graphe 2.3).

Il en résulte que les premières chaleurs apparaissent très tardivement chez les femelles dont l'activité sexuelle est induite par l'introduction des béliers, ce qui se traduit par deux pics d'activité sexuelle situés environ 18 à 20 jours et 24 à 26 jours après l'introduction des béliers. Les brebis non gravides reviennent normalement en œstrus sauf si l'anœstrus est intense au moment attendu de ces retours (plus de un mois après induction de la première ovulation) [127].

Les brebis qui ne font pas de cycle, ovulent 3 à 4 jours justes après l'introduction des mâles. La première ovulation signifie une chaleur silencieuse, qui ne peut pas être détectée par les béliers.

La grande valeur de l'effet du mâle est dans la synchronisation de l'activité sexuelle. Un grand nombre de brebis ovulent, conçoivent et agnellent plus tard sur une période courte et dans des éclats concentrés. Ceci maximise des taux de conception de se joindre, d'augmenter l'efficacité de la commande prédatrice et d'autres procédures de gestion d'agnelage, de s'assurer que les agneaux sont d'une taille plus égale à l'inscription [128].



Graph 2.3 : Représentation schématique de la réponse à l'effet mâle chez la brebis [129].

2.3.2.1. Utilisation :

Les périodes de repos sexuel limitent l'efficacité de la reproduction chez les ovins. Différentes techniques faisant appel à des traitements hormonaux, associés ou non à des traitements lumineux, peuvent être utilisées pour contrôler le moment de la reproduction dans un troupeau. Une méthode alternative, sans utilisation d'hormones, peut également être appliquée avec succès, dans certaines conditions.

"L'effet bélier" est utilisé, soit pour avancer le début de la saison sexuelle, soit pour rompre l'anœstrus postpartum ; L'introduction de béliers entiers ou de leurs substituts (mâles castrés et traités aux stéroïdes, femelles traitées aux androgènes, ou odeur des béliers) dans un troupeau de femelles non cyclées induit l'ovulation chez la grande majorité des brebis [127]. Cet effet est d'autant plus marqué que l'on se rapproche du début de la saison sexuelle. Le stimulus du mâle induit une accélération des décharges pulsatiles de LH conduisant à un pic préovulatoire et donnant lieu à l'ovulation 48 heures environ après la mise au mâle [130].

2.3.2.2. Réponse à "l'effet bélier" en fonction de la saison :

La mise au bélier de brebis Sardi en début mai (période où normalement le pourcentage des femelles cyclées est de 40%) a induit l'expression œstrale chez 80% des femelles. Il y a donc induction de l'ovulation et de l'œstrus par "l'effet bélier" chez 67% des femelles non cyclées. L'analyse de la distribution des saillies des brebis Sardi révèle 2 pics de saillies centrés autour du 17 j et des 25 j après la mise au bélier. Des observations similaires ont été rapportées chez la race Barbarine [131], et pour cette race il a été démontré que les femelles en œstrus à 25 j avaient un cycle court (6-7 j), commençant 2 j à 3 j après la mise au bélier.

La suppression des cycles courts par l'administration de progestérone (20 mg) au moment de la mise au bélier permet une meilleure induction et synchronisation de l'ovulation et des saillies vers le jour 19 au milieu de la saison sexuelle, alors que l'ensemble des femelles est cyclé [127].

2.3.2.3. Effet de la race du bélier :

Pour la lutte de Mai/Juin (début de saison sexuelle de brebis Sardi), le bélier D'man a induit l'ovulation et l'œstrus chez 90% des femelles Sardi jusqu'à 17j. Alors que ce pourcentage n'est que de 27% en présence d'un bélier Sardi. Le bélier D'man produit un "effet mâle" significativement plus marqué que le bélier Sardi. Ce résultat pourrait être mis à profit en utilisant un bélier D'man vasectomisé pour synchroniser les saillies des femelles Sardi.

2.3.2.4. Réduction de l'intervalle entre agnelages par "l'effet mâle" :

L'utilisation de "l'effet bélier" pour réduire l'ancœstrus postpartum a été testée sur des brebis de race Barbarine. Les résultats obtenus sont encourageants puisque 90 à 100 % d'ovulations induites ont été obtenus chez des femelles non cyclées mises aux béliers 25 à 35 jours après la mise bas. Cependant, à 15 jours du part, l'introduction des béliers n'a induit que 70% d'ovulations, suivis dans 71% de cas par des cycles courts [131].

2.4. Race :

L'influence de la race sur l'activité sexuelle des mâles a été bien étudiée chez les taureaux, les béliers et les boucs. Néanmoins, des nombreux travaux

montrent une différence de niveau d'activité sexuelle entre races ou lignées dans la plupart des espèces.

Des variations de la performance et de la libido peuvent être trouvées selon la race : chez les béliers il a été constaté que les reproducteurs de la race Southdown ont copulé plus que ces de la race Romney Marsh [101] ; les béliers Finnish Landrace ont une libido supérieure à celle présentée par ces de la race Blackface. (SIMITZIS et al, 2006) [132] ont observé que les béliers Chios ont montré plus d'intérêt pour les femelles que les béliers Karagouniki.

2.5. Age et puberté :

2.5.1. Puberté :

La puberté est l'âge auquel les organes reproducteurs deviennent fonctionnels et les caractéristiques sexuelles secondaires sont développées. La plupart des agneaux atteignent la puberté entre 5 et 7 mois d'âge avec 50 à 60 % de leur poids de maturations (Tableau 2.1). Le début de la puberté est affecté par la race, nutrition et la saison de naissances. Les agneaux élevés sur un bas plan de la nutrition peuvent ne pas atteindre la puberté jusqu'à ce qu'ils soient de 12 mois d'âge [133].

Généralement, le jeune bélier est apte à féconder des femelles vers l'âge de 9 mois, mais cela varie considérablement selon l'individu, la race, l'alimentation et la saison de naissances. Le début de la production de spermatozoïdes fertiles semble davantage relié au développement du poids corporel de l'animal qu'à son âge, puisqu'elle débute lorsque le jeune bélier atteint environ 50% à 60% de son poids adulte [134].

Tableau 2.1 : Le poids minimum des agneaux utilisés pour la reproduction à la puberté [133].

Poids corporel d'un adulte (kg)	Poids corporel à la puberté en kg (50-60% du poids de l'adulte)
68,04 kg	40,82 kg
90,72 kg	54,43 kg
113,40 kg	68,04 kg
136,08 kg	81,65 kg

En règle générale, les béliers atteignent la puberté vers l'âge entre 8 à 9 mois. Cependant, afin de ne pas nuire au développement et à la croissance du jeune bélier, il est recommandé de ne pas l'utiliser pour la reproduction avant l'âge entre 12 à 14 mois. Par ailleurs, la durée du jour stimule ou ralentit le développement des organes reproducteurs selon qu'elle est favorable (durée du jour décroissante/automne) ou défavorable (croissante/été). Ainsi, un agneau mâle né en décembre ou en janvier pourrait être utilisé modérément vers le mois de septembre (8 à 9 mois) alors qu'un agneau né en octobre ne peut être utilisé avant l'automne suivant, soit vers l'âge d'un an [133].

Donc, la puberté, c'est le moment où le bélier devient capable de se reproduire (saillie et émission de spermatozoïdes fécondants en nombre suffisant). Comme chez l'agnelle, l'expression de la puberté sera influencée par la saison au cours de laquelle cet âge est atteint.

Les premières saillies peuvent être très précoces, mais ce n'est qu'à l'âge de 18 mois que les béliers présentent une fécondité acceptable [135].

2.5.2. Age :

L'âge de l'animal est important, et même crucial pour la survie et la performance reproductive, car elle affecte les stratégies reproductives individuelles. D'après ANGELIER et al. (2006) [136], chez les vertébrés, la survie et la performance reproductive augmentent généralement avec l'âge, admet une stabilisation à l'âge mûr, puis décline lors de la vieillesse. Cette baisse est appelée sénescence. Selon BALTHAZART et FABRE-NYS (2001) [47] dans la plupart des espèces, l'expérience a peu d'effet sur la phase consommatoire du comportement sexuel. Par contre, elle peut modifier considérablement, à la fois chez le mâle et chez la femelle, la phase appétitive, c'est-à-dire sa capacité à repérer un partenaire et à engager un comportement de cours.

L'étude des effets de l'âge et de l'expérience sur le comportement sexuel des animaux d'élevage s'avère fondamentale pour permettre aux éleveurs de choisir le bon moment pour introduire les jeunes animaux à la vie reproductive, celui qui est pour arrêter de les employer quand ils vieillissent. Ces données sont des outils favorables au bon développement de pratiques d'élevages plus performantes, et plus respectueuses du bien-être animal.

Chez les béliers, l'expression du comportement sexuel commence très tôt [137]. Néanmoins, ces manifestations sexuelles sont timides, hésitantes au départ. Peu à peu l'intérêt du mâle pour la femelle se développe de telle façon qu'à l'âge de 24 semaines, la collecte de semence est possible [137] et à l'âge de 7 mois, ils sont déjà capables de réaliser l'accouplement [123]. Mais les producteurs ne commencent leur utilisation qu'à partir de l'âge de 2 ans [138].

Bien que la puberté sexuelle se manifeste à un très jeune âge, le comportement sexuel comprend d'autres enjeux, comme, par exemple, la préférence des femelles. Elles préfèrent des béliers plus mûrs : en présence de béliers très jeunes (8 mois) et des béliers de 2 ans, leur préférence se porte sur ceux de 2 ans [139]. Néanmoins, il ne semble pas que ce choix dépende de l'expérience préalable du bélier, car mises en présence de béliers âgés (> 8 ans) et de béliers de 2 ans, elles préfèrent les jeunes de 2 ans [140].

La plupart des études réalisées pour analyser l'effet de l'âge sur le comportement sexuel du bélier sont des comparaisons entre des béliers très jeunes (7-15 mois), jeunes (18 mois à 2 ans) et adultes (3 ans ou plus) et concernent leurs performances sexuelles. Les études comparant les comportements liés à la libido sont très rares. Les résultats de ces études montrent de façon générale que le taux d'éjaculation et la proportion de femelles gestantes des très jeunes et jeunes béliers, est inférieur à ceux des béliers adultes [141]. Néanmoins, PRICE et al. (1991) [138] n'ont pas constaté de différence de performance sexuelle (nombre d'éjaculations) entre des béliers de 8 à 9 mois et 20 mois d'âge, ni chez les novices, ni chez les expérimentés.

La plupart des béliers sont capables de saillir dès l'âge de 8 mois, parfois plus tôt. Les capacités reproductrices sont maximales entre 2 et 6 ans, et déclinent progressivement à partir de 7 ans. Les mâles choisis pour la lutte doivent donc être âgés de plus de 18 mois. Lorsque cela est possible, il est préférable de choisir des animaux dont la fertilité est connue [138].

Plusieurs travaux font référence à l'effet de l'expérience, mais dans beaucoup d'entre eux il est impossible de dissocier l'effet de l'âge de celui de l'expérience. À peu près un tiers des béliers sexuellement naïfs, lorsqu'ils sont exposés pour la première fois à des femelles en chaleur, se montre inactifs [123].

Mais l'exposition continue ou intermittente de ces béliers à des femelles fait que la plupart deviennent actifs [138]. L'exposition de jeunes béliers (7-8 mois) à des brebis en chaleur exerce un effet bénéfique sur leur performance sexuelle quand ils auront 16-19 mois [122].

L'effet délétère de la sénescence sur le comportement sexuel a été montré dans plusieurs espèces. Chez les ovins, a été observée chez les mouflons de montagne au Canada, élevés librement et sans l'interférence humaine, une corrélation positive et significative de l'âge pour le succès de l'accouplement. Les mouflons les plus âgés (9 à 15 ans) sont ceux qui ont le plus copulé et ont la plus grande descendance sur une période donnée [142]. Tandis que pour les producteurs français le potentiel maximal d'un bélier s'exprime entre 1,5 et 5 ans [143].

Ces données renforcent l'importance de réaliser des observations relatives à l'influence de l'âge sur le comportement sexuel du bélier. Aucun travail scientifique, à ma connaissance, ne fournissant de données précisant l'effet de l'âge sur les comportements consommatoire et motivationnel du bélier Île-de-France.

3. CIRCONFERENCE SCROTALE :

La circonférence scrotale (c'est la largeur des testicules au point le plus large) devrait être mesurée en tant qu'elle donne une bonne indication des capacités de reproduction des béliers. La production de sperme est directement corrélée avec la largeur testiculaire. La circonférence scrotale varie selon la saison et le poids corporel. Chez l'espèce ovine des béliers adultes de plus de 02 ans et qui ont une circonférence scrotale de moins de 31 centimètres ne doivent pas être employés dans la reproduction [105].

En mesurant la circonférence scrotale il est important que les deux testicules soient entièrement descendus dans la bourse scrotale.

Certains auteurs supposent que les béliers qui présentent des diamètres testiculaires plus larges peuvent s'accoupler avec les brebis les plus prolifiques.

(LAND et ROBINSON, 1985) [144] ont constaté que les béliers de races ovines les plus prolifiques ont tendance à avoir un développement testiculaire plus précoce et plus rapide par rapport aux races non prolifiques.

4. LIBIDO :

La forte capacité à saillir des brebis est très variable parmi les béliers et peut avoir un impact important sur la production des moutons.

La libido est le désir d'un mâle de s'accoupler, elle est directement réglée par le dégagement de la testostérone. Certaines races ovines, juste après la puberté, montrent une libido presque sans interruption durant toute l'année avec quelques variations selon la saison, l'alimentation et d'autres facteurs interne et externe [125].

Certaines études ont prouvé que jusqu'à 15 % de béliers (moyenne entre 8 et 10 %) sont homosexuels et refusent de s'accoupler avec les brebis. À la différence des mâles hétérosexuels, les béliers homosexuels ne montrent pas une monte subite une fois exposés aux brebis en œstrus, ces recherches ont montrées également qu'ils ont une capacité réduite pour la synthèse de la testostérone [125].

Une sous alimentation affecte la production du sperme ainsi qu'une baisse marquée de la libido, les béliers qui perdent rapidement leur poids sont le plus susceptibles d'être affectés. D'autre part, les sujets gras peuvent également montrer une activité sexuelle réduite, en particulier durant les moments de fortes chaleurs.

L'activité sexuelle d'un bélier diminue avec l'avancement de l'âge de vieillissements, une fois que ces mâles dépassent sept ans d'âge leur fertilité s'abaisse, et la libido est en régression. Cela est généralement dû aux conditions physiques et sanitaires telles que la brucellose et les arthrites qui s'accroissent avec le temps [105].

4.1. Niveaux d'expression de la performance et de la libido :

Dans leur revue SACHS et MEISEL, (1988) [51] présentent plusieurs résultats sur la relation entre le niveau de testostérone et les niveaux d'activité sexuelle chez le mâle de différentes espèces (cochons d'Inde, rat, singe et humain), et concluent à une absence de corrélations entre le niveau de Testostérone et la performance sexuelle. Dans plusieurs espèces, certains mâles n'expriment pas de comportement sexuel (inactifs), alors qu'ils ne présentent pas d'anomalies testiculaires et que leurs niveaux de testostérone sont normaux.

C'est le cas par exemple des béliers chez qui le taux de testostérone et d'œstradiol ne diffère pas entre les animaux actifs et inactifs [55, 145]. De même, les concentrations de Testostérone après injections de LHRH étaient les mêmes entre les béliers classés de haute performance et les béliers classés de faible performance [146]. Ainsi, en effet, les niveaux basaux des androgènes ne peuvent pas être responsables de la faible expression de la libido chez les béliers [145].

Selon ROSELLI et al., (2002) [145] les différences du comportement sexuel chez les béliers sont dues à des différences dans le système nerveux central. À l'appui de cette thèse, ils citent les données d'ALEXANDER et al, (1993), PERKINS et al. (1995) et RESKO et al. (1996) [147, 148, 149] qui ont montré que les béliers présentant une faible libido vis-à-vis des femelles ou une préférence pour des partenaires du même sexe avaient moins des récepteurs d'œstradiol dans l'amygdale et une activité aromatasase diminuée dans l'aire préoptique ou l'éminence médiane.

L'ensemble de ces études nous amène à penser que l'identification de l'origine des différences individuelles de libido et de performance passe par la connaissance des structures cérébrales impliquées. Malgré cela, les études sur les structures centrales impliquées dans le comportement des animaux ayant une expression sexuelle différente (haute x faible libido) sont rares.

5. GESTION DES BELIERS :

Un bélier risque de perdre jusqu'à 15% de son poids corporel pendant la saison de monte naturelle. En revanche, les mâles doivent être en bon état corporel au moment de la reproduction (état d'embonpoint 3 à 4) : les sujets minces peuvent être en difficulté durant l'accouplement, alors que pour les sujets gras, ils peuvent être trop paresseux pour saillir et leur fertilité peut être affectée pendant les périodes de fortes chaleurs.

Les béliers reproducteurs doivent être tondus, contrôlés, déparasités, vaccinés et traités de toutes pathologies et doivent avoir surtout un appareil locomoteur bien équilibré, tout en recevant un bon programme alimentaire de Flushing pendant et avant la saison de monte naturelle (de 2 à 4 semaines de préférence).

5.1. Adéquation entre le nombre de béliers et de brebis :

Chez le mâle, l'âge à la première saillie varie entre 1,5 et 2 ans [15]. Un régime de 6 saillies par jour pendant 6 jours n'est pas préjudiciable à la fertilité des béliers en monte naturelle.

En période de lutte naturelle, le ratio bélier/ brebis varie entre 1/20 et 1/30 en station expérimentale. Il est plus élevé (environ 1/40 à 1/50) en élevage traditionnel [150].

Dans un troupeau ovin le nombre de brebis qu'un bélier peut saillir lors d'une saison de monte entre 34 et 51 jours change selon l'âge et l'expérience de ce mâle, de la nature et de la superficie du pâturage, et du nombre de brebis qui sont en chaleurs en même temps [150].

Les mâles sont capables de saillir toute l'année, mais ils présentent en contre saison (lorsque les jours sont longs) une baisse de libido. Pour cette raison, on prévoira en contre-saison 01 bélier pour 30 brebis ou 20 antenaises. En revanche, en pleine période d'activité sexuelle, 01 bélier pour 50 brebis ou 30 antenaises est suffisant. Le nombre de femelles sera diminué si le bélier est jeune ou inexpérimenté [150].

Si un programme de synchronisation de chaleurs des femelles est effectué, plus de mâles sont donc nécessaires.

Tableau 2.2 : Bélier recommandé par rapport au nombre de brebis [151].

Bélier adulte	1/35 jusqu'à 1/50
Jeune bélier	1/15 jusqu'à 1/30
Accouplements synchronisés	1/5 jusqu'à 1/10

CHAPITRE 3

EVALUATION DE L'ACTIVITE SEXUELLE DU BELIER.

Plusieurs études évaluant les effets de la saison sur la reproduction des béliers montrent des variations saisonnières concernant la libido [152, 153], la concentration plasmatique de la testostérone [11, 154, 155, 91], la circonférence scrotale (CS) [156, 154, 157, 158, 159] et la quantité ou la qualité de la semence [159, 4, 8].

1. LE COMPORTEMENT SEXUEL DES BELIERS :

Le comportement sexuel joue un rôle prépondérant dans les performances d'un troupeau, car c'est lui qui, avec les processus physiologiques, conditionne la capacité d'une espèce à se reproduire, donc à assurer sa survie. De plus c'est probablement le comportement pour lequel une bonne observation par l'éleveur peut avoir le plus d'effets bénéfiques pour le troupeau.

On entend par comportement reproducteur l'ensemble des comportements qui apparaissent en relation avec les mécanismes de la reproduction. On le divise généralement en trois groupes :

- ✚ Le comportement sexuel est la résultante, chez les animaux des 2 sexes, des séquences comportementales qui conduisent à l'accouplement et au dépôt de la semence dans les voies génitales de la femelle, ce qui permet la fécondation.
- ✚ Le comportement maternel auquel on peut joindre le comportement d'agnelage est le comportement par lequel une brebis adopte un ou plusieurs jeunes et, à leur égard, diverses manifestations qui permettent leurs survies et leurs développements.
- ✚ Le comportement néonatal est généralement défini comme étant l'ensemble des comportements qu'effectue un agneau entre sa naissance et son sevrage.

Les conséquences d'une absence ou d'une insuffisance du comportement reproducteur sur les performances des animaux sont multiples. La fertilité du

troupeau dépend de la capacité des béliers et des brebis à exprimer leur comportement sexuel. Un bélier montrant un comportement insuffisant ou excessif peut être à l'origine d'une proportion élevée de femelles non gestantes ou d'un allongement excessif de la période de mise bas. Une femelle montrant des ovulations tranquilles (absence de chaleurs) n'est pas fécondée. L'absence de comportement maternel ou l'apparition d'anomalies de ce comportement condamne à mort le ou les jeunes sans intervention humaine. Chez l'agneau, l'absence de comportement néonatal et notamment l'impossibilité de téter ou des anomalies comportementales, comme l'éloignement de la mère, conduisent aussi à la mort [160].

Pour que la fécondation ait lieu, un mammifère mâle doit émettre sa semence contenant les spermatozoïdes à l'intérieur du vagin de la femelle. Certains mâles sont toujours prêts à s'accoupler, quelle que soit la saison, cet accouplement n'étant possible finalement qu'en fonction de la réceptivité de la femelle. Certains autres ne sont sexuellement actifs qu'à un moment de l'année, à la même saison, pendant quelques jours seulement. En fait, en dehors de cette période, les testicules régressent et ne produisent que peu de testostérone [160].

1.1. Description :

Le comportement sexuel est fondamental dans le processus de la multiplication et la perpétuation des espèces dites sexuées. Un comportement anormal, comme par exemple, l'incapacité à pénétrer une femelle, l'inactivité sexuelle traduite par le manque de réaction sexuelle vis-à-vis d'un partenaire sexuel, une faible libido qui est révélée par un intérêt diminué pour le partenaire sexuel ou une préférence exclusive pour un partenaire du même sexe, peut compromettre la reproduction et, par conséquent, la survie de l'espèce. Le succès de la reproduction dépend donc de la réalisation de l'acte sexuel qui dépend de la volonté des deux partenaires de s'accoupler et de la réalisation correcte des actes mécaniques (postures) de la part du mâle et aussi de la femelle.

Le comportement sexuel mâle, des mammifères et des oiseaux, se caractérise par une séquence d'actes moteurs qui peuvent être répartis en différentes phases. Ces actes moteurs commencent déjà à s'exprimer depuis l'âge infantile étant présents dans des « jeux » entre des partenaires du même sexe ou de

sexe opposé. À la puberté ces comportements se manifestent non plus comme des « jeux infantiles », mais comme un comportement reproducteur induit chez les mâles en réponse aux stimuli sexuels émis par le partenaire sexuel.

Chez le bélier espèce considérée comme un excellent modèle pour les recherches comportementales et sur laquelle nous avons réalisé nos observations, l'étude descriptive du comportement sexuel, a débuté dans les années 60 par HAFEZ, HULET et BANKS. Ces auteurs ont fait une description et une quantification des actes moteurs réalisés pendant la parade sexuelle et l'accouplement [161, 162, 163,164]. Ces travaux ont été suivis par d'autres qui ont aussi décrit la séquence de comportement sexuel des ovins, mais se sont particulièrement intéressés aux facteurs qui affectent la satiété sexuelle [152, 164]. Dans les années 70 le thème prédominant de ces études était l'influence du comportement d'accouplement sur la reproduction du troupeau. Les travaux de ROUGER (1974) [95] et d'ORGEUR (1982) [165] sont les premiers et les seuls qui décrivent la séquence du comportement sexuel chez les béliers de la race Île-de-France. Par contre, ces deux travaux n'analysent le comportement des béliers que vis-à-vis des femelles.

Le comportement sexuel du bélier et de la brebis n'apparaît qu'au moment de la puberté même si on peut observer chez les jeunes des comportements de monte qui font partie du comportement de la prépuberté.

Après la puberté, ce comportement est totalement différent entre le bélier et la brebis. Chez le bélier il est normalement toujours présent et dure pendant le reste de la vie, même si chez certaines races, il peut être faible et même nul à certaines périodes de l'année. Chez la femelle au contraire, ce comportement n'apparaît naturellement que si l'animal est en cycle œstral (donc en période de reproduction pour les races qui sont saisonnées) et seulement pendant 24 à 36 heures par cycle [160].

Chez le bélier et plus particulièrement chez les races fortes saisonnées, c'est-à-dire à saison de reproduction courte, le comportement sexuel est très marqué. Le mot de rut est parfois utilisé pour décrire cette très forte impulsion sexuelle (ou libido). L'animal devient agressif au point que cela peut conduire à des combats violents entre des animaux, qui le reste du temps peuvent vivre ensemble sans problème. Cette agressivité peut être très dangereuse, avec des combats parfois

mortels, si des troupeaux en lutte sont dans des parcelles voisines et si un des deux béliers traverse la clôture parce qu'une femelle est en chaleur dans l'autre parcelle.

La libido sexuelle intense du bélier se traduit aussi par le fait que, si l'animal est placé dans un groupe important de brebis, il peut se consacrer presque exclusivement à sa tâche de reproduction et en négliger d'autres, comme l'alimentation et le repos. Il peut arriver qu'un bélier perde plusieurs dizaines de kilogrammes pendant la saison de lutte, ce qui nécessite une bonne préparation alimentaire avant cette période [160].

Même si beaucoup de béliers parcourent continuellement le troupeau à la recherche de brebis en chaleur pendant la période de reproduction, c'est la brebis qui déclenche le comportement sexuel. En effet, les divers comportements que la brebis manifeste vis-à-vis du bélier agissent sur celui-ci comme des stimuli sensoriels et déclenchent chez lui une série de manifestations qui lui sont destinées. La brebis y répond par le réflexe d'immobilisation (lordose) qui permet l'accouplement. Cette première partie du comportement, qui peut durer un certain temps, est appelée pré-copulatoire. Elle est suivie du comportement copulatoire ou accouplement qui consiste en l'introduction du pénis dans les voies génitales de la brebis (intromission) suivie de l'émission du sperme dans ces voies (éjaculation). Cette phase ne dure que quelques secondes chez le mouton et l'éjaculation est marquée par une brusque poussée en avant du bélier. Le comportement se termine par la phase post-copulatoire qui est marquée par différentes manifestations [160].

1.2. Les différentes phases du comportement sexuel :

Le comportement sexuel mâle est formé chez les mammifères de 3 phases [47, 165, 166] : la première appelée d'attraction des partenaires, la deuxième dite appétitive ou motivationnelle et la troisième connue comme consommatoire.

1.2.1. la phase d'attraction des partenaires sexuels : Figure 3.1

Chez les ovins, la cour du mâle envers la femelle est limitée à la période de l'œstrus. Il est maintenant bien établi que celle-ci dépend également du rôle actif de la femelle en œstrus. Le mâle adulte dirige des parades sexuelles (approches ritualisées latérales accompagnées de mouvements de patte antérieure) et des flairasse vers l'ensemble des femelles. Réciproquement, les femelles en œstrus peuvent être attirées par les approches des mâles même à distance et ces derniers

peuvent même franchir des obstacles (clôtures, palissades) à la perception d'une brebis en chaleur. Ces différents facteurs sont importants pour la réussite de la lutte ; leur rôle est primordial pour les troupeaux mis en reproduction au pâturage. Pour la détection de l'œstrus dans un troupeau, il est nécessaire de s'assurer que les mâles détecteurs ont bien un contact avec toutes les femelles.

Généralement, dans des conditions de lutte libre au pâturage, les béliers sont en contact permanent avec les femelles ; durant la nuit, ils se regroupent et ne sont habituellement jamais séparés des femelles pour une longue durée. Dans cette situation, la meilleure méthode de détection de l'œstrus est d'utiliser des mâles équipés de harnais marqueurs [6, 47].

1.2.2. La phase appétitive ou motivationnelle :

Pendant laquelle le mâle poursuit la femelle, la flaire et la courtise. Généralement, le premier comportement manifesté par le mâle, dans cette phase, est le flairage de la région ano-génitale de la femelle (Figure 3.1). Plusieurs flairages sont effectués dans un temps court (quelques secondes) par exemple chez les béliers, boucs, singe rhésus expérimenté ou rats. Mais cette phase peut durer plusieurs minutes ou même des heures comme par exemple chez les chacals, les éléphants et les dauphins [51]. Des sons peuvent être émis comme chez les rats, les boucs et les béliers. Faisant partie de la phase appétitive, il y a chez des petits ruminants (boucs et béliers par exemple) un comportement typique appelé approche latérale qui est exprimé en général après les flairages. Il se caractérise comme une séquence de mouvements par lesquels le mâle se met à côté de la femelle, il tourne la tête vers elle, souvent en produisant une émission sonore brève et de basse fréquence et fait un mouvement de la patte antérieure en extension vers la partenaire. Cette phase est une phase stimulatrice générant en chacun des partenaires des stimuli appropriés pour poursuivre à l'étape suivante. L'absence de cette phase peut empêcher la copulation à cause d'une stimulation inadéquate. La femelle étant réceptive.

1.2.3. La phase consommatoire de copulation :

Et pendant laquelle aura lieu la monte suivie de l'intromission et de l'éjaculation. Il existe une grande variabilité de ces actes parmi les animaux : chez la plupart des mammifères et chez les oiseaux le mâle monte la femelle par-derrière, la

femelle se trouvant debout et immobile en position réceptive. Néanmoins, chez les grands singes la femelle pourra être couchée sur son dos. La durée de l'intromission peut varier de quelques fractions de seconde à plusieurs minutes. Chez les ongulés, elle a lieu en un unique et bref contact. Chez les canidés l'intromission est unique mais très longue. Chez la plupart des rongeurs, elle se caractérise par une série des très brèves intromissions. Les primates présentent une série des poussées pendant l'intromission. L'éjaculation peut se faire juste après la pénétration comme chez les ongulés ou demander beaucoup de temps comme chez les canidés.

1.2.4. La phase post-copulatoire :

A été décrite par certains auteurs (ROUGER 1974; SACHS et MEISEL 1988 et ROSENZWEIG et LEIMAN 1991;) [95, 51, 167]. Elle peut inclure différentes activités selon les espèces, mais est en général caractérisée par un moment de repos où le mâle restera dans l'inactivité pendant un temps qui est très variables entre les espèces (30 secondes chez les hamsters Syriens ; quelques minutes chez les ongulés ; 5 à 10 minutes chez les rats de la Norvège et mêmes des heures et jours chez d'autres espèces) et même entre les individus d'une même espèce. Cette période peut être divisée en deux phases : période absolument réfractaire (PRA) où le mâle est insensible aux stimuli sexuels et période relativement réfractaire (PRR) [51]. Après cette période, la plupart des mâles retourneront à l'activité sexuelle suivant la même séquence d'événements jusqu'à la période réfractaire qui sera plus longue, après chaque éjaculation. Chez quelques mammifères (rongeurs, ongulés par exemple) l'introduction d'une nouvelle femelle diminue ou même fait disparaître la période réfractaire. C'est l'effet Coolidge (phénomène de performances sexuelles répétées d'un bélier lorsque de nouvelles partenaires sont disponibles).

Aujourd'hui, le plus souvent, les études portent seulement sur la phase appétitive et la phase consommatoire [168, 169, 170, 6, 171].

BEACH, (1956) [172] était le premier à faire la distinction entre les comportements dits motivationnels et consommatoires en nommant les premiers «sexual arousal mechanism» (SAM), et ceux qui sont liés à l'exécution des actes de copulation « intromission and ejaculatory mechanism » (IEM). Le SAM, d'après AGMO, (1999) [170] devient, dans les années suivantes, l'équivalent de la motivation sexuelle ou libido. Malgré les différentes définitions données au terme libido et aussi

les différentes façons de la mesurer, il existe un consensus sur le fait que la libido se réfère aux aspects motivationnels du comportement sexuel d'un mâle, tandis que la performance se réfère aux éléments compris dans les actes de consommation.

Pour SACHS et MEISEL, (1988) [51] la distinction entre libido et puissance reflète celle plus large entre la motivation et la performance, ou, dans la terminologie classique de l'éthologie, entre les aspects comportementaux appétitifs et consommatoires.

À leur avis, il y a une distinction utile à faire entre la recherche de contacts sexuels (motivation sexuelle ou libido) et être capable d'accomplir l'acte de copulation (performance ou l'activité).

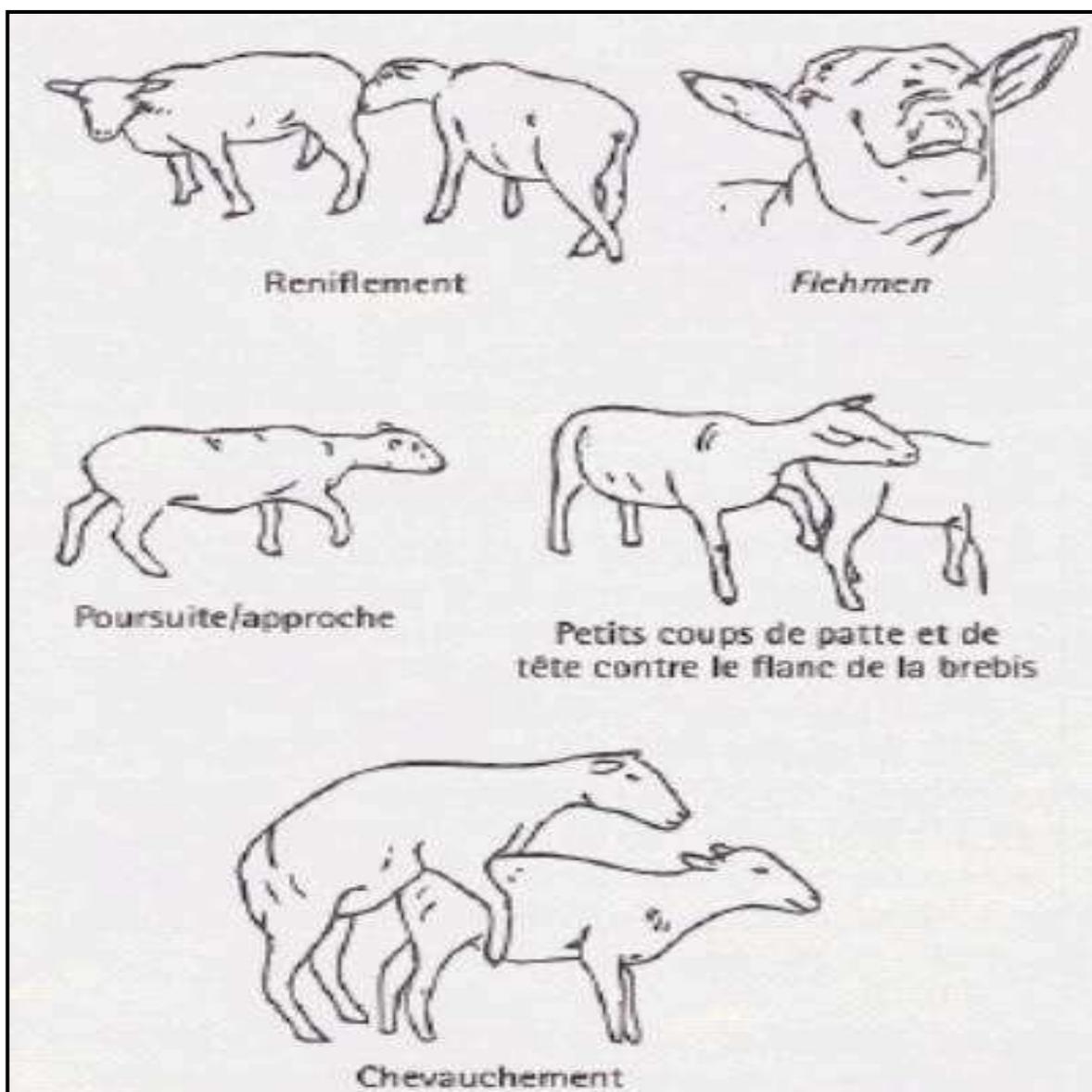


Figure 3.1 : Les différentes étapes du comportement sexuel chez le bélier [160].

1.3. Le rôle de l'environnement social :

Des béliers régulièrement entraînés à la saillie manifestent une légère baisse de leur libido en dehors de la saison sexuelle. Les conditions de déclenchement du comportement sont également très importantes; la motivation et l'efficacité sexuelle de béliers peuvent être modifiées par la compétition et la hiérarchie existant dans un groupe [173].

Des femelles en œstrus jouent un rôle important en facilitant la pleine expression du comportement sexuel du mâle. Les stimuli olfactifs, conséquences de l'état d'œstrus, comme les stimulations visuelles sont des facteurs importants pour l'obtention d'un accouplement. Des préférences individuelles peuvent aussi conduire à des saillies plus fréquentes de certaines femelles, alors que d'autres femelles, bien qu'étant également en œstrus, sont négligées par le mâle. Toutefois, si les béliers ont une libido élevée, la majorité des femelles sont saillies par la plupart des mâles [174, 22].

1.4. Communication chimique et comportement sexuel :

Quelle que soit la structure sociale, les partenaires sexuels potentiels ne sont pas en permanence en contact direct. La femelle peut y contribuer par l'émission passive ou active de signaux sensoriels qui attirent le mâle vers elle. Mais elle peut également jouer un rôle actif, en recherchant le contact du mâle à partir des signaux émis par celui-ci, conduite désignée sous le nom de perceptivité [175, 176], pour l'opposer à l'attractivité, ensemble de signaux qui orientent le mâle vers la femelle.

Lorsqu'un mâle vient en contact avec un groupe de femelles, il multiplie les approches et les parades de type sexuel. Leur fréquence et leur intensité frappent l'observateur qui tend à lui attribuer un rôle déterminant dans la recherche du partenaire. Toutefois, une observation plus précise fait apparaître un rôle actif, beaucoup moins spectaculaire, mais très efficace, de la femelle. Des épreuves de discrimination mettent en évidence une très forte attraction vers le mâle, qui est rigoureusement liée à l'état de réceptivité sexuelle de la femelle, par exemple chez les ovins [177].

L'existence d'une modulation des fonctions physiologiques par les stimulations sensorielles chez la femelle pose la question de l'existence d'un phénomène équivalent chez le mâle. Des observations chez plusieurs espèces montrent un effet

de la présence des femelles et de l'activité sexuelle sur le développement testiculaire et la sécrétion de testostérone du bélier [178].

