

**UNIVERSITE DE SAAD DAHLAB DE BLIDA**

**Faculté des Sciences Agro-vétérinaires et Biologie**

Département des Sciences Vétérinaires

# **MEMOIRE DE MAGISTER**

Spécialité : Physiologie de la gestation et de la lactation

## **VARIATIONS SAISONNIERES DE L'ACTIVITE SEXUELLE DES BOUCS DE RACE LOCALE DANS LA REGION DE TIARET**

Par

**Mr. AIT AMRANE AMAR**

Devant le jury composé de

R. KAIDI	Professeur, U. de Blida	Président
M. LAFRI	Maître de conférence, U. de Blida	Examineur
I. IGUEROUADA	Maître de conférence, U. de Bedjaia	Examineur
A. NIAR	Maître de conférence, U. de Tiaret	Promoteur
S. M. HAMOUDI	Chargé de cours, U. de Tiaret	Co-promoteur

Blida 2005

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*À mes chers parents qui m'ont encouragé et soutenu pendant toutes mes études,*

*À mes frères : Ali et Rachid et mes sœurs ainsi que toute la famille en particulier Mr Boudjemâa et Nadir,*

*À la mémoire d'un cher ami disparu : Mr Bekhelfa Abed, que Dieu ait grâce de son âme,*

*À tous mes amis :*

*Miloud, Abadi, Kheir-Eddine, Ahmed, El Hadj, Kadda, Abd El Kader, Mâamer, Rabah, Selles, H'mida, Khaled, Mokhtar, Samia Zineb, Achour, Sofiane et Mourad.*

## REMERCIEMENT

*Arrivé au terme de ce mémoire, je voudrais tout d'abord remercier le bon dieu de m'avoir donné la force et la patience pour pouvoir réaliser un tel travail..*

*Je voudrais ensuite exprimer toute ma gratitude à monsieur Niar.A, maître de conférence à l'université IbnKhaloun de Tiarret d'avoir accepté de diriger ce mémoire .Sa compétence et sa constante attention ne pourront être oubliées , je lui en suis très reconnaissant.*

*Je ne remercierais jamais assez monsieur Hamoudi .S.M, qui a toujours porté un intérêt a mon travail et pour l'aide, conseils et encouragements tout le long de la réalisation de ce travail.*

*Je remercie Dr : KAIDI. R, professeur à l'JSV de Blida, pour l'honneur qu'il nous fait d'avoir accepté de présider le jury .Mes remerciements vont aussi aux enseignants qui ont accepté de faire partie du jury :*

- Dr LAFRI. M, maître de conférence à l'JSV de Blida.*
- Dr IGUEROUADA. J, maître de conférence à l'université de Bedjaia.*

*Je tiens à remercier vivement Dr Benahmed A, Dr Belhamiti.T , Hadj Chaïb. M pour leurs collaborations pendant la réalisation de ce travail.*

*Ma sympathie se tourne vers tous mes collègues grâce à qui j'ai travaillé dans de bonnes conditions.*

*Je voudrais enfin remercier mes enseignants qui m'ont formé.*

## RESUME

L'objectif de cette étude était d'étudier les variations saisonnières de l'activité sexuelle des boucs de race locale au cours de l'année. L'expérience a été menée dans la région de Tiaret sur 08 boucs (n=08) âgés entre 04 et 06ans, maintenus dans un bâtiment pendant une année (novembre 2003/novembre 2004) et recevant une alimentation constante à base d'orge et de fourrage de bonne qualité, l'eau a été distribué à volonté.

Deux aspects cliniques prédictants de l'activité sexuelle étaient étudiés une fois par semaine, il s'agit de la circonférence scrotale et du comportement sexuel. Le premier consiste en la mesure du périmètre scrotal à l'aide d'un ruban métrique tandis que le second consiste en l'évaluation du comportement sexuel en se basant sur l'expression par des mâles des différents composants de ce comportement. L'exposition des mâles à une femelle oestrogénisée pendant un test de 10 minutes nous permet de donner un score de : 0 pour le mâle qui ne présente aucun intérêt pour la femelle, 05 pour celui qui chevauche la femelle 02 fois mais sans saillir et 10 pour celui qui s'accouple 02 fois et montre toujours un intérêt pour la femelle.

Les résultats de notre expérience révèlent que les moyennes mensuelles de la circonférence scrotale prennent des valeurs élevées pendant l'été et l'automne (27,58±0,16cm en août et 27,67±0,17cm en septembre) et des valeurs faibles pendant l'hiver et surtout le printemps (25,18±0,11cm en avril et 25,25±0,17cm en mai). Les moyennes mensuelles du comportement sexuel suivent aussi une évolution similaire à celle de la circonférence scrotale : élevées en été et en automne et faibles en hiver et en printemps.

En conclusion, l'activité sexuelle des boucs de race locale montrent des variations saisonnières : intense en été et en automne et faible en hiver et au printemps sans arrêt total de cette activité.

## ABSTRACT

The aim of this study was to show the seasonal variations of the sexual activity in local breeds of bucks during the year. The experiment was conducted in the region of Tiaret, on 08 bucks (n=08) aged 04 to 06years. The bucks were kept in a building for a year (november 2003/november 2004). The bucks were fed barley and good quality fodder, with free acces to water.

Two predicting clinical aspects of the sexual activity were studied once a week. These are the scrotal circumference and the sexual behaviour. The former was done by measuring the scrotal circumference with a metric band. The latter was done by evaluating the sexual behaviour of these bucks by noticing the different components of the sexual behaviour. The exposure of male bucks to an oestrogenised female during a 10 minutes test shows a score of **0** for the male buck which doesn't show any interest in the female, a score of **05** for the buck which mounts the female twice but without ejaculating and a score of **10** for the buck which mounts the female twice and shows an interest in the female.

The results of our experiment show that sexual means of the scrotal circumference are very high in summer and autumn ( $27,58 \pm 0,16$ cm in August and  $27,67 \pm 0,17$ cm in September) and they are very low in winter and especially in spring ( $25,18 \pm 0,11$ cm in April and  $25,25 \pm 0,17$ cm in May). The monthly means of the sexual behaviour follow a similar change : high in summer and autumn and low in winter and spring.

To conclude, we can say that, the sexual activity of local breed bucks show seasonal variations which are high in summer and autumn and low in winter and spring, however the sexual activiy never stops completely.

## TABLE DES MATIERES

RESUME	
DEDICACE	
REMERCIEMENT	
TABLE DES MAITERS	
LISTE DES FIGURES, GRAPHIQUES, TABLEAUX ET PHOTOS	
INTRODUCTION .....	14
<u>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	
CHAPITRE I : Anatomie et histophysiologie de l'appareil génital du bouc	
A. ANATOMIE DE L'APPAREIL GENITAL DU BOUC .....	18
I- SECTION GLANDULAIRE .....	19
I.1 –Testicules .....	19
I.2- Les enveloppes testiculaires .....	20
I.2.1- Le scrotum .....	20
a) La peau du scrotum.....	20
b) Le dartos .....	20
I.2.2- Le fascia spermatique externe .....	20
I.2.3- Le crémaster .....	20
I.2.4-Le fascia spermatique interne .....	21
I.2.5- La tunique vaginale .....	21
II- SECTION TUBULAIRE .....	21
II.1- L'épididyme .....	22
II.2- Le canal déférent .....	22
III - SECTION URO-GENITALE .....	22
III.1- L'urètre .....	22
III.2-Le pénis .....	22
III.3 -Les glandes annexes .....	23
III.3.1 -Les glandes vésiculaires (ou vésicules séminales) .....	24
III.3.2 - La prostate .....	24
III.3.3 -Glandes de cowper ou glandes bulbo-urétrales .....	24
IV- VASCULARISATION ET INNERVATION TESTICULAIRE .....	24

IV.1- Les artères .....	24
IV.2 - Les veines.....	25
IV.3 - Les lymphatiques .....	25
IV.4 - Les nerfs .....	25
B- HISTOPHYSIOLOGIE .....	27
I - HISTOPHYSIOLOGIE DU TESTICULE .....	27
I.1 - Les tubes séminifères .....	27
I.1.1 – La spermatogenèse .....	28
I.1.1.1- Phase de multiplication .....	29
I.1.1.2 - Phase de réduction et de maturation.....	29
I.1.1.3 - Phase de spermiogenèse .....	30
I.1.2 - Cycle spermatogénique .....	31
I.1.3 - Spermatozoïde : structure et biologie.....	32
I.1.4 - Fonctions des cellules de Sertoli .....	34
II - LE TISSU INTERSTITIEL .....	35
II.1 - Cellules de Leydig .....	35
III- CONTROLE NEUROENDOCRINIEN.....	36
III.1- Rôle de la FSH .....	36
III.2- Rôle de la LH .....	36
III.3- Biosynthèse des androgènes .....	37
III.3.1-Rôle de la testostérone .....	38
IV- PHYSIOLOGIE DES VOIES SPERMATIQUES ET DES GLANDES ANNEXES .....	39
IV.1- L'épididyme .....	39
IV.2- Canal déférent .....	40
IV.3-Glandes annexes.....	40
IV.3.1- vésicule séminale .....	40
IV.3.2- la prostate .....	40
IV.3.3- glandes bulbo- urétrales ou glandes de cowper .....	40
V- LE SPERME .....	40
VI- LA THERMOREGULATION TESTICULAIRE .....	41

## CHAPITRE II : Comportement sexuel du bouc

I-DEFINITION .....	43
--------------------	----

1- La phase d'attraction .....	43
2- La phase appétitive .....	44
3- La phase consommatoire .....	45
<u>L'érection</u> .....	45
<u>L'éjaculation</u> .....	45
II- CONTROLE ET REGULATION DU COMPORTEMENT SEXUEL .....	47
II.1-Rôle des sécrétions hormonales .....	47
II.2- Rôle de l'environnement social .....	48

### CHAPITRE III : FACTEURS DE VARIATION DE L'ACTIVITE SEXUELLE DU BOUC

I- FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX .....	49
I.1 -La saison.....	49
I.1.1- La circonférence scrotale .....	52
I.1.2- Le comportement sexuel .....	54
I.1.3- Les glandes annexes .....	55
I.1.4-Variation saisonnière de l'activité sécrétoire .....	55
I.2- La photopériode .....	56
I.2.1 - La mélatonine .....	58
I.3- La température .....	61
I.3.1- Effets de l'élévation de la température ambiante .....	61
I.3.2- Effets du stress thermique .....	62
I.3.2.1- Sur la libido .....	62
I.3.2.2- Sur les testicules .....	62
I.3.2.3- Sur la qualité spermatique .....	63
I.4- L'alimentation .....	64
I.4.1- Apports alimentaires recommandés .....	65
I.5- Effets de l'environnement social .....	69
I.5.1- Isolement social du mâle reproducteur .....	69
I.5.2- Présence des partenaires du même sexe .....	70
I.5.3- Présence permanente des partenaires du sexe opposé .....	70
I.6- Etat de santé des boucs et production spermatique .....	71
I.7- Stade physiologique des boucs .....	72
I.7.1- Puberté et âge des animaux .....	72



II- FACTEURS GENETIQUES .....	74
II.1- Qualité de la semence .....	74
II.2- Taille testiculaire .....	75
II.3- Comportement sexuel .....	75
III- Diagramme récapitulatif .....	75

## PARTIE EXPERIMENTALE

### I- MATERIELS ET METHODES

I.1- Localisation .....	76
I.2- Milieu et animaux .....	76
I.3- Les mensurations .....	77
I.3.1- La circonférence scrotale .....	77
I.3.2- Le comportement sexuel .....	78

### II- RESULTATS ET STATISTIQUES

II.1- Evolution de la circonférence scrotale : .....	80
II. 2- Evolution du comportement sexuel : .....	81
II.3- Comparaison entre le comportement sexuel et la circonférence scrotale : .....	83
II.4- Comparaison entre la durée du jour, la circonférence scrotale et le comportement sexuel : .....	84
II.5- Description du comportement sexuel des boucs étudiés .....	86
II .6-Effet du contexte social de stimulation.....	90

### III- DISCUSSION

III. 1-La circonférence scrotale.....	93
III. 2-Le comportement sexuel .....	95
III. 3-Effets du contexte social de stimulation.....	97

V- CONCLUSION .....	99
---------------------	----

### APPENDICES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE.....	112
---------------------------------	-----

## LISTE DES FIGURES, TABLEAUX, GRAPHES ET PHOTOS

Figure 1.1 : Appareil uro-génital isolé et étalé du bouc.	18
Figure 1.2 : Coupe et structure d'un testicule.	19
Figure 1.3 : Coupe horizontale du testicule et ces enveloppes.	21
Figure 1.4 : Appareil copulatoire du bouc.	23
Figure 1.5 : Vascularisation de l'appareil uro-génital du bouc.	26
Figure 1.6 : Structure histologique des tubes séminifères.	28
Figure 1.7 : La Spermatogenèse.	30
Figure 1.8 : La spermiogenèse.	31
Figure 1.9 : Ultra structure du spermatozoïde.	33
Figure 1.10 : Représentation schématique des différentes fonctions des cellules de Sertoli.	35
Figure 1.11 : Contrôle neuroendocrinien de la spermatogenèse.	37
Figure 1.12 : Thermorégulation testiculaire chez le bélier.	42
Figure 2.1 : Éléments du comportement sexuel.	46
Figure 2.2 : Schéma illustrant quelques mécanismes neurochimiques importants impliqués dans le contrôle du comportement sexuel mâle.	48
Figure 3.1 : Variations saisonnières du volume de l'éjaculat et de sa concentration en spermatozoïdes chez cinq boucs alpins, $m \pm \text{sem}$ .	51
Figure 3.2 : Variations saisonnières du poids testiculaire de bouc.	52
Figure 3.3 : Variations saisonnières du nombre de saillies dans des tests de 10 minutes chez des boucs alpins non entraînés.	54
Figure 3.4 : Evolution saisonnière du niveau de testostérone dans le sang de bouc.	56
Figure 3.5 : Evolution de la durée du jour au cours de l'année.	57
Figure 3.6 : La régulation photopériodique du cycle annuel de reproduction chez la brebis.	58
Figure 3.7 : Les voies nerveuses de la transmission de la photopériode de l'œil à la glande pinéale chez les mammifères.	60

Figure 3.8 : Schéma des différentes voies par lesquelles les stimuli alimentaires affectent l'activité testiculaire.	69
Figure 3.9 : Les différentes interactions entre les stimuli photopériodiques, sociaux et nutritionnels sur le contrôle de la fonction testiculaire chez le mâle des petits ruminants.	75
Tableau A : Evolution de l'effectif caprin en Algérie 1990-2003.	15
Tableau 3.1 : Valeurs du périmètre scrotal chez le bouc.	53
Tableau 3.2 : Apports alimentaires journaliers recommandés et capacité d'ingestion des boucs.	65
Tableau 3.3 : Influences des carences alimentaires sur la reproduction chez le mâle	67
Tableau 04 : Variation mensuelle de la circonférence scrotale.	80
Tableau 05 : Variation mensuelle du comportement sexuel.	81
Tableau 06 : Corrélations entre la circonférence scrotale et le comportement sexuel.	84
Graphes n°01: Variation mensuelle de la circonférence scrotale	81
Graphes n°02 : Variations mensuelles du comportement sexuel des boucs de la race locale étudiés.	82
Graphes n° 03 : Comparaison entre les variations mensuelles de la circonférence scrotale et le comportement sexuel	83
Graphes n° 04 : Corrélation entre la circonférence scrotale et le comportement sexuel des boucs de la race locale étudiés.	84
Graphes N° 05 : Comparaison entre la circonférence scrotale des boucs de la race locale étudiés, et la durée du jour ou d'éclairement.	85
Graphes N°06 : Comparaison entre le comportement sexuel des boucs de la race locale étudiés, et la durée du jour ou d'éclairement.	85
Graphes 07 : Variation de la circonférence scrotale chez les jeunes boucs.	91
Photo 4 - 1: Ruban métrique flexible.	77
Photo 4 - 2 : Mesure de la circonférence scrotale.	78
Photo 4 - 3 : Femelle œstrogénisée attachée.	79

Photo 1 : Approche latérale du mâle.	86
Photo 2 : Flairage de la région ano-génitale de la femelle.	87
Photo 3 : Le flehmen.	87
Photo 4 : Aspersion de l'urine sur le mufle.	88
Photo 5 : Les mouvements de patte antérieure.	88
Photo 6 : L'érection.	89
Photo 7 : Chevauchement de la femelle.	89
Photo 8 : Intromission et éjaculation.	90

## INTRODUCTION

Les caprins représentent l'une des espèces les plus anciennement domestiquées par l'homme. Elle s'est révélée particulièrement utile pour celui-ci grâce à son aptitude d'adaptation aux diverses conditions du milieu et aux différents régimes alimentaires. Les caprins sont élevés dans différentes zones climatiques : aride, semi-aride, humide sur les altitudes élevées, et selon différents systèmes de production.

Par rapport aux ovins, les caprins possèdent les avantages supplémentaires de mieux résister au stress thermique et aux périodes de sécheresse. De plus, la digestibilité des fourrages riches en cellulose est meilleure chez les caprins.

Pour certains, l'espèce caprine apparaît, de ce fait, comme une espèce providentielle dans certaines zones difficiles où elle joue un rôle capital pour des populations auxquelles elle fournit des protéines de haute qualité.

Même marginalisés, les caprins ont un bon avenir devant eux. Ils sont élevés principalement pour la production de viande. Et, dans certaines régions, ils produisent également du lait, des poils et de la laine.

L'inconvénient de l'élevage caprin est essentiellement la destruction de la végétation environnementale surtout les jeunes pousses, les arbustes et les forêts. Cet inconvénient peut être évité par la surveillance vigilante des caprins, par leur parcage, ou par leur mise en pâturage dans des zones où l'environnement est sans danger.