Des études plus précises montrent une augmentation de la sécrétion de LH, puis de la testostérone, chez le bélier mis en présence de brebis en œstrus [179].

Aussi bien chez le mâle que chez la femelle, la fonction de reproduction n'est pas seulement organisée par le jeu 'automatique' des régulations physiologiques. Les interactions sensorielles peuvent en moduler d'une manière importante le déroulement temporel. Si le canal sensoriel olfactif paraît jouer un rôle important dans ces régulations, les différentes voies sensorielles interagissent dans un mécanisme complexe. Ces mécanismes peuvent améliorer l'ajustement des processus physiologiques à la rencontre d'individus séparés dans l'espace. Leur utilisation en élevage permet une maîtrise de la reproduction par une simple manipulation des contacts entre mâles et femelles.

1.5. Préférence sexuelle :

En ce qui concerne le choix d'un partenaire sexuel ou "préférence sexuelle", il est possible d'identifier trois phénotypes différents : mâle attiré par des femelles, mâle attiré par des mâles, mâle attiré à la fois par les mâles et les femelles. Dans toutes les espèces de mammifères étudiées la grande majorité des mâles (74 % ou plus) ont une préférence pour un partenaire du sexe opposé, cette préférence peut être exclusive (hétérosexuel) ou pas (bisexuel). Les mâles ayant une préférence exclusive pour les mâles sont appelés homosexuels ou mâles attirés vers mâle et représentent entre 2 et 10% des individus (selon l'espèce). Il existe également des mâles qui ne manifestent pas de préférence sexuelle et n'exprime aucun comportement dit sexuel vis-à-vis de femelles ou des mâles, ce sont les inactifs ou "asexuels" (peut représenter plus de 12% des individus).

L'homosexualité et l'inactivité sexuelle apportent chez les animaux domestiques l'incapacité à se reproduire et constituent un problème important pour les éleveurs. D'après ROSELLI et STORMSHAK (2009) [180] 19,9% à 28% des béliers seraient concernés.

1.6. Les mesures et méthodes d'évaluation :

Il existe plusieurs façons de mesurer le comportement sexuel d'un mâle vis-à-vis des femelles. Néanmoins, aucune de ces méthodes ne fait l'objet d'un consensus et est utilisée par tous et de la même manière.

L'objectif principal des méthodes utilisées est de mesurer la libido et la performance du mâle et ainsi de pouvoir en élevage sélectionner les mâles selon leur libido et leur performance. Ces méthodes chez les ongulés sont connues depuis le début des années 70 et sont fondées sur la quantification des actes moteurs et/ou le temps d'exécution de ces actes.

Dans l'évaluation des comportements pré-copulatoires la mesure la plus habituelle est la latence jusqu'à la monte, néanmoins la latence jusqu'à la première réaction sexuelle et la latence jusqu'à la première approche latérale sont aussi utilisées chez les béliers et les boucs. Toutes ces mesures sont basées sur le temps que l'animal a passé dès le moment où il a été mis en présence de la femelle jusqu'à la réalisation de l'acte sexuel. Ces mesures sont normalement considérées comme les plus expressives de la motivation ou la libido de l'animal [8].

D'autres mesures sont aussi beaucoup utilisées et celles-ci reposent sur la quantification des actes moteurs (flairages, approches latérales, montes, éjaculations...) dans un temps déterminé. Le nombre des montes et d'éjaculations est plus fréquemment pris comme des mesures de la performance de l'animal. Cependant, le nombre de montes n'est pas toujours une mesure fiable de la performance d'un mâle, car si dans un temps déterminé un mâle a réalisé 10 montes pour arriver à 2 éjaculations et un autre seulement 3 pour la même quantité d'éjaculations, le premier n'était pas plus efficace que le deuxième. En effet, ce que l'on peut affirmer est que le deuxième avait plus de dextérité ou était plus habile pour pénétrer. Ainsi, pour ne pas commettre des erreurs d'évaluation, il faut que la mesure de l'acte sexuel tienne compte de plusieurs facteurs à la fois et qu'elle se fasse dans le contexte le plus proche de celui dans lequel le mâle doit être employé [6].

Plusieurs facteurs peuvent influencer ces mesures : la saison, l'espèce et la race des partenaires sexuels, la condition de (s) femelle (s) stimuli (s) et des mâles à tester (l'âge, taille, expérience), les conditions dans lesquelles les tests sont réalisés (moment de la journée, endroit de réalisation des tests), le temps de réalisation des

tests, les modalités des tests, et ainsi ces facteurs doivent être pris en considération et bien examinés avant de décider quelles mesures et comment elles seront prises pour bien évaluer le comportement sexuel mâle.

Malgré la quantité et la diversité des méthodes connues à l'époque actuelle, la distinction entre libido et performance n'est pas fréquente dans la littérature. De plus les critères actuels pour l'identification des mâles attirés par les mâles sont basés surtout sur les événements consommatoires et ne considèrent pas les éléments compris dans la phase motivationnelle.

Il existe des variations importantes d'expression du comportement sexuel entre mâles ou en fonction des conditions externes (ex : saison) ou internes (âge, état physiologique, etc.). Beaucoup d'articles annoncent de manière abusive des comparaisons de la "libido" de leurs mâles alors que la comparaison ne porte que sur quelques-unes des composantes du comportement sexuel plus ou moins bien définies.

Des méthodes fiables sont pourtant indispensables si l'on veut comparer et améliorer les performances des mâles.

Les mâles peuvent différer dans leur activité lors de l'une ou l'autre des deux phases appétitive et consommatoire du comportement sexuel, ou dans les deux, et il peut être important de les différencier. De plus le niveau d'activité peut dépendre du contexte - accouplement libre ou collecte du sperme par exemple. Il doit donc être évalué dans un contexte proche de celui dans lequel le mâle doit être employé. Pour étudier les variations saisonnières de niveau de comportement, AHMED et NOAKES (1995) [181] ont adapté une technique d'évaluation de la libido chez les petits ruminants et qui consiste, lors de tests de durée limitée (10 à 15 minutes) entre un ou plusieurs béliers avec une ou plusieurs brebis œstrogénisées attachées, de noter la fréquence d'apparition des différents comportements exprimés : flairages, approches, chevauchements et éjaculation, et leur latence d'apparition.

Le but de cette expérience était d'étudier et de surveiller les caractéristiques ainsi que les différents composants du comportement sexuel des béliers durant une période d'essai bien définie.

À partir de ces observations un score de 10 points est calculé :

- ❖ Le bélier qui ne montre aucun intérêt pour une brebis (pas plus d'une monte sans aucune éjaculation) recevra un score de 0 (marqué comme Bas : libido insignifiante).
- ❖ Celui qui chevauche deux fois avec une ou sans saillir (au moins de 1 monte ou 1 éjaculation) un score de 5 (marqué comme Acceptable : libido moyenne).
- ❖ Celui qui s'accouple deux fois ou plus (au moins 2 éjaculations ou 5 montes ont été réalisées) et montre toujours un intérêt pour la femelle un score de 10 (marqué comme Haut : forte libido).

À partir observations faites pendant ce test, on peut définir :

- *Transformée sexuelle* : comme le rapport du nombre de chevauchements au nombre de flairages, ce qui, pour l'auteur, reflète la capacité du mâle à exprimer sa motivation sexuelle.
- *Efficacité sexuelle* : comme le rapport du nombre d'éjaculations au nombre de chevauchements, qui reflète la "compétence consommatoire" du mâle, appelée aussi "dextérité" dans d'autres espèces.

Ces tests donnent une image globale du niveau d'activité sexuelle, mais il est difficile de dissocier les composantes motivationnelles de l'efficacité à la réalisation de l'accouplement.

1.7. Variations saisonnières du comportement sexuel :

Comme celle des femelles, l'activité sexuelle des béliers peut être saisonnière. Pendant l'anœstrus saisonnier, on observe:

- une diminution de la production des spermatozoïdes, et
- une régression du comportement sexuel (moins de tentatives de chevauchement, des saillies - agressivité réduite).

Toutefois, contrairement à ce que l'on observe pendant l'anœstrus saisonnier de certaines brebis, l'activité sexuelle des mâles n'est jamais nulle. Un bon niveau d'activité sexuelle peut même être maintenu par un entraînement régulier (pratiqué en particulier dans les centres d'insémination).

Il existe également des variations raciales et individuelles importantes dans la durée et l'intensité de la période de repos sexuel [22, 47].

PEPELKO et CLEGG (1965) [182] 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.

Dans une étude de LAND (1970) [183], 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.

Une libido minimale à l'équinoxe du printemps et maximale au solstice d'hiver a également été observée par DERYCKE et al [153].

SHACKELL et al., en 1977 [184] 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.

1.8. Relation entre la Testostérone et le comportement sexuel :

L'un des principaux facteurs de variation du comportement sexuel du mâle est le taux de testostérone.

La première indication du rôle de la testostérone est l'observation des variations des niveaux de comportement sexuel en liaison avec les variations spontanées du taux de testostérone (Figure 3.2). Chez les boucs en zones tempérées, le comportement sexuel est exprimé de manière saisonnière pendant l'automne et l'hiver. L'apparition du comportement est précédée d'environ 6 semaines par l'augmentation des taux de testostérone de 2 à 20 ng/ml [95, 181]. Les deux paramètres restent élevés en automne puis le taux de testostérone diminue, suivi plusieurs semaines après par une diminution du comportement sexuel (Graphe

3.1). Il est possible, en manipulant la photopériode pour avoir l'équivalent de 3 années dans une (par alternance de 2 mois de jours courts avec exposition à 8 heures de lumière et 16 heures d'obscurité et 2 mois de jours longs avec 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité) de faire diminuer les variations saisonnières des taux de testostérone. Ce traitement provoque une disparition des variations saisonnières du pourcentage de mâles éjaculant [185]. Des perturbations du comportement apparaissent cependant si le rythme de l'alternance des jours longs et des jours courts est encore raccourci (1 mois de chacun), sans qu'on en connaisse les raisons.

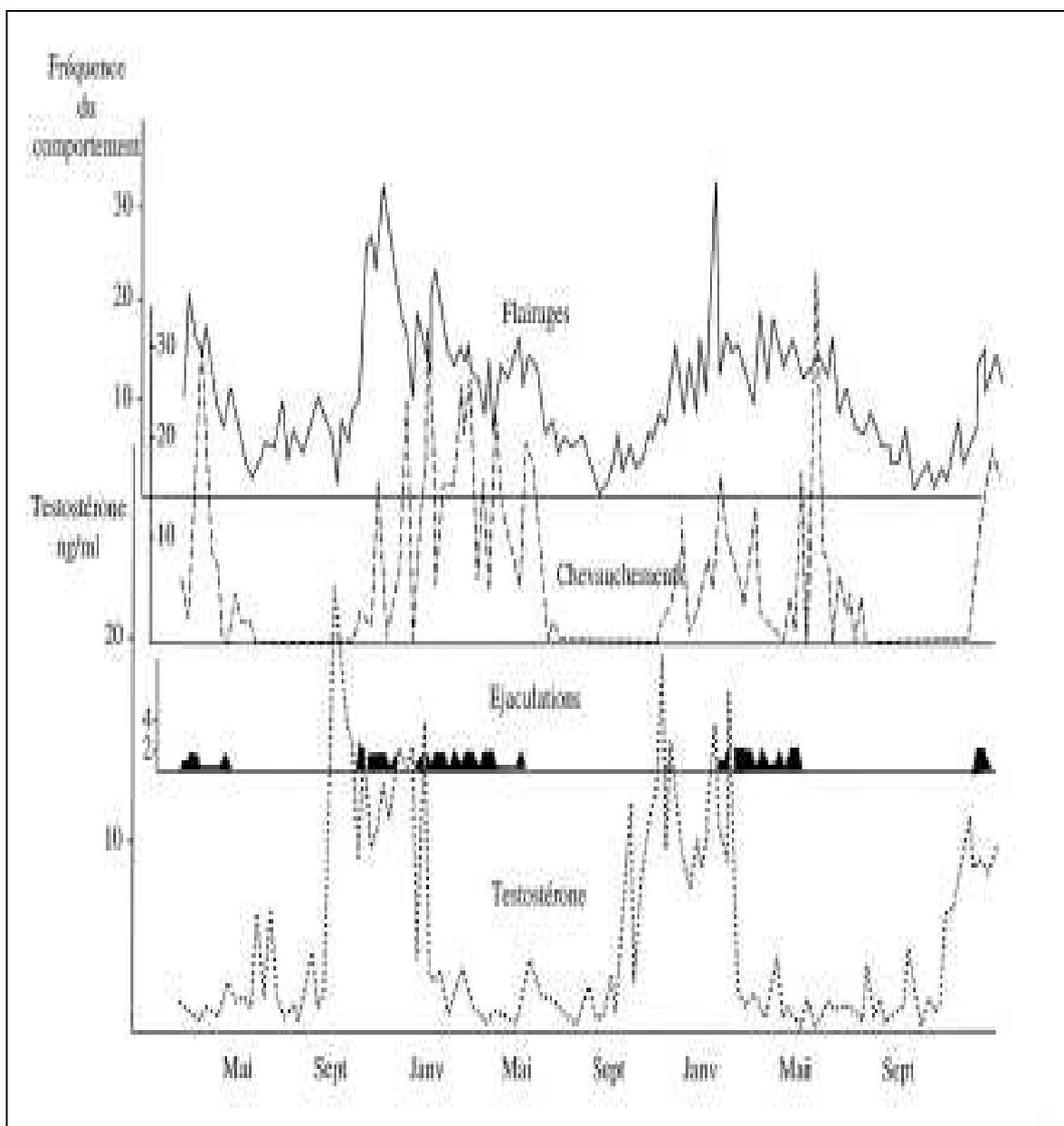
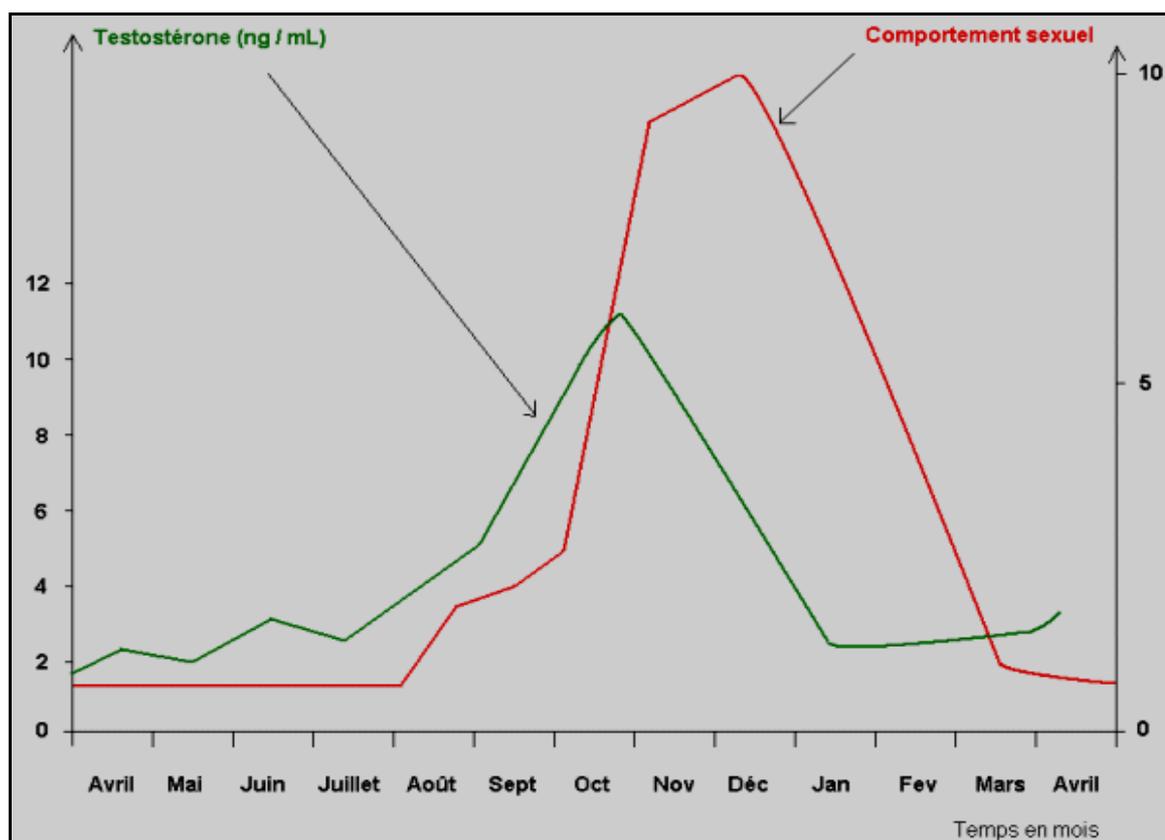


Figure 3.2 : Exemple d'évolution annuelle du comportement sexuel et de la Testostéronémie chez le bouc alpin [95].



Graphe 3.1 : Evolution du comportement sexuel et de la Testostéronémie chez le bélier Dorset au cours de l'année [186].

2. LA CIRCONFERENCE SCROTALE :

La circonférence scrotale est un paramètre facilement mesurable chez les ruminants. Elle permet d'évaluer le volume testiculaire et est corrélée à la capacité de production de spermatozoïdes, en particulier chez les béliers. La circonférence scrotale varie en fonction de la race, de l'âge et du poids vif des animaux, elle est favorablement corrélée aux caractères de croissance. L'établissement de valeurs de la circonférence scrotale en fonction de l'âge et de la race pourrait permettre de sélectionner les animaux sur leur précocité sexuelle. L'héritabilité est moyenne à élevée, la sélection de ce caractère en vue d'une amélioration de la fonction sexuelle des descendants pourrait donc être proposée.

Pour la mesure de la circonférence scrotale (CS) qui se fait à l'aide du ruban métrique, on effectue une opération qui consiste à descendre les testicules dans la poche du scrotum tout en veillant à éliminer le vide entre les deux testicules, puis on mesure le pourtour scrotal dans sa partie la plus large [187] (Figure 3.3).



Figure 3.3 : Technique de mesure de la circonférence scrotale a l'aide d'un ruban métrique [187].

Pour cette mesure, il faut mettre l'animal en position debout puis tirer le ruban sur le scrotum à sa région la plus large, les testicules sont tirés bien vers le bas dans le scrotum sans être tordus.

Il faut noter que par temps froid les testicules se contractent et se rapprochent de la paroi abdominale.

Cette mesure donne une bonne indication sur l'activité reproductrice du bélier, elle est en corrélation avec l'âge (puberté), l'alimentation, la saison, la race et l'environnement climatologique. Chez les béliers reproducteurs (entre 2 et 6 ans) la circonférence scrotale varie entre 25 et 38 centimètres [188].

Des jeunes béliers de moins de 30 centimètres et béliers adultes de moins de 32 centimètres de périmètre scrotal ne devraient pas habituellement être considérés en tant que sélectionneurs très acceptables (tableaux 3.1 et 3.2) [189].

Sachant que la circonférence scrotale peut considérablement diminuer par une perte récente du poids corporel aussi bien que par la saison de l'année (plus petite en contre-saison).

Plusieurs auteurs considèrent cette mesure à elle seule comme facteur très indicateur de la fonction spermatogénétique du bélier [96].

Les béliers dont la circonférence scrotale est la plus grande ont :

- Des testicules bien développés.

- Un plus grand nombre de cellules de Sertoli.
- Une plus grande quantité de spermatozoïdes produite [190].

Parmi les avantages et intérêts de la sélection des béliers avec une grande circonférence scrotale, on citera :

- ❖ L'amélioration de la production des spermatozoïdes.
- ❖ L'avancement de l'âge de la puberté.
- ❖ L'augmentation des performances de reproduction chez les descendants.
- ❖ La diminution du risque d'apparition des pathologies testiculaires. [191]

Certaines études ont montré que dans l'espèce ovine des brebis issues de béliers avec une circonférence testiculaire plus grande sont beaucoup plus fertiles par rapport aux femelles qui naissent des mâles avec une circonférence plus petite [105].

Tableau 3.1 : Evolution de la circonférence scrotale par rapport à l'âge des agneaux [188].

Âge (mois)	5 – 6	6 – 8	8 – 10	10 – 12	12 – 18	18+
Circonférence minimum (centimètre)	29	30	31	32	33	34

Tableau 3.2 : Représentation de la circonférence scrotale chez le bélier Blanc Dorper [151].

Circonférence Scrotale (centimètre)			
	Incertain	Satisfaisant	Exceptionnel
Antenais > 14 mois	< 30	30 - 36	> 36
Antenais 8 - 14 mois	< 32	32 - 40	> 40

2.1. Relations entre la circonférence et les différentes pathologies testiculaires :

Les béliers souffrant d'une hypoplasie testiculaire des tubes séminifères ont une circonférence scrotale inférieure à 25 cm à 02 ans d'âge. En cas d'hypoplasie partielle, la circonférence n'est pas très diminuée [192].

La circonférence peut aussi diminuer suite à une dégénérescence non hypoplasique voire acquise suite aux effets néfastes de certains facteurs tels que : L'augmentation de la température ambiante, l'infection systémique, les traumatismes, les facteurs nutritionnels, les facteurs iatrogènes, la prédisposition génétique.

Le périmètre scrotal dans ces cas de dégénérescences acquises est fortement lié aux différentes anomalies spermatiques et altérations de la concentration et du volume séminal [193].

2.2. Variations saisonnières de la circonférence scrotale :

Les variations saisonnières de la circonférence scrotale (CS) 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 CS 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. Généralement, la circonférence scrotale chez le bélier est maximale lors de la saison des jours courts et minimale lors des saisons à jours longs, ce qui indique une variation saisonnière évidente des mesures testiculaires des béliers [194, 154, 8].

MICKELSEN et al (1981) [156] ont également illustré la variation saisonnière de la CS 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, 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 [195, 196,

197, 91]. Dans l'étude de MANDIKI et al. (1998) [159] plus particulièrement, trois races de béliers ont été étudiées, soit Texel, Suffolk et Île-de-France. Les deux premières races sont considérées plus saisonnières que la race Ile-de-France. Les valeurs de diamètre scrotal ont été plus élevées chez les béliers Île-de-France que chez les béliers Texel et les diamètres scrotaux ont augmentés avec l'âge des béliers. Ainsi, les changements saisonniers ont été masqués par la croissance des animaux au cours de la deuxième année d'âge des béliers. Les valeurs de diamètre testiculaire ont donc été plus élevées et les changements saisonniers plus marqués au cours de la troisième année d'âge des béliers. Il est à noter qu'une échelle plus appropriée sur les résultats pour les valeurs de diamètre scrotal aurait permis de mieux conclure que les valeurs maximales ont été obtenues en automne et les minimales au printemps.

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

ETUDE EXPERIMENTALE
CHAPITRE 4
MATERIELS ET METHODES

1. RAPPEL DES OBJECTIFS :

Notre étude a consisté à faire le point sur les différentes variations saisonnières concernant les niveaux du comportement sexuel, de la circonférence scrotale et l'évolution de la testostérone plasmatique des béliers (jeunes et adultes) de la race Rembi au cours de l'année, et de déterminer les facteurs et les paramètres intervenants dans l'activité sexuelle, et enfin de mettre en évidence les différentes corrélations qui peuvent exister entre ces paramètres étudiés vis-à-vis de la saison et de la catégorie d'âge.

Notre projet a été donc conçu pour étudier et définir les principales caractéristiques reproductrices de ces mâles afin d'accroître la productivité annuelle des élevages ovins en augmentant l'efficacité de la reproduction des troupeaux par l'amélioration de la capacité reproductive des béliers.

Pour atteindre les objectifs assignés à ce travail, l'expérience que nous avons menée durant toute une année (du 06 Mars 2010 au 26 Février 2011) a touché trois aspects cliniques complémentaires d'investigations et de recherches et qui sont :

- Une étude du comportement sexuel chez les béliers au cours de chaque saison.
- Une étude sur les différentes valeurs de mensuration de la circonférence scrotale obtenues chez les béliers (jeunes et adultes) durant chaque saison.
- Une étude sur l'évolution de la concentration plasmatique de la testostérone au cours de l'année.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES :

2.1. Matériels :

2.1.1. Lieu :

Les travaux de ce projet se sont déroulés dans la région de Ksar Chellala située à 113 kilomètres sud-est du chef lieu de la wilaya de Tiaret (Hauts plateaux de l'ouest d'Algérie), sise à 839 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer, entre les latitudes 35°12' nord et 35°20' nord et les longitudes 2°13' est et 2°21' est. Elle s'étend sur une superficie de 126 km² (données satellitaires Aster).

La région choisie est marquée par un plateau steppique terré au pied de la montagne Ben Hamad, qui constitue une barrière aux vents du sirocco très fréquents l'été.

Les terrains qui affleurent sont de formation miocène, constituée d'argile sableuse, poudings et conglomérats. Notons également la présence de quelques dépôts alluvionnaires qui tapissent les fonds d'oueds temporaires.

La zone d'étude est rapportée à l'étage climatique semi-aride, jouissant d'un climat pré continental. Deux périodes principales caractérisent cette région, une période pluvieuse et sombre pendant les mois d'automne, d'hiver et de printemps précoce et une autre sèche et torride en été. L'hiver est assez froid, le minimum absolu de sa température descend jusqu'à -6 °C et son maximum s'élève jusqu'à +16,4°C ; l'été est habituellement sec et chaud, le maximum absolu de la température de l'air est égal à +42 °C et son minimum se situe auprès de +21,9°C. La photopériode journalière varie de 9,34 heures durant le solstice d'hiver (Décembre), à 14,23 heures durant le solstice d'été (Juin).

Les précipitations moyennes annuelles oscillent autour de 350 mm ; en raison de l'évapotranspiration intense et du vent, seule une partie des précipitations annuelles, qui a lieu hors saison estivale, est utile aux sols cultivables.

En dehors des zones urbaines, une grande partie de cette région est actuellement utilisée pour l'activité agricole, pratiquant essentiellement une céréaliculture en sec à rendement aléatoire, et cela à la limite de l'isohyète 350 mm. La pratique de la jachère demeure relativement importante dans cette zone (plus de 40 % des terres sont laissées au repos). Les terres irriguées,

représentées par le maraîchage et l'arboriculture fruitière, occupent une bonne proportion en raison de la présence d'une ressource en eau relativement importante. Les parcours steppiques, situés au sud-ouest, s'étendent également sur une bonne partie de la région. Enfin, les terres improductives n'occupent qu'une infime partie de cette région. Il apparaît donc que l'activité agricole est fort déterminante dans notre site d'étude. L'activité pastorale vient en complément, mais est de moindre importance.

Le couvert végétal en dehors des labours est constitué de formation steppique irrégulièrement dense, parfois fortement dégradée s'étendant sur l'ensemble de la région en des petites à moyennes nappes.

Les ressources souterraines, qui constituent la source d'eau pour l'irrigation, sont importantes dans la région (nappe de Rechaiga et nappe de Zmalet Émir Abdelkader).

Dans notre projet de travail toutes les conditions expérimentales respectant les lignes directrices préconisées pour la réalisation de cette expérience étaient réunies dans une exploitation agricole appartenant à Mr. FILLALI Mohamed, qui pratique la céréaliculture et l'arboriculture fruitière en association avec l'élevage ovin. Cette ferme se situe dans une région steppique a vocation purement pastorale et couvrant une superficie totale de 65 hectares, elle comprend entre autres une grande bergerie, 2 hangars, 2 parcs, un magasin, un atelier et plus de 700 têtes ovines.

- Bâtiment :

Le bâtiment où logent les béliers de notre étude est de type semi-fermé, composé d'une salle de 40 m² (séparée en deux box) et d'une cour de 70 m² où les animaux peuvent circuler librement.

Les béliers répartis en deux lots (jeunes et adultes) sont hébergés dans les deux box séparés, et ne sont en contact avec les brebis que pendant le moment des essais de l'activité sexuelle.

2.1.2. Animaux :

- Choix de la race :

La race Rembi l'une des principales races ovines algériennes, localisées dans le nord-ouest d'Algérie ; à une taille basse, une tête fauve, des membres et carcasse très forts, de couleur fauve rouge. C'est une race intéressante par ses aptitudes tellement physiques que productives et reproductives.

Cette race a les mêmes caractéristiques que la race Arabe Ouled Djellal sauf qu'elle a les membres et la tête fauves (couleur brique) [198]. Ce mouton est l'un des plus gros ovins d'Algérie, le bélier pèse 90 Kg et la brebis 60 Kg [3].

Son berceau s'étend de l'Oued Taouil à l'Est et au Chott Chergui à l'Ouest [198]. Il est particulièrement adapté aux régions de l'Ouarsenis et des monts de Tiaret. La race Rembi occupe la zone intermédiaire entre la race Ouled Djellal à l'Est et la race Hamra à l'ouest du pays. Elle est limitée à son aire d'extension puisqu'on ne la rencontre nulle part ailleurs [3].

La race Rembi est particulièrement rustique et productive ; elle est très recommandée pour valoriser les pâturages pauvres de montagnes [3], et les pâturages ligneux de l'Atlas Saharien [198].

CN AnRG (2003) [3] estime que l'effectif total de cette race en Algérie est d'environ 2.000.000 de têtes soit 12 % du total ovin. Il existe deux variétés [3, 198]

- Rembi du Djebel Amour (Montagne);
- Rembi de Sougueur (Steppe).

Dont, les performances de reproduction sont :

- Saisonnalité d'œstrus: d'avril à juillet (printemps) et de septembre à décembre (automne).
- Âge au premier œstrus : 12 mois.
- Âge au premier agnelage : 17 à 18 mois.
- Fécondité: 95% ; Prolificité : 110%.
- Nombre d'agneaux au sevrage pour 100 brebis : 80%.
- Longévité : brebis: 9 à 10 ans, bélier 10 à 12 ans.

Les productivités numérique et pondérale sont les plus élevées comparativement aux races de la steppe. Les poids des animaux aux différents âges sont supérieurs de 10 à 15% de ceux de la race Ouled Djellal. Une sélection massale et une augmentation de ses effectifs en race pure paraissent indispensables à brève échéance pour maintenir ce patrimoine génétique [3].

- Choix des béliers :

Chez l'espèce ovine la plupart des mâles sont capables de saillir dès l'âge de 8 mois, parfois plus tôt. Les capacités reproductrices sont maximales entre 2 et 6 ans, et déclinent progressivement à partir de 8 ans. Les béliers choisis pour la lutte doivent donc être âgés de plus de 18 mois. Lorsque cela est possible, il est préférable de choisir des animaux dont la fertilité est connue.

Dans notre travail le cheptel ovin de cette ferme était composé de 700 têtes dont la variété Rembi est la race indigène principale avec quelques spécimens de la race Ouled djellal.

L'étude a porté sur un nombre total de 10 béliers reproducteurs de race Rembi type Sougueur appartenant au même élevage, répartis en deux groupes :

- Groupe 01 : jeunes béliers (n=3) âgés de 2 ans (au début de l'expérience).
- Groupe 02 : béliers adultes (n=7) âgés de 4 à 6 ans (Au début de l'expérience).

Sachant qu'une dizaine de brebis bonte-en-train de race Rembi âgées entre 2 et 4 ans ont été retenus pour notre expérimentation.



Figure 4.1 : Béliers reproducteurs jeunes et adultes de race Rembi sélectionnés pour l'expérimentation.

- Moyens d'identification :

L'ensemble des béliers de notre étude ont été identifiés à l'aide des numéros d'immatriculation allant de 10541 à 10550 imprimés sur les boucles fixées à la surface externe des oreilles.

Tableau 4.1 : Identification et répartition des béliers par classe d'âge.

Béliers	Jeunes			Adultes						
	âgés de 02 ans			âgés de 04 ans		âgés de 05 ans		âgés de 06 ans		
N° d'identification	10541	10542	10543	10544	10545	10546	10547	10548	10549	10550

- Examens clinique des mâles :

L'ensemble des mâles qui ont été utilisés pour notre étude ont subi les examens suivants :

- Examen des organes génitaux du bélier :

Durant toute la période de notre étude les testicules et les épидидymes de l'ensemble des béliers étaient souples au toucher et ne présentaient aucun signe d'indurations ou d'inflammations. Nous avons vérifié l'absence de hernie inguinale (masse fluctuante à la base de la paroi abdominale). Le fourreau et le gland n'avaient ni croûtes ni signes d'inflammation.

Les examens de sperme sont très peu pratiqués chez les béliers, en revanche, la taille des testicules (déterminée par le périmètre scrotal) est un bon indicateur de la capacité à la production de sperme ; elle varie selon l'âge, la race et la période de l'année.

- Etat corporel :

Les béliers utilisés étaient dans un état d'embonpoint de 3,0 à 3,5 pour qu'ils puissent avoir le maximum d'ardeur. Dans le cas contraire, ils se fatigueraient vite et peineraient à suivre et à monter les brebis un peu vives. Un bon état corporel favorise une production optimale de spermatozoïdes. Nous avons évalué cet état par la pratique du "Body Condition Scoring (BCS)", c'est une technique simple qui sert à la description de l'état d'embonpoint des béliers individuellement.

L'épaisseur de la couche de graisse en certains endroits stratégiques du corps est évaluée à l'œil et notée à l'aide d'un système allant de 1 à 5 et subdivisé en quarts de notes. Une palpation lombaire par pression des doigts au niveau de la colonne vertébrale et sur les côtés, en arrière de la dernière côte : les reliefs doivent être palpables sans être saillants.

- Pieds et aplombs :

Les pieds des béliers étaient en parfait état, les membres bien conformés et les aplombs solides : un bélier qui boite ou qui présente de mauvais aplombs (jarrets serrés ou droits, pâturons allongés vers l'avant) est fortement handicapé au moment de la saillie. Il doit être impitoyablement écarté.

Nous avons même vérifié la taille des onglons pour améliorer la posture des béliers et limiter les risques de blessures lors de la monte.

- Etat sanitaire :

La fièvre provoque une mortalité importante des spermatozoïdes. La qualité de la semence peut donc être diminuée si le bélier est fiévreux. Toutes les infections (souvent banales) sont traitées le plus rapidement possible.

2.1.3. Ruban métrique :

Il est de nature flexible, utilisé pour la mesure de la circonférence scrotale.

2.1.4. Fiches techniques :

Chaque bélier a une fiche de suivi technique individuelle constituée principalement de cinq parties :

- 1) Identification de l'animal ;
- 2) Mesures hebdomadaires de la circonférence scrotale ;
- 3) Valeurs hebdomadaires du comportement sexuel ;
- 4) Valeurs mensuelles de la testostérone plasmatique ;
- 5) Observations sur l'état de santé, l'alimentation et les différentes notes à signaler.

2.2. Méthodes :

2.2.1. Alimentation et type d'élevage :

Le système d'élevage appliqué dans cette ferme est semi-intensif, répandu dans des grandes régions de cultures ; il se distingue par une utilisation modérée des aliments et des produits vétérinaires (exemple le CMV « complément des minéraux et des vitamines »).

Durant notre étude, l'alimentation des béliers a été ajustée de façon à maintenir un état de chair moyen de 3,0 à 3,5 tout au long de la durée du projet.

Ces mâles ont été soumis à un élevage semi-intensif (condition naturelle), recevant en plus du pâturage « de plantes végétales naturelles très ligneuses à base de d'Alpha d'armoise et d'atryplexe (printemps et automne), et des résidus de culture (été) », une ration alimentaire composée d'un complément de concentré commercial complet (550 g / bélier / jour) à base d'orge concassé (40%), son de blé (15%), maïs (20%) et soja (20%) ainsi que les minéraux et les vitamines (5%) . L'eau et la paille d'orge sont distribuées à volonté.

Les compléments de sels minéraux et de vitamines (essentiellement du phosphore et des vitamines A, D₃ et E) ont été apportés dans les rations alimentaires sous forme de poudre d'aliments (**Ascophos¹**) et de pierres à lécher.

Ces animaux étaient alimentés une fois par jour selon les recommandations de l'INRA pour les animaux reproducteurs en service, et ont été élevés dans les mêmes conditions de gestion et de nutrition.

2.2.2. Soins et traitement effectués :

Les béliers ont subi d'une façon régulière un examen général ainsi qu'un examen physique de l'appareil reproducteur et locomoteur. Ils ont été également soumis à un programme annuel de vaccination et de suivi thérapeutique.

Des mesures prophylactiques ont été strictement recommandées, et seulement les sujets sains ont été employés. Chaque bélier a été médicalement examiné avec l'accent sur l'intégrité de sa région génitale.

Durant toute la période de l'étude, et pour éviter toutes pertes éventuelles, chaque bélier de ce lot a subi :

- ✓ 2 vaccins : le premier une fois par an (Avril 2010) contre la Clavelée (produit commercialisé sous le nom de **Vaccin anti-clavelée²**), et le second deux fois par an (Février 2010 et Octobre 2010) contre l'Entérotoxémie (produit commercialisé sous le nom de **Coglavax³**).
- ✓ De même, ces béliers ont subi au début de chaque printemps et automne un déparasitage interne à base d'Albendazole 19,0 mg avec 20 ml / tête de **Valbazene 1.9 %⁴** par voie orale et un déparasitage externe à base

d'Ivermectine 10 mg en hiver et en été, avec 2 ml / tête de **Baymec 1 %**⁵ par voie sous cutanée.

- ✓ Une antibiothérapie prophylactique en hiver et en été à base d'Oxytétracycline 20% injectable (**Tenaline 20% LA**⁶) avec 6 à 7 ml / tête par voie intra musculaire profonde a été réalisée.
- ✓ Une vitaminothérapie à base d'AD3E injectable (**Adecon**⁷) 5 ml / tête par voie intramusculaire profonde a été instaurée pour l'ensemble des béliers une fois par mois durant toute la période d'étude.

L'ensemble des béliers et des brebis utilisés dans cette étude ont subis des prélèvements sanguins en vue d'un dépistage contre la Brucellose (Février 2010) les résultats furent négatifs.

Nous avons utilisé le **Benzoate d'œstradiol** (Intervet⁸) pour la mise en chaleurs de comportement des brebis utilisées dans l'expérimentation.

¹ **Ascophos** : Laboratoire « Ascor Chimici » Zone industrielle, N°102 Chelghoum Laid, Mila. Algérie.

² **Vaccin anti-clavelée** : Laboratoire « Institut Pasteur » 15489. Alger. Algérie.

³ **Coglavax** : Laboratoire « Ceva Phylaxia » 30088/50. Budapest Hongrie.

⁴ **Valbazen 1.9 %** : Laboratoire « Pfizer » B.P. 101 Vitolles Cedex France.

⁵ **Baymec 1 %** : Laboratoire « Bayer santé division santé animale » 220 AV DE LA RECHERCHE 59120 Loos France

⁶ **Tenaline 20 % L.A** : Laboratoire « Ceva Laval » A1 466 Ballastière France.

⁷ **Adecon 1.9 %** : Laboratoire « Fatro S.p.a » (Bologna) Italie. SOPROVET Cité 08 Mai 45 El Khroub, Constantine, Algérie.

⁸ **Benzoate d'œstradiol**: « MSD Animal Health, Intervet Productions » rue de lyons 27460 Igoville.

2.2.3. Protocole expérimental (choix des descripteurs) :

L'activité sexuelle du mâle a été évaluée à travers l'étude du comportement sexuel (CSX), la mesure de la circonférence scrotale (CS) et l'évolution de la Testostéronémie (T).

Le comportement sexuel des mâles est sous le contrôle de la testostérone ou de ses métabolites et de l'activité testiculaire. Ainsi, chez des mâles castrés, un traitement à la testostérone rétablit le comportement sexuel mâle, alors que, avant traitement, celui-ci tend à persister quelques mois après castration chez des animaux sexuellement expérimentés. Chez les races saisonnées, ces sécrétions stéroïdiennes varient avec la saison et en fonction de certains facteurs environnementaux. Toutefois, les variations hormonales sont très progressives et il faut attendre plusieurs semaines après un changement de niveau plasmatique pour observer un effet sur le comportement sexuel [22].

2.2.3.1. Essai et évaluation du comportement sexuel (Libido) :

L'évaluation de l'activité sexuelle des béliers est un aspect très important en reproduction et dans l'industrie du mouton. Les essais de libido évaluent :

- *La motivation sexuelle* : Nombre de montes / durée de temps,
- *L'efficacité sexuelle (capacité de saillie)* : Nombre d'éjaculations / Bélier / durée de temps.

Les béliers utilisés dans cette étude ont été séparés des femelles, et n'ont été mis en présence d'elles que pendant les tests de comportement sexuel. Tous les essais ont été effectués entre le matin et l'après-midi (entre 09H00 et 15H00), une fois par semaine durant toute la période de notre expérimentation [132, 181].

- Les pré-tests :

Dans le but d'assurer la fiabilité de la mesure des variables comportementales, d'identifier la meilleure durée pour le déroulement des tests ainsi que le nombre de répétition nécessaire par tests, plusieurs essais de 30 minutes ont été réalisés avant le démarrage des tests proprement dits.

Pour le choix de la durée des tests, l'analyse de l'activité des béliers a permis de montrer que l'activité décroît avec le temps et qu'une durée de 10 à 15 minutes était suffisante pour évaluer les différences d'activité entre les mâles, car

c'est dans les premières 10 minutes que le bélier exprime le plus de comportement. Cette durée permet d'identifier les béliers actifs et inactifs. Les béliers qui dans les premières 10 minutes s'étaient montrés très actifs ont continué à être très actifs et ceux qui n'étaient pas actifs ne le sont pas devenus même en 30 minutes [199].

La position des femelles et des mâles a été changée à chaque test pour éviter un biais lié à une préférence pour un côté de la salle [199].

- Traitement des brebis :

Toutes les brebis de notre expérimentation de race Rembi ont été traitées avec des hormones pour être en chaleur de comportement le jour de l'examen. Le traitement consistait en une injection intra musculaire de Benzoate d'Œstradiol (0,5-1ml / brebis la veille de l'essai) [200].

Juste avant le test, ces femelles étaient exposées à des mâles pour vérifier qu'elles étaient en œstrus. Seules les brebis en chaleurs étaient utilisées comme stimuli dans les expériences.

- Les tests comportementaux :

Tous les béliers ont été exposés aux tests de comportement sexuel vis-à-vis des femelles pendant une période bien déterminée.

Les essais du comportement sexuel ont été effectués en premier lieu en exposant individuellement les béliers à des brebis libres (1 à 3) en œstrus et ce, pendant 10 minutes.

Puis ces tests ont été effectués par l'exposition de l'ensemble des béliers (des deux catégories d'âge) aux brebis libres en chaleurs (1 à 4) dans le but de déterminer l'effet social et hiérarchique de ces mâles.

Pendant la période d'essai, les comportements ont été enregistrés par un observateur situé en dehors du site d'action, à une distance de deux mètres approximativement pour que le niveau global de l'activité physique puisse être déterminé.

Pour cela, pendant chaque essai, nous avons enregistré :

Le nombre de flairages ano-génitaux, le Flehmen, l'avancement de la patte antérieure, coups de pieds, chevauchements, tentatives et nombre de montes, montes avec ou sans éjaculations [200]. Cela nous a permis d'enregistrer le nombre total de montes d'un ou de plusieurs béliers pour une ou plusieurs brebis durant la période d'essai.

À partir de ces observations un score de 10 points a été calculé pour chaque mâle [181] :

- Le bélier qui ne montre aucun intérêt pour une brebis (pas plus d'une monte sans aucune éjaculation) recevra un score de 0 (marqué comme Bas : libido insignifiante).
- Celui qui chevauche deux fois avec une ou sans saillie (au moins 01 monte ou 01 éjaculation) un score de 05 (marqué comme Acceptable : libido moyenne).
- Celui qui s'accouple deux fois ou plus (au moins 02 éjaculations ou 05 montes ont été réalisées) et montre toujours un intérêt pour la femelle un score de 10 (marqué comme Haut : forte libido).

Nous avons même mesuré le temps de latence (temps nécessaires pour que l'accouplement ait lieu lorsque le bélier est placé face à une brebis en chaleur) ou encore déterminer le nombre de saillies qu'effectue un bélier en un temps déterminé.

Ce test va présenter principalement les résultats sur les niveaux du comportement sexuel et les performances reproductrices des béliers au cours des accouplements avec les brebis pendant toute la durée des chaleurs.

2.2.3.2. Mesure de la circonférence scrotale :

L'analyse biométrique du développement testiculaire est de grande importance puisqu'elle est sensiblement corrélée avec l'activité reproductrice et la production gonadique.

Dans notre travail le périmètre scrotal a été mesuré d'une façon hebdomadaire pour l'ensemble des béliers (au même moment de l'essai du Comportement sexuel) à l'aide d'un ruban métrique flexible et précis et ce pendant toute l'année de l'expérimentation (du 06 Mars 2010 jusqu'au 26 Février 2011).

Le diamètre scrotal a été mesuré au niveau antéropostérieur maximum du scrotum.

Pour la mesure de la circonférence scrotale, il faut mettre l'animal en position debout puis tirer le ruban sur le scrotum à sa région la plus large, les testicules sont bien tirés vers le bas dans le scrotum sans être tordus [201].

À noter qu'au début de notre étude l'ensemble des béliers jeunes et adultes ont présenté un diamètre scrotal supérieur à 31 centimètres, ce qui les a qualifiés comme sélectionneurs reproducteurs acceptables.

2.2.3.3. Contrôle sanguin de la Testostérone :

- Prélèvement sanguin :

Durant toute l'année de notre étude, des prélèvements sanguins mensuels (fin de chaque mois à 09H00 du matin) pour chaque bélier ont été effectués, cette opération s'est déroulée dans le calme afin d'éviter de stresser les mâles [202].

Le sang a été collecté de la veine jugulaire en utilisant des seringues jetables, puis recueilli dans des tubes individuels héparinisés, immédiatement placés dans une glacière. Les échantillons sanguins ont été alors transportés dans les minutes suivantes au laboratoire de l'hôpital de Ksar Chellala pour être centrifugés à 3000 tours / min pendant 20 min. Le plasma recueilli a été stocké à -20°C jusqu'à la réalisation du dosage radio immunologique de la testostérone [11].

- Dosage radio-immunologique de la Testostérone :

Les échantillons de plasma sanguin congelés -20°C ont été expédiés au laboratoire des dosages hormonaux du centre national de la recherche nucléaire de Draria (Alger) où la testostérone a été dosée (en Décembre 2011) selon la méthode dite RIA (Radio Immuno Assay) directe, sans extraction de l'hormone (kits de **RIA Testosterone ; IMMUNOTECH FRENCH⁹**).

Les sérums à doser sont alors incubés dans des tubes recouverts d'anticorps avec un traceur de testostérone marqué à l'iode 125. Après incubation le contenu du tube est vidé par inspiration, puis la radioactivité liée est mesurée. Une courbe d'étalonnage est établie. Les valeurs inconnues sont déterminées par interpolation à l'aide de cette courbe.

C'est une technique dans laquelle des molécules marquées (Ag^*) et non marquées (Ag) d'une même espèce entrent en compétition vis-à-vis d'un nombre limité de sites de liaison appartenant à un réactif spécifique (Ac).

Une fois l'équilibre atteint, le pourcentage des formes liées (Ag^*-Ac) est inversement proportionnel à la concentration de la substance que l'on veut doser (Ag).

2.2.4. Analyse statistique :

Les données ont été arrangées dans une matrice dont chaque colonne représente une variable. La distribution ainsi que l'homoscédasticité des données ont été testées pour vérifier la faisabilité de l'analyse de la variance.

L'analyse de la variance a été ensuite performée afin de déterminer les différences significatives de la variation saisonnière et mensuelle en ce qui concerne le comportement sexuel, la circonférence des testicules et les concentrations de testostérone pour chaque groupe d'âge des sujets en expérimentation ensuite pour l'ensemble de sujets regroupés. La différence est considérée significative au seuil de sécurité de 95%. Les groupes homogènes ont été analysés ainsi par le test de Student-Newmen-Keuls.

Les données ont été utilisées également pour calculer les corrélations entre les différentes variables en se fondant sur le coefficient de Pearson. Les données ont été analysées en utilisant le modèle général linéaire implémenté dans le programme SPSS v16 (Chicago, 1986). Ce dernier était aussi utilisé pour le calcul de la moyenne, de l'écart-type et de l'erreur standard de la moyenne.

L'établissement de l'ensemble des graphes a été réalisé par le programme SPSS v16 (Chicago, 1986), le STATISTICA /w 5.0., ainsi que Microsoft Office Excel 2007.

CHAPITRE 5

RESULTATS

L'objectif de cette étude est de rechercher et d'évaluer l'efficacité sexuelle des béliers par l'observation des différentes variations concernant les niveaux du comportement sexuel, de la circonférence scrotale et l'évolution de la testostérone plasmatique des béliers au cours des différentes saisons de l'année, et enfin de mettre en évidence les différentes corrélations qui peuvent exister entre les paramètres étudiés vis-à-vis de la saison et de la catégorie d'âge.

5. ÉTUDE DU COMPORTEMENT SEXUEL (CSX) :

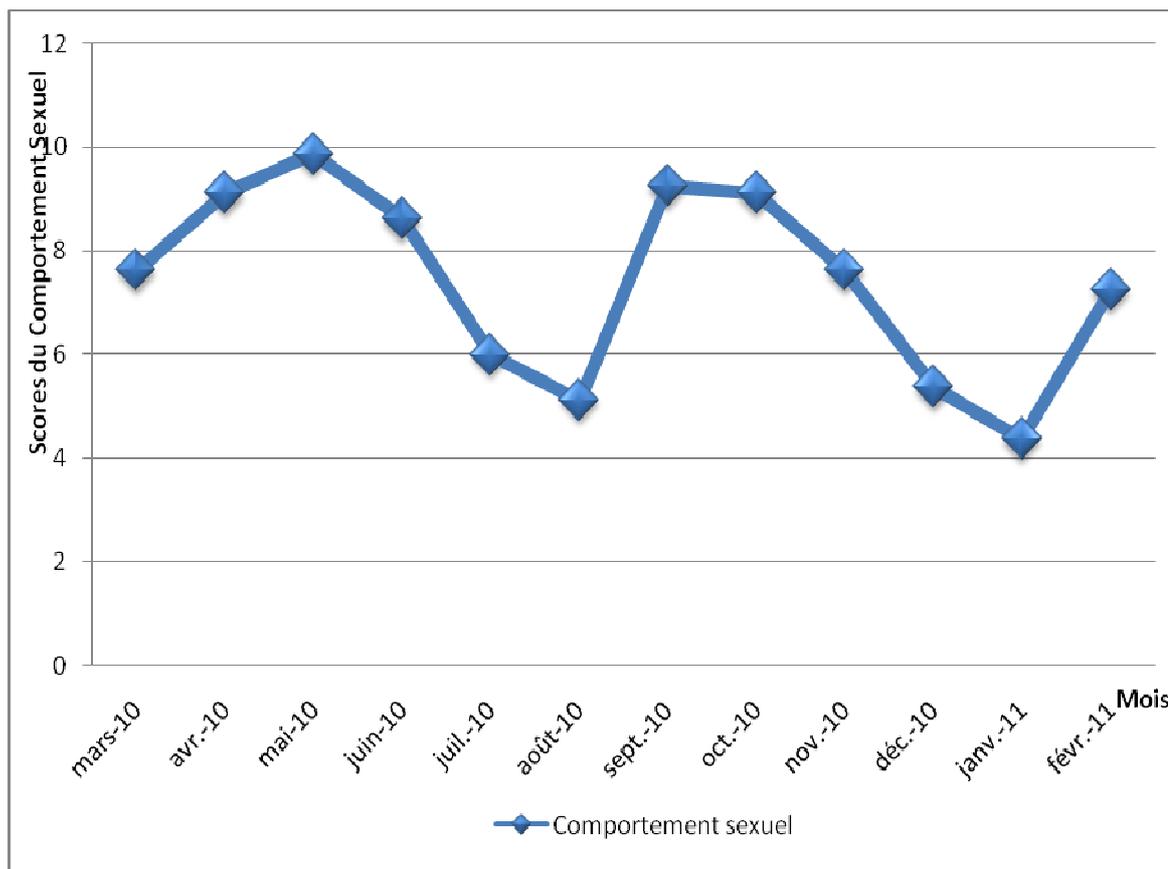
Les moyennes mensuelles obtenues chez les sujets de notre étude au cours de la période d'observation sont rapportées dans le tableau 5.1.

D'une manière générale, l'évolution mensuelle du comportement sexuel indique que cette activité atteint son minimum durant le mois d'Août et de Janvier (5.12 et 4.37 respectivement). Elle est à son minimum durant le mois de Décembre (1.66) pour les jeunes béliers et en Janvier pour les béliers adultes (5.35) (tableau 5.1).

Cependant, cette activité arrive à son maximum pour les sujets en étude qu'ils soient jeunes ou adultes durant le mois de Mai (tableau 5.1, graphe 5.1).

Tableau 5.1 : Valeurs mensuelles du comportement sexuel chez les béliers (jeunes, adultes).

Comportement Sexuel			
Béliers Mois	Ensemble	Jeunes	Adultes
Mars 2010	7,62 ± 2,79	4,16 ± 1,44	9,10 ± 1,56
Avril 2010	9,12 ± 1,67	7,08 ± 1,90	10,00 ± 0
Mai 2010	9,87 ± 0,39	9,58 ± 0,72	10,00 ± 0
Juin 2010	8,62 ± 1,81	6,25 ± 1,25	9,64 ± 0,60
Juillet 2010	6,00 ± 2,62	3,75 ± 1,25	6,96 ± 2,48
Août 2010	5,12 ± 2,66	2,08 ± 1,90	6,42 ± 1,68
Septembre 2010	9,25 ± 1,05	7,91 ± 0,72	9,82 ± 0,47
Octobre 2010	9,12 ± 1,32	7,50 ± 1,25	9,82 ± 0,47
Novembre 2010	7,62 ± 2,66	4,58 ± 0,72	8,92 ± 1,96
Décembre 2010	5,37 ± 3,06	1,66 ± 1,90	6,96 ± 1,74
Janvier 2011	4,37 ± 2,71	2,08 ± 1,90	5,35 ± 2,47
Février 2011	7,25 ± 2,48	4,16 ± 1,44	8,57 ± 1,33
MOYENNE	7,44 ± 1,84	5,06 ± 2,57	8,46 ± 1,61



Graphe 5.1 : Scores mensuels du comportement sexuel de l'ensemble des béliers.

L'étude de la variation saisonnière des scores du comportement sexuel montre des taux d'accumulation moyens autour de $7,44 \pm 1,84$ chez l'ensemble des sujets. Le taux moyen observé chez les jeunes gravite aux alentours de 5,06. Par contre, chez les adultes ce taux gravite autour de 8,46 (tableau 5.1).

Tableau 5.2 : Variations saisonnières du comportement sexuel chez les béliers jeunes et adultes.

Comportement Sexuel			
Béliers Saison	Ensemble	Jeunes	Adultes
PRINTEMPS (1)	8,87 ± 1,14	6,94 ± 2,71	9,70 ± 0,51
ETE (2)	6,58 ± 1,82	4,02 ± 2,09	7,67 ± 1,72
AUTOMNE (3)	8,66 ± 0,90	6,66 ± 1,81	9,52 ± 0,51
HIVER (4)	5,66 ± 1,45	2,63 ± 1,33	6,96 ± 1,61

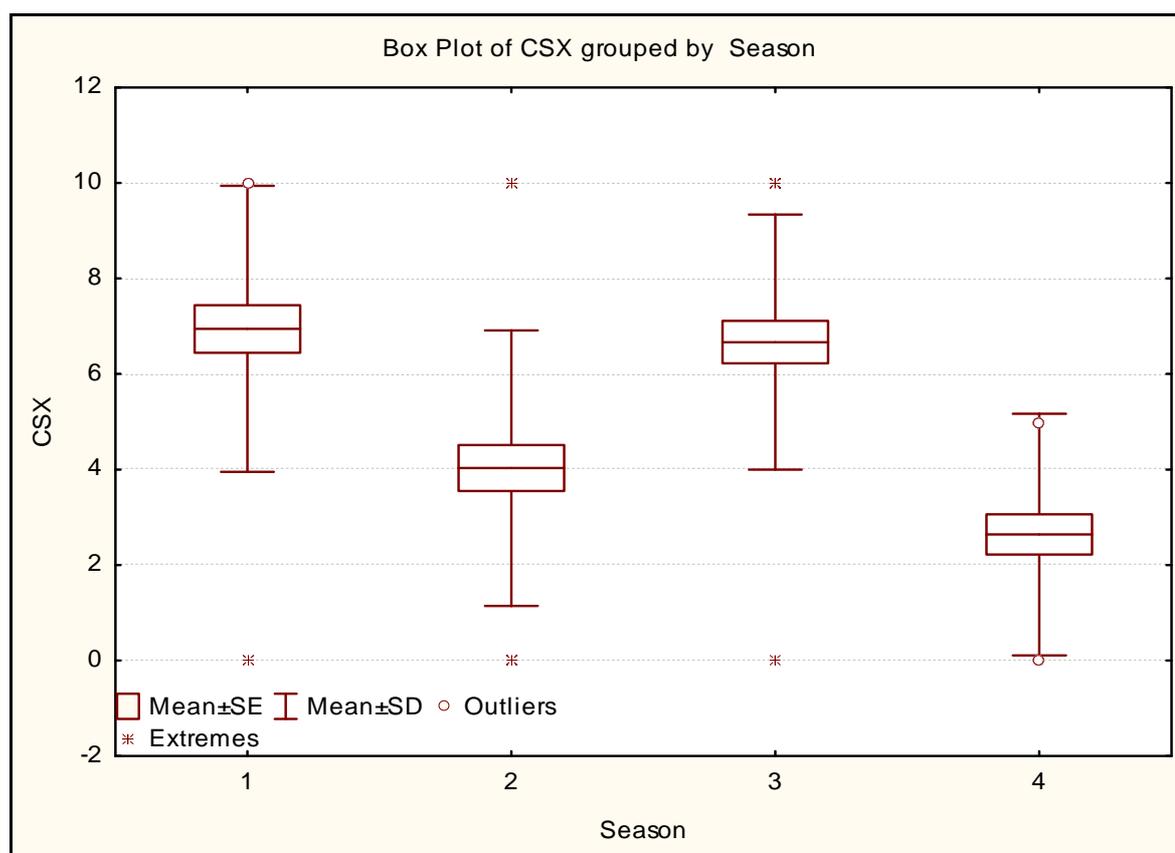
L'analyse statistique montre l'existence d'une différence très hautement significative entre la libido des deux classes d'âge ($P < 0,001^{***}$) (tableau 5.3).

Tableau 5.3 : Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la tranche d'âge sur les scores du comportement sexuel chez les béliers jeunes et adultes de la race Rembi.

Source de la variation	Somme des carrés	d.d.l	Carrés moyens	F	P
Classe d'âge	1163,752	1	1163,752	157,364	0,0***
Erreur	3534,945	478	7,395		
Total de la variation	31325	480			
Total corrigé	4698,698	479			

- Jeunes béliers :

Les scores mensuels de la libido des 03 jeunes mâles sont passés par des valeurs maximales durant les mois de printemps et d'automne (valeur élevée en Mai 2010 de $9,58 \pm 0,72$) et par une diminution de ces valeurs durant les saisons d'été et d'hiver, surtout marquées en Décembre 2010 avec un score moyen de $1,66 \pm 1,90$ (tableau 5.1, graphe 5.2).

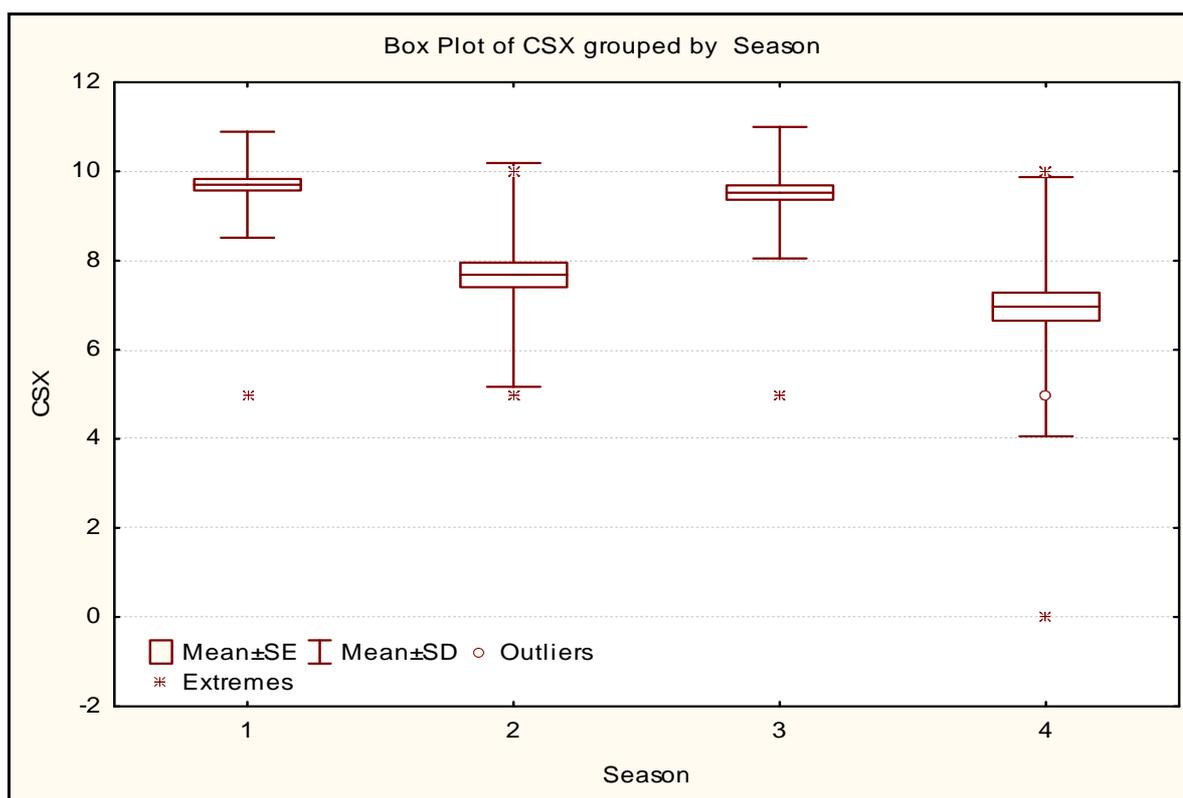


Graphe 5.2 : Variations saisonnières du comportement sexuel chez les jeunes béliers.

(1) Printemps ; (2) Eté ; (3) Automne ; (4) Hiver

- Béliers adultes :

La libido des béliers adultes a été significativement beaucoup plus élevée par rapport à celle des jeunes, et a montré des variations saisonnières signalées par des scores très élevés durant les mois de printemps et d'automne ($10,00 \pm 0$ signalé en Avril et Mai 2010), et marquée par une légère baisse durant les deux autres saisons (valeur minimale de $5,35 \pm 2,47$ en Janvier 2011) (tableau 5.1, graphe 5.3).



Graph 5.3 : Variations saisonnières du comportement sexuel chez les béliers adultes.

(1) Printemps ; (2) Été ; (3) Automne ; (4) Hiver

L'évolution des scores montre que le comportement sexuel varie au cours des différentes saisons de l'année avec une différence statistique hautement significative ($P < 0,001$) (tableau 5.4).

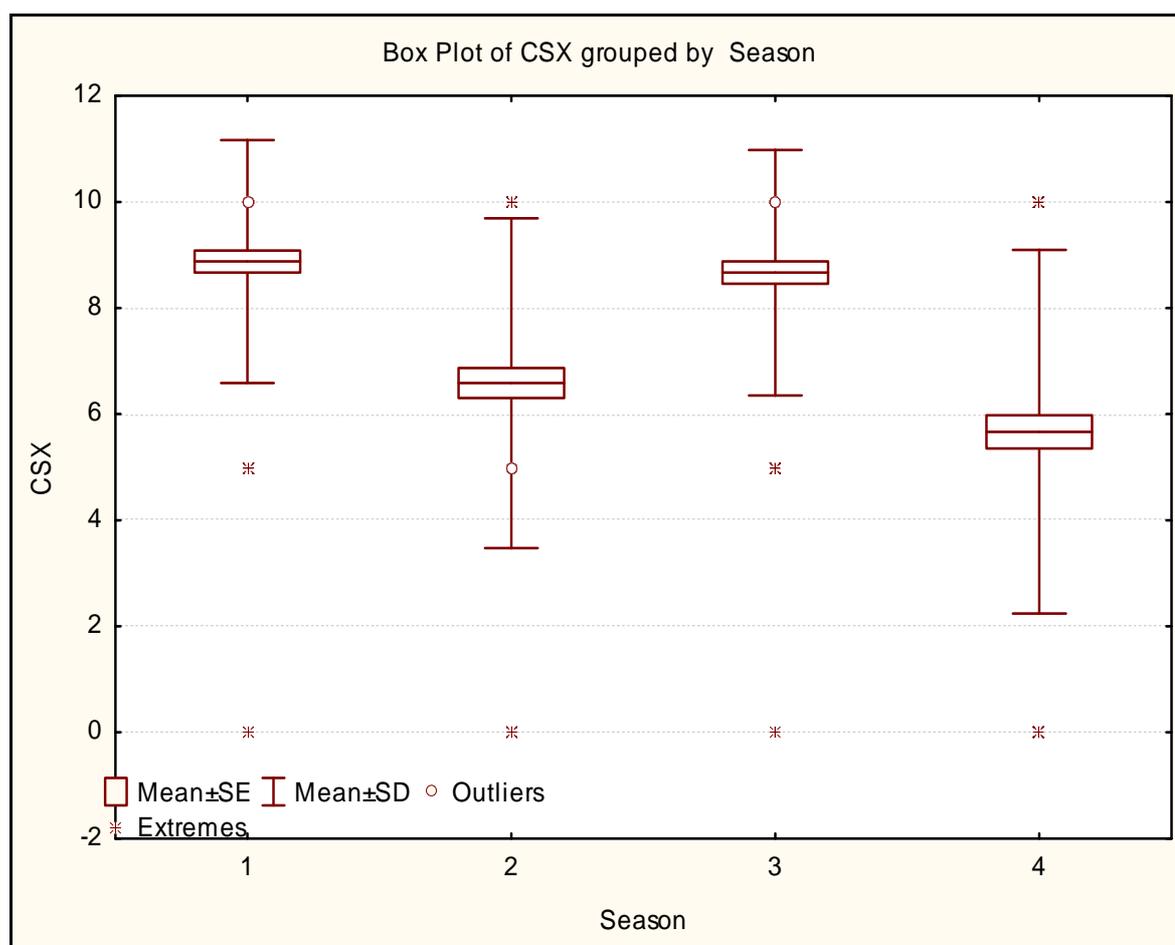
Tableau 5.4 : Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la saison sur les valeurs du comportement sexuel chez les béliers jeunes et adultes.

Source de variation	Somme des carrés	d.f	Carrés moyens	F	P
Saison	927,536	3	309,179	66,563	0,00
Erreur	2043,75	440	4,645		
Total de la variation	31325	480			
Total corrigé	4698,698	479			

Cette activité sexuelle atteint ses niveaux maximaux chez l'ensemble des béliers durant les mois de printemps (Avril à Juin) et de l'automne (Septembre à Novembre). Ainsi, les valeurs minimales sont enregistrées durant la saison d'été (Juillet à Août) et en hiver (Décembre à Janvier). Cette activité ne s'annule jamais au cours de l'année (tableaux 5.1, 5.2 et graphe 5.4).

La latence d'éjaculat est inférieure lors des périodes de lutte proprement dites (Printemps et Automne), durant lesquels le comportement sexuel des mâles est très marqué (tableaux annexes 1).

Nous avons même remarqué une baisse d'intensité de la libido avec une activité copulatoire acceptable de l'ensemble des béliers ; durant les périodes de fortes chaleurs (été), ainsi qu'au moment des températures les plus basses (hiver), où à ce moment la latence d'éjaculat a été nettement élevée (graphe 5.4, tableaux annexes 1).



Graphe 5.4 : Variations saisonnières du comportement sexuel pour l'ensemble des béliers.

(1) Printemps ; (2) Eté ; (3) Automne ; (4) Hiver

Selon l'analyse des groupes homogènes (interactions individuelles), aucune différence significative n'est observée entre l'activité sexuelle au cours des saisons du printemps et de l'automne, cela est traduit par l'enregistrement de valeurs très similaires. À la différence des deux autres saisons, une valeur élevée a été enregistrée durant l'été alors que la valeur la plus basse est notée durant l'hiver (Tableau annexe 6).

Notre étude a démontré que l'introduction soudaine de brebis en chaleur dans le groupe de béliers induit certains changements de l'état comportemental des sujets mâles. La présence des femelles améliore généralement le niveau de l'activité sexuelle chez ces mâles par des émissions sonores et des postures spécifiques (figure 5.1). Ces effets semblent être moins prononcés pendant les périodes d'anœstrus.



(a) (b)
Figure 5.1 : Phase d'attraction : émission sonores (a) et posture spécifique (b).

Les tests du comportement sexuel utilisés « 10 à 15 minutes pour chaque brebis en chaleur » sont de durée suffisante pour mettre en évidence l'existence d'une activité sexuelle chez la majorité des béliers.

Au début de notre expérience, l'activité sexuelle reste assez limitée avec des parades hésitantes de la part des béliers.

Ces derniers deviennent plus actifs suite à des contacts répétés et prolongés avec des brebis en chaleur. En revanche, les mâles s'engagent dans des combats, le plus souvent entre sujets du même âge. Progressivement les femelles deviennent de plus en plus tolérantes vis-à-vis des approches des mâles et le niveau d'activité

sexuelle augmente. Les parades sexuelles des mâles sont de plus en plus courtes, faisant place à un comportement plus expéditif (figure 5.2).



Figure 5.2 : Phase appétitive : Bélier en posture avec la tête allongée dans le prolongement du dos de la brebis, les oreilles couchées.

L'immobilisation posturale d'une brebis constitue le signal visuel d'identification de l'état d'œstrus par un bélier, elle est renforcée par la reconnaissance olfactive qui joue un rôle déclencheur pour le comportement sexuel du mâle (figure 5.3). Lorsque le contact est établi, l'immobilisation posturale de la femelle est le signal de la poursuite de la séquence d'accouplement (figures 5.4 et 5.5) ; sa fuite au contraire signifie que la femelle n'est pas en chaleur.



(c)

(d)

Figure 5.3 : Phase appétitive : Flairage de la zone ano-génitale (c), Flehmen (d)



Figure 5.4 : Phase appétitive : approche latérale du bélier avec des émissions sonores particulières.



Figure 5.5 : Phase consommatoire : tentatives d'accouplement, le bélier entre en érection puis par un chevauchement avec intromission et éjaculation.

Notons aussi que nous avons remarqué que la présence d'un bélier adulte dominant peut inhiber l'activité (comportement sexuel) d'un jeune subordonné.

Ainsi, nous avons remarqué que le contact physique et la dominance chez les béliers les plus forts pour l'accouplement, étaient marqués lors de la présence de l'ensemble des béliers autour des femelles en chaleur.

Les béliers ont montré des niveaux élevés et bas de l'exécution sexuelle, et nous avons constaté que les béliers adultes ont un rendement élevé et ont un effet sensiblement plus grand sur les brebis en œstrus par rapport aux jeunes béliers (02 ans) qui ont une activité sexuelle assez basse (tableaux annexes 1). Cependant, l'analyse de ces données comportementales a indiquée que pour

s'accoupler, les jeunes béliers ont passé plus de temps près des brebis par rapport aux béliers adultes qui ont passé moins de temps.

Les béliers adultes sont plus efficaces et plus expérimentés et ont démontré leur libido avec une grande facilité par rapport aux jeunes béliers ; dans notre étude, nous avons observé que ce sont les mâles de 04 et 05 ans qui participent le plus activement à la reproduction, sachant que les jeunes béliers ont manifesté une participation.

La reconnaissance individuelle semble jouer un rôle essentiel dans l'organisation sociale des ovins. Les relations de dominance-subordination se maintiennent, sans que le contact physique soit nécessaire, par des réactions d'évitement et de soumission qui apparaissent à distance. Dans ce cas, il semble que la reconnaissance individuelle soit associée au rang de chacun dans la hiérarchie sociale.

Ainsi, nous avons constaté que le contact physique et la dominance chez les béliers les plus forts pour l'accouplement étaient marqués lors de la présence de l'ensemble des béliers autour des femelles en chaleur ; des combats peu violents peuvent être occasionnés, la plupart des combats se font de face, les mâles se dressent sur les pattes arrière et s'affrontent en retombant. Des coups sont également échangés dans les flancs, occasionnant éventuellement des blessures. Ces interactions agonistiques se poursuivent parfois durant toute la période de saillie et vont déterminer les chances d'accès à la reproduction.

Au cours d'un œstrus chaque femelle peut s'accoupler avec plusieurs mâles (jeunes et adultes) et chaque mâle avec 2 à 4 femelles. Des femelles en chaleur (naturelle ou artificielle) jouent un rôle important en facilitant la pleine expression du comportement sexuel du mâle.

Le bélier est particulièrement sensible aux effets de l'environnement sur la réactivité sexuelle, qui peut être parfois inhibée, ou stimulée. L'accroissement du délai séparant des accouplements successifs avec une même brebis pourrait être interprété comme résultant de l'évolution physiologique d'un mécanisme interne. Cependant, la présentation d'une nouvelle brebis réceptive induit une reprise intense de l'activité copulatoire.

Notons aussi que tous les béliers de la race Rembi ont présenté un comportement sexuel vis-à-vis des brebis œstrogénisées artificiellement (Benzoate d'œstradiol) et qui ont mis bas plus tard.

Nous avons remarqué que des préférences individuelles peuvent aussi conduire à des saillies plus fréquentes de certaines femelles, alors que d'autres femelles, bien qu'étant également en œstrus, sont négligées par le mâle.

Dès la fin d'un accouplement, les deux partenaires présentent souvent des réactions comportementales ou posturales caractéristiques. Chez le bélier, la réactivité sexuelle chute brutalement. Le déroulement et la suite d'un autre comportement sexuel est déterminés par la durée des périodes réfractaires du mâle. Toutefois, bien que la femelle semble plus rapidement apte à reprendre une activité sexuelle, elle intervient également dans l'espacement des accouplements.

6. EVOLUTION DE LA CIRCONFERENCE SCROTALE (CS) :

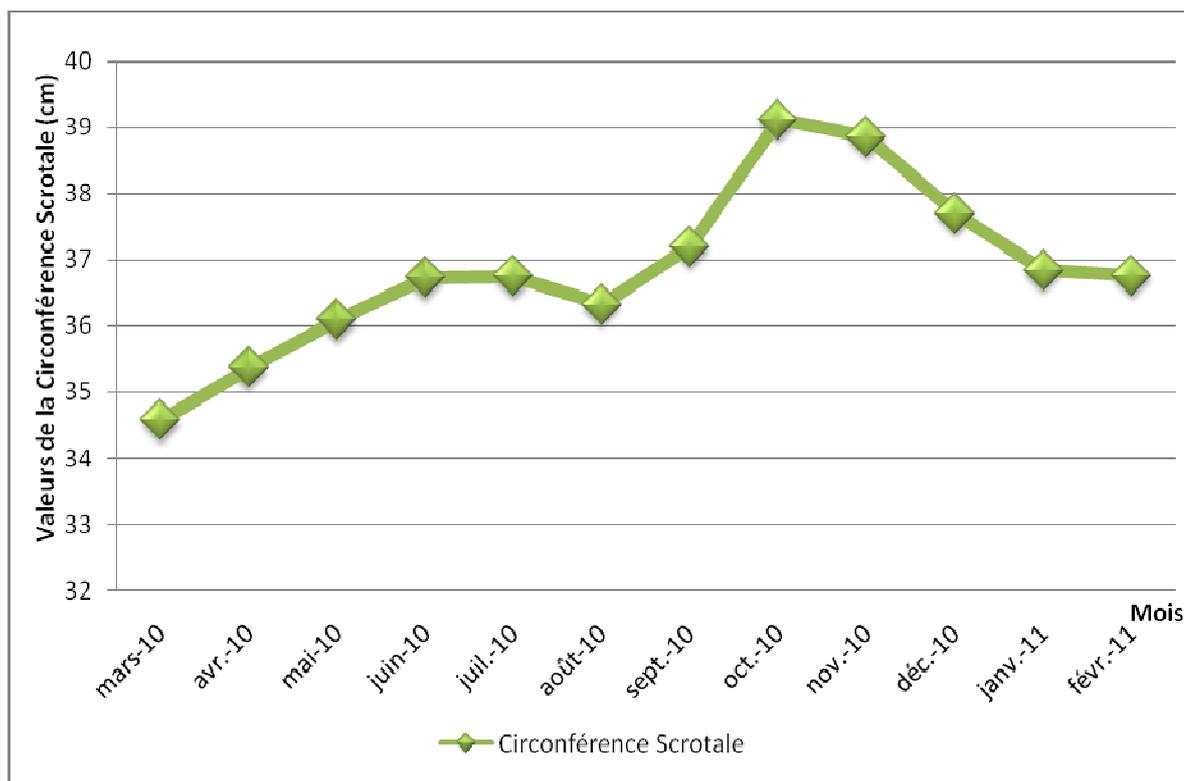
Les valeurs mensuelles obtenues chez les béliers de cette étude au cours de la période d'expérimentation sont rapportées dans le tableau 5.5.