Le cheptel caprin, dans le monde, a connu une augmentation progressive au cours de ces dernières années. En 1990, l'effectif mondial était de 587255milliers de têtes. Il est passé de 662452000 de têtes en 1995 à 722976000 de têtes en 2000 pour atteindre 780099 000 de têtes en 2004 [1].

Les charges onéreuses des élevages bovins tendent à détourner les éleveurs vers les animaux les moins dispendieux. Cependant, l'élevage caprin diffère d'une région à une autre et d'un continent à un autre par ses effectifs et par ses types de production. La majorité de l'effectif caprin enregistré dans le monde est située dans les pays en voie de développement. Elle est essentiellement composée de races non améliorées, surtout en Asie et en Afrique.

En Amérique du nord et surtout en Europe, on trouve des races caprines à haut potentiel génétique exploitées essentiellement pour leur production laitière.

En Algérie, selon les estimations du ministère de l'agriculture [2], le cheptel caprin a subi, en 1988, une diminution brusque de 11,21% de l'effectif. Mais, dès l'année suivante, ce dernier a connu une progression continue d'une année à une autre. En 1993, on a enregistré une chute de 8,3% de l'effectif caprin. Ensuite, il est passé de 2 895 000 à 3 333 000 de têtes respectivement en 1996 et en 2004 (**tableau : A**).

année	Effectif (tête)	année	Effectif (tête)
1990	2 471 950	1997	3 121 500
1991	2 484 540	1998	3 256 580
1992	2 775 130	1999	3 061 660
1993	2 683 310	2000	3 026 730
1994	2 543 790	2001	3 129 400
1995	2 779 790	2002	3 280 530
1996	2 894 770	2003	3 333 560

Tableau A : évolution de l'effectif caprin en Algérie 1990-2003

## I

Il existe, en Algérie, une tradition d'élevage caprin. Cet élevage est rarement conduit en troupeaux homogènes. Le caprin est le plus souvent associé aux troupeaux d'ovins. Ses productions sont destinées, d'une part, à l'autoconsommation des éleveurs (lait et viande) et, d'autre part, à la commercialisation pour le financement de l'exploitation.

L'élevage caprin est pratiqué essentiellement dans des zones difficiles telles que les régions sahariennes, les oasis et la steppe à raison de 64% et dans les régions montagneuses du nord du pays à raison de 36%.

En raison des avantages que présente la chèvre dans l'alimentation humaine, l'Algérie a opté pour l'introduction des races étrangères élevées en système intensif.

Ces races sont exploitées généralement pour la production du lait destiné essentiellement à la fabrication du fromage.

Cependant, le cheptel algérien est très hétérogène, il comprend des races locales et des races améliorées.

Parmi les races locales les plus présentes, on peut citer la chèvre arabe, la chèvre de Kabylie ainsi que la chèvre du M'zab dite chèvre rouge dans la région de Ghardaïa et dans les oasis[3].

Parmi les races introduites en Algérie, on retrouve la race de Malte, la race Alpine, la race Saenen et la race Murcie.

Les caprins sont très répandus dans les zones tropicales et subtropicales où ils jouent un grand rôle, à la fois, sur les plans social et économique. Malgré son importance, l'élevage caprin est très mal connu, en Algérie, du point de vue de son organisation technique et du fonctionnement des systèmes de production. Dans le but d'encourager cet élevage, la connaissance et l'amélioration des performances de reproduction sont d'une grande nécessité.

Jusqu'à présent, l'élevage caprin n'a fait l'objet que d'études fragmentaires et limitées ayant montré le caractère extensif de sa conduite et la faiblesse de sa productivité.

De ce fait, nous nous sommes intéressés à étudier la reproduction des caprins de race locale. Dans notre étude, l'objectif fixé est d'avoir une idée sur l'influence de l'environnement sur le comportement sexuel du bouc en se basant sur :

- ✓ l'étude des variations du comportement sexuel.
- ✓ l'étude des variations de la circonférence scrotale.

Ces deux paramètres constituent des facteurs prédictants de l'activité sexuelle du mâle sachant que celui-ci représente 50% du patrimoine génétique des descendance et du fait qu'un seul bouc est utilisé pour saillir plusieurs chèvres.



## CHAPITRE I

### ANATOMIE ET HISTOPHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL GENITALE DU BOUC

#### A. Anatomie de l'appareil génital du bouc :

L'appareil génital du bouc est formé par l'ensemble des organes chargés de l'élaboration du sperme et du dépôt de celui-ci dans les voies génitales femelles [4].

Il comporte :(figure 1.1)

- Une section glandulaire : les testicules et leurs enveloppes.
- Une section tubulaire : les voies spermatiques.
- Une section uro-génitale : représentée par l'urètre auquel sont annexées des glandes et des formations érectiles [4].

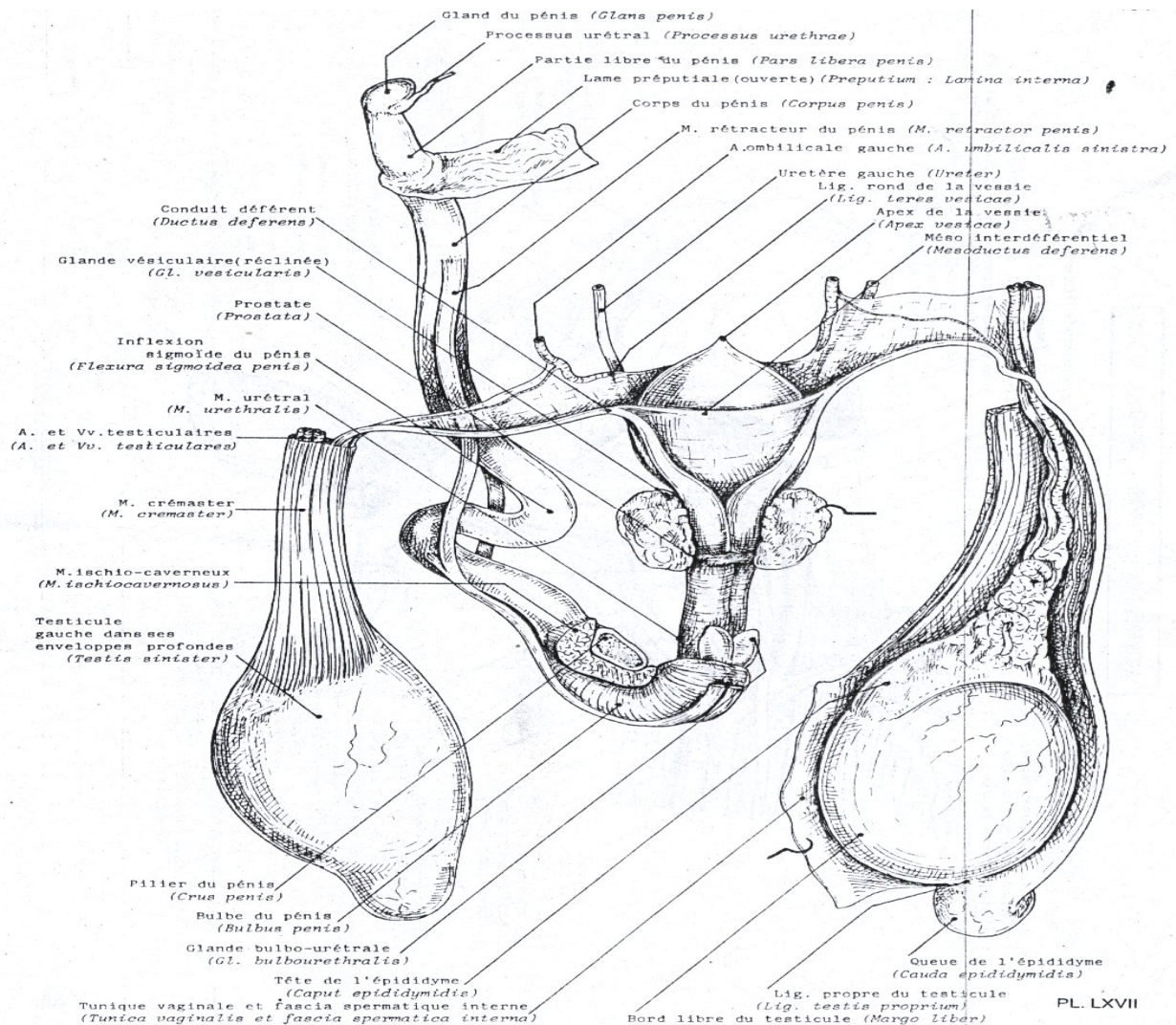


Figure 1.1 : appareil uro-génital isolé et étalé du bouc [5].

## I- Section glandulaire :

### I.1 -Testicules :

La région testiculaire forme chez le bouc une masse ovoïde, bilobée, pendante sous la région inguinale [6].

-Le testicule à grand axe vertical est très mobile dans les bourses. Il est relativement volumineux et de forme ellipsoïde et pèse de 200 à 300grammes [7].