L'évolution mensuelle de la circonférence scrotale indique que ce diamètre était à son minimum durant le début de notre expérimentation en mois de Mars chez l'ensemble des béliers (34,57 cm) (tableau 5.5).

Cependant, cette mesure arrive à son maximum durant les mois d'Octobre et de Novembre pour les sujets en étude qu'ils soient adultes ou jeunes (tableau 5.5, graphe 5.5).

Tableau 5.5 : Moyennes mensuelles des circonférences scrotales au cours de l'année chez les béliers (jeunes, adultes).

Circonférence Scrotale (cm)			
Béliers	Ensemble	Jeunes	Adultes
Mois			
Mars 2010	34,57 ± 1,84	32,25 ± 1,21	35,57 ± 0,86
Avril 2010	35,37 ± 2,12	32,74 ± 1,23	36,50 ± 1,13
Mai 2010	36,09 ± 2,31	33,11 ± 1,28	37,37 ± 1,05
Juin 2010	36,73 ± 2,11	34,00 ± 1,27	37,90 ± 0,92
Juillet 2010	36,75 ± 1,89	34,32 ± 1,25	37,79 ± 0,81
Août 2010	36,32 ± 1,62	34,30 ± 1,22	37,18 ± 0,75
Septembre 2010	37,20 ± 1,80	34,93 ± 1,26	38,17 ± 0,84
Octobre 2010	39,12 ± 2,19	36,20 ± 1,29	40,37 ± 0,77
Novembre 2010	38,86 ± 1,81	36,54 ± 1,11	39,85 ± 0,83
Décembre 2010	37,70 ± 1,27	36,39 ± 1,07	38,29 ± 0,91
Janvier 2011	36,84 ± 1,10	36,12 ± 1,02	37,15 ± 1,04
Février 2011	36,76 ± 1,16	36,12 ± 1,00	37,03 ± 1,18
MOYENNE	36,85 ± 1,29	34,75 ± 1,52	37,76 ± 1,32



Graphe 5.5 : Distribution des circonférences scrotales moyennes mensuelles au cours de la période de l'étude de l'ensemble des béliers.

L'analyse statistique des résultats montre que les mensurations scrotales accusent des variations avec des différences très hautement significatives ($P < 0,001^{***}$) entre les dimensions testiculaires des deux tranches d'âge (jeunes et adultes) (tableau 5.6).

Tableau 5.6 : Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la tranche d'âge sur les valeurs de la circonférence scrotale chez les béliers jeunes et adultes de la race Rembi.

Source de la variation	Somme des carrés	d.d.l	Carrés moyens	F	P
Classe d'âge	918,3	1	918,3	340,047	0,0 ^{***}
Erreur	1288,145	477	2,701		
Total de la variation	653281,61	479			
Total corrigé	2206,445	478			

- Jeunes béliers :

Nous avons noté dès le commencement de notre étude (Mars 2010) qu'il y avait une augmentation progressive et linéaire de la circonférence scrotale chez les jeunes béliers de la race Rembi (graphe 5.6).

La croissance de cette mesure scrotale était presque similaire chez les trois jeunes mâles (tableaux annexes 1 des béliers N° 105 41, 10542 et 10543).

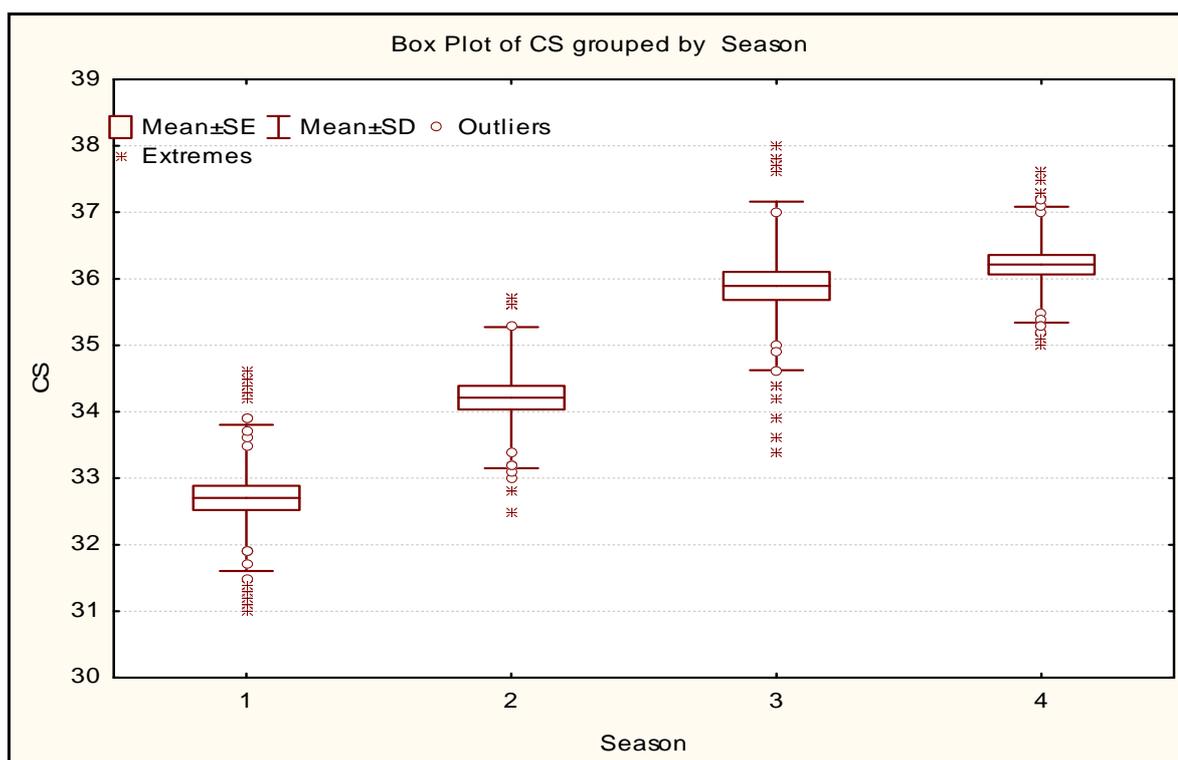
Nous avons enregistré que les moyennes saisonnières des mensurations scrotales des jeunes augmentent de façon progressive à partir de la saison du printemps, tout en montrant des variations saisonnières hautement significatives ($p < 0,001$) (tableau 5.7, graphe 5.7).

Ainsi, Le diamètre scrotal a augmenté progressivement dès le mois de Mars pour atteindre une valeur assez élevée durant le mois de Juillet, pour se stagner ensuite légèrement jusqu'au mois d'Août, puis une seconde élévation beaucoup plus intéressante a été enregistrée durant les mois de la saison d'automne avec des valeurs les plus hautes durant le mois de Novembre. Puis, nous avons observé un léger stationnement du développement du périmètre scrotal durant les mois de la saison d'hiver (graphe 5.6).

La circonférence scrotale moyenne enregistrée chez les jeunes béliers Rembi durant une année d'études a été de $34,75 \pm 1,52$ cm (tableau 5.5).



Graphe 5.6 : Distribution des circonférences scrotales moyennes mensuelles au cours de l'année d'étude chez les jeunes béliers.



Grphe 5.7 : Variations saisonnières des circonférences scrotales chez les jeunes béliers.

(1) Printemps ; (2) Été ; (3) Automne ; (4) Hiver

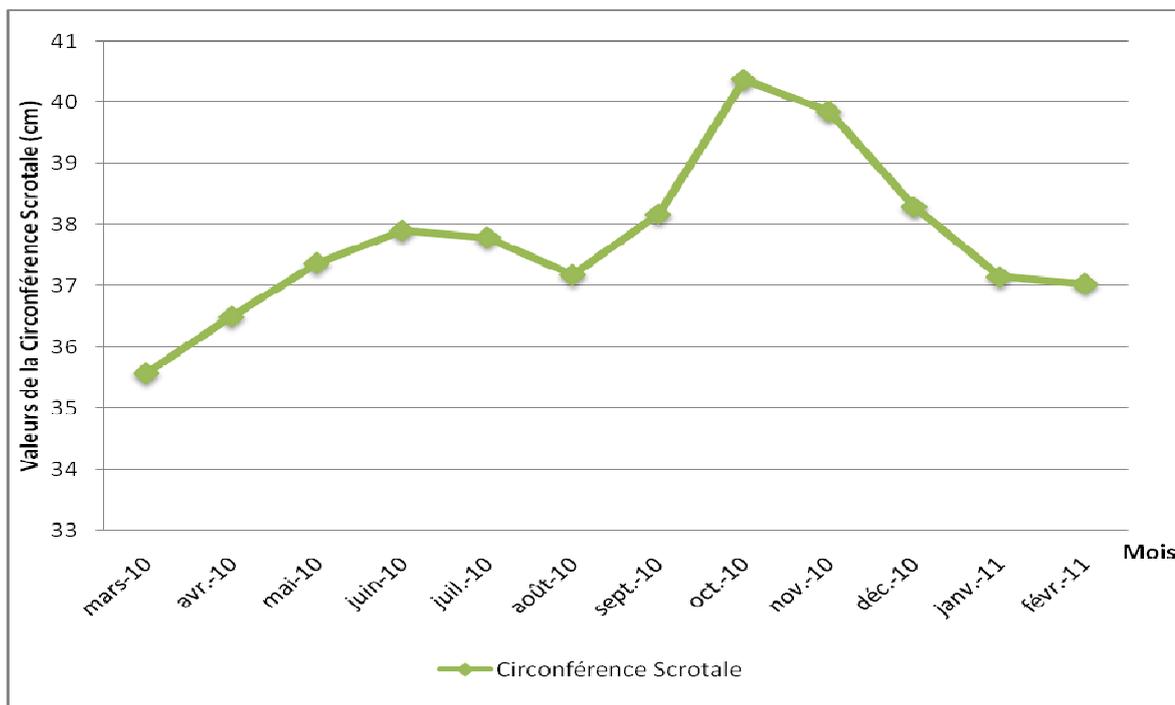
- Béliers adultes :

Nous avons remarqué dans cette tranche d'âge que l'évolution du développement linéaire de la circonférence scrotale est différente par rapport à celle des jeunes (graphes 5.8 et 5.9).

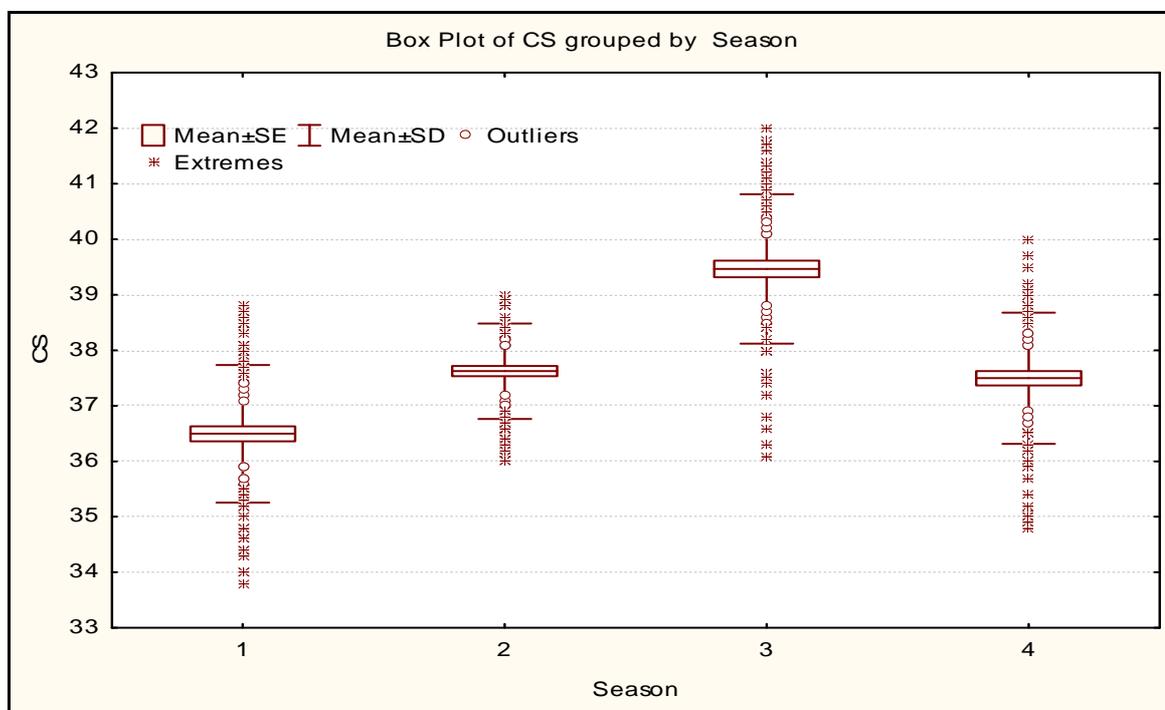
L'évolution du périmètre scrotal était presque semblable pour l'ensemble des béliers adultes utilisés dans cette étude (tableaux annexes 1 des béliers N° 10544, 10545, 10546, 10547, 10548, 10549 et 10550).

Pour ces mâles, une élévation des diamètres scrotaux a été enregistrée à partir du début de notre expérimentation (Mars 2010). Ainsi, des périmètres scrotaux assez larges ont été acquis entre la fin du printemps et le début d'été (Juin - Juillet), puis une légère baisse des valeurs de la circonférence scrotale a été enregistrée pendant le mois d'Août. Ces valeurs sont à nouveau augmentées pour être plus élevées durant la saison d'automne (Octobre - Novembre). Sachant que des chutes assez considérables du périmètre scrotal ont été observées par la suite en plein hiver (Janvier et Février) (graphes 5.8).

La circonférence scrotale moyenne enregistrée chez les béliers adultes a été de $37,76 \pm 1,32$ cm (tableau 5.5).



Graphe 5.8 : Distribution des circonférences scrotales moyennes mensuelles au cours de la période de l'étude chez les béliers adultes.



Graphe 5.9 : Variations saisonnières des circonférences scrotales chez les béliers adultes.

(1) Printemps ; (2) Eté ; (3) Automne ; (4) Hiver

L'évolution des valeurs montre que la circonférence scrotale varie au cours des différentes saisons de l'année avec une différence statistique hautement significative ($P < 0,001$) (tableau 5.7).

Tableau 5.7 : Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la saison sur les dimensions de la circonférence scrotale chez les béliers jeunes et adultes.

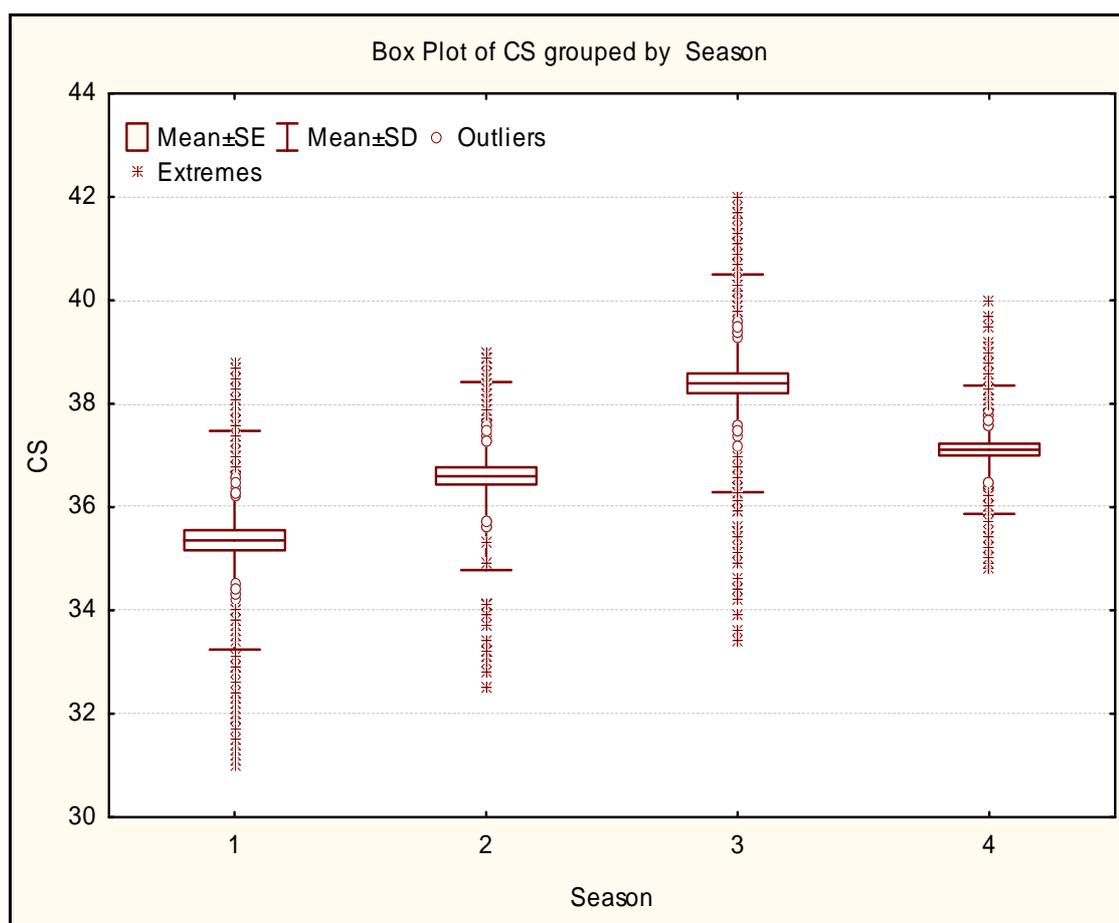
Source de variation	Type III Somme des carrés	d.f	Carrés moyens	F	P
Saison	556,771	3	185,59	339,677	0,00
Erreur	240,404	440	0,546		
Total de la variation	654577,61	480			
Total corrigé	2207,196	479			

Chez l'ensemble des mâles de notre expérience, la circonférence scrotale qui présente une valeur de $34,57 \pm 1,84$ cm en début du printemps (Mars) commence à croître d'une façon continue à partir des mois d'Avril et Mai jusqu'au mois de Juillet avant de se régresser légèrement pendant le mois d'Août. Des valeurs maximales sont atteintes à l'automne où les testicules restent bien développés pendant plusieurs semaines. La baisse des diamètres qui s'annonce dès la fin d'automne (à la fin Novembre) est observée jusqu'au fin Janvier 2011 avant de se stabiliser toujours légèrement en baisse jusqu'à la fin de notre étude (Février) (tableau 5.8, graphes 5.5 et 5.8).

La circonférence scrotale moyenne enregistrée chez l'ensemble des béliers Rembi utilisés durant notre étude a été de $36,85 \pm 1,29$ cm (tableau 5.5).

Tableau 5.8 : Variations saisonnières de la circonférence scrotale chez les béliers de la race Rembi.

Circonférence Scrotale (cm)			
Saison	Béliers		
	Ensemble	Jeunes	Adultes
PRINTEMPS (1)	35,35 ± 2,12	32,70 ± 1,14	36,48 ± 1,23
ETE (2)	36,60 ± 1,83	34,21 ± 1,09	37,62 ± 0,85
AUTOMNE (3)	38,39 ± 2,06	35,89 ± 1,21	39,46 ± 1,23
HIVER (4)	37,09 ± 1,21	36,21 ± 0,90	37,47 ± 1,14



Graphe 5.10 : Variations saisonnières des circonférences scrotales pour l'ensemble des béliers.

(1) Printemps ; (2) Eté ; (3) Automne ; (4) Hiver

Selon l'analyse des groupes homogènes (interactions individuelles), une différence significative est observée dans la circonférence scrotale au cours des différentes saisons. Cela est traduit par l'enregistrement des valeurs bien séparées. La valeur la plus élevée a été enregistrée durant l'automne alors que la valeur la plus basse est observée durant le printemps (Tableau annexe 8).

7. CONCENTRATION DE LA TESTOSTERONE PLASMATIQUE (T) :

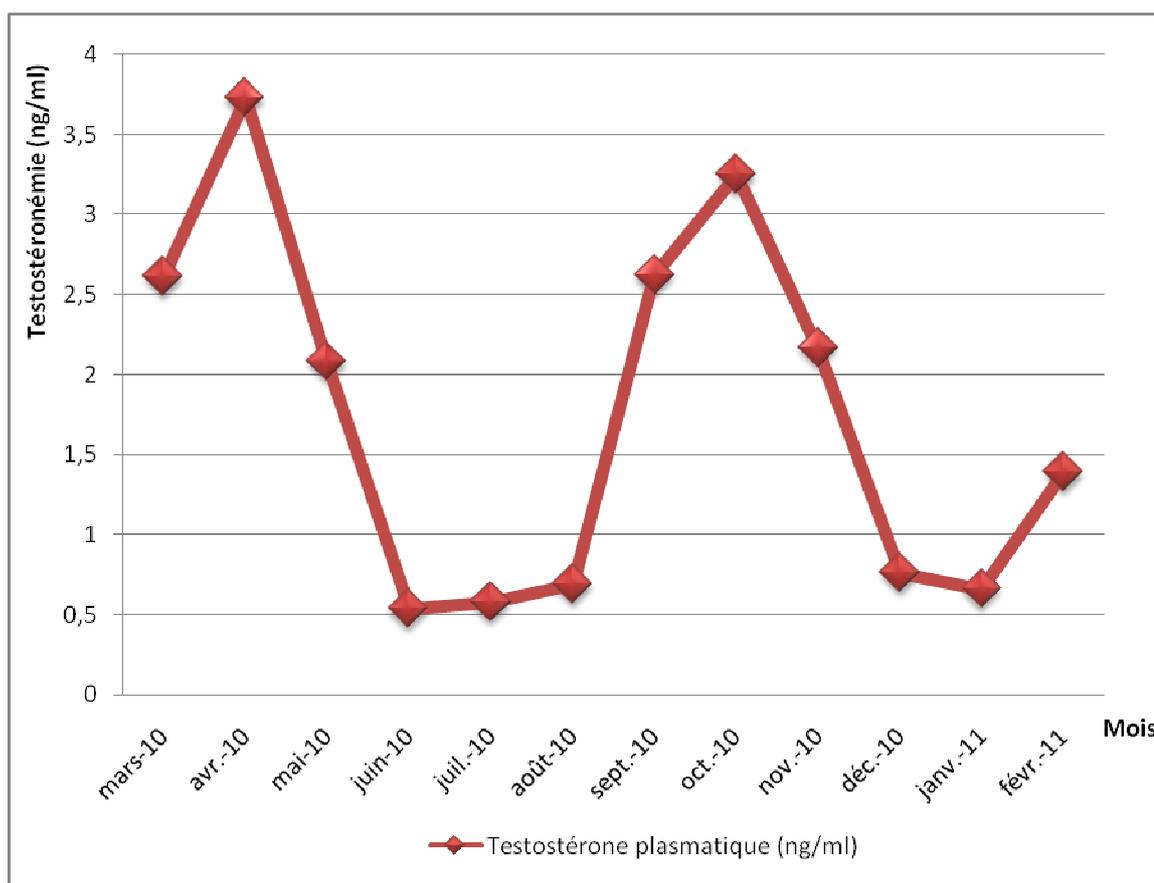
Les résultats obtenus durant le contrôle mensuel de la Testostéronémie chez nos sujets d'expérience au cours de la période d'observation sont rapportés dans le tableau 5.9.

Le contrôle mensuel de la testostérone plasmatique indique que son taux commence à croître à partir du début de notre étude à l'occurrence le mois de Mars pour atteindre un niveau élevé durant le mois d'Avril (3,73 ng/ml) suivie rapidement d'une forte chute de sa valeur dès la fin du printemps jusqu' à la fin d'été pour s' 'accroître de nouveau durant le début d'automne pour atteindre une valeur maximale pendant le mois d'Octobre (3,25 ng/ml). À partir de ce moment, cette hormone descend à taux bas pour les sujets en étude qu'ils soient jeunes ou adultes durant les mois suivants (de Novembre jusqu'au Janvier), puis une nouvelle élévation est aperçue durant le mois de Février (tableaux 5.9 et 5.10, graphe 5.11).

L'étude de la variation des concentrations de la testostérone montre des taux d'accumulation moyens autour de 1,75 ng/ml sont enregistrés chez l'ensemble des sujets analysés. Le contenu moyen de cette hormone chez les jeunes varie aux alentours de 1,91 ng/ml. Par contre, chez les adultes, il est autour de 1,69 ng/ml (tableau 5.9).

Tableau 5.9 : Contrôle mensuel de la Testostéronémie au cours de l'année chez l'ensemble des béliers (jeunes, adultes).

Testostérone plasmatique (ng/ml)			
Béliers Mois	Ensemble	Jeunes	Adultes
Mars 2010	2,61 ± 2,01	2,76 ± 2,28	2,54 ± 2,07
Avril 2010	3,73 ± 1,76	3,84 ± 2,85	3,69 ± 1,38
Mai 2010	2,08 ± 1,19	3,26 ± 1,19	1,58 ± 0,83
Juin 2010	0,54 ± 0,40	0,38 ± 0,42	0,61 ± 0,41
Juillet 2010	0,58 ± 0,52	0,51 ± 0,52	0,61 ± 0,56
Août 2010	0,69 ± 0,62	0,56 ± 0,18	0,74 ± 0,75
Septembre 2010	2,62 ± 2,18	2,78 ± 0,97	2,55 ± 2,61
Octobre 2010	3,25 ± 2,15	2,90 ± 1,25	3,40 ± 2,51
Novembre 2010	2,17 ± 2,56	2,26 ± 1,86	2,13 ± 2,56
Décembre 2010	0,76 ± 0,67	1,15 ± 0,91	0,60 ± 0,55
Janvier 2011	0,66 ± 0,45	0,61 ± 0,54	0,68 ± 0,46
Février 2011	1,39 ± 1,10	1,91 ± 1,57	1,17 ± 0,89
MOYENNE	1,75 ± 1,36	1,91 ± 1,22	1,69 ± 1,14



Graphe 5.11 : Evolution mensuelle de la Testostérone plasmatique chez l'ensemble des béliers.

Tableau 5.10 : Variations saisonnières de la Testostéronémie chez les béliers jeunes et adultes.

Testostérone plasmatique (ng/ml)			
Béliers	Ensemble	Jeunes	Adultes
Saison			
PRINTEMPS (1)	2,80 ± 0,84	3,28 ± 0,54	2,60 ± 1,05
ETE (2)	0,60 ± 0,07	0,48 ± 0,09	0,65 ± 0,07
AUTOMNE (3)	2,68 ± 0,54	2,64 ± 0,34	2,69 ± 0,64
HIVER (4)	0,93 ± 0,39	1,22 ± 0,65	0,81 ± 0,30

L'analyse statistique des résultats obtenus à travers l'analyse de la variance n'indique aucun effet statistiquement décelable concernant l'influence de la tranche d'âge sur les concentrations internes en testostérone ($P > 0.05$) (tableau 5.11).

Tableau 5.11 : Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la tranche d'âge sur les concentrations internes de testostérone chez les béliers jeunes et adultes de la race Rembi.

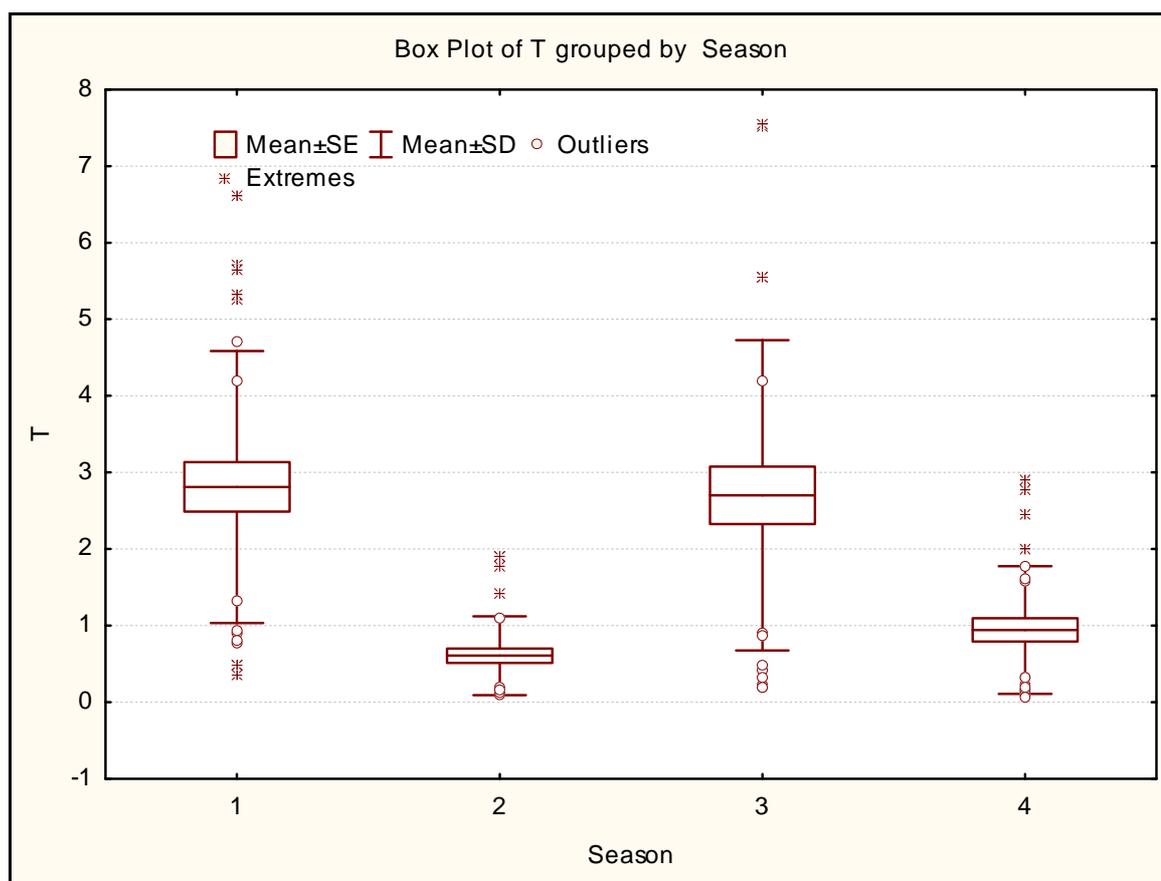
Source de la variation	Somme des carrés	d.d.l	Carrés moyens	F	P
Classe d'âge	1,253	1	1,253	0,417	0,52
Erreur	351,658	117	3,006		
Total de la variation	720,962	119			
Total corrigé	352,911	118			

L'analyse statistique montre que les concentrations internes de la testostérone plasmatique présentent des variations au cours des différentes saisons de l'année avec une différence statistique hautement significative ($P < 0,001$) (tableau 5.12).

Tableau 5.12 : Analyse de la variance à un seul facteur de variabilité au seuil de sécurité de 95% de l'effet de la saison sur les concentrations internes de testostérone.

Source de variation	Somme des carrés	d.f	Carrés moyens	F	P
Saison	113,552	3	37,851	19,714	0,00
Erreur	151,677	79	1,92		
Total de la variation	720,962	119			
Total corrigé	352,911	118			

Le profil des courbes obtenues au cours d'une année pour l'ensemble des béliers de cette race montre des variations de la Testostéronémie qui sont exprimées d'une manière saisonnière, avec des valeurs maximales enregistrées pendant les mois du printemps et de l'automne et par des valeurs plus basses durant les mois d'été et d'hiver (tableau 5.10). Pour l'ensemble des béliers, les taux les plus bas de la testostérone plasmatiques ont été enregistrés durant les mois de la saison d'été (graphe 5.12).



Graphe 5.12 : Variations saisonnières de la Testostéronémie chez l'ensemble des béliers.

(1) Printemps ; (2) Eté ; (3) Automne ; (4) Hiver

L'analyse des groupes homogènes montre qu'aucune différence significative n'est observée entre les différents niveaux de la Testostéronémie qui se traduit au cours de l'été et d'hiver pour le premier groupe et pour le printemps et l'automne dans le deuxième groupe et ceci par l'enregistrement de valeurs très similaires. Les valeurs les plus basses ont été enregistrées dans le premier groupe, alors que les valeurs les plus hautes sont notées dans le second groupe (Tableau annexe 4).

8. RELATION ENTRE LES DIFFERENTS PARAMETRES :

L'analyse de corrélation entre les différentes variables mesurées indique une forte relation positive entre la classe d'âge et la circonférence scrotale d'un côté ($r=0.645^{**}$) et du comportement sexuel de l'autre côté ($r=0.498^{**}$). Cela indique que ces deux variables prennent de l'ampleur avec l'évolution en âge. Par contre, cette analyse ne montre aucune corrélation significative entre le paramètre de la classe d'âge et l'évolution des concentrations internes de la testostérone plasmatique chez l'ensemble des béliers (tableau 5.13).

Tableau 5.13 : Relation entre les différents paramètres enregistrés chez l'ensemble des béliers.

	Classe d'âge	Testostéronémie	Circonférence Scrotale	Comportement sexuel	Saison
Classe d'âge	1				
Testostéronémie	- 0,06	1			
Circonférence Scrotale	0,645 ^{**}	- 0,107	1		
Comportement sexuel	0,498 ^{**}	0,212 [*]	0,370 ^{**}	1	
Saison	0	- 0,231 [*]	0,368 ^{**}	- 0,269 ^{**}	1

Tableau 5.14 : Relation entre les différents paramètres enregistrés chez les jeunes béliers.

	Testostéronémie	Circonférence Scrotale	Comportement sexuel	Saison
Testostéronémie	1			
Circonférence Scrotale	- 0,283 P = 0,094	1		
Comportement sexuel	0,262 P = 0,122	- 0,155 P = 0,065	1	
Saison	- 0,271	0,771**	- 0,350**	1

Tableau 5.15 : Relation entre les différents paramètres enregistrés chez les béliers adultes.

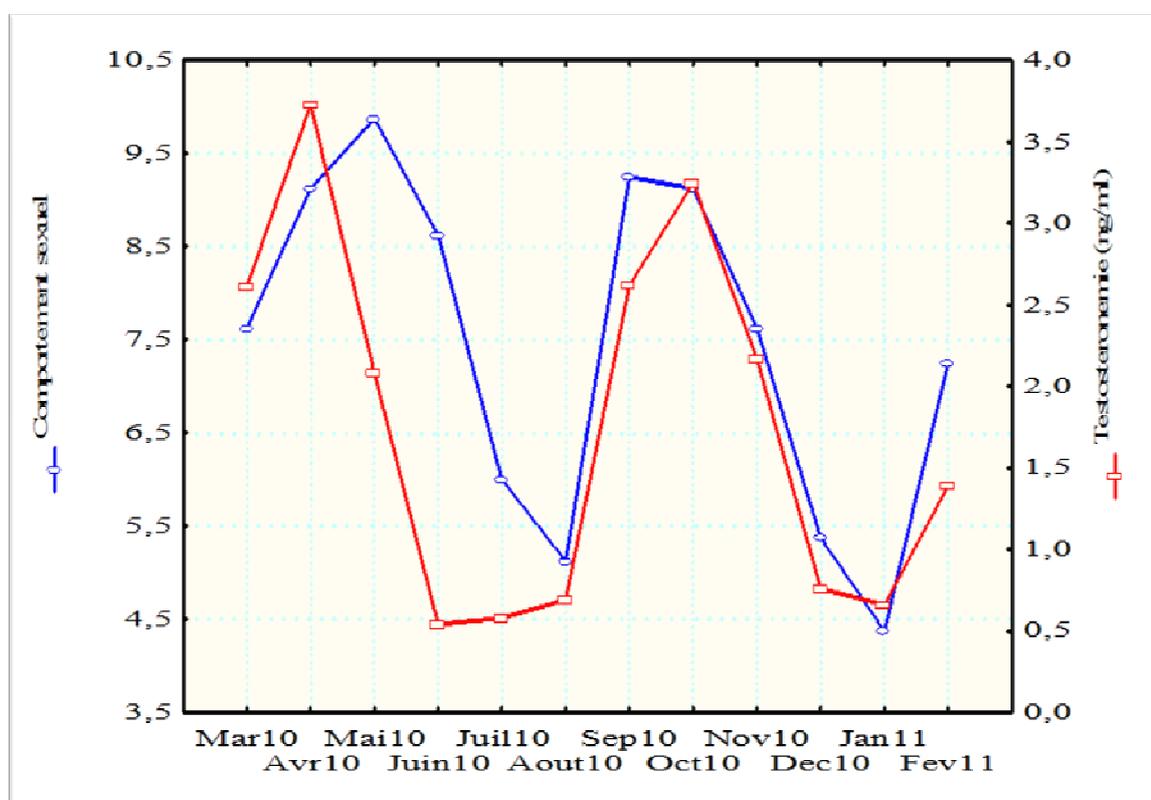
	Testostéronémie	Circonférence Scrotale	Comportement sexuel	Saison
Testostéronémie	1			
Circonférence Scrotale	- 0,002 P = 0,984	1		
Comportement sexuel	0,273* P = 0,012*	0,225** P = 0***	1	
Saison	- 0,216	0,342**	- 0,293**	1

8.1. Corrélation entre le comportement sexuel et la Testostéronémie :

L'extrapolation des scores moyens mensuels du comportement sexuel et des valeurs de la testostéronémie obtenus au cours de la période de l'étude est présentée dans le graphe 5.13, et a révélé une évolution presque similaire au cours de l'année chez l'ensemble des béliers.

Le traitement statistique des résultats, rapporté dans les tableaux 5.13, 5.14 et 5.15 montre l'existence d'une corrélation significative entre la concentration de la testostérone plasmatique et le comportement sexuel chez l'ensemble des béliers, encore plus marquée chez les adultes ($r = 0,273^*$), sachant que cette corrélation est non significative dans la tranche d'âge des jeunes.