-Le testicule de couleur blanc nacré apparaît, à la coupe, jaune et compacte.

- La structure du testicule comprend une charpente fibreuse blanchâtre, densifiée sous la séreuse en une épaisse albuginée et un tissu propre (parenchyme testis) (figure 1.2). De la face profonde de l'albuginée partent des cloisons qui divisent le tissu sous-jacent en lobules assez réguliers. Ces cloisons convergent, en effet, sur un axe conjonctif épais : le corps d'Highmore qui loge, outre de nombreux vaisseaux, un réseau de conduits excréteurs anastomosés : le rete-testis. Ce dernier collecte les tubes droits qui proviennent des lobules et émet, d'autre part, les canalicules efférents qui pénètrent dans la tête de l'épididyme [4].

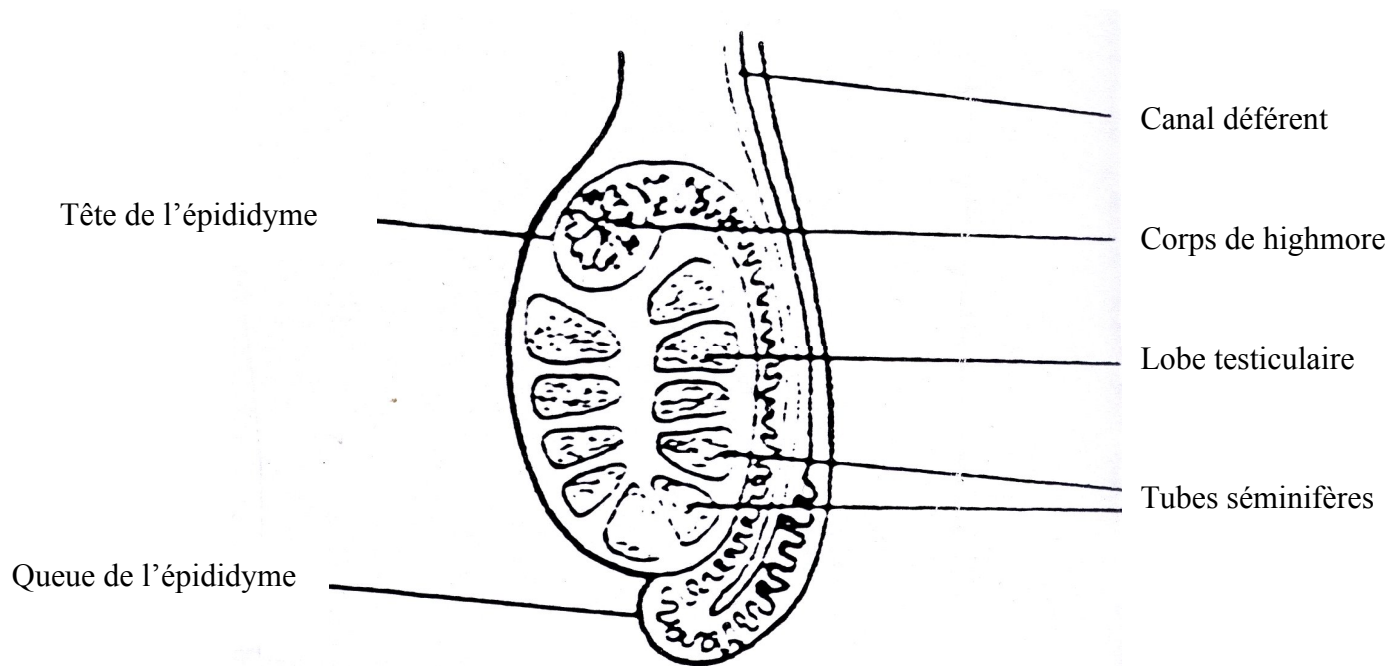


Figure 1.2 : Coupe et structure d'un testicule[8].

## I.2- Les enveloppes testiculaires : (figure 1.3)

Les enveloppes testiculaires constituent de l'extérieur à l'intérieur cinq tuniques superposées :

### I.2.1- Le scrotum :

Forme un sac commun aux deux testicules, de nature cutanée, et comprend deux parties superposées [4].

a) La peau du scrotum : elle est de couleur rosée, épaisse et couverte de poils longs rudes, et riche en glandes sébacées [4]. Elle porte en avant deux petits mamelons : vestiges des glandes mammaires des femelles [7].

b) Le dartos : est une couche dense jaunâtre, formée du peaucier, muscle à fibres lisses mêlées de fibres de collagènes et surtout de fibres élastiques.

Les deux sacs dartoïques s'adosent sur le plan médian en formant une cloison impaire : le septum du scrotum.

-Le dartos assure la suspension des testicules et maintient leurs enveloppes profondes [4].

### I.2.2- Le fascia spermatique externe :

Elle sépare le scrotum des enveloppes profondes. Cette tunique se compose de deux minces lames de conjonctif fibreux superposées et séparées par une couche de conjonctif lâche permettant une grande mobilité du testicule qui le protège contre les compressions ou les chocs [4].

### I.2.3- Le crémaster :

Est formé de fibres musculaires striées. Il est rouge vif et sa contraction volontaire et rapide détermine une ascension brusque du testicule vers la région inguinale [4].

### I.2.4-Le fascia spermatique interne :

Ce fascia est associé au feuillet pariétal de la tunique vaginale d'où le nom de la fibro-séreuse tandis que sa face externe est en rapport avec le muscle crémaster et le fascia spermatique externe. Il forme un sac pédonculé dont le fond loge le testicule et l'épididyme.

### I.2.5- La tunique vaginale :

De dépendance péritoniale, elle constitue la séreuse du testicule et de son cordon. Comme toutes les séreuses, la tunique vaginale comporte deux feuillets : une lame pariétale adhérente au fascia spermatique interne et une lame viscérale qui revêt étroitement le testicule, l'épididyme et les éléments du cordon testiculaire.

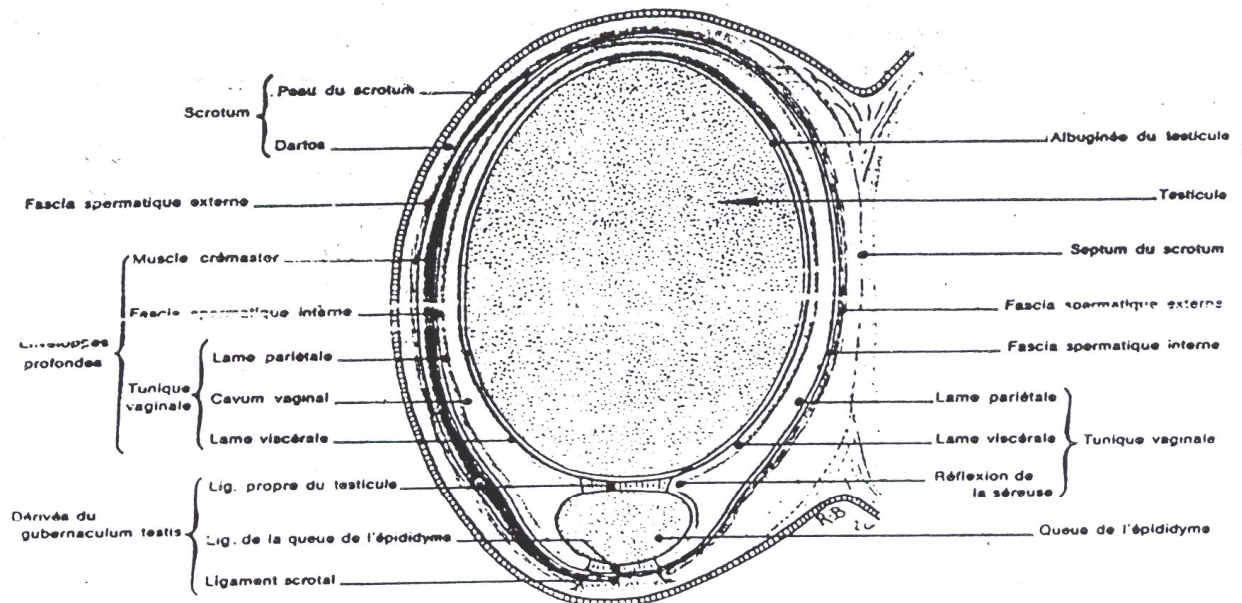


Figure 1.3 : Coupe horizontale du testicule et ces enveloppes [4].

## II- Section tubulaire :

Elle constitue les voies spermatiques qui comportent de chaque côté l'épididyme, le conduit déférent et la glande vésiculaire. Ces voies s'étendent des testicules au sinus urogénital.

### II.1- L'épididyme :

Est un organe allongé, d'une longueur de 40 à 60 mètres, qui relie les canaux efférents au canal déférent [4]. Anatomiquement, on lui reconnaît trois grands segments: la tête, le corps et la queue.

La tête : est large, plate et reçoit les canalicules efférents.

Le corps : est étroit, allongé et aplati d'un côté à l'autre.

La queue: est moins large que la tête.

La paroi de l'épididyme est constituée d'un épithélium pluristratifié entouré de fibres musculaires lisses [9].

### II.2- Le canal déférent :

Le canal déférent s'étend de la queue de l'épididyme à l'urètre dans lequel il débouche avec le canal excréteur de la glande vésiculaire par un bref conduit éjaculateur. Après avoir parcouru le cordon testiculaire, le conduit déférent traverse l'anneau inguinal et atteint la face dorsale de la vessie en se rapprochant à son homologue. L'ampoule du conduit déférent mesure 6 à 7cm de long et 6 à 7cm de large [4].

## III - Section uro-génitale :

### III.1- L'urètre :

C'est le dernier segment des voies excrétrices du sperme, l'urètre est un tube musculo-cutané, long d'une cinquantaine de centimètres et s'étend du col de la vessie jusque dans la région de l'ischium en tant que partie pelvienne (long d'une dizaines de centimètres) et se prolonge inclus dans l'organe génital mâle (pénis) associé au corps caverneux jusqu'à son extrémité libre (partie extra pelvienne) [10].

Dans sa portion intra pelvienne débouchent certaines glandes annexes telles que la prostate et les glandes de Cowper au nombre de deux ou trois [6].

### III.2-Le pénis : (figure 1.4)

Le pénis ou la verge est l'organe copulateur du mâle de type fibro-élastique. Il est long d'une quarantaine de centimètres et est constitué presque entièrement par la partie extra pelvienne de l'urètre.

Le pénis présente à l'étude une partie moyenne (ou le corps) et deux extrémités ; l'une fixe (ou racine) et l'autre libre occupée par le gland [4].

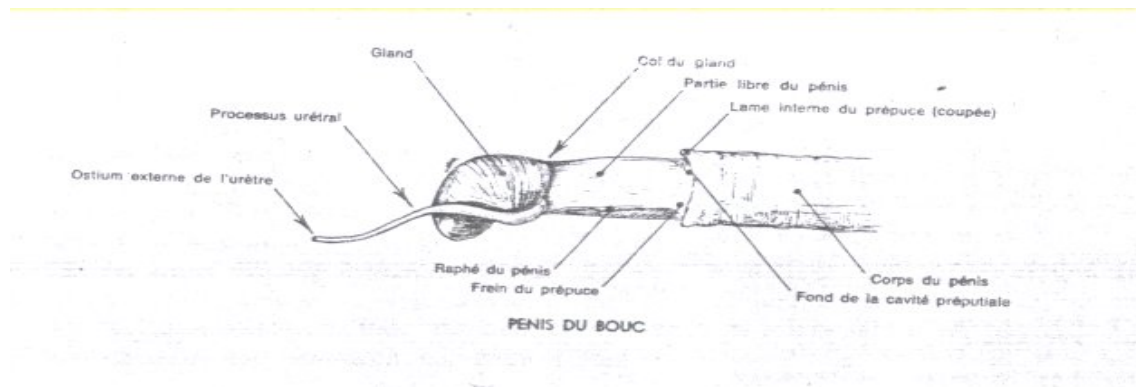


Figure 1.4 : Appareil copulatoire du bouc [4].

a- Le corps du pénis : est à peu près cylindrique et constitue la majeure partie du pénis. Il présente une double inflexion sigmoïde en forme d'S désignée sous le nom d'S pénien qui s'efface pendant l'érection.

b- La racine : est recouverte d'une double aponévrose périnéale et est placée entre les cuisses [7].

c- La partie libre : est allongée et volumineuse : c'est le gland. Il est délimité par un col qui le sépare nettement du corps du pénis. Il présente un renflement recourbé en crochet, nettement asymétrique et sa face ventrale montre un tube urétral qui se prolonge par un appendice vermiforme [4], [7].

La partie libre du pénis est contenue dans un repli cutané peu détaché de l'abdomen, pourvu d'un bouquet de poils à son extrémité : c'est le fourreau.

### III.3 -Les glandes annexes :

Leurs sécrétions représentent environ les trois quarts du plasma séminal d'un éjaculat [11].

La prostate et les glandes bulbo-urétrales sont annexées à l'urètre, tandis que la glande vésiculaire est annexée à la terminaison du conduit déférent [4].

### III.3.1 -Les glandes vésiculaires ou vésicules séminales :

Les vésicules séminales sont des organes glandulaires durs composés de gros lobes séparés par des cloisons musculaires [10].

Elles sont volumineuses : longues de trois à quatre centimètres et larges de deux centimètres. Elles ont une consistance ferme et une couleur jaunâtre. Ces glandes sont situées le long du col de la vessie et séparées l'une de l'autre par les renflements pelviens des canaux déférents. Leurs parties effilées s'engagent, en arrière, sous les prostatites ; elles s'ouvrent dans un canal commun qui s'abouche, en arrière, avec l'extrémité du renflement différentiel du même côté pour former un canal éjaculateur très court [7].

Les vésicules séminales sont la source de substrats énergétiques pour les spermatozoïdes lors de l'éjaculation : acide citrique et fructose [12].

### III.3.2 - La prostate :

Est peu développée, de couleur jaune grisâtre et d'une consistance assez ferme. Elle est située sous le sphincter urétral, entre l'urètre et ce muscle qu'elle déborde légèrement en avant, au dessus de la terminaison des canaux déférents sous la forme d'un petit renflement glandulaire transversal [7].

Les sécrétions prostatiques sont riches en ions de zinc. Elles contiennent des quantités importantes de cholestérol, sphingomyéline,  $Ca^{2+}$  et protéines sous forme de vésicules nommées prostasomes [12].

### III.3.3 -Glandes de Cowper ou glandes bulbo-urétrales :

Les glandes de Cowper sont globuleuses, larges d'un centimètre et recouvertes par leurs muscles compresseurs et le muscle bulbo-caverneux. Elles s'ouvrent de chaque côté dans le cul-de-sac du bulbe par un seul orifice [7].

## IV- Vascularisation et innervation testiculaire : (figure 1.5)

### IV.1 Les artères :

Le testicule reçoit son sang de l'artère testiculaire née de l'aorte abdominale, non loin de la mésentérique. En se rapprochant de la glande, cette artère présente des

flexuosités de plus en plus amples, nombreuses et serrées et constitue ainsi, une part importante du cône vasculaire du cordon testiculaire [4].

#### IV.2 - Les veines :

La veine testiculaire se forme, en général, à l'extrémité du cône vasculaire. Le drainage du réseau des lobules est assuré par deux ordres de veines, les unes centrales, profondes, et les autres superficielles. À la sortie du testicule, ces veines reçoivent celles de la tête de l'épididyme et s'engagent dans le cône vasculaire. Elles se divisent, à cet endroit, en un réseau complexe : le plexus pampiniforme dont les mailles enserrant étroitement les circonvolutions de l'artère testiculaire. Cette disposition particulière constitue le cône vasculaire [4].

#### IV.3 - Les lymphatiques :

Il existe, dans l'entre-deux des cuisses, une double masse de deux ou trois ganglions superficiels, au dessus du S pénien.

Leurs vaisseaux efférents suivent le canal inguinal pour gagner directement les ganglions sous lombaires [7].

#### IV.4 - Les nerfs :

Proviennent principalement du plexus mésentérique caudal et forment le long des vaisseaux le plexus testiculaire. L'albuginé reçoit des terminaisons sensibles libres et des fibres destinées aux cellules musculaires lisses, alors que les vaisseaux de la charpente reçoivent des terminaisons vasomotrices jusqu' autour des tubes séminifères [4].