Ainsi l'effet de la saison s'est corrélié négativement avec les valeurs de la testostérone plasmatique ($r = -0,231^*$) et les scores de la libido ($r = -0,269^{**}$) (tableau 5.13). Il en ressort que l'activité sexuelle des béliers adultes de race Rembi ne s'annule à aucun moment durant l'année. Cette activité est maximale en printemps et en automne et est minimale en été et en hiver.



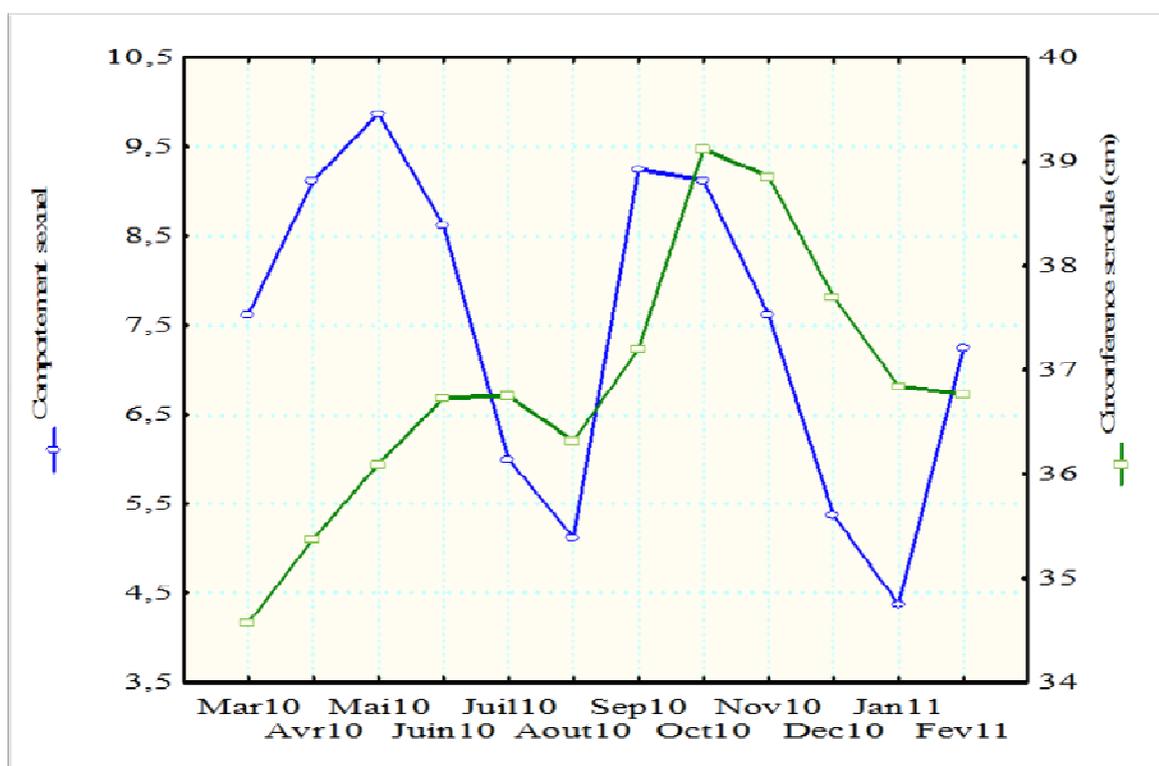
Graphe 5.13 : Corrélation entre les variations mensuelles du comportement sexuel et de la Testostérone plasmatique chez l'ensemble des béliers.

8.2. Relation entre le comportement sexuel et la circonférence scrotale :

L'extrapolation des scores moyens mensuels du comportement sexuel et des mesures de la circonférence scrotale obtenus au cours de la période de l'étude est présentée dans le graphe 5.14, et a révélé une évolution presque similaire au cours de l'année chez l'ensemble des béliers.

Le traitement statistique des résultats montre qu'il existe une corrélation significative entre les scores du comportement sexuel et les dimensions du périmètre scrotal chez l'ensemble des béliers ($r = 0,370^{**}$) (tableau 5.13), encore assez nette chez les béliers adultes ($r = 0,225^{**}$) (tableau 5.15), à l'inverse des jeunes où cette corrélation est non significative (tableau 5.14).

Ainsi, l'effet de la saison s'est corrélé positivement avec les mesures de la circonférence scrotale ($r = 0,368^{**}$) et négativement avec les scores de la libido ($r = -0,269^{**}$) (tableau 5.13). Il en ressort que l'activité sexuelle de l'ensemble des béliers de race Rembi de notre étude présente des variations saisonnières nettes durant l'année. Cette activité est maximale en printemps et en automne et minimale en été et en hiver.



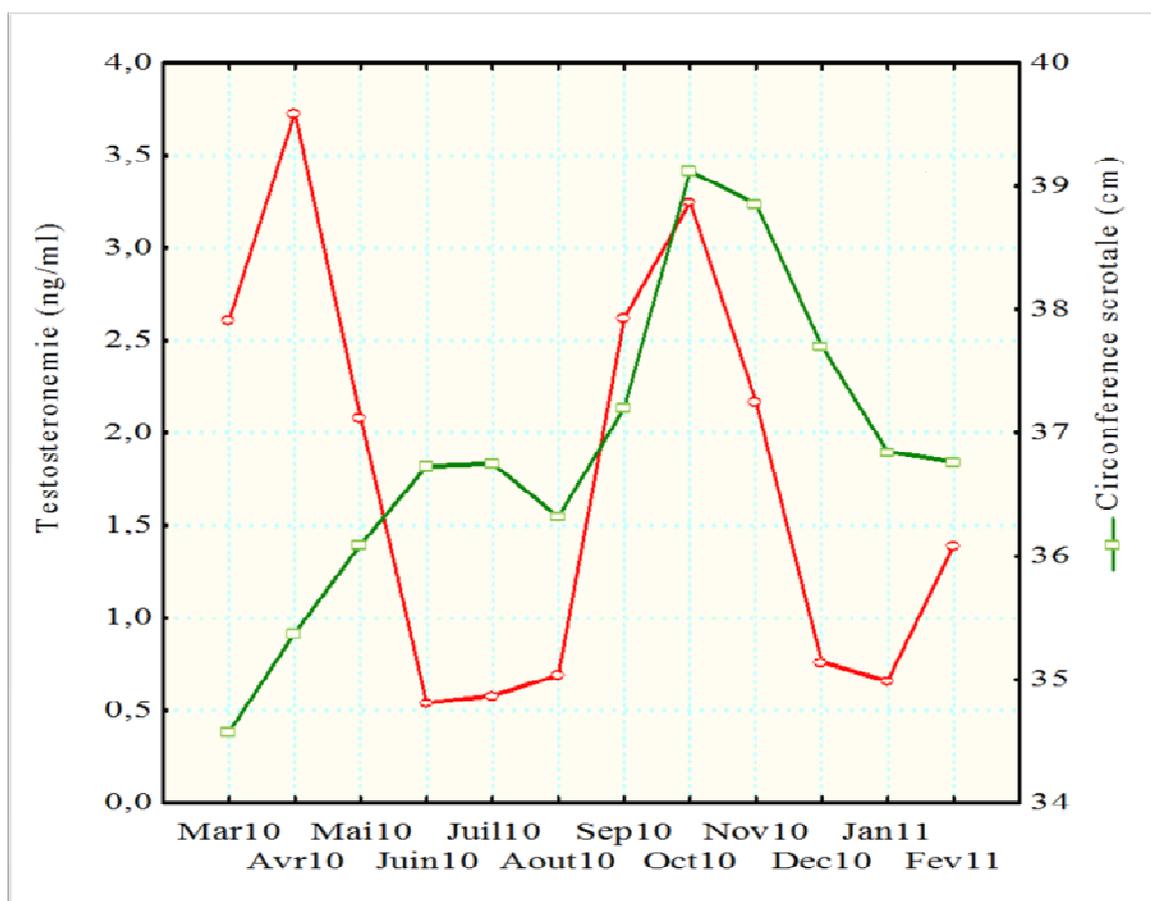
Graphe 5.14 : Corrélation entre les valeurs mensuelles du comportement sexuel et de la circonférence scrotale chez l'ensemble des béliers.

8.3. Relation entre la testostéronémie et la circonférence scrotale:

La distribution des mesures moyennes mensuelles de la circonférence scrotale et des valeurs de la concentration interne de la testostérone chez l'ensemble des béliers est présentée dans le graphe 5.15, et a révélé une évolution presque similaire surtout à partir du mois d'Aout de l'année de notre étude.

L'analyse statistique des résultats montre qu'il n'existe aucune corrélation significative entre les valeurs de la Testostéronémie et les dimensions du périmètre scrotal chez les béliers des deux tranches d'âge (tableaux 5.14 et 5.15).

Ainsi l'effet de la saison s'est corrélé négativement avec les valeurs de la testostérone plasmatique ($r = -0,231^*$) et positivement avec les mesures du périmètre scrotal ($r = 0,368^{**}$) (tableau 5.13). Il en ressort que l'activité sexuelle des béliers présente des fluctuations saisonnières sans être annulé à aucun moment durant l'année.



Graphe 5.15 : Relation entre les valeurs mensuelles de la Testostérone plasmatique et de la circonférence scrotale chez l'ensemble des béliers.

CHAPITRE 6

DISCUSSION

L'existence de saisons, avec les variations associées à des facteurs environnementaux, est l'un des principaux défis auxquels les organismes vivants sont confrontés dans les zones tempérées.

Différents processus physiologiques existent qui permettent de moduler les fonctions physiologiques de l'organisme en fonction des saisons [90]. La saisonnalité de la reproduction des ovins aboutit généralement à des naissances se déroulant en fin d'hiver ou au printemps ce qui fournit les conditions les plus favorables de développement aux jeunes avant l'hiver suivant.

Pour des espèces à durée de gestation de l'ordre de 6 mois (ovins, caprins et cervidés), la période d'activité sexuelle se déroule généralement pendant l'automne pour donner des naissances au printemps suivant. Chez les ovins ; avec une reproduction à caractère saisonnier marqué, il existe une alternance d'une période de repos sexuel (contre saison), et d'une période d'activité sexuelle (saison sexuelle) [90].

D'après BARIL et al., (1993) [203] ; on note chez le bélier des :

- Variations saisonnières du poids et des dimensions testiculaires.
- Variations saisonnières du comportement sexuel.
- Variations saisonnières de la testostérone plasmatique.
- Variations saisonnières de la production spermatique.

En contre saison, on observe une diminution de la libido, de la circonférence scrotale et de la production de spermatozoïdes, ce qui entraîne une baisse de fertilité. Cette baisse de fertilité varie selon les races, tellement moins marquée chez les races dessaisonnées. Or, contrairement à la brebis, l'activité sexuelle des béliers n'est pas nulle en contre saison [204].

1. CIRCONFERENCE SCROTALE :

Dans cette recherche, et ce durant une période d'une année, nous avons déterminé certaines caractéristiques des testicules chez les béliers jeunes et adultes de la race Rembi. De même, l'effet de quelques facteurs environnementaux continuels et cruciaux sur les caractéristiques testiculaires a été recherché.

La mesure de la circonférence scrotale donne une bonne indication sur l'activité reproductrice du bélier, elle est en corrélation avec l'âge (jeunes et adultes) et le poids corporel des animaux. L'alimentation, la saison, la race et l'environnement climatologique peuvent influencer directement sur cette mesure [188].

À l'issue de notre année d'expérimentations, le diamètre scrotal moyen des béliers Rembi a été trouvé plus élevé chez les adultes que celui des jeunes. Cette différence de périmètres peut s'expliquer par la différence d'âge entre les deux classes en début d'expérience. Sachant que l'analyse statistique de nos résultats montre que les mensurations scrotales accusent des variations avec des différences très hautement significatives ($P < 0,001^{***}$) entre les deux tranches d'âge (jeunes et adultes), alors qu'aucune différence significative n'apparaît dans la classe des béliers adultes (4, 5 et 6 ans), ce qui nous amène à conclure que les diamètres les plus larges de ces mesures sont acquis à partir de l'âge de 4 ans.

Notons que HASSAN et al., (2009) [205] ont constaté dans leur étude, qu'au contraire aucune différence significative n'existe pour les tranches d'âge entre 1 et 4 ans, cependant en ce qui concerne le poids corporel qui est en corrélation directe avec la circonférence scrotale, ils remarquent, un effet hautement significatif de l'âge sur le poids corporel, ce dernier augmentant progressivement entre l'âge de 1 et 3 ans, pour ensuite se stabiliser entre 3 et 4 ans.

La tendance du développement testiculaire et scrotal chez les jeunes béliers notée dans notre étude a été semblable à celle décrite par GHANNAM et al., (1977) [206] pour les béliers de la race Awassi, et par SCHOEMAN et COMBRINK (1987) [207] pour les races Dorper, Dohne Merino, ainsi que par

AYGUN et KARACA (1995) [208] pour la race Karakas. L'augmentation du diamètre testiculaire a généralement été progressive avec l'avancement de l'âge sous l'influence de quelques variations saisonnières. Cependant, la corrélation a été plus significative entre la circonférence scrotale et le développement corporel qu'avec l'âge des béliers.

Dans toutes les catégories d'âges des béliers, les variations saisonnières sur le poids corporel étaient significativement et fortement corrélées avec les variations saisonnières de la croissance testiculaire. Cela nous amène à dire qu'une haute corrélation existe entre le poids corporel et la circonférence scrotale [76, 209]. L'analyse statistique des résultats de cette expérience montre que chez les jeunes béliers Rembi, la circonférence scrotale est corrélée avec l'avancement de l'âge ($r=0,645^{**}$). Nous avons démontré dans une autre étude similaire [209], que l'évolution de cette mensuration a été parallèle avec le développement corporel et ce en fonction du mois.

Il y avait une augmentation progressive et linéaire avec un aspect assez homogène de la circonférence scrotale chez les jeunes béliers âgés de 24 mois au début de notre année d'études ; cela serait dû surtout à l'achèvement de la croissance du développement corporel et de la croissance testiculaire.

Chez les deux classes d'âge, il y a eu une variation saisonnière hautement significative de la circonférence scrotale moyenne. En effet, il a été constaté que c'est pendant la saison d'automne (octobre-novembre) que ce périmètre avait pris le plus de diamètre chez l'ensemble des mâles. Ces résultats sont en accord avec ceux qui sont obtenus par AZZI (2001) [210] chez des béliers de la race Hamra et Ouled Djellal.

Le périmètre scrotal des béliers en lumière naturelle a varié au cours des différentes saisons. La variation saisonnière observée dans notre recherche est comparable à celle rapportée dans la littérature par MICKELSEN et al. (1981) [156] chez les béliers de race Suffolk et Lincoln, et pour lesquels la croissance testiculaire est dans un niveau bas dès la fin de l'hiver jusqu'au début du printemps et commence à reprendre dès les mois d'avril-mai pour être à son

maximum en plein automne (octobre). Il en va de même pour les béliers de race Texel, Suffolk et Île-de-France [154, 157, 158, 159].

KAFI et al., (2004) [8] ont constaté que les valeurs les plus faibles du diamètre scrotal chez les béliers de race Karakul en Iran ont été enregistrées en hiver (moyenne 31,1 cm) et les valeurs les plus élevées en automne (33,3 cm).

L'évaluation de la circonférence scrotale est, en fait, une mesure indirecte de la production spermatique des béliers [193, 211] qui, elle-même, varie entre les différentes saisons [212].

Étant donné la relation qui existe entre le développement corporel et testiculaire [76, 209], la régression du diamètre testiculaire observée dans notre travail durant la période de Décembre-Février serait vraisemblablement la conséquence d'une chute de poids corporel, celle-ci serait due surtout à la restriction alimentaire des pâturages et aux mauvaises conditions d'élevage observées durant cette saison. Sachant que l'année de notre étude (2010/2011) dans la région de Ksar chellala a été médiocre du point de vue pluviométrie (sécheresse avec précipitations moyennes annuelles oscillent autour de 220 mm) et vu que le type d'élevages des béliers est semi-intensif (à base de concentré et de pâturage), l'alimentation à cette période été donc amoindrie sur le plan quantitatif et qualitatif. Ce qui laisse penser que la disponibilité alimentaire est parmi les facteurs clefs qui semblent dominer la variation de la circonférence scrotale.

Les raisons des variations saisonnières de la taille et les fonctions du testicule n'ont pu être clairement définies. Des données suggèrent que l'activité testiculaire faible enregistrée en hiver chez plusieurs races est probablement le résultat d'une synergie entre la photopériode, le climat, le type d'élevages et les contraintes nutritionnelles [213].

Le changement dans la disponibilité des aliments est un régulateur puissant de la fonction reproductrice chez les petits ruminants, en particulier dans les génotypes qui ne sont pas très sensibles à la photopériode [214]. La plupart des éleveurs d'ovins savent que différents régimes alimentaires peuvent modifier les

performances de reproduction de leurs animaux. La libido des mâles peut être sévèrement affectée par la sous-alimentation.

BROWN (1994) [215] rapporte que les apports énergétiques élevés et équilibrés ont des effets bénéfiques sur l'avancement de l'âge de la puberté et la production de sperme, d'où une augmentation de la taille des testicules et de la production de spermatozoïdes chez les animaux jeunes et adultes.

BARIL et al., (1993) [203] ont signalé qu'une sous alimentation sévère (400g de poids vif perdu chaque mois pendant 30 semaines) entraîne une diminution constante du poids et du diamètre testiculaire, de la concentration et du nombre total des spermatozoïdes de la semence éjaculée.

Chez les béliers Mérinos, une suralimentation riche en protéines avec de la graine de lupin pendant 15 jours accroît le poids testiculaire de 66% et le poids vif de 39% ; cet effet semble être dû à une augmentation de l'activité de la LH chez les mâles [203].

Selon BOUKHLIQ (1993) [216] et BOUKHLIQ et Martin (1997) [217], la supplémentation alimentaire avec une composante énergétique (16.4 mégajoules/kg) et protéique (337.5g protéine brute/kg matière sèche) stimule la sécrétion pulsatile de la LH, et la sécrétion tonique de la FSH. Elle augmente aussi la circonférence scrotale (1 centimètre par semaine).

Comme indiqué par les résultats obtenus à travers notre étude pour la mesure de la circonférence scrotale, cette dernière a été affectée par l'apport alimentaire et le mode d'élevages des béliers. Ces résultats confortent l'hypothèse que la croissance des testicules peut être affectée lorsque les animaux sont sous-alimentés par rapport à leurs obligations d'entretien et de reproduction. Ce qui est en accord avec FERNANDEZ et al., (2004)[218], HÖTZEL et al., (2003) [219], BOUKHLIQ et al., (1997) [220], mais incompatibles avec les observations faites par BIELLI et al., (1999) [221] et LINDSAY et al., (1984) [222], qui n'ont trouvé aucun effet significatif de l'amélioration des pâturages ou des protéines alimentaires sur les dimensions testiculaires.

Cependant, les composantes énergétiques de l'alimentation, en particulier des acides gras, du glucose et des acides aminés semblent jouer un rôle clé dans les réponses de la reproduction à des changements alimentaires. Les acides gras peuvent stimuler les voies de sécrétion de la GnRH, provoquant par ce fait une augmentation de la fonction testiculaire dans la production hormonale et spermatique [220, 223].

Des variations saisonnières ont été enregistrées pour le développement de la circonférence scrotale chez les béliers adultes ; ainsi, une amélioration a été observée en fin du Printemps et en Automne, avec un léger stationnement en saison d'Été et en Hiver. Cela serait dû à la bonne disponibilité alimentaire (pâturages) observée à ces moments.

L'effet de l'alimentation sur la croissance et le développement testiculaire chez les sujets adultes a été rapporté par plusieurs auteurs qui ont montré que la circonférence scrotale ainsi que la masse testiculaire augmentent suite à une amélioration alimentaire en énergie et en protéines [130].

DUFOUR et al., (1984) [154] et COLAS et al., (1986) [76] ont rapporté que chez les mâles issus des régions tempérées, l'effet de la saison agit directement par la photopériode ; sachant que les élévations des diamètres testiculaires dans notre étude ont été enregistrées pendant les moments les plus défavorables (moitié du mois de Mai jusqu'à la fin du mois de Juin), laissant penser que l'effet de la photopériode sur le développement testiculaire a été masqué par la bonne disponibilité alimentaire pendant ces périodes, entre les latitudes de 35°12' Nord et 35°20' Nord.

Ainsi MEHOUACHI (1984) [226] a rapporté que la circonférence scrotale chez les béliers de la race Barbarine enregistre une nette augmentation pendant la saison de Printemps.

D'autres études ont démontré, que la sensibilité de la taille testiculaire à la photopériode est différente selon les races. Certains auteurs [224, 225, 76, 203] montrent que l'exposition continue des béliers des zones tempérées aux jours courts, maintient la taille testiculaire et ses fonctions à des niveaux assez proches du maximum.

Il est à noter que la circonférence scrotale a montrée une évolution progressive avec l'âge ; ainsi, au début de notre étude les résultats enregistrés respectivement chez deux béliers âgés de 24 mois et 06 ans étaient de 31,00 cm et de 36,10 cm.

AUTEF et al., (2000) [188] estiment que chez les béliers reproducteurs (âgés entre 2 et 6 ans) la circonférence scrotale varie entre 25 et 38 centimètres [188].

Les béliers adultes par rapport aux jeunes ont présenté une circonférence scrotale presque similaire ; donc une fois la croissance corporelle achevée entre 3 et 4 ans d'âge, le développement testiculaire linéaire serait arrêté.

Il serait logique de conclure que, chez les béliers adultes, la circonférence scrotale dépend beaucoup plus du poids corporel que de l'âge.

Certains auteurs ont rapporté que toutes les dimensions testiculaires (longueur, largeur, volume, circonférence scrotale) dépendent beaucoup plus du poids corporel et du régime alimentaire, que de l'âge réel des mâles [227].

Vu le caractère homogène de la croissance testiculaire observée sur les deux catégories d'âges des béliers, nous pouvons dire que la race et l'effet génétique peuvent jouer un rôle essentiel dans la détermination de celle-ci.

BARIL et al., (1993) [203] ont rapporté que même durant les saisons où une régression testiculaire a été observée, la spermatogenèse ne s'est jamais arrêtée. Cependant, une diminution du nombre de spermatozoïdes produits par testicule, va de pair avec une augmentation de la fréquence et du pourcentage des spermatozoïdes porteurs d'anomalies morphologiques (70% dans certaines races).

AZZI (2001) [210] a signalé que le volume spermatique des béliers des races Ouled Djellal et Hamra dépend énormément de la circonférence scrotale des béliers ; à noter qu'une grande quantité de semence est produite durant les saisons où les circonférences scrotales sont maximales (Printemps et Automne) ainsi que chez les béliers possédant un diamètre testiculaire plus large.

La corrélation entre la circonférence scrotale et le volume spermatique est hautement significative.

Dans notre étude, la stagnation de l'évolution de la circonférence scrotale observée en plein été (fin de Juillet et pour le mois d'Août) par rapport aux autres moyennes annuelles à l'exception de l'hiver, serait la conséquence de trois hypothèses possibles :

- Fortes chaleurs qui ont dépassé parfois les 48C°, ce qui représente des effets néfastes sur la spermatogenèse. Cette régression testiculaire observée en été serait l'une des causes principales *des troubles de fertilité d'été*, fait noté chez plusieurs races ovines par plusieurs auteurs [204, 230].
- Médiocrité de la qualité alimentaire disponible durant cette saison, reposant essentiellement sur les résidus de culture, sachant que lors de l'année de notre étude le rendement des cultures céréales était faible.
- Les jours longs (photopériodes) ont un effet inhibiteur sur l'axe hypothalamo-hypophysio-testiculaire. Étant donné que durant cette saison, une baisse de sécrétions de la testostérone, de la FSH et de la LH a été décrite par LANGFORD et al., (1987) [155], PELLETIER et ALMEIDA (1987) [91] ; et une augmentation importante des anomalies morphologiques des gamètes a été signalée par COLAS, (1980) [100]. D'autre part DACHEUX et al, (1981) [228], rapportent qu'une chute considérable de la quantité des spermatozoïdes dans la semence est remarquée durant les mois d'été.

Notons que certaines études rapportent qu'entre les races, l'initiation de la croissance et de la régression testiculaire débute à des moments variables de l'année [197, 91], et des variations individuelles pourraient également être observées à l'intérieur d'une même race [100].

L'effet de la race sur le développement testiculaire a été rapporté par plusieurs auteurs, en effet, chez le bélier de la race Texel, une régression minimale du diamètre scrotal a été notée au Printemps à partir de 3 ans d'âge contrairement à une circonférence maximale observée chez les béliers Île-de-France du même âge durant la même saison ; ce qui correspond à une production

plus élevée de spermatozoïdes chez les béliers Île-de-France par rapport aux béliers Texel [76].

Ainsi, les variations de la production des spermatozoïdes ne sont pas étroitement proportionnelles aux changements de la masse testiculaire. En Automne et à partir de 3 ans d'âge, la production de sperme a été sensiblement plus haute chez les béliers Texel que chez les béliers Île de France, sachant que durant cette saison, le diamètre testiculaire a été plus développé chez les béliers de la race Île-de-France [76].

D'autres études ont signalé que chez les très vieux béliers Île-de-France, une diminution de la production de sperme est observée quoique la circonférence scrotale ait été plus grande au Printemps [229].

D'autres résultats ont postulé que la convenance des mesures testiculaires et scrotales serait un bon critère pour un choix précoce des jeunes reproducteurs. D'autre part, le choix de béliers reproducteurs basé seulement sur des mesures scrotales et testiculaires n'est pas suffisant ; d'autres études sur le comportement sexuel, le contrôle de la testostérone, la production du sperme et le suivi histologique (activité de la spermatogenèse) sont nécessaires pour confirmer les résultats [230].

Les variations saisonnières de la taille des testicules et de la concentration plasmatique de testostérone des béliers ont été signalées dans les zones tempérées [154]. Ces changements sont liés à la photopériode, de sorte que le changement de temps à jours courts stimule à la fois le développement des testicules et la sécrétion de testostérone. Dans la présente étude, nous avons noté qu'à partir du mois d'Aout et jusqu'à la fin de notre expérience (Février), les mesures de la circonférence scrotale ont évolué avec un profil presque similaire que celui de la concentration de la testostérone plasmatique. Contrairement à la période qui s'étale entre les mois d'Avril et Mai, où nous avons observé une augmentation dans les mesures de la circonférence scrotales et une chute du taux de la testostéronémie, ce qui pourrait être expliqué par l'effet inhibiteur des jours croissants et de la photopériode sur ce dernier paramètre. L'effet de l'amélioration de l'alimentation des béliers (pâturage) pendant la période du printemps a un effet

positif sur la croissance testiculaire, et c'est ainsi que l'effet inhibiteur de la photopériode a été masqué.

De même, GASTEL et al., (1995) [213] dans une étude avec les béliers de race Corriedale en Uruguay ont constaté que la circonférence scrotale était significativement en corrélation avec les niveaux de la testostérone plasmatique et le diamètre des tubes séminifères durant toute l'année.

Toutefois, PEREZ et al., (1997) [231] ont rapporté que chez les béliers de race Corriedale le diamètre scrotal et la concentration plasmatique de la testostérone commencent à diminuer dès la fin d'automne pour s'accroître de nouveau en fin d'hiver, ce qui correspond bien aux résultats de notre étude.

BARRELL et LAPWOOD, (1979) [232] ont signalé que les dimensions et les productions des testicules dépendent également de la latitude à laquelle les animaux se trouvent. Sachant que dans notre cas (à la latitude 35° Nord), les niveaux de la testostérone et du périmètre scrotal commencent à croître après l'augmentation du solstice d'hiver (26 Décembre), ce qui est en accord avec les résultats de [233].

Aussi, les béliers en photopériode de jours croissants ont montré des variations de circonférences scrotales différentes de celles des concentrations de testostérone, laissant de prime abord présager l'absence d'une relation de causalité entre les deux. Pourtant, dans l'étude de POULTON et ROBINSON (1987) [234], qui portait sur des béliers sous une photopériode artificielle de 3 mois de jours courts et de jours longs en alternance, les plus grandes valeurs de testostérone sanguine coïncidaient avec les données les plus élevées des volumes scrotaux. Il en a été de même dans l'étude de D'OCCHIO et al. (1984) [235]. Toujours selon POULTON et ROBINSON (1987) [234], 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.

TULLEY et BURFENING (1983) [236] avaient également conclu que les jours courts de l'automne et de l'hiver entraînaient une augmentation de la

circonférence scrotale et de la libido, mais aucune relation n'a été trouvée par ces auteurs entre le périmètre scrotal et le nombre de montes et de saillies.

FOURIE et al., (2005) [237] quant à eux, ont trouvé une corrélation positive entre les concentrations de testostérone et les valeurs du diamètre testiculaire chez les béliers de la race Dorper. Par contre, d'autres auteurs n'ont pu mettre en évidence cette relation chez cette même race [238]. Pourtant, certains auteurs expliquent que chez des béliers de race Soay, la baisse de production de testostérone survenant lors de la régression testiculaire, serait directement la conséquence d'une atrophie des cellules de Leydig dans les gonades [239].

En effet, les tubes séminifères ainsi que les compartiments inter tubulaires des testicules seraient affectés par la photopériode. Toutefois, il n'y aurait pas de changement ou de variations du nombre de cellules de Sertoli ou de Leydig. La différence s'observerait plutôt dans la taille du noyau des cellules de Sertoli et dans le volume des cellules de Leydig, les deux augmentant en jours courts et régressant en jours longs. Ces changements cellulaires seraient corrélés avec les concentrations en FSH et en testostérone dans le sang des tissus périphériques, indiquant que la régression sous les jours longs serait due à la réduction de la sécrétion des hormones gonadotrophiques [239].

2. COMPORTEMENT SEXUEL :

Dans cette étude, nous avons déterminé les différents niveaux d'expression du comportement sexuel d'une façon individuelle et collective chez les béliers jeunes et adultes de la race Rembi au cours des différentes saisons de l'année. D'autre part, l'effet de quelques facteurs environnementaux continuels et cruciaux responsables des variations sur les scores de la libido a été recherché.

La séquence du comportement vis-à-vis des femelles que nous avons observé a été presque semblable à celle observée par plusieurs auteurs (PEPELKO et CLEGG, 1965 ; ROUGER, 1974 ; ORGEUR, 1982 ; SALMON et al., 1984 ; GODFREY et al., 1998) [182, 95, 165, 199, 240].

L'évolution des scores obtenus au cours de la période de notre étude montre que le comportement sexuel présente une variation saisonnière hautement

significative. Il semble s'exprimer à travers une courbe reflétant une activité sexuelle qui atteint ses niveaux maximaux chez l'ensemble des béliers durant les mois de printemps (Avril à Juin) et de l'automne (Septembre à Novembre). Ainsi, les valeurs minimales sont enregistrées durant la saison d'été (Juillet à Août) et en hiver (Décembre à Janvier). Cette activité ne s'annule jamais au cours de l'année.

Les ovins élevés dans des zones tempérées sont des animaux saisonnés et leurs comportements sexuels présentent une grande variation selon la saison [69, 138, 241]. Les jours courts stimulent l'activité de reproduction alors que les jours longs ont une influence opposée [242]. L'effet est souvent considéré comme plus prononcé chez les brebis que chez les béliers, celles-ci pouvant être complètement inactives ce qui n'est en général pas le cas chez les béliers [243]. Néanmoins, une nette diminution du comportement des béliers est souvent observée en condition de climat tempéré [95].

PEPELKO et CLEGG (1965) [182] ont rapporté que le degré moyen d'expression du comportement sexuel varie significativement en fonction du mois et de la saison. Les scores les plus élevés de la libido ont été obtenus au cours des trois mois d'automne, soit, en Septembre, Octobre et Novembre. Le plus faible nombre de montes est survenu en été au mois de Juillet, et les éjaculations étaient quant à elles moins fréquentes au début du printemps.

Dans une étude de LAND (1970) [183], 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 Juillet et Août. Ainsi, l'augmentation de la libido à l'automne a suivi la diminution de la quantité de lumière du jour, mais a précédé la diminution de la température, ce qui a fait conclure aux auteurs que la lumière plutôt que la température serait à l'origine 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) [153]. Dans le même sens, TULLEY et BURFENING (1983) [236] ont également conclu que les jours courts de l'automne et de l'hiver entraînent une augmentation évidente de la libido, traduite par un nombre plus élevé de saillies lors d'un test de capacité de reproduction.

SHACKELL et al., en 1977 [184] 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. Ils en sont donc venus à la conclusion que la libido des béliers ne serait probablement pas une limitation dans le cadre d'un programme d'accouplements en contre-saison.

Dans la présente étude, chez l'ensemble des béliers, les valeurs du comportement sexuel ont suivi approximativement les mêmes profils que ceux des concentrations de la testostéronémie ainsi que des mesures de la circonférence scrotale. L'intensification du comportement sexuel et l'augmentation du périmètre scrotal durant les saisons du printemps et d'automne pourraient s'expliquer par une augmentation précédente du taux de testostérone. Cette hormone est à l'origine de la prolifération des cellules de Leydig, des cellules de Sertoli et des cellules germinales, d'où l'augmentation du diamètre testiculaire et de l'activité sexuelle.

Plusieurs études ont prouvé que les différents composants de l'activité copulatoire sont en corrélation significative avec la concentration de la testostérone et les dimensions testiculaires [244, 245, 246, 247, 248]. Les variations saisonnières de la taille des testicules et de la sécrétion de testostérone et de la libido sont contrôlées par la concentration sanguine de la LH.

SIGNORET et BALTHAZART (1983) [249] ont conclu que le comportement sexuel du mâle ne présente pas de variations à court terme. Dans les zones tempérées où l'activité sexuelle ovine est saisonnière, la réactivité sexuelle du

mâle varie lentement et progressivement au cours de l'année, d'une manière parallèle, mais décalée par rapport à l'évolution de la production d'androgènes. À court terme, la testostérone est sécrétée chez le mâle sous forme d'épisodes discrets. Ces variations rapides dans les taux circulants ne présentent pas de relations directes avec le comportement sexuel.

ROUGER (1974) [95], AHMAD et NOAKES (1995) [181] ont signalé que chez les boucs en zones tempérées, le comportement sexuel est exprimé de manière saisonnière pendant l'automne et l'hiver, l'apparition du comportement est précédée d'environ 6 semaines par une augmentation de 2 à 20 ng/ml des taux de testostérone.

2.1. Facteurs d'âge et d'expérience :

L'analyse statistique de notre travail a montré l'existence d'une différence très hautement significative entre la libido des deux classes d'âge ($P < 0,001^{***}$).

Les jeunes béliers ont montré, vis-à-vis des femelles, un comportement moins intense que celui présenté par les adultes : ils étaient plus lents pour réagir, pour approcher et pour monter et ont fait moins d'approches latérales, de montes et d'éjaculations. Donc, dans une condition de monte naturelle et compétitive entre des béliers jeunes et adultes, ces derniers auront probablement un plus grand succès reproductif que celui des jeunes. Ces résultats sont en accord avec ceux de COLTMAN et al., (2002) [142] qui ont montré que le succès dans l'accouplement avec les femelles augmente avec l'âge. Malgré ces différences, la séquence des comportements était la même que celle des béliers adultes, ce qui a été décrit par BALTHAZART et FABRE-NYS, (2001) [47] et PRICE et al. (1994) [121] chez les béliers d'autres races.

AHMAD et NOAKES (1995) [181] ont rapporté que le comportement sexuel fonctionnel chez les ovins n'apparaît qu'à l'âge adulte ; les informations acquises au cours de l'ontogenèse semblent intervenir dans son organisation.

PRICE et al., (1988) [200], ont signalé que les plus jeunes béliers inexpérimentés ont montré une augmentation graduelle au niveau du comportement sexuel à partir de l'âge de la puberté ; ainsi, une brève exposition

de jeunes béliers (Croix Blanc) aux brebis en œstrus peut augmenter leur niveau de la libido à un niveau assez proche de celui des béliers adultes et expérimentés.

Dans notre étude, nous avons constaté chez les jeunes béliers (02 ans), que les performances du comportement sexuel ne se sont pas trop améliorées avec l'âge : pas de changement de la latence à saillir. En revanche, la stimulation répétée par des femelles paraît efficace. Par contre, ces performances sont au maximum chez les béliers les plus adultes (06 ans d'âge). Cela s'explique par fait que les jeunes n'ont pas acquis assez d'expérience puisqu'ils ont été séparés des femelles, et n'ont été mis en présence d'elles que pendant les tests de comportement sexuel.

SNOWDER et al., (2002) [250] ont constaté un effet positif de l'âge sur la libido des jeunes béliers. Ces mêmes auteurs ajoutent que l'effet de la performance sexuelle des mâles sur les caractéristiques de la production séminale et de la fertilité est controversé.

FABRE-NYS et al., (1983) [251] ont indiqué que les béliers élevés dans l'isolement présentent un retard dans le démarrage de l'activité sexuelle à la puberté ; mais une fois celle-ci active, leur motivation ou leur capacité éjaculatoire ne semble pas être atteinte.

L'élevage de jeunes béliers dans des groupes de sexes mélangés (mâles et femelles) peut également accélérer le développement sexuel de même que la production de sperme de ces jeunes [133].

D'autres études ont prouvé que les jeunes ruminants (taurillons, antenais) montrent également une augmentation du niveau du comportement sexuel avec le temps [252].

HAHN et al., (1969) [253] ont mis en évidence chez le taureau, une corrélation positive significative entre l'âge de l'animal, la libido et le nombre de spermatozoïdes par éjaculat. Un résultat similaire a été retrouvé par SALHAB et al., (2003) [254] et REGE et al., (2000) [255] sur les agneaux. Mais cette capacité de production de semence n'est pas toujours croissante, elle diminue avec le vieillissement du mâle [253, 256].

Chez les béliers adultes, l'expérience acquise intervient aussi bien dans la phase de recherche du partenaire que pour la réalisation des postures copulatoires. Cependant, la répétition d'une même stimulation peut, au contraire, avoir une action négative sur la réactivité comportementale [249].

Chez les ovins, l'expérience a peu d'effet sur la phase consommatoire du comportement sexuel, par contre elle peut modifier considérablement, à la fois chez le mâle que chez la femelle, la phase appétitive : capacité de repérer le partenaire et d'engager un comportement de cour [257].