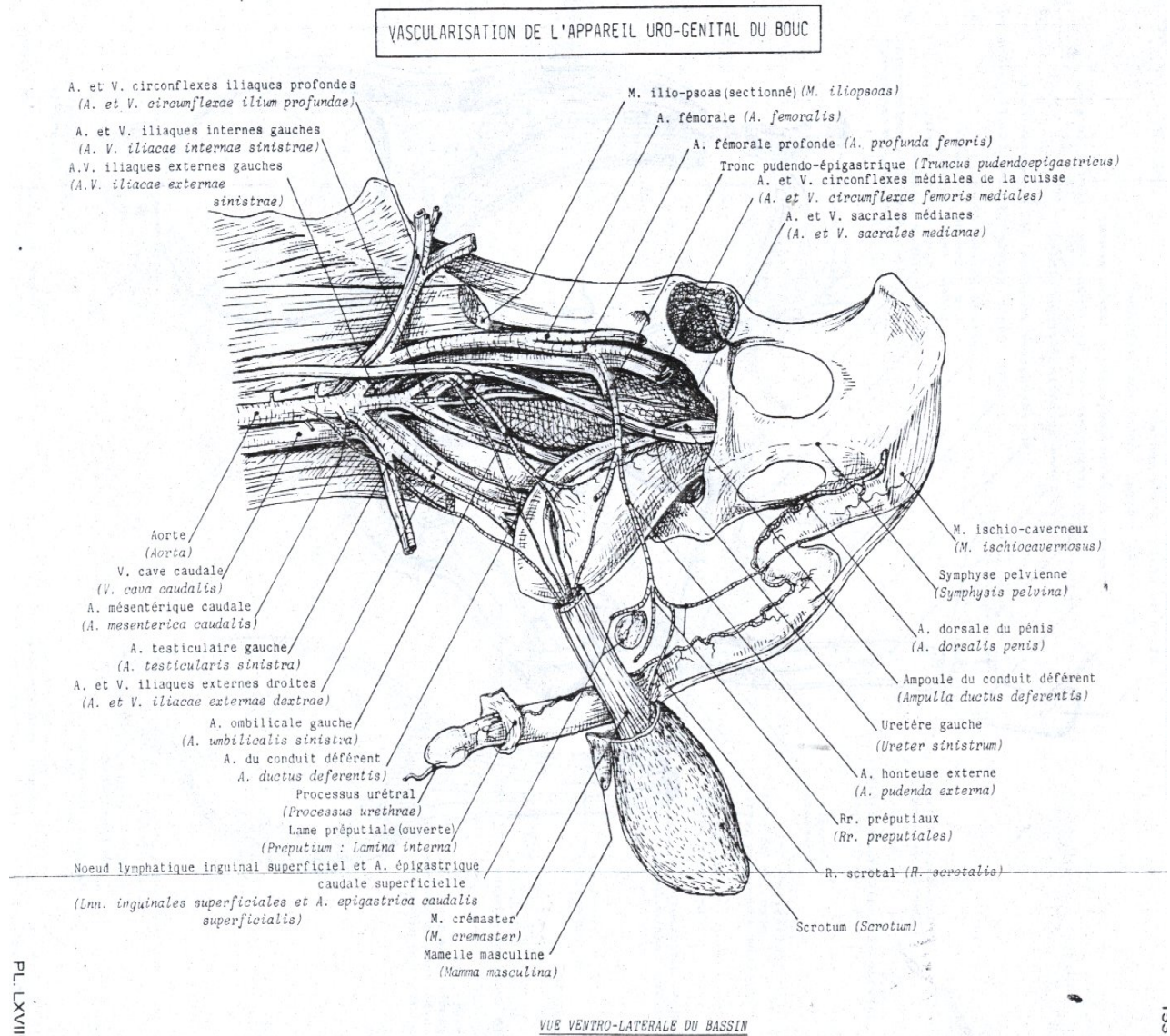


Figure 1.5 : Vascularisation de l'appareil uro-génital du bouc [5].

## **b- Histophysiologie :**

### I - Histophysiologie du testicule :

Le testicule a pour principales fonctions d'assurer la spermatogenèse et la production d'hormones stéroïdes sexuelles. Ces fonctions prennent place dans deux compartiments dans chaque lobule : les tubes séminifères non vascularisés, constitués exclusivement de cellules de Sertoli et de cellules germinales, et le tissu interstitiel ou péricubulaire, vascularisé contenant en particulier les cellules de Leydig responsables de la synthèse des androgènes testiculaires [13].

#### I.1 - Les tubes séminifères : (figure 1.6)

Ils sont le siège de la multiplication des cellules germinales et leur évolution en spermatozoïdes. Un lobule contient deux à quatre tubes séminifères et chaque tube présente une forme d'une boucle en U, dont les deux extrémités s'ouvrent dans le tube droit qui s'abouche aux canaux du rete testis eux-mêmes connectés aux canaux efférents du testicule [6],[13]. Les tubes séminifères occupent la majeure partie du testicule et leurs longueurs dépassent les milliers de mètres [6].

Un tubule séminifère est fait d'une paroi comprenant un épithélium stratifié souligné d'une membrane basale, elle-même sous-tendue de cellules contractiles appelées cellules péricubulaires ou myoïdes et d'un tissu conjonctif délicat. L'épithélium est composé de deux types cellulaires :

1-Les cellules de la lignée germinale (spermatique), à renouvellement continue et qui se différencient en spermatozoïdes qui seront largués dans la lumière du tubule.

2-Les cellules de Sertoli: ce sont des grandes cellules pyramidales, qui s'étendent de la base à l'apex de l'épithélium séminifère, dont le corps cellulaire repose sur la lame basale et les faces latérales sont connectées avec les cellules de Sertoli adjacentes et les cellules germinales aux divers stades de la spermatogenèse. La connexion entre les cellules de Sertoli est assurée par des jonctions serrées disposées au pôle basal, en outre il existe des jonctions d'ancrage reliant les cellules de Sertoli entre elles et avec les cellules germinales. La forme et le volume des cellules de Sertoli varient au cours du cycle de l'épithélium séminal montrant une plasticité synchronisée avec l'évolution des cellules germinales. La

lumière des tubes séminifères est remplie de fluide qui collecte et transporte les spermatozoïdes jusqu'au rete testis [14].

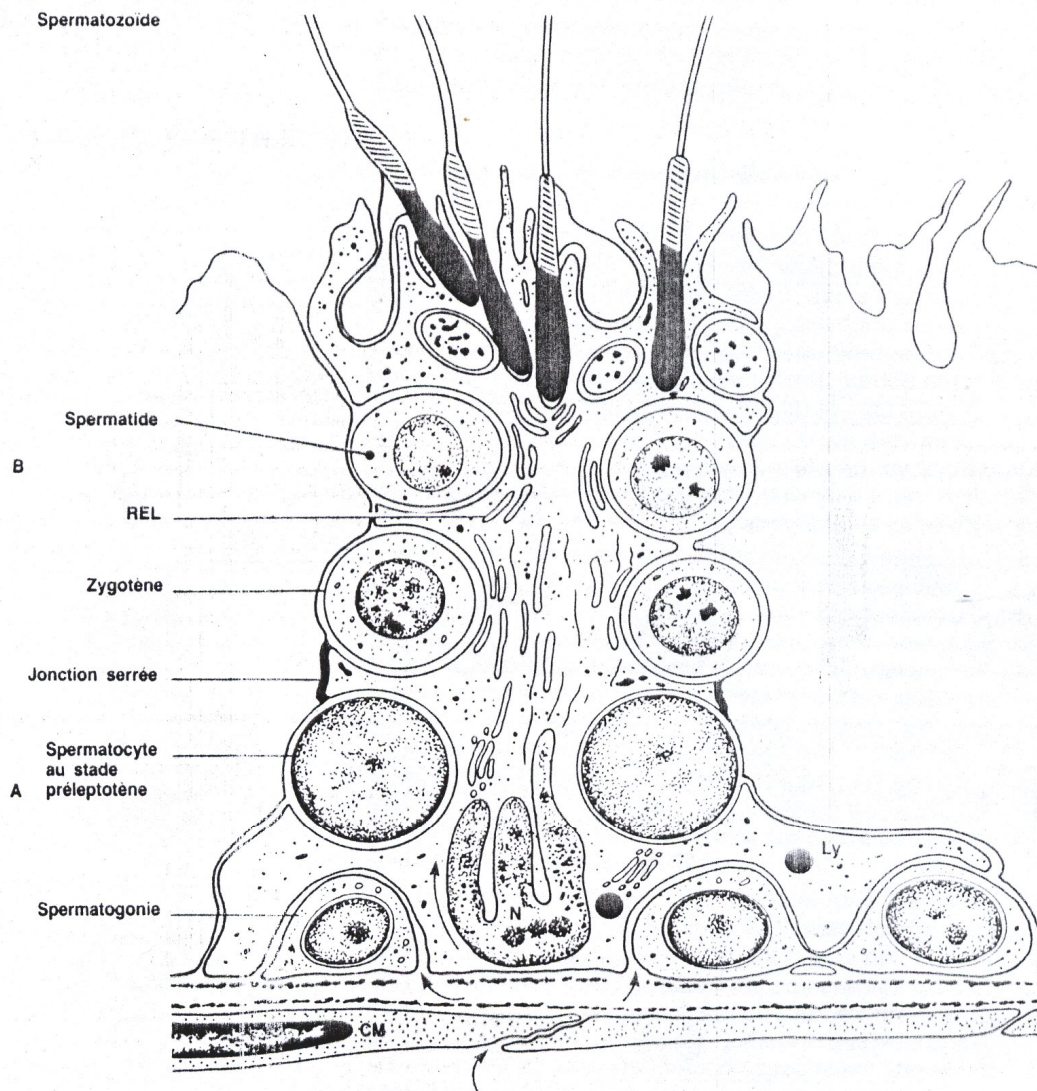


Figure 1.6 : Structure histologique des tubes séminifères [15].

### I.1.1 - La spermatogenèse : (figure 1.7)

C'est l'ensemble des processus de multiplication et de différenciation cellulaire de la lignée germinale mâle aboutissant à la production des spermatozoïdes.

Juste avant la différenciation sexuelle de l'embryon, les cellules germinales primordiales migrent dans le testicule fœtal, puis se différencient en gonocytes qui sont situés dans les tubes séminifères. Ils se multiplient et, peu après la naissance, se transforment en spermatogonies qui restent dormantes jusqu'à la puberté où elles se transforment en spermatozoïdes [16].

Les cellules germinales sont successivement, de la lame basale vers la lumière du tube séminifère, spermatogonies, spermatocytes et les spermatides.

Chaque type reflète une phase du processus spermatogénétique [14].

#### I.1.1.1- Phase de multiplication (spermatogonies) :

Les spermatogonies-souches sont plaquées contre la membrane basale du tube séminifères, entre les cellule de Sertoli ; et selon l'aspect de leur noyau on distingue trois sortes de spermatogonie : les spermatogonies **Ad** (darck, typeA) à noyau arrondie ou ovoïde, foncé, à chromatine finement dispersée.

Les spermatogonies **Ad**, au début du cycle spermatogénétique entrent en mitose et se transforment chacune en une nouvelle spermatogonie **Ad** et en spermatogonie **Ap** (pâle, type A) ou spermatogonie poussiéreuse. Ces dernières ont un noyau à chromatine plus claire mais toujours finement dispersé. Les spermatogonies **Ap** subissent des divisions donnant naissance à deux spermatogonies **B** ou spermatogonies croûtelles à noyau ovoïde de grosses granulations de chromatine. Les spermatogonies **B** représentent la dernière génération et leurs divisions donnent des spermatocytes primaires [17].

#### I.1.1.2 - Phase de réduction et de maturation : (spermatocytes)

Les spermatocytes primaires accroissent leur volume total et répliquent leur ADN pendant la période précédant la prophase de la première division méiotique : c'est le stade préleptotène.

La prophase méiotique comprend cinq stades successifs :

- stade leptotène : individualisation des chromosomes ;
- stade zygotène : appariement des chromosomes ;
- stade pachytène : épaissement des chromosomes ;
- stade diplotène : dispersion des chromosomes appariés ;
- stade diacinèse : augmentation de la spiralisation des chromosomes.

Cette phase comporte la première division méiotique (réductionnelle) aboutissant à la séparation des chromosomes et à la formation des spermatocytes du deuxième ordre, alors que la deuxième division méiotique (équationnelle) aboutit à la répartition des

chromatides de chaque chromosome homologue dans des cellules haploïdes séparées, appelées les spermatides [14].

L'efficacité de la transformation des spermatocytes primaires en spermatides peut être modifiée par des signaux externes comme la lumière, chez les races photopériodiques [16].

### I.1.1.3 - Phase de spermiogenèse : (spermatide) (figure 1.8)

La métamorphose des spermatides en spermatozoïdes constitue la spermiogenèse qui se caractérise par différents stades successifs :

- réorganisation du noyau : condensation du noyau et déshydratation de la chromatine,
- développement du système acrosomique, à partir de vésicules golgiennes, qui correspond à la formation de l'acrosome,
- assemblage des structures du flagelle : développement de l'appareil flagellaire à partir du centriole distal,
- réorganisation du cytoplasme : c'est le glissement du cytoplasme le long de l'axe flagellaire et qui représente la phase terminale aboutissant à la libération des spermatozoïdes dans la lumière du tube séminifère (spermiation).

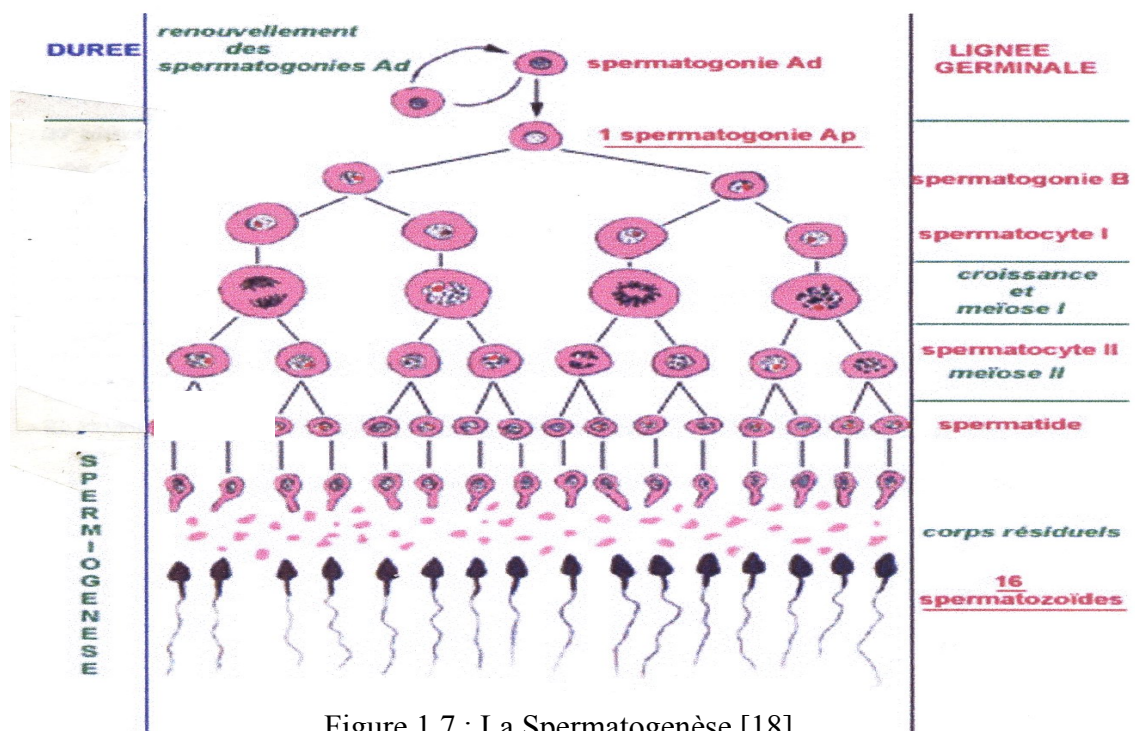


Figure 1.7 : La Spermatogenèse [18].

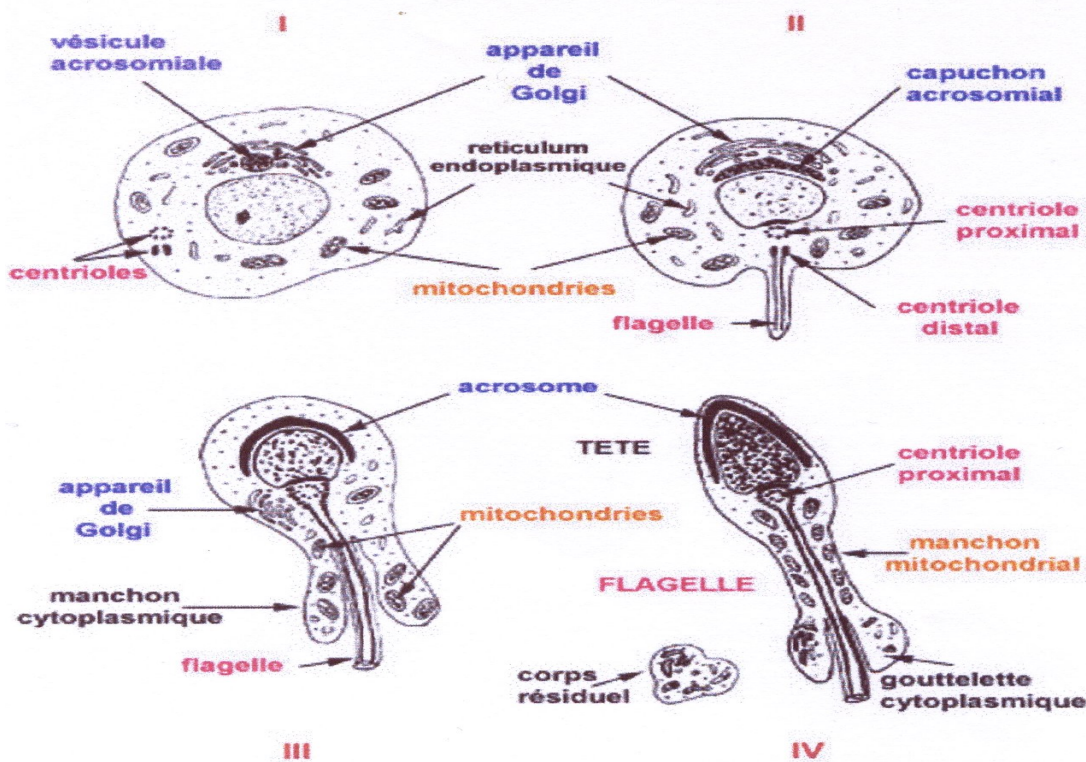


Figure 1.8 : la spermiogénèse [18].

**En conclusion**, au cours de la spermatogénèse se produisent deux évolutions essentielles :

- la réduction chromatique (de  $2n$  à  $n$  chr.) au cours d'une méiose, division propre aux cellules de la lignée germinale, est réalisée entre les stades spermatocytes primaires et spermatocytes secondaires.
- la spermiogénèse ou maturation des cellules germinales, aboutit à la production de cellules hautement différenciées, les spermatozoïdes, à partir des spermatides [19].