SIGNORET ET BALTHAZART, (1983) [249] ont signalé que la castration du jeune bélier prévient l'apparition du comportement sexuel. Cependant, effectuée à l'âge adulte, elle entraîne au contraire, une baisse lente, progressive, partielle et très variable de l'activité copulatoire selon les individus. Chez l'adulte, l'expérience sexuelle est déterminante pour le maintien du comportement copulatoire. Le traitement hormonal du castrat nécessite le maintien de la présence des androgènes et produit une récupération progressive de la capacité sexuelle. Un accroissement de la dose accélère la récupération, mais ne modifie pas le niveau final d'activité sexuelle.

2.2. Saison et Température :

À l'exception des régions équatoriales, certains animaux sont exposés à des variations saisonnières sous l'influence de quelques conditions environnementales (température, éclairage et nourriture) qui permettent ou non leur reproduction [90, 47, 258].

ORTAVANT (1977) [259] a rapporté que dans les races saisonnées, le comportement sexuel, la circonférence scrotale et les productions spermatiques et hormonales sont influencées par les changements photopériodiques.

Nous avons noté tout au long de l'année de notre étude que l'ensemble des béliers ont manifesté un comportement sexuel vis-à-vis des brebis en chaleur avec des variations saisonnières hautement significatives. Sachant d'une part que l'effet de la photopériode sur les niveaux de la libido n'est pas bien marqué durant les périodes favorables (hiver) et même défavorables (printemps) et d'autre part

que l'importance de l'effet de la saison chez les ovins dépend plus de la latitude ; plus nous sommes proches de l'équateur, moins que les variations saisonnières de la photopériode et par conséquent celles du comportement sexuel sont importantes. Cette hypothèse concorde bien avec la conclusion émise par FABRE-NYS et al. (1993) [257].

BARIL et al., (1993) [203] ont rapporté que chez les ovins, sous les latitudes moyennes et élevées, le comportement sexuel et la production spermatique ne s'arrêtent pas, mais le nombre de spermatozoïdes produits par le testicule diminue à certaines saisons de l'année.

Pour nos races ovines locales, CHELLIG (1992) [198], MEHOUACHI (1995) [226] et BOUDJENANE (2004) [260] trouvent que la plupart des femelles sont en activité sexuelle entre les mois de Mai et Décembre. Cependant, pour les mâles, la saisonnalité du comportement sexuel est peu marquée, et les béliers sont capables de manifester leur libido et produire de la semence durant toute l'année, mais des variations quantitatives et qualitatives ont été observées [226, 261, 262].

Chez le bélier, les variations saisonnières de la spermatogenèse se traduisent par des modifications du volume et du poids des testicules (reflet de l'activité spermatogénétique) [228, 203, 263], et de la sécrétion de testostérone qui a des conséquences sur le comportement sexuel [95,10, 127]. Par exemple chez le bélier Soay, une race très primitive du nord de l'Écosse, la taille testiculaire, la concentration plasmatique en FSH et en testostérone, ainsi que la libido, atteignent leur maximum entre Août et Décembre, saison du «rut» chez cette race [264].

Chez le bélier Île-de-France, le poids testiculaire et la production de spermatozoïdes par testicule (mesuré directement à la sortie de celui-ci), varient, respectivement, de moins de 200 g et 1 milliard par jour en Mars, jusqu'à plus de 300 g et 5 milliards par jour en Septembre [264]. Toutefois, contrairement à ce que l'on observe pendant l'anœstrus saisonnier des brebis, le comportement sexuel des mâles n'est jamais nul. Un bon niveau d'activité sexuelle peut même être maintenu par un entraînement régulier (pratiqué en particulier dans les centres d'insémination) [22].

Dans sa revue FOWLER (1984) [66] cite que plusieurs auteurs ont noté chez les béliers, une réduction de l'activité copulatoire vers midi pendant la saison d'été, et suggère que cette diminution peut être liée aux températures qui sont très élevées.

Les mécanismes impliqués dans la relation entre la température ambiante et le comportement sexuel ne sont pas très bien connus. Néanmoins, l'influence de la température sur la production spermatique a été montrée sur plusieurs espèces [103] avec perturbation de la spermatogenèse et la spermiogenèse [104]. On peut penser qu'il en est de même pour la production de la testostérone et le degré d'expressions de la libido.

Ainsi, durant les périodes des fortes chaleurs (Juillet-Aout), des scores bas de la libido sont enregistrés chez les béliers de notre étude, ce qui s'explique par l'effet néfaste très marqué des températures élevées sur les différentes fonctions testiculaires (spermatogenèse et production de la testostérone).

Pendant les saisons du Printemps et de l'Automne, chez les béliers de race Hamra et Ouled djellal (suivi histologique), les coupes histologiques montrent une bonne activité spermatogénétique des tubes séminifères mettant en exergue les différents stades de la spermatogenèse caractérisés par la présence des étapes Spermatocytaires et Spermatides ainsi qu'un bon remplissage des lumières séminifères en Spermatozoïdes. Pour les prélèvements récoltés en Été, l'effet délétère des fortes températures se traduit par une réduction sensible de la spermatogenèse (les lignées germinales les plus thermosensibles sont les spermatocytes pachytène et les spermatides précoces) ; les cellules interstitielles de Leydig et de Sertoli sont aussi affectées par les fortes chaleurs, entraînant une réduction considérable du transport de la testostérone par la protéine responsable (ABP) du fait de la perturbation de l'intégrité des cellules Sertoliennes AZZI (2001) [210].

Chez les béliers sensibles aux fortes chaleurs, une exposition à des températures élevées (température ambiante de 41°C), pendant six heures, suffit pour induire une dégénérescence spermatique FOLLETT, (1984) [103].

D'après COUNIS et al., (2001) [265], toute température corporelle supérieure à 39,9°C indique un état fébrile passant, ce qui doit laisser prévoir l'apparition de spermatozoïdes anormaux dans les semaines suivantes.

Les béliers de la race Border Leicester et Dorset Horn ont un comportement sexuel moins actif en été que les béliers de race Mérinos CHENOWETH (1981) [101]. LINDSAY (1969) [102], quant à lui, a observé que les béliers Dorset Horn et Border Leicester exposés à une température ambiante de 43°C ont montraient une diminution de l'activité copulatoire, par contre, ceux de la race Mérinos ne paraissaient pas être affectés.

Le nombre maximal d'éjaculats obtenus en une heure par des béliers Dorset Horn et Border Leicester diminue quand la température ambiante augmente ; en revanche, des béliers Mérinos sont capables de maintenir leur activité sexuelle à de hautes températures [203].

De même COLLINS et al., (1996) [266] ont décrit que dans les zones tropicales (Caraïbes), il ne semble pas y avoir une influence marquée de la température élevée sur les niveaux de l'activité sexuelle des mâles.

Pour ce qui est des températures basses, nous avons constaté une forte baisse de l'intensité du comportement sexuel (avec une activité copulatoire acceptable de l'ensemble des béliers) durant les moments froids de la période hivernale (Décembre, Janvier), cela semble cependant être directement lié à la restriction alimentaire. Dans le même contexte, AZZI (2001) [210] a rapporté chez les béliers de race Hamra et Ouled Djellal, que pendant la période d'Hiver, les coupes histologiques des testicules montrent des tubes séminifères et épидидymaires moins remplis avec l'existence de quelques spermatozoïdes encore attachés aux ramifications Sertoliennes ; le nombre des Spermatocytes et de Spermatides est réduit, il conclut que cette réduction spermatogénétique pendant la saison d'Hiver est directement liée à la restriction fourragère.

2.3. Nutrition ou disponibilité des aliments :

Les relations entre la nutrition et la reproduction sont multiples et les connaissances dans ce domaine sont largement étayées par les données établies

chez l'animal. Les modifications nutritionnelles qui ont permis d'améliorer la reproduction animale, notamment chez les ruminants, résultent de plusieurs études.

Nous avons noté que, lorsque les mâles étaient aux pâturages (printemps et automne), le degré du comportement sexuel de l'ensemble des béliers augmente considérablement.

Nous avons de même remarqué dans une étude précédente [209] que le comportement sexuel des béliers dépendait de l'état général ; ainsi, les sujets les plus forts ont eu une libido bien marquée.

Durant les périodes les plus pénibles de l'année surtout en hiver, une diminution de l'activité sexuelle chez les béliers des deux tranches d'âge est directement liée à une diminution des ressources alimentaires.

BARIL et al., (1993) [203] ont rapporté que chez le bélier, la libido diminue sévèrement à partir de cinq à dix semaines après le début d'une sous-alimentation (cas observé lors d'une déficience à long terme en vitamine A).

Selon COUNIS et al., (2001) [265], le moment d'apparition de la puberté chez les ovins dépend du poids corporel. À l'âge adulte, la sous-nutrition diminue et peut même empêcher la reproduction. De nombreux facteurs dont la leptine (hormone produite par le tissu adipeux) interviennent via l'axe Hypothalamo-Hypophyso- Gonadique dans ces régulations.

Il existe une forte relation entre nutrition et reproduction [215]. Par exemple, une croissance insuffisante de l'individu liée à une malnutrition peut retarder l'augmentation de la fréquence des pulses de LH qui caractérise l'éveil pré-pubertaire de la fonction gonadotrope.

Les restrictions énergétiques et protéiques sont plus néfastes sur la libido et la production de semences chez les jeunes que chez les adultes. En effet chez le jeune, une restriction sévère peut même conduire à des lésions irréversibles des gonades alors que chez l'adulte les effets sont généralement transitoires [267].

Les béliers des races tropicales et subtropicales, s'ils sont bien alimentés, ne manifestent pas de variations saisonnières de leurs activités spermatogénétiques et comportementales ; dans certains cas, toutefois, la situation peut être compliquée par le fait que dans les pays tropicaux et subtropicaux, les températures élevées des saisons chaudes provoquent l'apparition de spermatozoïdes anormaux et morts [203].

FOOTE R.H, (1978) [268] trouvent que chez des jeunes béliers âgés de 14 mois une restriction énergétique et protéique de 25%, pendant une période de six mois, n'entraîne d'effet ni sur la qualité et la quantité de semence produite, ni sur la libido.

2.4. Conditions sociales :

Le contexte social en situation d'expression du comportement sexuel est également important. Nous avons remarqué chez les béliers ayant vu, juste avant leur exposition à une brebis, d'autres mâles courtisés des femelles présentent une période d'inactivité plus courte entre deux éjaculations et une fréquence d'éjaculation plus élevée que des mâles restés seuls.

La participation à la reproduction dans un groupe de béliers et de brebis dépend de deux phénomènes complémentaires qui vont s'exprimer de manière variable suivant le système de reproduction :

- Le premier est la compétition entre les béliers, tempérée par le besoin éventuel de coopération.
- Le second est la préférence pour un partenaire plutôt qu'un autre.

L'ensemble des femelles a accès à la reproduction, même si le succès est influencé par leur place dans l'organisation sociale. Au contraire, les mâles sont le plus souvent en compétition, mais nous avons remarqué que la majorité d'entre eux a accès à la reproduction surtout durant les saisons du printemps et d'automne.

Le caractère limité dans le temps de l'aptitude à l'accouplement d'une brebis crée une situation de compétition potentielle parmi les béliers.

L'organisation sociale en assure la solution d'une manière très variable, selon les espèces et les conditions de milieu [133].

FABRE-NYS et al., (1983) [251] suggèrent que, lorsqu'il existe des relations stables de dominance-subordination entre les mâles, le dominant a un accès préférentiel aux femelles réceptives. La compétition peut donner lieu à des combats spectaculaires, surtout lorsque des mâles étrangers sont impliqués. Les subordonnés peuvent être exclus et le groupe devient alors un harem permanent ou temporaire. Toutefois, l'existence d'une dominance n'aboutit pas nécessairement à une exclusion complète des mâles subordonnés. Les variations dans les niveaux d'agressivité / tolérance des dominants, le degré de synchronisation de la réceptivité chez les femelles et leur dispersion dans l'espace, sont autant de facteurs qui peuvent permettre un accès des mâles subordonnés à la reproduction.

2.4.1. Effet du changement du nombre de partenaires :

La réactivité sexuelle du bélier est particulièrement sensible aux effets de l'environnement social qui peuvent l'inhiber ou la stimuler.

Nous avons noté que la capacité stimulante d'une même brebis envers un même bélier diminue avec le temps, ce qui se traduit par un accroissement du délai séparant des accouplements successifs.

La présentation d'une nouvelle brebis ou un changement de son aspect induit une nouvelle stimulation de l'intérêt sexuel du même bélier.

FABRE-NYS et al., (1993) [257] ont rapporté que chez le bélier, la présentation d'une nouvelle brebis peut stimuler la sécrétion de testostérone ou la motivation sexuelle. Cet effet semblé également dû à une augmentation rapide de la fréquence des pulses de LH. Tout se passe comme si la capacité stimulante d'une femelle diminuait au cours des séquences copulatoires successives. Une modification, même banale, de l'environnement renouvelle la réactivité du mâle (changement de lieu, mouvements).

Notons aussi qu'une augmentation des partenaires potentiels provoque dans un premier temps une augmentation de la fréquence de l'activité sexuelle du

bélier. Seulement, si cette situation se prolonge durant la même journée, on remarque souvent une diminution de la fréquence de la libido et du nombre d'éjaculats.

Le contact prolongé avec des congénères du sexe opposé favorise, l'expression du comportement sexuel vis-à-vis d'individus du même sexe (ovins, caprins). Pendant la période pré-pubertaire ou adulte, l'absence d'un tel contact influence tardivement le choix du partenaire [257].

2.4.2. Stress :

Nous avons remarqué qu'une modification même légère de l'environnement (changement de lieu d'accouplement ou d'alimentation), peut inhiber ou réactiver le comportement sexuel des béliers.

Chez les jeunes béliers surtout (subordonnés), ayant subi un stress social, l'activité sexuelle et les fonctions reproductives sont réduites voire inhibées. La motivation et l'efficacité sexuelle des béliers peuvent être modifiées par la compétition et la hiérarchie existant dans un groupe.

Chez le mâle, le dominant peut bloquer ou réduire l'activité gonadotrope et les sécrétions androgènes chez le dominé SIGNORET et BALTHAZART, (1983) [249].

Chez les mâles dominés, la sécrétion des androgènes est souvent inhibée par la présence du dominant. En liaison ou non avec des taux élevés de corticostéroïdes, l'activité sexuelle est elle-même réduite. Le stress social et l'activation cortico-surrénalienne sont également impliqués et retrouvés chez les béliers lorsque la densité de la population augmente [257].

2.4.3. Liens sélectifs :

Nous avons observé des préférences interindividuelles, qui dans de très nombreux cas chez les mâles n'impliquent pas un lien permanent; ainsi, un bélier peut s'accoupler avec plusieurs brebis du même groupe, et une brebis peut s'accoupler avec plusieurs mâles de ce même groupe.

FABRE-NYS et al., (1993) [257] ont rapporté que l'élevage croisé à la naissance d'agneau par des chèvres et des chevreaux par des brebis provoque à la puberté une préférence pour un partenaire de l'espèce nourrice plutôt que pour leur propre espèce. Ces préférences se maintiennent chez le bélier adulte jusqu'à l'âge de 04 ans, par contre le choix du partenaire est réversible pour les brebis.

L'orientation du mâle reste relativement imprécise. Sexuellement motivé, il a une activité motrice intense, mais il semble prendre contact avec toute femelle qu'il peut approcher, sans discriminer très efficacement celle qui est réceptive. Au contraire, l'orientation de la femelle vers le partenaire sexuel se révèle beaucoup plus performante. De plus, contrairement au cas du mâle, cette orientation ne nécessite pas d'apprentissage préalable [157].

Ainsi, nous avons noté que les béliers adultes peuvent diriger des flirtings et des parades sexuelles (approches ritualisées latérales accompagnées de mouvements de patte antérieure) envers l'ensemble des femelles présentes (en œstrus ou en anœstrus); réciproquement, les brebis en œstrus peuvent être attirées par les approches des béliers, même à distance.

Même s'ils ne sont pas en général indispensables à la réalisation du comportement sexuel, les signaux chimiques (odeurs et phéromones) ont une importance réelle. Une brebis qui ne présente pas d'œstrus peut faire l'objet de tentatives d'accouplement de la part d'un bélier. De plus, chez les ovins, espèce chez laquelle l'immobilisation est la posture sexuelle de la femelle, un mâle même sexuellement expérimenté, ne choisit pas entre deux femelles immobilisées dont l'une est réceptive et l'autre pas SIGNORET (1975) [269].

3. CONTROLE DE LA TESTOSTERONE :

L'étude statistique des résultats de notre travail obtenus à travers l'analyse de la variance n'indique aucun effet statistiquement décelable concernant l'influence de la classe d'âge sur les concentrations internes en testostérone.

Selon des études d'endocrinologie du développement sexuel chez le bovin mâle [270], le développement sexuel peut être divisé en période *juvénile*, *prépubertaire* et *pubertaire*, parallèlement aux changements des gonadotropines

et des concentrations de la testostérone, la période *juvénile* est caractérisée par les faibles sécrétions de gonadotropines et de testostérone, la période *prépubertaire* est caractérisée par l'augmentation dans la sécrétion des gonadotropines ainsi que pour les concentrations de la testostérone. La période *pubertaire* correspond à la période d'accélération du développement sexuel, pendant cette période, les sécrétions de gonadotropines diminuent, bien que le niveau de la testostérone continue à sécréter, cette sécrétion est pulsatile avec une augmentation de l'amplitude des pics plutôt que des changements de fréquence des pics.

Des résultats semblables ont été retrouvés chez le mouton, sachant que des sécrétions plus élevées et plus précoces de LH et de testostérone ont été reliées à la prolificité supérieure suivant les races [271].

La testostérone est une hormone impliquée dans plusieurs événements physiologiques liés à la fonction reproductive mâle. La variation saisonnière de la sécrétion de cette hormone, tout comme la fonction reproductive elle-même est bien documentée dans la littérature [11, 154, 91] et a également été observée dans la présente étude qui montre que les variations saisonnières de la testostéronémie sont très marquées.

Chez le bélier Rembi de notre travail, la concentration interne de la testostérone s'est exprimée au cours de l'année avec des valeurs maximales enregistrées pendant les mois du printemps et de l'automne et par des valeurs plus basses durant les mois d'été et d'hiver.

Une tendance semblable a nos résultats a été observée chez plusieurs variétés de moutons nordiques en Turquie, et qui montre que l'activité androgénique testiculaire est maximale pendant l'automne et minimale en été [272, 273, 274, 275, 276]. Il a été suggéré que la stimulation de la glande pinéale sur l'axe hypothalamique chez le bélier est plus apte à commencer en automne au moment où on assiste à un abaissement des températures ambiantes et une diminution de la longueur du jour.

La diminution du taux sérique de la testostérone en été peut s'expliquer par l'effet néfaste des fortes chaleurs qui s'exerce sur la croissance et les différentes productions testiculaires (spermatique et hormonale).

Des résultats encore plus comparables aux notre ont été signalés par SCHANBACHER et LUNSTRA (1976) [11] et DUFOUR et al., (1984) [154] qui rapportent que les concentrations de testostérone des béliers Suffolk étaient effectivement maximales en Septembre, Octobre et Novembre et plus basses en hiver et en plein été. Les jours croissants auraient un effet inhibiteur sur l'axe hypothalamo-hypophyso-testiculaire, ce qui fait qu'en été (jours longs), une baisse de la sécrétion de testostérone est généralement observée [155, 91]. Les variations de testostérone liées aux changements de saison ou de photopériode correspondent généralement aux variations concomitantes observées sur la taille des testicules [11, 154, 277, 7], ce qui est contradictoire avec les résultats de nos béliers durant la période des mois d'Avril – Août, ce qui nous laisse penser que l'effet de la photopériode sur le développement testiculaire a été masqué par la bonne disponibilité alimentaire pendant ces périodes (pâturages), sachant que l'amélioration alimentaire en acides gras, glucose et en acides aminés semblent jouer un rôle-clé dans les réponses de la reproduction à des changements alimentaires. Les acides gras peuvent stimuler les voies de sécrétion de la GnRH, provoquant par ce fait une augmentation de la fonction testiculaire dans la production des androgènes [220, 223].

Dans la présente étude l'évolution presque similaire de la testostéronémie et de la circonférence scrotale enregistrée chez l'ensemble des béliers durant les mois d'automne et d'hiver a également été signalée dans d'autres races de béliers [278, 231, 8, 5].

MANDIKI et al., (1998) [159] ont indiqué que l'augmentation du diamètre scrotal et l'amélioration de la qualité du sperme observées au cours de la saison d'automne peuvent être liées à des niveaux élevés des sécrétions de la testostérone et de la LH. Inversement, la diminution de la pulsativité de ces hormones peut contribuer à la faible efficacité de la spermatogenèse observée en hiver et au début du printemps, suite à la restriction alimentaire et aux conditions climatiques pénibles (froid).

Une malnutrition avec une restriction en apport protéique, et non pas calorique ; a annulé le gain en poids corporel, en dimensions testiculaires et a ralenti l'évolution du diamètre des tubes séminifères avec une chute dans les concentrations internes de la testostérone sanguine chez le mâle, alors que, le rétablissement du régime équilibré restaure ces paramètres [270].

Ces mêmes auteurs ont montré que la nutrition équilibrée a réglé l'axe hypothalamo hypophyso testiculaire et le développement sexuel par des effets sur le générateur d'impulsion de GnRH dans l'hypothalamus et des effets sur les testicules et ses productions

Ainsi, la concentration en spermatozoïdes de la semence des béliers de race Ouled Djellal varie légèrement avec la saison, une baisse significative a été enregistrée en hiver au niveau du Centre d'Ouled djellal durant la période 2008-2009 [279]. Ces mêmes résultats ont été relevés par MEHOUACHI (1995) [226] chez la race noire de Thibar, et pour les deux races Hamra et Ouled djellal BOUCIF et al, (2007) [262].

TAHA et al., (2000) [280] ayant étudié les variations mensuelles des caractéristiques séminales et des taux sériques d'hormones thyroïdiennes et de testostérone chez des béliers adultes âgés entre 3 et 4 ans de races Barki et Awassi en Égypte, aboutissent aux résultats expliquant la diminution de la concentration spermatique et du taux de la testostérone sérique en hiver par la baisse des températures, et constatent en outre qu'elle coïncide avec un taux significativement élevé d'hormones thyroïdiennes.

Pour FABRE-NYS C. (2000) [6], le taux de testostérone est l'un des principaux facteurs de variation du comportement sexuel du mâle. Chez les mammifères ce comportement est directement contrôlé par les androgènes sécrétés par le testicule, et la testostérone est considérée comme la principale hormone androgène.

Chez les béliers de notre expérimentation, la première indication du rôle des androgènes est l'observation des variations des niveaux de comportement sexuel en liaison avec les variations spontanées du taux de testostérone au cours de l'année. Il y a une certaine association entre les concentrations de cette

hormone et les différents scores de la libido durant toute l'année avec un certain décalage. En effet, l'augmentation du taux de testostérone précède de 04 semaines environ l'élévation des scores de comportement sexuel et cela est très net durant les mois de la saison du printemps.

BARIL et al., (1993) [203] indiquent que chez les races saisonnées, ces sécrétions stéroïdiennes varient avec la saison sous le contrôle de la photopériode. Toutefois, les variations des androgènes sont très progressives et il faut attendre plusieurs semaines après un changement de niveau plasmatique pour observer un effet sur le comportement sexuel.

Les variations saisonnières du développement testiculaire, et par conséquent, du taux de testostérone, sont contrôlées par la variation de la lumière journalière, se répercutant ainsi par voies de fait sur les changements du comportement sexuel. Ces variations sexuelles, chez le bélier, apparaissent environ 3 semaines après les changements de sécrétion de testostérone [203].

Chez les boucs en zones tempérées, le comportement sexuel est exprimé de manière saisonnière pendant l'automne et l'hiver. L'apparition du comportement est précédée d'environ 6 semaines par l'augmentation des taux de testostérone de 2 à 20 ng/ml [95, 181].

Plusieurs études montrent qu'aux latitudes élevées, le facteur environnemental qui contrôle le niveau de sécrétion de la LH et par suite celui de la testostérone est la photopériode.

BALTHAZART et FABRE-NYS, (2001) [47] précisent que le rôle de la testostérone sur le comportement sexuel mâle peut être démontré par les changements de ce comportement selon les variations saisonnières du taux de testostérone, ceci par l'effet de la castration et l'effet de traitements hormonaux de substitution, et aussi par le « réveil sexuel » pendant la puberté.

Chez le mâle adulte, le comportement sexuel (motivation et efficacité) dépend directement des sécrétions hormonales (testostérone et ses métabolites) et des événements « sociaux ». Le déclenchement de l'acte sexuel met en jeu des interactions entre ces deux facteurs principaux, les effets sociaux pouvant jouer le

rôle de «démarrateur». Des stimulations externes, comme l'alimentation ou le climat, peuvent également interagir avec ces facteurs [203]. Chez des mâles castrés, un traitement à la testostérone rétablit le comportement sexuel mâle, alors que, avant traitement, celui-ci chez des animaux adultes et sexuellement expérimentés tend à persister quelques mois après castration.

L'absence de corrélation entre les mesures de la circonférence scrotale (hebdomadaires) et les taux de la testostérone plasmatique (mensuels) dans la présente étude, est probablement liée à la fréquence insuffisante des échantillons sanguins pour le dosage des concentrations de cette hormone.

De plus, puisque la testostérone est une hormone dont la sécrétion présente une variation pulsatile et non constante, la fréquence des prélèvements sanguins dans notre recherche n'a peut-être pas permis de bien représenter la production réelle de cette hormone. Il n'est donc pas possible de savoir si la fréquence des pics de testostérone a été la même entre les différents béliers. Le choix de la fréquence des prélèvements (une fois par mois) avait plutôt été effectué dans le but de déterminer dans la mesure du possible les variations saisonnières de ces concentrations [11, 202].

Une corrélation positive entre le périmètre scrotal et de la concentration de la testostérone plasmatique a été observée par DUFOUR et al., (1984) [154] et KAFI et al., (2004) [8], dont les rapports indiquent que les taux les plus élevés de la testostérone plasmatique ont été constatés durant la saison d'été chez les béliers de race Karakul.

Ainsi, les valeurs de la testostérone sérique les plus élevées ont été enregistrées au cours de la période des jours décroissants (mois d'automne) chez les béliers de race Daglic et Chios (Turquie) [14] et chez les béliers de race Texel, Suffolk et Île-de-France [159]. Ces derniers auteurs ont constaté que la concentration de la testostérone sérique ne présente aucune liaison directe avec les mesures de la circonférence scrotale.

CONCLUSION

Notre étude a porté sur un suivi clinique et hormonal des variations saisonnières de l'activité sexuelle des béliers de la race Rembi (l'une des principales races ovines algériennes localisées dans la région de Tiaret).

Les résultats obtenus durant une année d'études montrent qu'il existe une activité sexuelle chez l'ensemble des mâles durant toute l'année. Les trois paramètres étudiés, en l'occurrence, le comportement sexuel, la circonférence scrotale et la testostérone plasmatique ont révélé l'existence de variations saisonnières dans l'expression de cette activité reproductrice.

Concernant les caractéristiques gonadiques, la circonférence scrotale est en corrélation significative avec les scores du comportement sexuel des mâles par rapport à leurs âges (encore assez nets chez les béliers adultes), et les résultats ont révélé ce qui suit :

Le diamètre scrotal des sujets adultes est supérieur de celui des jeunes, quoique ces derniers aient présenté une activité sexuelle acceptable et parfois semblable à celle des adultes.

Les mensurations du périmètre scrotal montrent quelques variations en fonction de la saison et surtout de la disponibilité fourragère (augmentation lors des saisons de printemps et d'automne et une diminution pendant les saisons d'été et d'hiver).

Les béliers de la race Rembi qu'ils soient jeunes ou adultes manifestent tout au long de l'année leur libido. Cet acte s'explique par la conservation des mâles de l'ensemble des étapes du comportement sexuel avec des variations saisonnières signalées par des scores très élevés durant les mois de printemps et d'automne, et marqués par une légère baisse durant les deux autres saisons.

La libido des sujets adultes a été significativement beaucoup plus élevée par rapport à celle des jeunes.

Ainsi, les jeunes béliers sont assez sensibles par rapport aux adultes à l'effet néfaste du stress thermique, social et alimentaire, nous avons noté une baisse dans l'activité sexuelle de ces jeunes lors des moments de très fortes chaleurs « troubles de fertilité d'été » et lors de la saison d'hivers « périodes de restrictions alimentaires et la pauvreté des pâturages ».

L'effet social a été marqué, ainsi la présence d'un bélier dominant peut provoquer une sorte de hiérarchie au sein d'un groupe de mâles, et ceci par une légère diminution des performances reproductives des sujets subordonnés (inhibition de la motivation sexuelle des jeunes béliers lors de la présence des adultes).

Pour en ce qui concerne la partie hormonale, l'analyse statistique des résultats obtenus n'indique aucun effet statistiquement décelable concernant l'influence de la tranche d'âge sur les concentrations internes de la testostérone sérique. Le profil des courbes obtenues au cours d'une année pour l'ensemble des béliers montre des variations de la testostéronémie qui sont exprimées d'une manière saisonnière avec des valeurs maximales enregistrées pendant les mois du printemps et de l'automne et par des valeurs plus basses durant les mois d'été et d'hiver.

Le traitement statistique des résultats montre l'existence d'une corrélation significative entre la testostéronémie et les scores du comportement sexuel chez l'ensemble des béliers, cette relation est encore plus marquée chez les sujets adultes.

En conclusion et à partir des résultats obtenus, on peut dire que les béliers de la race Rembi sont capables de présenter une activité sexuelle acceptable durant toute l'année ; et afin de mieux optimiser les aptitudes de ces géniteurs, on recommande bien de :

- Lutter contre les conditions climatiques sévères par l'assurance des bâtiments dotés de moyens permettant de pallier aux fortes variations climatiques.
- L'apport alimentaire doit être convenable avec un supplément lors des saisons de lutte ainsi que lors des périodes défavorables.

- Un bon entretien clinique par un suivi zootechnique et sanitaire rigoureux des béliers reproducteurs.
- La sélection des futurs géniteurs mâles dès leur jeune âge par un bon suivi de l'évolution de leur croissance (aspect morfo biométrique et pondéral) et de leurs performances sexuelles (caractéristiques séminales, hormonales, libido, mensurations testiculaires).
- Il faudrait réformer les animaux trop âgés, et veiller à ce que la relève soit assurée afin que les centres et les élevages aient à tout moment le nombre adéquat de reproducteurs, du fait que l'activité sexuelle diminue avec le vieillissement des animaux.
- Sensibiliser les éleveurs quant aux avantages de l'insémination artificielle, afin d'assurer une meilleure rentabilité dans nos élevages ovins, d'autant plus que les béliers de race Rembi présentent une résistance aux variations de la photopériode, ce qui empêche de recourir à des solutions souvent onéreuses (traitement hormonal ou lumineux) pour le maintien de l'activité sexuelle de ces béliers.

Enfin, pour compléter et mieux étudier les facteurs influençant l'activité sexuelle des béliers de notre race Rembi il faut :

- 1- Mener d'autres recherches fondamentales afin d'établir d'autres profils hormonaux et de les mettre en relation avec les caractéristiques de la reproduction de nos races locales.
- 2- Faire des études sur les variations quantitatives et qualitatives de la production spermatique durant les différentes saisons de l'année.
- 3- La réalisation d'un suivi histologique sur l'ensemble de l'appareil génital du bélier durant chaque saison.
- 4- Elaborer des programmes nationaux d'améliorations des performances de productions des ovins de race locale afin d'exploiter leur capacité à se reproduire durant toute l'année.
- 5- Créer des centres spécialisés dans l'élevage des ovins de race locale en vue de préserver et de diffuser ce patrimoine de manière rationnelle.

Ainsi, et afin de valider la reproductibilité de ces conclusions à plus grande échelle, il serait intéressant de pratiquer et de répéter ces protocoles avec un effectif de béliers plus nombreux, ainsi qu'avec d'autres races de béliers.

Il serait également pertinent de vérifier les performances à plus long terme des mâles soumis à des traitements zootechniques en continu.

Enfin, il serait intéressant d'introduire les béliers de la race Rembi dans les programmes d'évaluation de l'efficacité de l'applicabilité de certaines biotechnologies sur la maîtrise de la reproduction ovine (insémination artificielle et transfert embryonnaire) en vue d'une gestion durable des ressources animales et dans le cadre des schémas et des outils de progrès et d'amélioration génétique des principales races ovines locales en Algérie.

APPENDICE A
LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

ABP : Androgènes Binding Protein.
Ac : Anticorps.
Ag : Antigène.
APOm : Aire Pré-Optique médiane.
ARNm : Acide ribonucléique messenger.
CS : Circonférence Scrotale.
CSX : Comportement Sexuel.
DHT: Dihydrotestostérone.
E2 : Œstradiol.
FGF α , β : Fibroblast Growth Factor alpha, béta.
FSH : Folliculo Stimulating Hormone.
GnRH : Gonadotropin Releasing Hormone.
F: Fisher.
ICSH : Interstitial Cell Stimulating Hormone.
IEM : Intromission and Ejaculatory Mechanism.
IGF: Insulin-like Growth Factor.
INRA : Institut National des Recherches Agronomiques.
LH : Luteinising Hormone.
LHRH : Luteinising Hormone Releasing Hormone.
P : Probabilité.
PH : Potentiel hydrogène.
RIA : Radio Immuno Assay.
SAM : Sexual Arousal Mechanism.
SHBG : Sex Hormone-Binding Globuline.
SNC : Système Nerveux Central.
SPZ : Spermatozoïdes.

T : Testostérone.

d.d.l : degrés de liberté.

ng : Nanogramme.

pg : Pictogramme.

5-HT1A : 5-Hydroxytryptamine 1A.

5-HT2C : 5-Hydroxytryptamine 2C.

μ : Micro.

μm : Micromètre.

APPENDICE B
DONNEES STATISTIQUES

TABLEAUX ANNEXES 1. RESULTATS INDIVIDUELS DE CHAQUE BELIER
(CIRCONFERENCE SCROTALE, COMPORTEMENT SEXUEL ET
TESTOSTERONEMIE).

BELIER	MOIS	Circonférence scrotale	Comportement sexuel	Testostéronémie
10541 02 ans Jeune bélier	MARS 2010	31,00	05	5,26
		31,10	05	
		31,20	05	
		31,30	05	
	AVRIL 2010	31,40	05	6,60
		31,50	05	
		31,70	10	
		31,90	10	
	MAI 2010	31,90	10	1,88
		31,90	10	
		32,00	10	
		32,50	10	
	JUIN 2010	32,80	05	0,11
		33,00	05	
		33,10	05	
		33,20	05	
	JUILLET 2010	33,20	05	0,12
		33,20	05	
		33,20	05	
		33,20	05	
	AOUT 2010	33,20	05	0,51
		33,20	00	
		33,20	00	
		33,20	05	
	SEPTEMBRE 2010	33,40	05	3,89
		33,60	05	
		33,90	10	
		34,20	10	
	OCTOBRE 2010	34,40	10	4,21
		35,00	10	
		35,20	05	
		35,60	05	
	NOVEMBRE 2010	35,50	05	3,92
		35,50	05	
		35,50	05	
		35,50	05	
	DECEMBRE 2010	35,50	05	0,10
		35,40	00	
		35,30	00	
		35,20	00	
JANVIER 2011	35,20	00	0,37	
	35,10	00		
	35,10	05		
	35,10	05		
FEVRIER 2011	35,00	05	0,10	
	35,10	05		
	35,20	05		
	35,30	05		

BELIER	MOIS	Circonférence scrotale	Comportement sexuel	Testostéronémie
10542 02 ans Jeune bélier	MARS 2010	31,90	00	0,76
		32,00	00	
		32,10	05	
		32,20	05	
	AVRIL 2010	32,30	05	0,90
		32,40	05	
		32,60	05	
		32,80	05	
	MAI 2010	32,90	10	4,00
		32,90	10	
		32,90	10	
		33,10	05	
	JUIN 2010	33,40	05	0,87
		33,70	05	
		33,90	05	
		34,10	05	
	JUILLET 2010	34,10	05	1,11
		34,10	05	
		34,10	00	
		34,10	00	
	AOUT 2010	34,10	00	0,77
		34,10	00	
		34,10	00	
		34,10	00	
	SEPTEMBRE 2010	34,40	05	2,43
		34,60	05	
		34,90	10	
		35,10	10	
	OCTOBRE 2010	35,40	10	1,70
		35,90	05	
		36,10	05	
		36,50	05	
	NOVEMBRE 2010	36,40	05	2,63
		36,40	05	
		36,40	05	
		36,40	00	
	DECEMBRE 2010	36,40	00	1,78
		36,40	00	
		36,30	00	
		36,20	00	
JANVIER 2011	36,20	00	1,24	
	36,10	00		
	36,00	00		
	36,00	00		
FEVRIER 2011	36,00	00	2,76	
	36,10	00		
	36,10	05		
	36,10	05		

BELIER	MOIS	Circonférence scrotale	Comportement sexuel	Testostéronémie
10543 02 ans Jeune bélier	MARS 2010	33,40	05	2,28
		33,50	05	
		33,60	05	
		33,70	05	
	AVRIL 2010	33,90	05	4,02
		33,90	10	
		34,20	10	
		34,30	10	
	MAI 2010	34,40	10	3,90
		34,40	10	
		34,50	10	
		34,60	10	
	JUIN 2010	34,90	10	0,18
		35,30	10	
		35,60	05	
		35,70	05	
	JUILLET 2010	35,70	05	0,32
		35,70	05	
		35,70	05	
		35,60	00	
	AOUT 2010	35,60	00	0,42
		35,60	05	
		35,60	05	
		35,70	05	
	SEPTEMBRE 2010	35,90	05	2,03
		36,10	10	
		36,40	10	
		36,70	10	
	OCTOBRE 2010	37,00	10	2,81
		37,60	10	
		37,80	10	
		38,00	05	
	NOVEMBRE 2010	37,80	05	0,24
		37,70	05	
		37,70	05	
		37,70	05	
	DECEMBRE 2010	37,60	05	1,57
		37,60	05	
		37,50	05	
		37,30	00	
JANVIER 2011	37,30	00	0,24	
	37,20	05		
	37,10	05		
	37,10	05		
FEVRIER 2011	37,00	05	2,89	
	37,10	05		
	37,20	05		
	37,30	05		

BELIER	MOIS	Circonférence scrotale	Comportement sexuel	Testostéronémie
10544 04 ans Bélier adulte	MARS 2010	33,80	05	3,17
		34,00	05	
		34,30	05	
		34,60	10	
	AVRIL 2010	34,00	10	5,31
		34,40	10	
		34,80	10	
		35,30	10	
	MAI 2010	35,50	10	0,81
		35,70	10	
		35,90	10	
		36,10	10	
	JUIN 2010	36,30	10	0,38
		36,50	10	
		36,60	10	
		36,80	05	
	JUILLET 2010	36,70	05	0,38
		36,60	05	
		36,60	05	
		36,40	05	
	AOUT 2010	36,30	05	0,42
		36,30	05	
		36,20	05	
		36,10	05	
	SEPTEMBRE 2010	36,10	05	3,63
		36,60	10	
		37,20	10	
		37,60	10	
	OCTOBRE 2010	38,60	10	3,56
		39,40	10	
		39,60	10	
		39,90	05	
	NOVEMBRE 2010	39,30	05	2,42
		39,00	05	
		38,40	05	
		38,90	05	
	DECEMBRE 2010	38,60	05	1,34
		38,00	05	
		38,10	05	
		37,60	05	
JANVIER 2011	37,50	00	0,44	
	37,10	05		
	36,90	05		
	36,70	05		
FEVRIER 2011	36,50	05	2,01	
	36,50	05		
	36,70	05		
	37,00	10		

BELIER	MOIS	Circonférence scrotale	Comportement sexuel	Testostéronémie
10545 04 ans Bélier adulte	MARS 2010	34,40	05	2,03
		34,60	05	
		34,80	10	
		35,00	10	
	AVRIL 2010	35,50	10	2,58
		35,90	10	
		35,30	10	
		35,70	10	
	MAI 2010	36,00	10	1,98
		36,20	10	
		36,40	10	
		36,60	10	
	JUIN 2010	36,70	10	0,36
		36,80	10	
		36,90	10	
		36,90	05	
	JUILLET 2010	36,80	05	0,38
		36,70	05	
		36,70	05	
		36,90	05	
	AOUT 2010	36,40	05	0,16
		36,10	05	
		36,00	05	
		36,00	10	
	SEPTEMBRE 2010	36,30	10	0,41
		36,80	10	
		37,40	10	
		38,00	10	
	OCTOBRE 2010	38,90	10	2,68
		39,40	10	
		39,60	10	
		40,10	10	
	NOVEMBRE 2010	39,40	10	0,19
		39,00	10	
		38,50	05	
		38,00	05	
	DECEMBRE 2010	37,70	05	0,16
		37,00	05	
		36,30	05	
		35,90	05	
	JANVIER 2011	35,70	00	0,14
		35,40	05	
		35,10	05	
		34,90	05	
FEVRIER 2011	34,80	05	0,15	
	34,90	10		
	35,00	10		
	35,20	10		

BELIER	MOIS	Circonférence scrotale	Comportement sexuel	Testostéronémie
10546 05 ans Bélier adulte	MARS 2010	35,40	10	0,36
		35,60	10	
		35,90	10	
		36,20	10	
	AVRIL 2010	36,60	10	3,28
		36,80	10	
		36,80	10	
		37,00	10	
	MAI 2010	37,20	10	2,75
		37,40	10	
		37,60	10	
		37,80	10	
	JUIN 2010	37,90	10	0,50
		38,00	10	
		38,10	10	
		38,10	10	
	JUILLET 2010	38,00	05	0,45
		38,20	05	
		38,20	05	
		38,10	05	
	AOUT 2010	37,60	05	0,28
		37,30	10	
		37,10	10	
		37,00	10	
	SEPTEMBRE 2010	37,60	10	3,34
		38,40	10	
		39,00	10	
		39,50	10	
	OCTOBRE 2010	39,80	10	3,28
		40,10	10	
		40,80	10	
		41,00	10	
	NOVEMBRE 2010	40,60	10	2,32
		40,10	10	
		39,60	10	
		39,10	10	
	DECEMBRE 2010	38,90	10	0,08
		38,00	05	
		37,30	05	
		37,00	05	
	JANVIER 2011	36,80	05	0,63
		36,50	05	
		36,20	05	
		36,00	05	
FEVRIER 2011	35,90	05	2,46	
	36,00	05		
	36,20	10		
	36,50	10		

BELIER	MOIS	Circonférence scrotale	Comportement sexuel	Testostéronémie
10547 05 ans Bélier adulte	MARS 2010	35,20	10	1,34
		35,20	10	
		35,50	10	
		35,70	10	
	AVRIL 2010	36,70	10	2,20
		36,00	10	
		36,30	10	
		36,60	10	
	MAI 2010	36,80	10	0,94
		36,90	10	
		37,20	10	
		37,40	10	
	JUIN 2010	37,60	10	0,34
		37,70	10	
		37,90	10	
		38,10	10	
	JUILLET 2010	38,10	05	0,54
		38,10	05	
		38,20	05	
		38,10	05	
	AOUT 2010	38,00	05	0,34
		37,80	05	
		37,60	05	
		37,40	05	
	SEPTEMBRE 2010	37,50	10	0,20
		38,00	10	
		38,60	10	
		39,10	10	
	OCTOBRE 2010	39,50	10	5,54
		39,90	10	
		40,40	10	
		40,80	10	
	NOVEMBRE 2010	40,50	10	---
		40,00	10	
		39,80	10	
		39,40	10	
	DECEMBRE 2010	39,10	10	0,76
		38,70	10	
		38,20	05	
		37,80	05	
JANVIER 2011	37,70	05	0,68	
	37,60	00		
	37,50	00		
	37,50	05		
FEVRIER 2011	37,60	05	0,46	
	37,70	10		
	37,80	10		
	37,80	10		

BELIER	MOIS	Circonférence scrotale	Comportement sexuel	Testostéronémie
10548 06 ans Bélier adulte	MARS 2010	36,00	10	5,71
		36,30	10	
		36,60	10	
		36,90	10	
	AVRIL 2010	37,30	10	2,62
		37,70	10	
		38,00	10	
		38,40	10	
	MAI 2010	38,50	10	0,50
		38,60	10	
		38,70	10	
		38,80	10	
	JUIN 2010	38,90	10	1,42
		38,90	10	
		38,90	10	
		38,80	10	
	JUILLET 2010	38,80	10	1,89
		37,80	10	
		37,70	10	
		37,60	10	
	AOUT 2010	37,30	05	0,35
		37,30	10	
		37,10	10	
		37,00	10	
	SEPTEMBRE 2010	37,60	10	0,49
		38,70	10	
		39,50	10	
		40,10	10	
	OCTOBRE 2010	40,90	10	0,89
		41,40	10	
		41,80	10	
		42,00	10	
	NOVEMBRE 2010	41,60	10	0,87
		41,20	10	
		40,60	10	
		40,00	10	
	DECEMBRE 2010	39,50	10	0,34
		39,20	10	
		38,70	10	
		38,30	10	
	JANVIER 2011	38,00	05	0,33
		37,70	10	
		37,30	10	
		37,00	10	
FEVRIER 2011	37,00	10	0,33	
	37,10	10		
	37,50	10		
	37,90	10		

BELIER	MOIS	Circonférence scrotale	Comportement sexuel	Testostéronémie
10549 06 ans Bélier adulte	MARS 2010	36,10	10	4,72
		36,20	10	
		36,30	10	
		36,80	10	
	AVRIL 2010	37,10	10	5,66
		37,50	10	
		37,70	10	
		38,10	10	
	MAI 2010	38,10	10	2,15
		38,30	10	
		38,50	10	
		38,70	10	
	JUIN 2010	38,80	10	0,35
		38,90	10	
		38,90	10	
		39,00	10	
	JUILLET 2010	38,90	10	0,35
		38,90	10	
		38,90	10	
		38,60	05	
	AOUT 2010	38,50	05	1,91
		38,30	05	
		38,00	05	
		37,80	05	
	SEPTEMBRE 2010	38,20	10	7,52
		38,50	10	
		39,00	10	
		39,90	10	
	OCTOBRE 2010	40,20	10	0,33
		40,90	10	
		41,30	10	
		41,70	10	
	NOVEMBRE 2010	41,30	10	5,56
		41,00	10	
		40,70	10	
		40,40	10	
	DECEMBRE 2010	40,00	10	1,35
		39,70	10	
		39,10	05	
		38,80	05	
	JANVIER 2011	38,70	05	1,12
		38,50	05	
		38,30	05	
		37,90	05	
FEVRIER 2011	38,00	05	1,21	
	38,10	10		
	38,20	10		
	38,30	10		

BELIER	MOIS	Circonférence scrotale	Comportement sexuel	Testostéronémie
10550 06 ans Bélier adulte	MARS 2010	36,10	10	0,49
		36,10	10	
		36,10	10	
		36,30	10	
	AVRIL 2010	36,50	10	4,21
		36,80	10	
		37,00	10	
		37,40	10	
	MAI 2010	37,60	10	1,94
		37,90	10	
		38,00	10	
		38,10	10	
	JUIN 2010	38,20	10	0,96
		38,30	10	
		38,30	10	
		38,40	10	
	JUILLET 2010	38,30	10	0,31
		38,20	10	
		38,10	10	
		38,00	10	
	AOUT 2010	38,00	05	1,78
		37,90	05	
		37,50	05	
		37,20	10	
	SEPTEMBRE 2010	37,50	10	2,30
		38,00	10	
		38,80	10	
		39,40	10	
	OCTOBRE 2010	39,90	10	7,54
		40,30	10	
		40,90	10	
		41,30	10	
	NOVEMBRE 2010	41,10	10	1,43
		39,80	10	
		39,50	10	
		39,10	10	
	DECEMBRE 2010	39,00	10	0,19
		38,80	10	
		38,60	05	
		38,30	05	
	JANVIER 2011	38,10	05	1,46
		38,00	10	
		37,90	10	
		37,90	10	
FEVRIER 2011	38,10	10	1,62	
	38,20	10		
	38,30	10		
	38,30	10		

TABLEAUX ANNEXES 2 : ANALYSE DE LA VARIANCE

Dependent Variable: TESTOSTERONEMIE					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Signification
Corrected Model	1,253a	1	1,253	0,417	0,52
Intercept	326,416	1	326,416	108,602	0
CLASSE	1,253	1	1,253	0,417	0,52
Error	351,658	117	3,006		
Total	720,962	119			
Corrected Total	352,911	118			

a. R Squared = ,004 (Adjusted R Squared = -,005)

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: CIRCONFERENCE SCROTALE					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Signification
Corrected Model	918,300a	1	918,3	340,047	0
Intercept	527490,321	1	527490,321	1,95E+05	0
CLASSE	918,3	1	918,3	340,047	0
Error	1288,145	477	2,701		
Total	653281,61	479			
Corrected Total	2206,445	478			

a. R Squared = ,416 (Adjusted R Squared = ,415)

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: COMPORTEMENT SEXUEL					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Signification
Corrected Model	1163,752a	1	1163,752	157,364	0
Intercept	18470,836	1	18470,836	2,50E+03	0
CLASSE	1163,752	1	1163,752	157,364	0
Error	3534,945	478	7,395		
Total	31325	480			
Corrected Total	4698,698	479			

a. R Squared = ,248 (Adjusted R Squared = ,246)

TABLEAUX ANNEXES 3 : DEPENDENT VARIABLE : TESTOSTERONE

Source de variation	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
BELIER	26,147	8	3,268	1,702	0,11
Season	113,552	3	37,851	19,714	0,00
BELIER * Season	51,805	24	2,159	1,124	0,34
Error	151,677	79	1,92		
Total	720,962	119			
Corrected Total	352,911	118			

a. R Squared = ,570 (Adjusted R Squared = ,358)

Bélier	> 0,05	Différence statistiquement non significative
Saison	< 0,001 ***	Différence statistique très hautement significative
Belier + saison	> 0,05	Différence statistiquement non significative

(I) Season	(J) Season	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
1	2	2,2030*	0,35777	0,00
	3	0,1096	0,36084	0,76
	4	1,8680*	0,35777	0,00
2	1	-2,2030*	0,35777	0,00
	3	-2,0934*	0,36084	0,00
	4	-0,335	0,35777	0,35
3	1	-0,1096	0,36084	0,76
	2	2,0934*	0,36084	0,00
	4	1,7584*	0,36084	0,00
4	1	-1,8680*	0,35777	0,00
	2	0,335	0,35777	0,35
	3	-1,7584*	0,36084	0,00

TABLEAU ANNEXE 4 : RESSEMBLANCE DES SAISONS VIS-A-VIS DES CONCENTRATIONS INTERNES DE TESTOSTERONE.

Student-Newman-Keulsa			
Saison	Nombre	1	2
Eté	30	0,6087	
Hiver	30	0,9437	
Automne	29		2,7021

TABLEAUX ANNEXES 5 : DEPENDENT VARIABLE: COMPORTEMENT SEXUEL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2654,948a	39	68,076	14,656	0,00
Intercept	21552,633	1	21552,633	4,64E+03	0,00
CLASSE	0	0	.	.	.
Season	927,536	3	309,179	66,563	0,00
BELIER	438,591	8	54,824	11,803	0,00
CLASSE * Season	0	0	.	.	.
CLASSE * BELIER	0	0	.	.	.
Season * BELIER	118,552	24	4,94	1,063	0,38
CLASSE * Season * BELIER	0	0	.	.	.
Error	2043,75	440	4,645		
Total	31325	480			
Corrected Total	4698,698	479			

a. R Squared = ,565 (Adjusted R Squared = ,526)

Printemps	30		2,8117
Sig.		0,354	0,761

Dependent Variable:CSX

(I) Season	(J) Season	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
1	2	2,2917*	0,27824	0,00
	3	0,2083	0,27824	0,45
	4	3,2083*	0,27824	0,00
2	1	-2,2917*	0,27824	0,00
	3	-2,0833*	0,27824	0,00
	4	,9167*	0,27824	0,00
3	1	-0,2083	0,27824	0,45
	2	2,0833*	0,27824	0,00
	4	3,0000*	0,27824	0,00
4	1	-3,2083*	0,27824	0,00
	2	-,9167*	0,27824	0,00
	3	-3,0000*	0,27824	0,00

**TABLEAU ANNEXE 6 : JUMELAGE DES SAISONS VIS-A-VIS DES SCORES
OBTENUS DU COMPORTEMENT SEXUEL.**

Student-Newman-Keulsa				
Saison	Nombre	1	2	3
Hiver	120	5,6667		
Été	120		6,5833	
Automne	120			8,67
Printemps	120			8,88
Sig.		1	1	0,45

**TABLEAU ANNEXE 7 : DEPENDENT VARIABLE: CIRCONFERENCE
SCROTALE**

(I) Season	(J) Season	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
1	2	-1,2425*	0,09543	0,00
	3	-3,0367*	0,09543	0,00
	4	-1,7517*	0,09543	0,00
2	1	1,2425*	0,09543	0,00
	3	-1,7942*	0,09543	0,00
	4	-,5092*	0,09543	0,00
3	1	3,0367*	0,09543	0,00
	2	1,7942*	0,09543	0,00
	4	1,2850*	0,09543	0,00
4	1	1,7517*	0,09543	0,00
	2	,5092*	0,09543	0,00
	3	-1,2850*	0,09543	0,00

**TABLEAU ANNEXE 8 : SEPARATION DES SAISONS VIS-A-VIS DES
MESURES OBTENUES DU PERIMETRE SCROTAL.**

Student-Newman-Keulsa					
Saison	Nombre	1	2	3	4
Printemps	120	35,3583			
Été	120		36,6008		
Automne	120				38,4
Hiver	120			37,11	
Sig.		1	1	1	1

TABLEAUX ANNEXES 9 : VARIATIONS SAISONNIERES

Dependent Variable: <u>Testostéronémie</u>					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Probabilité
SAISON	141,817	11	12,892	6,535	0***
Error	211,094	107	1,973		
Total	720,962	119			
Corrected Total	352,911	118			
a. R Squared = ,402 (Adjusted R Squared = ,340)					

Dependent Variable: <u>Circonférence scrotale</u>					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Probabilité
SAISON	731,364	11	66,488	21,05	0***
Error	1475,081	467	3,159		
Total	653281,61	479			
Corrected Total	2206,445	478			
a. R Squared = ,331 (Adjusted R Squared = ,316)					

Dependent Variable: <u>Comportement sexuel</u>					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Probabilité
SAISON	1499,323	11	136,302	19,938	0***
Error	3199,375	468	6,836		
Total	31325	480			
Corrected Total	4698,698	479			
a. R Squared = ,319 (Adjusted R Squared = ,303)					

APPENDICE C

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. MiADR, "Ministère d'agriculture et du développement rural", (2012).
2. Nedjraoui, D., "Sources statistiques agricoles 1990-1999 and FAO database 2002", Country Pasture, Forage Resource Profiles, Algérie, (2002).
3. CN. ANRG, "Commission nationale ANGR, Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales", Algérie, (2003).
4. Karagiannidis, A. et Varsakeli, S. et Alexopoulos, C. et Amarantidid I., "Seasonal variation in semen characteristics of Chios and Friesian rams in Greece", Small Rumin, Res, n°37, (2000), 125-130.
5. Zamiri, M.J. et Khodaei, H.R., "Seasonal thyroidal activity and reproductive characteristics of Iranian fat-tailed rams", Anim Reprod, Sci, n° 88, (2005), 245-255.
6. Fabre-Nys, C., "Le comportement sexuel des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux", INRA Prod, Anim, n°13, (2000), 11-23.
7. Langford, G.A. et Sanford, L.M. et Maqrcus, G.J. et Shrestha, J.N.B., "Seasonal cyclic pituitary and testicular activities in rams", Small Rumin, Res, n°33, (1999), 43-53.
8. Kafi, M., Safdarian, M. et Hashemi M., "Seasonal variation in semen characteristics, scrotal circumference and libido of Persian Karakul rams", Small Rumin, Res, n°53, (2004), 133-139.
9. Issa, M. et Yenikoye, A. et Marichatou, H. et Banoin, M., "Spermogramme de béliers Peuls bicolores et Touaregs : influence du type génétique et de la saison", Revue Elev. Méd. vét., Pays trop, n° 54, (2001), 269-275.
10. Ortavant, R. et Bocquier, F. et Pelletier, J. et Ravault, J.P. et Thimonier J. et Vollandnail P., "Seasonality of reproduction in sheep and its control by photoperiod", Australian Journal of Biological Sciences, n° 41, (1998), 69-85.
11. Schanbacher, B.D. et Lunstra, D.D., "Seasonal changes in sexual activity and serum levels of LH and testosterone in Finish Landrace and Suffolk rams", J. Anim. Sci, n° 43, (1976), 644-650.
12. Pérez Clariget, R. et Forsberg, M. et Rodriguez Martinez, H., "Seasonal variation in live weight, testes size, testosterone, LH secretion, melatonin and thyroxine in Merino and Corriedale rams in a subtropical climate", Department of Animal Anatomy and Physiology, Faculty of Agriculture, Montevideo, Uruguay, (1998).

13. Pelletier, J. et Garnier, D.H. et De Reviere M.M. et Terqui, M. et Ortavant, R., "Seasonal variation in LH and testosterone release in rams of two breeds", *J. Reprod Fertil*, n°64, (1982), 341-6.
14. Gündoğan, M., "Seasonal variation in serum testosterone, T3 and andrological parameters of two Turkish sheep breeds".
15. Dettmers, A. et Hill, D.H., "Animal breeding in Nigeria", 1st World Congress on Genetics applied to Livestock Production, Editorial Garsi, V. 3, Madrid, (7-11 October 1974), 811-820.
16. Robel, P., "La stéroïdogénèse: les enzymes et la régulation de leur expression génomique", (2001).
17. Parapanov, R. et Vargas, J., "Spermatogenèse et perturbateurs endocriniens: étude sur la qualité du sperme en Suisse", *Fondation andrologie. Biologie. endocrinologie, reproduction Faber, Suisse*, (2009).
18. Gilles, R. et Anctil, M. et Baguet, F. et Charmantier, M. et Charmantier, G. et Péqueux, A. et al., "Physiologie animale", *Edition De Boeck et Larciere*, (2006), 677.
19. Silverthorn, D.U et Ober, W.C. et Garrison, C.W. et Silverthorn, A.C. et Johnson, B.R., "Physiologie humaine: Une approche intégrée", *Pearson education, France*, (2007), 976.
20. Bonnes, G. et Desclaude, J. et Drogoul, C. et Gadoud, R. et Jussiau, R. et Montméas, L. et al., "Reproduction des animaux d'élevage", *Educagri édition, deuxième édition*, (2005), 407.
21. Irvine, D.S., "Male reproductive health: cause for concern", *Andrologia*, (2000).
22. Boukhliq, R., "Cours en ligne sur la reproduction ovine", *Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc*, (2002).
23. Dacheux, F. et Dacheux, J.L., "L'épididyme et les glands annexes", *édition Thibault, C. et Levasseur, M.C., la reproduction chez les mammifères et l'Homme, Coédition INRA-Ellipses*, (2001), 290-315.
24. Douet, D.G.N., "Congélation de sperme de mammifères, application aux antilopes. Thèse Docteur vétérinaire", *École nationale de Nantes*, (2000), 111.
25. Gayrard, V., "Physiologie de la reproduction des mammifères", *École Nationale Vétérinaire, Toulouse*, (2007), 198.
26. Dadoune, J.P. et Demoulin, A., "Structure et fonction du testicule", *Edition Thibault, C. et Levasseur, M.C., la reproduction chez les mammifères et l'Homme, Coédition INRA-Ellipses*, (2001), 756-289.
27. Ruckebusch, Y., "Physiologie pharmacologie thérapeutique", *Edition Maloin, A.*, (1981), 611.
28. Neil, R. Carlson et Bacon, Inc., "REPRODUCTIVE BEHAVIOR", chapitre 10, *Physiology of behavior, third edition*, (1986).
29. Pincus, G. et Thimann, K.V., "The Hormones", *Academic Press, New York*, (1990), 135.

30. Knobil, E., "The pituitary growth hormone: some physiological considerations", Edition Zarrow, M.X., Growth in living systems: Basic books, New York, (1981), 353.
31. Signoret, J.P., "Optimisation des systèmes de production industriels : apport des techniques de simulation mixte de phénomènes continus et discrets", (1978).
32. Bouissou, M.F., "Le comportement social des bovins et ses conséquences en élevage", V. 18, n°2, (2005), 8-99.
33. Price, E.O. et Martinez, C.L. et Coe, B.L., "The effects of twinning on mother-offspring behaviour in range beef cattle", Appl. Anim. Behav. Sci, n° 13, (1985), 309-320.
34. Dumont, B. et Boissy, A., "Grazing behaviour of sheep in a situation of conflict between feeding and social motivations", Behave Process, n° 49, (2000), 131-138.
35. Dumont, B. et Boissy, A., "Relations sociales et comportement alimentaire au pâturage", INRA Prod. Anim, n°12, (1999), 2-10.
36. Henley, C.L. et Nunez, A.A. et Clemens, L.G., "Hormones of choice: The neuroendocrinology of partner preference in animals", Frontiers in Neuroendocrinology, n°32, (2011), 146-154.
37. Tilbrook, A.J. et Dekretser, D.M. et Cummins, J.T. et Clarke, I.J., "The negative feedback effects of testicular-steroids are predominantly at the hypothalamus in the ram", Endocrinology, n°129, (1 991), 3080-3092.
38. Caraty, A. et Duittoz, A. et Pelletier, J. et Thiéry, J.C. et Tillet, Y. et Bouchard, P., "Libération pulsatile des gonadotropines, de la prolactine et la GH. Le contrôle de la pulsativité de LH" Edition I., La reproduction chez les mammifères et l'homme, Ellipses, Paris, (2001).
39. Dekretser, D.M. et McFarlane, J.R., "Inhibin in the male", Journal of Andrology, n°17, (1996), 179-182.
40. Tilbrook, A.J. et Clarke, I.J., "Negative feedback regulation of the secretion and actions of GnRH in male ruminants", J. Reprod Fertil Suppl, n° 49, (1995), 297-306.
41. Thibault, C. et Beaumont, A. et Levasseur, M.C., "La reproduction des vertébrés", Masson, (1998).
42. Caraty, A. et Locatelli, A., "Effect of time after castration on secretion of lhrh and lh in the ram", Journal of Reproduction and Fertility, n°82, (1998), 263-269.
43. Hileman, S.M. et Lubbers, L.S. et Petersen, S.L. et Kuehl, D.E. et Scott, C.J. et Jackson, G.L., "Influence of testosterone on LHRH release, LHRH mRNA and proopiomelanocortin mRNA in male sheep", Journal of Neuroendocrinology, n°8, (1996), 113-121.
44. Edgerton, L.A. et Baile, C.A., "Serum LH, suppression by estradiol but not by testosterone or progesterone in wethers", J. Animal Sci, n° 44, (1977), 78-83.

45. Tilbrook, A.J. et de Kretser, D.M. et Clarke, I.J., "Human recombinant inhibin A suppresses plasma follicle stimulating hormone to intact levels but has no effect on luteinizing hormone in castrated rams", *Biol Reprod*, n°49, (1993), 779-788.
46. Tilbrook, A.J. et Clarke, I.J., "Negative feedback regulation of the secretion and actions of gonadotropin-releasing hormone in males", *Biology of Reproduction*, n°64, (2001), 735-742.
47. Balthazard, J. et Fabre-Nys, C., "Le comportement sexuel", Edition Thibault, C. et Levasseur, M.C., la reproduction chez les mammifères et l'Homme, Coédition INRA-Ellipses, (2001), 610-637.
48. Berthold, A.A., "Transplantation of the testes", (1849).
49. Fabre-Nys, C., "Le comportement sexuel des caprins: contrôle hormonal et facteurs sociaux", *INRA Prod. Anim*, n°13, (2000), 11-23.
50. Luttge, W.G., "Endocrine control of mammalian male sexual behavior: An analysis of the potential role of testosterone metabolites", Edition Beyer, G., *Endocrine Control of Sexual Behavior*, Raven Press, New York, (1979), 341-363.
51. Sachs, B.D. et Meisel, R.L., "The Physiology of Male Sexual Behavior", Edition Press, R., *The Physiology of Reproduction*, New York, (1988).
52. Hart, B.L. et Jones, T.O., "Effects of castration on sexual behavior of tropical male goats", *Hormones and Behaviour*, n°6, (1975), 247-258.
53. Traish, A.M. et Park, K. et Dhir, V. et Kim, N.N. et Moreland, R.B. et Goldstein, I., "Effects of castration and androgen replacement on erectile function in a rabbit model", *Endocrinology*, n°140, (1999), 1861-1868.
54. Crichton, J.S. et Lishman, A.W. et Hundley, M. et Amies, C., "Role of dihydrotestosterone in the control of sexual behaviour on castrated male sheep", *Journal of Reproduction and Fertility*, n°93, (1991), 9-17.
55. Pinckard, K.L. et Stellflug, J. et Stormshak, F., "Influence of castration and estrogen replacement on sexual behavior of female-oriented, male-oriented, and asexual rams", *Journal of Animal Science*, n°78, (2000), 1947-1953.
56. Brown, B.W. et Mattner, P.E. et Carroll, P.A. et Holland, E.J. et Paull D.R. et Hoskinson, R.M. et Rigby, R.D.G., "Immunization of sheep against gnRH early in life - effects on reproductive function and hormones in rams", *Journal of Reproduction and Fertility*, n°101, (1994), 15-21.
57. Fabre-Nys, C., "Hormones et comportement sexuel chez l'animal adulte", *Bulletin S.F.E.C.A.*, Colloque S.F.E.C.A. Hormones et comportement, (1987), 183-202.
58. Baba, K. et Yajima, M. et Carrier, S. et Morgan, D.M. et Nunes, L. et Lue, T.F. et Iwamoto, T., "Delayed testosterone replacement restores nitric oxide synthase-containing nerve fibres and the erectile response in rat penis", *Bju International*, n°85, (2000), 953-958.
59. D'Occhio, M.J. et Brooks, D.E., "Effects of androgens and oestrogenic hormones on mating behavior in rams castrated before and after puberty", *J. Endocrinal*, n°86, (1980), 403-411.

60. Parrott, R.F. et Baldwin, B.A., "Sexual and aggressive-behavior of castrated male sheep after injection of gonadal-steroids and implantation of androgens in the hypothalamus - a preliminary-study", *Theriogenology*, n° 21, (1984), 533-542.
61. Callard, G.V. et Petro, Z. et Ryan, K.J., "Conversion of androgen to estrogen and other steroids in the vertebrate brain Am", *Zool*, n°18, (1978), 511-523.
62. Massa, R. et Justo, S. et Martini, L., "Conversion of testosterone into 5 α -reduced metabolites in the anterior pituitary and the brain of maturing rats", *J. Steroid Biochem*, n°6, (1975), 567-572.
63. Ball, G.F. et Balthazart, J., "Androgen metabolism and the activation of male sexual behavior: It's more complicated than you think! *Hormones and Behavior*", n°49, (2006), 1-3.
64. Paredes, R.G. et Ágmo, A., "Has dopamine a physiological role in the control of sexual behavior?: A critical review of the evidence", *Progress in Neurobiology*, n°73, (2004), 179-225.
65. Hull, E.M. et Wood, R.I. et McKenna, K.E., "The neurobiology of male sexual behavior. In: Neill J, Donald Pfaff, editors". *The Physiology of reproduction*, n°3, Elsevier Press, (2006), 1729-18 24.
66. Fowler D.G., "Reproductive behaviour of rams", *Reproduction in sheep*, (1984), 39-46.
67. Shelton, M., "Reproduction and breeding in sheep and goats", *J. Dairy Sci*, n°61, (1978), 994.
68. Thimonier, J. et Mauleon P., "Variations saisonnières du comportement d'oestrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins", *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, n°9, (1969), 233-250.
69. Ortavant, R. et Pelletier, J. et Ravault, J.P. et Thimonier, J. et Vollandnail, P., "Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals", *Oxford Reviews of Reproductive Biology*, n° 7, (1985), 305-345.
70. Dacheux, J.L. et Courot, M. et Hocheau-de-reviers, M.T. et Monet-kuntz, C. et Locatelli, A. et Pisselet, C et Blanc, M.R., "Endocrinology of spermatogenesis in the hypophysectomised ram ". *J. Beprod. Fertil*, n° 26, (1979), 165-173.
71. Karsch, F.J. et Bittman, E.L. et Foster, D.L. et Goodman, R.L. et Legan S.J. et Robinson, J.E., "Neuroendocrine basis of seasonal reproduction", *Recent Prog. Horm. Res*, n°40, (1984), 185-232.
72. Pelletier, J. et Ortavant, R., "Photoperiodic control of LH release in the ram: I light-androgens interaction", *Acta Endocr. Copenh.*, n° 78, (1975), 442-450.
73. Montgomery, G.W. et Martin, G.B. et Pelletier, J., "Changes in pulsatile LH secretion after ovariectomy in Ile-de-France ewes in two seasons", *J. Reprod. Fert.*, n°73, (1985), 173-183.

74. Robinson, J.E. et Radford, H.M. et Karsch, F.J., "Seasonal changes in pulsatile luteinizing hormone (LH) secretion in the ewe, relationship of frequency of LH pulses today length and response to estradiol negative feedback", *Biol. Reprod.*, n°33, (1985), 324-334.
75. Chemineau, P. et Normant, E. et Ravault, J.P. et Thimonier, J., "Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect", *J. Reprod. Fert.*, n°78, (1986), 497-504.
76. Colas, G. et Guerin, Y. et Lemaire, Y. et Montassier, Y. et Despierres, J., "Variations saisonnières du diamètre testiculaire et de la morphologie des spermatozoïdes chez le bélier Vendéen et le bélier Texel", *Repr. Nutr. Dèv.*, n°26, V. 3, (1986), 863-875.
77. Mehouchi, M., "Variations saisonnières de la production spermatique chez les béliers de races Barbarine et Noire de Thibar", Université de Tunis, (1984), 134.
78. Thimonier, J., "Contrôle photopériodique de l'activité ovulatoire chez la brebis", Existence de rythmes endogènes, Thèse Université François Rabelais, Tours, (1989), 112.
79. Thwaites, C.J., "Photoperiodic control of breeding activity in the Southdown ewe with particular reference to the effects of an equatorial light regime", *J. Agric. Sci. Camb.*, n°65, (1965), 57-64.
80. Mauleon, P. et Rougeot, J., "Régulation des saisons sexuelles chez des brebis de races différentes au moyen de divers rythmes lumineux", *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, n°2, (1962), 209-222.
81. Collin, J.P. et Arendt, J. et Gem, W., "Le troisième oeil", *La Recherche*, n° 203, V. 19, (1988), 1154-1165.
82. Ravault, J.P. et Thimonier, J., "Melatonin patterns in ewes maintained under skeleton or resonance photoperiodic regimens", *Reproduction Nutrition Développement*, n°28 (2B), (1988), 335-540.
83. Crocker, K. et Dunstan, E. et Reeve, J. et Williams A., Mcphee, S. et Ayton, B. et Wagg, M. et Pollard, T. et Parker, J. et Foote, M. et Ritar, A. et Staples L., "Field studies of the use of melatonin implants to improve lambing percentage in spring joined Merino and crossbred ewes", *Proceedings of the Australian Society of Reproductive Biology*, (1987), 19-21.
84. Regulin, "Gene Link Australia Limited", (1988).
85. Arendt, J., "Role of the pineal gland in seasonal reproductive function in mammals", *Oxford Reviews on Reproductive Biology*, n° 8, (1988), 266-320.
86. Jordan, B. et Hanrahan, J.P. et Roche, J.F., "The effect of melatonin implantation in January on the breeding season of ewes", *Proceedings of the 11th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination*, (1988), 410.

87. Chemineau, P., et Pelletier, J. et Guerin, Y. et Colas, G. et Ravault, J.P. et Toure, G. et Almeida, G. et Thimonier, J. et Ortavant R., "Photoperiodic and melatonin treatments for the control of seasonal reproduction in sheep and goats", *Reproduction, Nutrition, Développement*, (1989).
88. Picard-Hagen, N. et Gayrard, V. et Chemineau, P. et al., "Photopériode et reproduction chez les petits ruminants: rôle de la mélatonine", *Le Point Vétérinaire, Numéro spécial Reproduction des ruminants*, (1996), 927-932.
89. Malpoux, B., "Seasonal regulation of reproduction in mammals", Edition Knobil. Neill's, *Physiology of Reproduction Elsevier*, Amsterdam, (2006), 2231-2281.
90. Malpoux, B. et Viguié, C. et Thiéry, J.C. et Chemineau, P., "Contrôle photopériodique de la reproduction", *INRA Prod. Anim*, n°9, (1996), 9-23.
91. Pelletier, J. et Almeida, G., "Short light cycles induce persistent reproductive activity in Île-de-France rams", *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, n° 34, (1987), 215-226.
92. Lincoln, G.A., "Photoperiodic control of seasonal breeding in the ram: participation of the cranial sympathetic nervous system". *J Endocrinal*, n° 82, (1979), 135-147.
93. Aguirre, V. et Orihuela, A. et Vazquez, R., "Seasonal variations in sexual behavior, testosterone, testicular size and semen characteristics, as affected by social dominance, of tropical hair rams (*Ovis aries*) ", (2007).
94. Avdi, M. et Banos, G. et Stefos, K. et Chemineau, P., "Seasonal variation in testicular volume and sexual behavior of Chios and Serres rams", *Theriogenology*, n°62, (2004), 275-282.
95. Rouger, Y., "Étude des interactions de l'environnement et des hormones sexuelles dans la régulation du comportement sexuel des Bovidea", Thèse de doctorat d'état, Université de Rennes, (1974), 197.
96. Mickelsen, W.D. et Paisley, L.G. et Dahmen, J.J., "Seasonal-variations in scrotal circumference, sperm quality, and sexual ability in rams", *Journal of the American Veterinary Medical Association*, n° 181, (1982), 376-380.
97. Johnson, M.H. et Everitt, B.J., "Reproduction", De Boeck Université S. A., Blackweel Science Limited, Paris, (2002).
98. Wodzicka-Tomaszewska, M. et Hutchinson, J.C.D. et Bennett J.W., "Control of the annual rhythm of breeding in ewes: effect of an equatorial daylength with reversed thermal seasons", *J. Agric. Sci.*, n° 68, (1997), 61-67.
99. Chemineau, P. "Environment and animal reproduction". *World Anim. Rev.*, n°77, (1993), 2-14.
100. Colas, G. "Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France. I. Étude de la morphologie cellulaire et de la motilité massale", *Reprod. Nutr. Dev.*, n°20, (1980), 1789-1799.
101. Chenoweth, P.J., "Libido and mating-behavior in bulls, boars and rams - a review". *Theriogenology*, n° 16, (1981), 155-177.

102. Lindsay, D.R., "Sexual activity and semen production of rams at high temperatures", *Journal of Reproduction and Fertility*, n°18, (1969), 161.
103. Follett, B.K., "The environment and reproduction. In: Austin, C.R., Short, R.V. (Eds.), *Reproductive fitness*", Cambridge University Press, Melbourne, (1984).
104. Feliciano-Silva, A.E.D. et Nunes, J.F. et Melo, F.A., "Influência da morfologia escrotal nas características do sêmen e seus efeitos na fertilidade de caprinos", *Rev. A Hora Veterinária* ano, n°5, (1986), 66-69.
105. Neary, M., "Reproductive Management of the Ewe Flock and the Ram", *Extension Sheep Specialist; Ruminant Nutrition, Sheep; B.S.*, University of Nebraska, M.S. and Ph.D., Mississippi State University: *Extension Sheep Specialist Purdue University*, (2002).
106. Setchell, B.P., "Male reproductive organs and semen", *Edition Reproduction in domestic animals*, cole H.H cupps PT Academics press, New York, (1977), 229-256.
107. Dutt, R.H. et Hamm, P.T., "Effect of exposure to high environmental temperature and shearing on semen production of rams in winter", *J. Anim. Sci*, n° 16, (1957), 329-334.
108. Swiestra, E.E., "The effect of low ambient temperature on sperm production epididymal sperm reserves and semen characteristics of rams and boars", *Biol. Reprod.*, (1970), 2-223.
109. Lahlou-kassi, A. et Anouassi, A. et Sghiri, M., "Nutrition et reproduction chez le dromadaire", *Cahiers Option méditerranéennes série A*, (1989), 141-149.
110. Monget, P. et Étienne, M. et Rosetta, L., "Métabolisme énergétique et reproduction", *Edition Thibault, C. et Levasseur, M.C.*, *La reproduction chez les mammifères et l'homme*, INRA Éditions, Paris, (2001), 749-769.
111. Dunn, T.G. et Moss, G.E., "Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock", *Journal of Animal Science*, n°70, 1992, 1580-1593.
112. Pasquali, R., "Obesity, fat distribution and infertility", *Maturitas*, n° 54, (2006), 363-371.
113. Belloc, S. et de Mouzon, J. et Cohen-Bacrie, M. et Junca, A.M. et Dumont, M. et Amar, E. et Cohen-Bacrie, P., "Impact of body mass index on sperm production: a study of 1940 patients Hum". *Reprod.* 26 ssupl 1, (2011), 123-148.
114. Melnyk, J.P. et Marccone, M.F., "Aphrodisiacs from plant and animal sources--A review of current scientific literature", *Food Research International*, n°44, (2011), 840-850.
115. Taha, S.A. et Islam, M.W. et Ageel, A.M., "Effect of ambrein, a major constituent of ambergris, on masculine sexual-behavior in rats", *Archives Internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie*, n° 329, (1995), 283-294.

116. Soltner, D., "Alimentation des animaux domestiques", 1 vol 44 p 10^{ème} édition, Collection sciences et techniques agricoles ed, St gemme sur Loire, (1976).
117. Wattiaux, Michel. A., "Reproduction et Sélection Génétique", Chapitre 16: Transmission génétique et fiabilité, (1990).
118. Martineau, G.P., "Maladies d'élevage des porcs".
119. Kendrick, K.M. et Hinton, M.R. et Atkins, K. et Haupt, M.A. et Skinner, J.D., "Mothers determine sexual preferences", *Nature*, n° 395, (1998), 229-230.
120. Kendrick, K.M. et Haupt, M.A. et Hinton, M.R. et Broad, K.D. et Skinner, J.D., "Sex differences in the influence of mothers on the sociosexual preferences of their offspring", *Hormones and Behavior*, n° 40, (2001), 322-338.
121. Price, E.O. et Borgwardt, R. et Blackshaw, J. K. et Blackshaw, A. et Dally, M. R. et Erhard, H., "Effect of early experience on the sexual performance of yearling rams", *Applied Animal Behaviour Science*, n° 42, (1994), 41-48.
122. Stellflug, J.N. et Lewis, G.S., "Effect of early and late exposure to gestural ewes on ram sexual performance classifications", *Animal Reproduction Science*, n° 97, (2007), 295-302.
123. Katz, L.S. et Price, E.O. et Wallach, S.J.R. et Zenchak, J.J., "Sexual performance of rams reared with or without females after weaning", *Journal of Animal Science*, n° 66, (1988), 1166-1173.
124. Price, E.O. et Borgwardt, R. et Orihuela, A. et Dally, M.R., "Sexual stimulation in male sheep and goats", *Applied Animal Behaviour Science*, n° 59, (1998), 317-322.
125. Mc Lennan, N., "Sheep breeding Use of ram sale measurements", (2003).
126. Veissier, I. et Boissy, A. et Depassille, A.M. et Rushen, J. et Vanreenen, C.G. et Roussel, S. et Andanson, S. et Pradel, P., "Calves' responses to repeated social regrouping and relocation", *J. Anim. Sci.*, (2001).
127. Thimonier, J. et Cognie, Y. et Lassoued et Khaldi, G., "L'effet mâle chez les ovins: une technique actuelle de maîtrise de la reproduction", (2000).
128. Signoret, J.P., "The influence of the ram effect on the breeding activity of ewes and its underlying physiology", Edition Oldham, C.M. et Martin, G.B et Purvis, I.W., *Reproductive Physiology of Merino Sheep, Concepts and Consequences*, School of Agriculture, the University of Western Australia, Nedlands, Perth, (1990), 59-70.
129. Poindron, P. et Ravault, J.P. et Cognie, Y. et Gayerie, F. et Orgeur, P. et Oldham, C.M., "Changes in gonadotrophin and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes with ovulation caused by the introduction of rams", *Physiol. Behav.*, n° 25, (1980), 227-236.
130. Walkden-Brown, S.W. et Martin, G.B. et Restall, B.J., "Role of male-female interactions in regulating reproduction in sheep and goats", *J. Reprod. Fertil., Suppl.*, n° 54, (1999), 243-257.

131. Khaldi, G., "Variations saisonnières de l'activité ovarienne de l'anoestrus postpartum des femelles ovines de race Barbarine: Influence du niveau alimentaire et de la présence du mâle", Thèse Doctorat d'Etat, Université des Sciences Techniques du Languedoc, Montpellier, France, (1984).
132. Simitzis, P.E. et Deligeorgis, S.G. et Bizelis, J.A., "Effect of breed and age on sexual behaviour of rams", *Theriogenology*, 65, (2006), 1480-1491.
133. Casteilla, L. et Orgeur, P. et Signoret, J.P., "Effects of rearing conditions on sexual performance in the ram: practical use", *Appl. Anim. Behav. Sci.*, n° 19, (1987), 111-118.
134. Mc Donald, M.E., "Veterinary endocrinology and reproduction", Lea & Febiger ed 3rd, (1980), 560.
135. Hafez, E.S.E., "Reproduction in farm animals", 1 vol, Leo-FEBIGER, 5^{ème} éd, (1987).
136. Angelier, F. et Shaffer, S.A. et Weimerskirch, H. et Chastel, O., "Effect of age, breeding experience and senescence on corticosterone and prolactin levels in a long-lived seabird: The wandering albatross", *General and Comparative Endocrinology*, n°149, (2006), 1-9.
137. Ahmad, N. et Noakes, D.E., "Sexual maturity in British breeds of goat kids", *British Veterinary Journal*, n°152, (1996), 93-103.
138. Price, E.O. et Estep, D.Q. et Wallach, S.J.R. et Dally, M.R., "Sexual performance of rams as determined by maturation and sexual experience", *Journal of Animal Science*, n°69, (1991), 1047-1052.
139. Estep, D.Q. et Price, E.O. et Wallach, S.J.R. et Dally, M.R., "Social preferences of domestic ewes for rams (*Ovis aries*)", n° 24, (1989), 287-300.
140. Ramos M. A., Ungerfeld R., 2006. "A note on ram preference by oestrous ewes: Influence of rams' age and sexual performance", *Applied Animal Behaviour Science*, n°100, 314-318.
141. Dinsmore, H.H. et Lewis, P.E., "The breeding capacity of ram lambs compared to yearling rams in a synchronized breeding program", *Sheep Research Journal*, n°10, (1994), 20-24.
142. Coltman, D.W. et Festa-Bianchet, M. et Jorgenson, J.T. et Strobeck, C., "Age-dependent sexual selection in bighorn rams", *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, n°269, (2002), 165-172.
143. Thierry, C. et Coronel A. et Guyard, M., "Production d'agneaux en contre saison - Quelques principes de reproduction La haute-Saône Agricole et rurale", (2006), <http://www.hautesaoneagricole.com/anciens%20numeros/1634/art9.htm>
144. Land, R.B. et Robinson, D.W., "Genetics of reproduction in sheep". Butterworth, Londres, (1985), 427.

145. Roselli, C.E. et Stormshak, F. et Stellflug, J.N. et al., "Relationship of serum testosterone concentrations to mate preferences in rams", *Biology of Reproduction*, n°67, (2002), 263-268.
146. Perkins, A. et Fitzgerald, J.A., "Luteinizing-hormone, testosterone, and behavioral-response of male-oriented rams to estrous ewes and rams", *Journal of Animal Science*, n°70, (1992), 1787-1794 .
147. Alexander, B.M. et Perkins, A. et VanKirk, E.A. et Moss, G.E. et Fitzgerald, J.A., "Hypothalamic and Hypophyseal Receptors for Estradiol in High and Low Sexually Performing Rams", *Hormones and Behavior*, n° 27, (1993), 296-307.
148. Perkins, A. et Fitzgerald, J.A. et Moss, G.E., "A comparison of lh-secretion and brain estradiol receptors in heterosexual and homosexual rams and female sheep", *Hormones and Behavior*, n°29, (1995) , 31-41.
149. Resko, J.A. et Perkins, A. et Roselli, C.E. et Fitzgerald, J.A. et Choate, J.V.A. et Stormshak F., "Endocrine correlates of partner preference behavior in rams", *Biology of Reproduction*, n°55, (1996), 120-126.
150. Yapi-Gnaoré, C.V. et Rege, J.E. et Oya, A. et Alemayelu, N., "Analysis of an open nucleus breeding program for Djallonke sheep in the Ivory Coast", *Response to selection on body weights. Anim. Sci*, n°64, (1997), 301-307.
151. Schoenian, S., "Reproductive problems in rams-University of Nebraska", (2003).
152. Land, R.B., "The mating behavior and semen characteristics of finnish landrace and scottish blackface rams", *Animal Production*, n° 12, (1970), 551-560.
153. Derycke, G. et Paquay, R. et Bister, J.L., "Étude de la capacité de reproduction du bélier en différentes races en fonction de la saison", 41^{ème} Réunion Annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie, Toulouse, (1990), 244-245.
154. Dufour, J.J. et Fahmy, M.H. et Minvielle, F., "Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in rams with long or short breeding season", *J. Anim. Sci.*, n° 58, (1984), 416-421.
155. Langford, G.A. et Ainsworth, L. et Marcus, G.J. et Shrestha, J.N.B., "Photoperiod entrainment of testosterone, luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, and prolactin cycles in rams in relation to testis size and semen quality", *Biol. Reprod.*, n°37, (1987), 489-499.
156. Mickelsen, W.D. et Paisley, L.G. et Dahmen J.J., "The effect of scrotal circumference, sperm motility and morphology in the ram on conception rates and lambing percentage in the ewe", *Theriogenology*, n° 16, (1981), 53-59.
157. Schanbacher, B.D. "Responses of market lambs and Suffolk rams to a stimulatory skeleton photoperiod", *Reprod. Nutr. Dev.*, n° 28, (1988), 431-441.

158. Chemineau, P. et Malpoux, B. et Delgadillo, J.A. et Guérin, Y. et Ravault, J.P. et Thimonier, J. et Pelletier P., "Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin". *Anim. Reprod. Sci.*, n° 30, (1992), 157-184.
159. Mandiki, S.N.M. et Derycke, G. et Bister, J.L. et Paquay, R., "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.*, n°28, (1998), 67-79.
160. Raymond Paquay, "Le comportement reproducteur du mouton", *Filière Ovine et Caprine*, n°7. FUNDP Namur, (2007) .
161. Banks, E.M., "Some Aspects of Sexual Behavior in Domestic Sheep, *Ovis aries*", *Behaviour*, n°23, (1964), 249-79.
162. Hulet, C.V. et Ercanbrack, S.K. et Blackwell, R.L. et Price, D.A. et Wilson, L.O., "Mating Behavior of the Ram in the Multi-Sire Pen", *J. Anim Sci.*, n° 21, (1962.a), 865-869.
163. Hulet, C.V. et Ercanbrack, S.K. et Price, D.A. et Blackwell, R.L. et Wilson, L.O., "Mating Behavior of the Ram in the One-Sire Pen", *J. Anim Sci.*, n°21, (1962.b), 857-864.
164. Hafez, E. et Cairns, R. et Hulet, C. et Scott, J., "The behaviour of sheep and goats", Edition Hafez, E.S.E., *The behaviour of domestic animals*, (1969), 296-348.
165. Orgeur, P., "Ontogénèse du comportement sexuel male chez les ovins domestiques (*Ovis Aries L.*) effet de l'environnement social", *Faculté des Sciences Exactes et Naturelles, Université de Tours, Tours*, (1982), 108.
166. Soulairac, A., "Données expérimentales sur le comportement sexuel du rat mâle", *Psychologie Française II*, (1959), 1-9.
167. Rosenzweig, M.R. et Leiman, AL., "Psychophysiologie", 2e Edition, Paris, (1991).
168. Everitt, B.J., "Sexual motivation: A neural and behavioural analysis of the mechanisms underlying appetitive and copulatory responses of male rats", *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, n°14, (1990) , 217-232.
169. Pfau, J.G. et Phillips, A.G., "Role of dopamine in anticipatory and consummatory aspects of sexual-behavior in the male-rat", *Behavioral Neuroscience*, n°105, (1991), 727-743.
170. Agmo, A., "Sexual motivation - an inquiry into events determining the occurrence of sexual behavior", *Behavioural Brain Research*, n° 105, (1999), 129-150.
171. Yeh, K.Y. et Pu H.F. et Wu, C.H. et Tai, M.Y. et Tsai, Y.F., "Different subregions of the medial preoptic area are separately involved in the regulation of copulation and sexual incentive motivation in male rats: A behavioral and morphological study", *Behavioural Brain Research*, n°205, (2009), 219-225.
172. Beach, F.A, "Characteristic of masculine (sex drive) Nebraska Symposium on Motivation", (1956), 1-32.

173. Boissy, A., "Fear and Fearfulness in Determining Behavior", Academic Press, n°3, (1998), 67-111.
174. Brown, SW. et Friehe, C.Tigg., "Information processing in the central executive: Effects of concurrent temporal production and memory updating tasks". Editions Desain, P. et Windsor, L., Rhythm perception and production, Lisse, The Netherlands: Swets et Zeitlinger, (2000), 193-196.
175. Beach, F.A., "Sexual attractivity, proceptivity and receptivity in female mammals", *Horm. Behav.*, n°7, (1976), 105-138.
176. Lindsay, D.R., "The importance of olfactory stimuli in the mating behavior of the ram". *Anim. Behav.*, 13, (1965), 75-78.
177. Robinson, T.J. et Lindsay, D.R., "I- Studies of the efficiency of mating in the sheep. II- The effect of freedom of rams, paddock size, and age of ewes", *J. Agric. Sci.*, n°57, (1961), 141-145.
178. Sandford, L.M. et Palmer, W.M. et Howland, B.E., "Influence of sexual activity on serum levels of LH and testosterone in the ram", *Can. J. Anim. Sci.*, n°54, (1974), 579-585.
179. Gonzalez, R. et Poindron, P. et Signoret, J.P., "Temporal variation in LH and testosterone responses of rams after the introduction of oestrous females during the breeding season", *J. Reprod. Fertil.*, n°83, (1988), 201-208.
180. Roselli, C.E., Stormshak, F., "The neurobiology of sexual partner preferences in rams", *Hormones and Behavior*, n°55, (2009), 611-620.
181. Ahmad, N., Noakes, D. E., "Seasonal variations in testis size, libido and plasma testosterone concentrations in British goats", *Anim. Sci.*, n°61, (1995), 553-559.
182. Pepelko, W.E., Clegg, M.T., "Influence of season of the year upon patterns of sexual behavior in male sheep", *J. Anim. Sci.*, n°24, (1965), 633-637.
183. Land, R.B., "The mating behaviour and semen characteristics of Finnish Landrace and Scottish Blackface rams", *Anim. Prod.*, n°12, (1970), 551-560.
184. Shackell, G.H. et Kelly, R.W. et Allison, A.J., "Seasonal variation in libido of rams", *New Zeal. J. Exp. Agr.*, n°3, (1977), 121-122.
185. Delgadillo, J.A. et Leboeuf, B. et Chemineau, P., "Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles". *Theriogenology*, n°36, (1991), 755-770.
186. D'Occhio, M.J. et Schanbacher, B.D. et Kinder D.E., "D'après Relationship between Serum Testosterone Concentration and Patterns of Luteinizing Hormone Secretion in Male Sheep", *Endocrinology*, n°110, (1982).
187. Duguma, G. et Cloete, S.W.P. et Schoeman, S.J. et Jordaan, G.F., "Genetic parameters of testicular measurements in Merino rams and the influence of scrotal circumference on total flock fertility", *S. Afr. J. Anim. Sci.*, n°32, (2002), 76-82.
188. Autef, P. et Blisson, G. et Brard, C. et Poncelet, J.L., "L'examen d'achat d'un bélier", *POINT VETERINAIRE*, n°31, 206, (2000), 15-22.

189. Clell, V. Bagley, "BREEDING SOUNDNESS IN RAMS: HOW TO DO IT AND HOW TO INTERPRET IT", Extension Veterinarian, Utah State University, Logan UT 84322-5600, (1997).
190. Berndston, W.E. et Igboeli, G. et Pickett, B.W., "Relationship of absolute number of Sertoli cells to testicular size and spermatogenesis in young beef bulls", J Anim Sci., n°64, (1997), 241-246.
191. Toelle, V.D. et Robinson, O.W., "Estimation of genetic correlation between testicular measurements and female reproductive traits in sheep", J. Anim. Sci., n°60, (1985), 1789-1799.
192. Ott, R.S., "Scrotal circumference", How small is to small?, Proceedings of the society for theriogenology, (1987), 1-13.
193. Ott, R.S. et Memon, N.A., "Breeding soundness examination of rams and buks", Theriogenology, vol 3, n°2, (1980), 155-164 .
194. Islam, A.B.M.M. et Land, R.B., "Seasonal variation in testis diameter and sperm output of rams of breeds of different prolificacy", Anim. Prod, n° 25, (1977), 311.
195. Pelletier, J. et Ortavant, R., "Influence du photopériodisme sur les activités sexuelle, hypophysaire et hypothalamique du bélier Ile-de-France", Éditions Benoît, J. et Assenmacher, I., La photorégulation de la reproduction chez les oiseaux et les mammifères, CNRS, Montpellier, France, (1970), 483-495.
196. Dufour, J.J. "The duration of the breeding season of four breeds of sheep". Can. J. Anim. Sci., n°54, (1974), 389-392.
197. Lincoln, G.A. et Short, R.V., "Seasonal breeding: nature's contraceptive. Gregory Pincus Mem", Lecture Recent progress in hormone research, n° 36, (1980), 1-52.
198. Chellig, R., "Les races ovines algériennes : Cours de zootechnique ovine et d'élevage pastoral", OPU, Alger, (1992), 80.
199. Salmon, I. et Cognie, Y. et Orgeur, P. et Venier, G. et Signoret, J. P., "Effet du comportement sexuel et de la production spermatique du bélier sur la fertilité obtenue en accouplement naturel", Ann. Zootech., n° 33, (1984), 343-352.
200. Price, E.O. et Katz, L.S. et Wallach, S.R.J. et Zenchak, J.J., "The relationship of male-male mounting to the sexual preferences of young rams", Appl. Anim. Behav. Sci., n°21, (1988), 347- 355.
201. Koyuncu, M. et Kara uzun, S. et Ozis, S. et Duru, S., "Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age and body weight in growing Kivircik (Western Thrace) ram lambs", Czech J. Anim. Sci., n°50, (2005), 243–248.
202. Elmazi Ozkan et Dkmen Serdal et Cirit Umit et Demir Hidir, "Prediction of Postpubertal Reproductive Potential According to Prepubertal Body Weight, Testicular Size, and Testosterone Concentration Using Multiple Regression Analysis in Kivircik Ram Lambs", Turk. J. Vet. Anim. Sci., n° 32, V. 5, (2008), 335-343.

203. Baril, G. et Chemineau, P. et Cognie, Y. et Guerin, Y. et Leboeuf, B. et Orgeur, P. et Vallet, J.C., "Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins", Rome: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), (Etude FAO. Production et Santé Animales, n°83, (1993), 230.
204. Castonguay, F., "La reproduction chez les ovins". Université Laval, Agriculture et Agroalimentaire (Québec), (2006), 1-154
205. Hassan, M.R. et Pervage, S. et Ershaduzzaman, M. et Talukder, M.A.I., "Influence of age on the spermogrammic parameters of native sheep", J. Bangladesh Agril. Univ., n°7, V. 2, (2009), 301-304.
206. Ghannam, S.A.M. et Medhat, M.N. et El-Tawil, A., "Puberty in Awassi ram lambs", Development of the testes, epididymis and seminal vesicles. Z. Tierzuchtg Zuchtgsbiol, n°94, (1977), 235-241.
207. Schoeman, S.J. et Combrink G.C., "A preliminary investigation into the use of testis size in crossbred rams as a selection index for ovulation rate in female relatives", S. Afr. J. Anim. Sci., n°17, (1987), 144-147.
208. Aygun, T. et Karaca, O., "Karaka akerkek kuzularında kimi testis özellikleri", Türk Veterinerlik ve Hyvancılık Dergisi, (1995), n° 19, 161-167.
209. Benia, A.R., "Etude clinique des variations saisonnières de l'activité sexuelle chez les béliers de la race Rembi dans la région de Tiaret", Mémoire de magistère en Sciences Vétérinaires, Option Reproduction Animale, Universitaire Ibn Khaldoun de Tiaret, (2007).
210. Azzi N., "Variations de l'activité reproductive et spermatique durant l'année chez les béliers de races Ouled Djellal et Hamra". Etude clinique et suivi histologique », Mémoire de magistère en Sciences Vétérinaires, Option: Reproduction Animale, Centre Universitaire de Tiaret, (2001).
211. Amann, R.P. et Schanbacher, B.D., "Physiology of male reproduction". J. Anim. Sci., n°57, (1983), 380-403.
212. Colas, G. et Laszczka, A. et Brice, G. et Ortavant, R., "Variations saisonnières de la production de sperme chez le bélier. Seasonal variations in semen production in the ram", Acta Agraria et Silvestria Series Zootechnia, n°12, (1972), 3-15.
213. Gastel, T. et Bielli, A. et Perez, R. et Lopez, A. et Castriellejo, A. et Tagle, R. et Franco, J. et Laborde, D. et Forsberg, M. et Rodriguez-Martinez, H., "Seasonal variations in testicular morphology in Uruguayan Corriedale rams". Anim. Reprod. Sci., n°40, (1995), 59-75
214. Dominique, B., "Dynamic and integrative aspects of the regulation of reproduction by metabolic status in male sheep". Reprod.Nutr. Dev., n°46, (2006), 379-90
215. Brown, B.W., "A review of nutritional influences on reproduction in boars, bulls and rams", Reprod. Nutr. Dev Volume, n°34, (1994), 89-114.
216. Boukhliq, R., "Rôles de la photopériode et de la nutrition dans le contrôle de la fonction de reproduction chez le mouton", Thèse pour le diplôme Ph D de l'university of western Australia (Résumé de la thèse), (1993).

217. Boukhliq, R. et Martin, G.B., "Nutrition and reproduction in the ram in a Mediterranean environment", *CIHEAM - Options Méditerranéennes*, (1997), 227-232.
218. Fernandez, M. et Giralde, F.J. et Frutos, P. et Lavin, P. et Mantecon, A.R., "Effect of undegradable protein supply on testicular size, spermogram parameters and sexual behavior of mature Assaf rams", *Theriogenology*, n° 62, (2004), 299-310.
219. Hotzel, M.J et Walkden-Brown, S.W. et Fisher, J. S. et Martin, G. B., "Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: responses to a nutritional stimulus in the breeding and non-breeding seasons", *Reprod. Fertil. Dev.*, n°15, (2003), 1-9.
220. Boukhliq, R. et Martin, G. B. et White, C.L. et Blachberry, M.A., et Murray, P.J., "Role of glucose, fatty acids and protein in regulation of testicular growth and secretion of gonadotrophin, prolactin, somatotrophin and insulin in the mature ram", *Reprod. Fertil. Dev.*, n°9, (1997), 515-524.
221. Bielli, A. et Pedrana, G. et Gastel, M.T. et Castrillejo, A. et Morana, A. et Lundeheim, N. et Forsberg, M. et Rodriguez-Martinez, H., "Influence of grazing management on the seasonal changes in testicular morphology in Corriedale rams", *Anim. Reprod. Sci.*, n°56, (1999) , 93-105.
222. Lindsay, D.R. et Pelletier, J. et Pisselet, C. et Courot, M., "Changes in photoperiod and nutrition and their effect on testicular growth of rams", *J. Reprod. Fertil.*, n°71, (1984), 351-356.
223. Blache, D. et Adam, C.L. et Martin, G.B., "The mature male sheep: a model to study the effects of nutrition on the reproductive axis", *Reprod. Suppl.*, n° 59, (2002), 219-233.
224. Shrestha, J.N.B. et Fiser, P.S. et Langford, G.A. et Heaney D.P., "Influence of breed, birth date, age and body weight on testicular measurements of growing rams maintained in a controlled environment", *Can. J. Anim. Sci.*, n°63, (1983), 835-847.
225. Langford, G.A. et Shrestha, J.N.B. et Marcus, G.J., "Repeatability of scrotal size and semen quality measurements in rams in a short-day light regime", *Anim. Reprod. Sci.*, n°19, (1989), 19-27.
226. Mehouchi, M., "Caractéristiques de reproduction chez les béliers de race Barbarine et Noire de Thibar", *CIHEAM - Options Méditerranéennes*, (1995), 35-41.
227. Cameron, A.W.N. et Tilbrook, A.J. et Lindsay, D.R., "The influence of ram mating preferences and social interaction between rams on the proportion of ewes mated at field joining", *Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. Applied animal behaviour science*, V. 18, n°2, (1987), 173-184.
228. Dacheux, J.L. et Pisselet, C., et Blanc, M.R. et Hochereau-de-Revier, M.T. et Courot, M. "Seasonal variations in rete testis fluid secretion and sperm production in different breeds of ram", *J. Reprod. Fertil.*, n°61, (1981), 363-371.

229. Toe, F. et Lahlou-Kassi et Mukasa-Mugrwa, E., "Semen characteristics of Ile-de-France rams of different age and physical condition", *Theriogenology*, n°42, (1994), 321–326.
230. Koyuncu, M. et Şengül, L et Tuncel, E., "Karayaka Toklularında Bazı Testis Özellikleri", *Hayvansal Üretim Dergisi*, İzmir, n°41, (2000), 102-107.
231. Perez, C. et Lopez, A. et Castrillejo, A. et Bielli, A. et Laborde, D. et Gastel, T. et Tagle, R. et Queirolo, D. et Franco, J. et Forsberg, M. et Rodriguez-Martinez, H., "Reproductive seasonality of Corriedale rams under extensive rearing conditions", *Acta Vet Scand*, n°38, (1997), 109-117.
232. Barrell, G.K. et Lapwood, K.R. "Seasonality of semen production and plasma LH, testosterone and PRL levels in Romney, Merino and Polled Dorset rams", *Anim Reprod Sci*, n°1, (1979), 213-228.
233. Sanford, L.M. et Beaton, D.B. et Howland, B.E. et Palmer, W.M., "Photoperiod-induced changes in LH, FSH, prolactin and testosterone secretion in the ram", *Can J Anim Sci.*, n°58, (1978), 123-128.
234. Poulton, A.L. et Robinson, T.J., "The response of rams and ewes of three breeds to artificial photoperiod", *J. Reprod. Fertil.*, n°79, (1987), 609-626.
235. D'Occhio, M.J. et Schanbacher, B.D. et Kinder, J.E., "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", *Biol. Reprod.*, n°30, (1984), 1039-1054.
236. Tulley, D. et Burfening, P.J., "Libido and scrotal circumference of rams as affected by season of the year and altered photoperiod", *Theriogenology*, n°20, (1983), 435-448.
237. Fourie, P.J. et Schwalbach, L.M. et Naser, F.W.C. et Greyling, J.P.C., "Relationship between body measurements and serum testosterone levels of Dorper rams", *Small Rumin. Res.*, n°56, (2005), 75-80.
238. Greyling, J.P.C. et Taylor, G.J., "The effect of the anabolic agent, nandrolone laurate, on certain production and reproduction parameters in ram lambs, under intensive and extensive feeding regimes", *S. Afr. J. Anim. Sci.*, n°29, (1999), 179-188.
239. Hochereau-de Reviers, M.T. et Perreau, C. et Lincoln, G.A., "Photoperiodic variations of somatic and germ cell populations in the Soay ram testis", *J. Reprod. Fertil.*, n°74, 1985, 329-334.
240. Godfrey, R.W. et Collins, J.R. et Gray, M.L., "Evaluation of sexual behavior of hair sheep rams in a tropical environment", *Journal of Animal Science*, n°76, (1998), 714-717.
241. Chemineau, P. et Malpoux, B. et Pelletier, J. et Delgadillo, J.A. et Guérin, Y. et Thimonier J., "Effets de la lumière et de la température sur la reproduction des petits ruminants", *Journée de l'Association pour l'Etude de la Reproduction Animale: Environnement et Reproduction*, Maison Alfort, France, (1990).

242. Malpaux, B. et Maurice-Mandon, F. et Daveau, A. et Chemineau, P., "Utilisation de la lumière et de la mélatonine pour la maîtrise de la reproduction des ovins et des caprins", *Renc. Rech. Ruminants*, n° 2, (1995), 379-386.
243. Rosa, H.J.D. et Bryant, M.J., "Seasonality of reproduction in sheep", *Small Ruminant Research*, n°48, (2003), 155-171.
244. Boland, M.P. et Alkamali, A.A. et Crosby, T.F. et Haynes, N.B. et Howles, C.M. et Kelleher, P.L. et Gordon I., "The influence breed, season and photoperiod on semen characteristics, testicular size, libido and plasma hormone concentration in rams", *Anim. Reprod. Sci.*, n°9, (1985), 241-252.
245. Xu, Z.Z. et Mc Donald, M.F. et Mc Cutcheon, S.N. et Blair, H.T., "Testis size, gonadotrophin secretion and pituitary responsiveness to GnRh in Romney rams during the transition from the non-breeding to the breeding season", *Anim. Reprod. Sci.*, n°31, (1993), 99-111.
246. Póti, P. et Mezes, M. et Tözser, J. et Nagy, A. et Bedő, S., "Relationship between scrotal circumference of growing rams and adult breeding rams and their testosterone level in blood plasma without and after GnRh-treatment", *Allattenyesztes es Takarmanyozas, Hungarian*, n° 43, (1994), 397-406.
247. Sarlós, P. et Molnár, A. et Huszár, S.Z. et Rátky, J. et Brüssow, K.P., "Seasonal changes of andrological characteristics in British milk ram", *Arch. Tierzucht*, n°39, (1996), 265-275.
248. Tözser, J., et Mézes, M. et Domokos, Z. et Gerszi, K. et Török, M. et Póti, P., "Evaluation of GnRh-test results in Charolais young bulls", *Allattenyesztes es Takarmanyozas, Hungarian*, n°47, (1998), 139-146.
249. Signoret, J.P. et Balthazart J., "LE COMPORTEMENT SEXUEL, In (La Reproduction chez les mammifères et l'homme)", C Thibault & MC Levasseur coordonnateurs, INRA, Ellipses, (1983), 515-536.
250. Snowden, G.D. et Stellflug, J.N. et VanVleck, L.D., "Heritability and repeatability of sexual performance scores of rams", *J. Anim. Sci.*, n° 80, (2002), 1508-1511.
251. Fabre-Nys, C. et Signoret, J.P. et Garnier, D.H., "Étude du comportement sexuel mâle induit par la testostérone chez des brebis adultes ovariectomisées. Effet de la dose et de l'expérience antérieure", *Reprod. Nutr. Dévelop.*, n°23, (1983), 273-284.
252. Godfrey, S.I. et Walkden-Brown, S.W. et Martin, G.B. et Gherardi, S.G. et Lindsey, M.J. et Porter, B.L., "Immuno-castration of adult Cashmere bucks with Vaxstrate", *Proceedings of the Australian Society for Reproductive Biology*, (1993).
253. Hahn, J. et Foote, R.H. et Seidel, G.E., Jr., "Testicular growth and related sperm output in dairy bulls", *J. Anim. Sci.*, n°29, (1969), 41-47.
254. Salhab, S.A. et Zarkawi, M. et Wardeh, M.F. et Al-masri, M.R. et Kassem, R., "Characterization and evaluation of semen in growing Awassi ram lambs", *Trop. Anim. Health Prod.*, n°35, (2003), 455-463.

255. Rege, J. E. et Toe, F. et Mukasa-Mugerwa, E. et Tembely, S. et Anindo, D. et Baker, R.L. et Lahlou-Kassi, A., "Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep. II. Genetic parameters of secharacteristics and their relationships with testicular measurements in ram lambs", *Small Rumin. Res.*, V. 37, (2000), 173-187.
256. Bhakat, M. et Mohanty, T.K. et Raina, V.S. et Gupta, A.K. et Khan H.M. et Mahapatra, R.K. et Sarkar M., "Effect of age and season on semen quality parameters in Sahiwal bulls", *Tropical Animal Health and Production*, (2011), DOI:10.1007/s11250-011-9817-1.
257. Fabre-Nys, C. et Martin, G.B., Venier G., "Analysis of the hormonal control of female sexual behaviour and the preovulatory LH surge in the ewe: Roles of quantity of estradiol and duration of its presence", *Hormones and Behaviour*, n°27, (1993), 108-121.
258. Malpoux, B., "Environnement et rythmes de reproduction", Edition Thibault, C. et Levasseur, M.C., *la reproduction chez les mammifères et l'Homme*, Coédition INRA-Ellipses, (2001), 699-724.
259. Ortavant, R., "Photoperiodic regulation of reproduction in the sheep", *Management of Reproduction in Sheep and Goats Symposium*, University of Wisconsin, Madison, (24-25 juillet 1977), 58-71.
260. Boudjenane, I., "Systèmes accélérés de reproduction chez les ovins", *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA (Programme National de Transfert de Technologie en agriculture)*, Bulletin réalisé à L'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, (2004).
261. Ghozlane, F. et Ziki, B. et Yakhlef, H., "Variations saisonnières des caractères quantitatifs du sperme de bélier de race Ouled-Djella", *Renc. Rech. Ruminants*, n°12, (2005), 164.
262. Boucif, A. et Azzi, N. et Tainturier, D. et Niar, A., "Variations saisonnières des paramètres reproductifs chez les béliers de deux races locales algériennes". *Renc. Rech. Ruminants*, (2007), 14.
263. Meyer, C. et Faye, B. et Karembe, H. et Poivey, J.P. et Mohammedi, D. et al., "Guide de l'élevage du mouton méditerranéen et tropical", *Cirad-emvt. Ceva Santé Animale, École Nationale Vétérinaire*, Alger, (2004), 154.
264. Chemineau, P. et Malpoux, B. et Brillard, J.P. et Fostier, A., "Saisonnalité de la reproduction et la production chez les poissons, oiseaux et mammifères d'élevage". *INRA Prod. Anim*, n°22, (2009), 77-90.
265. Counis, R. et Combarous, Y. et Chabot, V. et Taragnat, C., "Régulation de la synthèse et de la libération des gonadotrophines hypophysaires". Edition Thibault, C. et Levasseur, M.C., *la reproduction chez les mammifères et l'Homme*, Coédition INRA-Ellipses, (2001), 65-84.
266. Collins, J.R et Gray, M.L et Godfrey, R.W., "Evaluation of Sexual Behavior of Hair Sheep Rams in a Tropical Environment¹", *University of the Virgin Islands, Agricultural Experiment Station, St. Croix, USVI*, (1996).
267. Nicolino, M. et Forest M.G., "La puberté", Edition Thibault, C. et Levasseur, M.C., *la reproduction chez les mammifères et l'Homme*, Coédition INRA-Ellipses, (2001), 655-679.

268. Foote, R.H., "Factors influencing the quantity and quality of semen harvested from bulls, rams, boars and stallions", *J Anim. Sci*, 47 Supp 2, (1978),1-11.
269. Signoret J.P., 1975. "Influence of the sexual receptivity of a teaser ewe on the mating preferences in theram", *Appl. Anim. Ethol.*, 1, 229-232.
270. Barth, A.D. et Brito, L.F.C. et Kastelic, J.P., "The effect of nutrition on sexual development of bulls", *Theriogenology*, n°70, (2008), 485-494.
271. Lafortune, E. et Blanc, M.R. et Orgeur, P. et Pelletier, J. et Perreau, C. et Terqui, M. et Hochereau-de Reviers, M.T., "A comparison of the changes in LH, FSH and testosterone in spring-born ram lambs of two different breeds". *Reprod. Nutr. Dévelop.*, n°24, (1984), 947 -952
272. Aral, F. et Tekin, N., "Influence of season on the semen quality of rams", *J. Cent. Anim. Res. Int*, n°6, (1996), 15-20.
273. Ataman, M.B. et Kaya, A. et Karaca, F. et Yıldız, C. et Çoyan, K. et Ergin, A. et Aksoy, M., "Relationships between morph metric measurements of testes and semen characteristics in breeding and no breeding season to select breeding yearling rams", *J. Cent. Anim. Res. Int*, n°6, (1996), 1-7.
274. Kaya, A. et Yıldız, C. et Lehimcioğlu, N.C. et Ergin, A. et Aksoy, M., "Seasonal variation in sperm quality, testicular size and plasma testosterone concentrations in Konya Merino rams", *J. Cent. Anim. Res. Int*, n°9, (1999), 1-5.
275. Keskin, E. et Keçeci, T. "Blood serum thyroid hormone levels and rumen protozoa in Merino rams at different environmental temperatures", *Tr. J. Vet. Sci*, n°17, (2001), 115-118.
276. Gündoğan, M. et Baki, D. et Yeni, D., "Reproductive seasonality in sheep (review)", *Acta Agric. Scand. Sec. A? Anim. Sci*, n° 53, (2003), 175-179.
277. Pelletier, J., "Contribution of increasing and decreasing day length to the photoperiodic control of LH secretion in the Île-de-France ram", *J. Reprod. Fertil*, n°77, (1986), 505-512.
278. Lincoln, G.A. et Lincoln, C.E. et Mc Neilly, A.S., "Seasonal cycles in the blood plasma concentration of FSH, inhibit and testosterone, and testicular size in rams of wild, feral and domesticated breeds of sheep", *J. Reprod. Fert*, n°88, (1990), 623-633.
279. Saadi, A., Benia, A.R., Kaidi. R., "Analyse de la production de semence et de la réussite de l'insémination artificielle chez les ovins", d'Etudes en vue de l'obtention de Master II en Biologie, Spécialité : Reproduction Animale (2011).
280. Taha, T.A. et Abdel-Gawad, E.I. et Ayoub, M.A., "Monthly variations in some reproductive parameters of Barki and Awassi rams throughout 1 year under subtropical conditions 1, Semen characteristics and hormonal levels", *Animal Science, British Society of Animal Science*, n°71, (2000), 317-324.