### I.1.2 - Cycle spermatogénique :

Est la durée nécessaire à la différenciation d'une spermatogonie devenue post-mitotique (prenant le nom de spermatocyte primaire) en spermatozoïde mûr. Ce temps est déterminé pour chaque espèce, et à l'intérieur du cycle, chaque étape a une durée précise. Il est de 40 jours chez le bouc. La connaissance de la durée de la spermatogénèse a une grande importance pratique, elle permet d'adapter les traitements de préparation des mâles à leur prévision d'utilisation, de même, tout facteur perturbant la spermatogénèse a un effet négatif sur l'aptitude reproductrice des mâles 40 à 61 jours plus tard selon les espèces.

Les cellules souches de renouvellement entrent en spermatogenèse périodiquement et à des intervalles réguliers, d'une durée relativement courte c'est ce que l'on appelle « le cycle de l'épithélium séminal ».

### I.1.3 - Spermatozoïde : structure et biologie : (figure 1.9)

C'est le gamète mâle. Le spermatozoïde est une cellule haploïde, pauvre en cytoplasme et comporte un flagelle assurant sa mobilité. Chez le bouc sa longueur totale est de 60 à 65 $\mu$ . Il sert à féconder l'ovule en lui transmettant le patrimoine génétique mâle [20].

Il offre, à l'étude, trois parties :

a) La tête : c'est la partie essentielle du spermatozoïde formée d'une masse homogène de chromatine représentant le noyau recouvert à sa partie antérieure par l'acrosome. Chez le bouc, la tête présente une forme elliptique avec une longueur de 8 à 9 $\mu$  et une largeur de 5 $\mu$  [4].

L'acrosome est riche en enzymes protéolytiques (hyaluronidase et acrosine) qui jouent un rôle fondamental lors de la fécondation en permettant au spermatozoïde de perforer les membranes entourant l'ovocyte [19].

b) Le col : est une partie cytoplasmique très courte qui assure la jonction entre la tête et la pièce intermédiaire de la queue. Le col est constitué d'une plaque basale, le centriole proximal, 9 fibres denses qui entourent 9 paires de tubules périphériques et une paire centrale ; le tout est entouré d'une gaine mitochondriale, elle-même entourée d'une membrane cytoplasmique.

c) Le flagelle : c'est la partie la plus longue du spermatozoïde et elle présente trois segments :

- La pièce intermédiaire : est une étroite bande de cytoplasme composée essentiellement d'une gaine mitochondriale en hélice au tour du filament axial, cette gaine a pour rôle de fournir l'énergie nécessaire à la contraction des fibrilles du filament axial et donc d'assurer la motilité du spermatozoïde.

- La pièce principale : comporte le filament axial entouré d'une mince gaine protoplasmique fibreuse.

- La pièce terminale : à ce niveau, la gaine protoplasmique fibreuse fait défaut. Le filament axial est le seul présent.

Le fructose (ou glucose), présent dans le plasma séminal, est oxydé, dans un milieu aérobique, en  $\text{CO}_2$  par les spermatozoïdes. Ces derniers sont également capables de rompre ces sucres en acide lactique, dans un milieu anaérobique [16].

La motilité du spermatozoïde est étroitement liée au fructose et au contenu intracellulaire en AMPc [21].

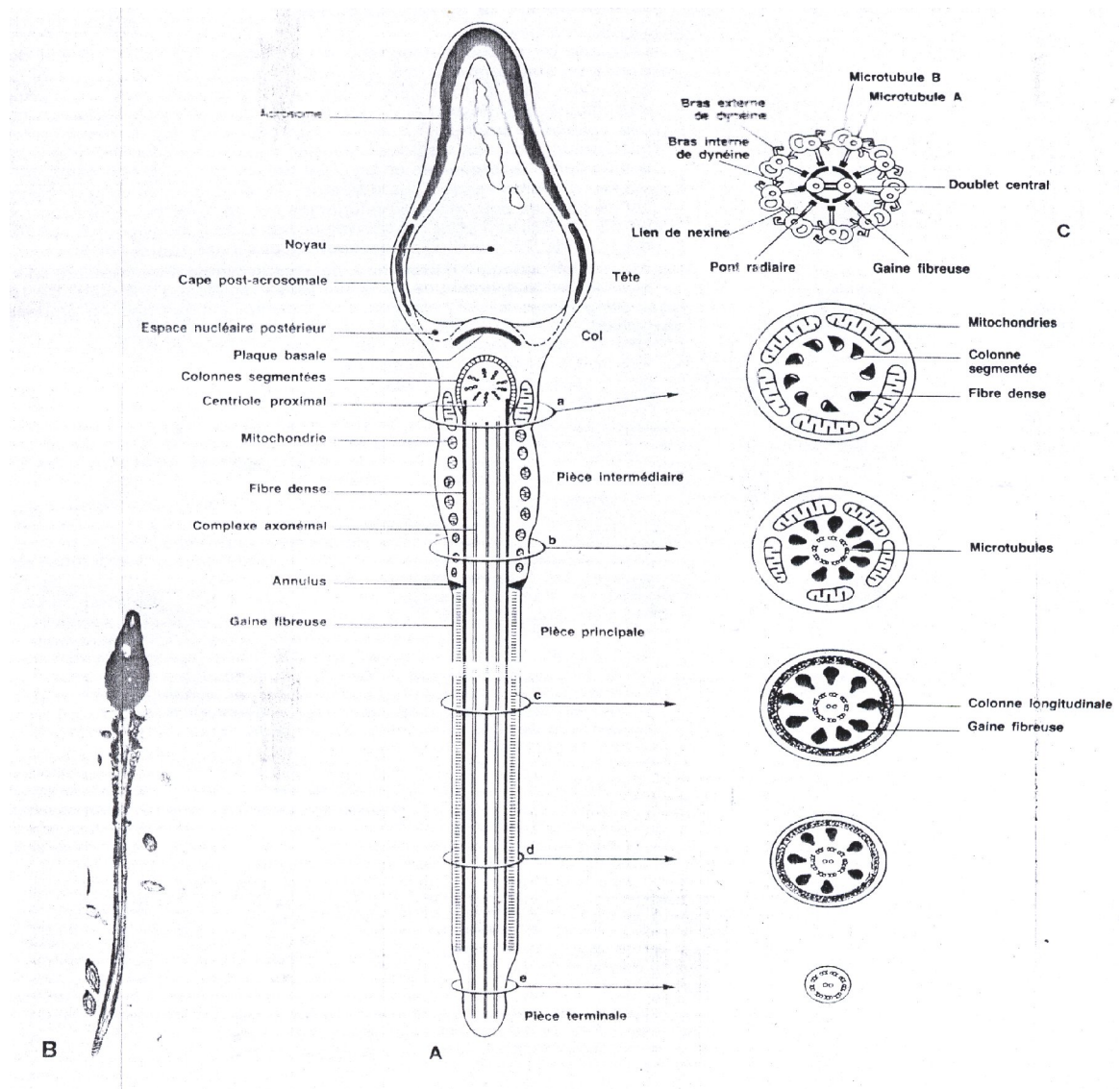


Figure 1.9 : Ultra structure du spermatozoïde [15].



#### I.1.4 - Fonctions des cellules de Sertoli :(figure 1.10)

Les cellules de Sertoli jouent un rôle important dans le déroulement de la spermatogenèse [22]. Schématiquement, elles représentent cinq grandes fonctions :

##### -Support, protection et nutrition des cellules germinales :

La cellule de Sertoli assure la liaison entre les composants de la lignée germinale. Cependant la migration des cellules germinales vers la lumière du tube séminifère paraît dépendante des mouvements actifs des cytoplasmes et des modifications des jonctions. Les cellules de Sertoli assurent aussi la protection des cellules germinales contre les réactions immunitaires. Elles créent une barrière, entre le sang et le testicule qui maintient un milieu spécifique à l'intérieur des tubes. Enfin, les échanges métaboliques de ces cellules s'effectuent nécessairement par le cytoplasme Sertolien car l'épithélium séminal n'est pas vascularisé.

-Spermiation : la cellule de Sertoli intervient dans la libération des spermatozoïdes dans la lumière du tube séminifère.

-Sécrétion et synthèse : les cellules de Sertoli sécrètent un liquide qui progresse avec les spermatozoïdes vers les voies génitales facilitant ainsi leur transport. Elles synthétisent toute une série de protéines dont l'ABP (Androgen-Binding-Protein) et l'inhibine sont particulièrement importantes. La production du lactate et de pyruvate, à partir du glucose des cellules de Sertoli, est importante pour le développement et la différenciation des cellules germinales.

-Stéroïdogénèse : les cellules de Sertoli sont impliquées dans la synthèse stéroïdienne (métabolisme de la testostérone en androstènedione, en dihydrotestostérone et l'aromatisation de la testostérone en  $17\beta$ -oestradiol).

-Phagocytose : les corps résiduels éliminés des spermatides matures, ainsi que les cellules germinales dégénérées, sont phagocytés, dissociés et résorbés par les cellules de Sertoli [15].

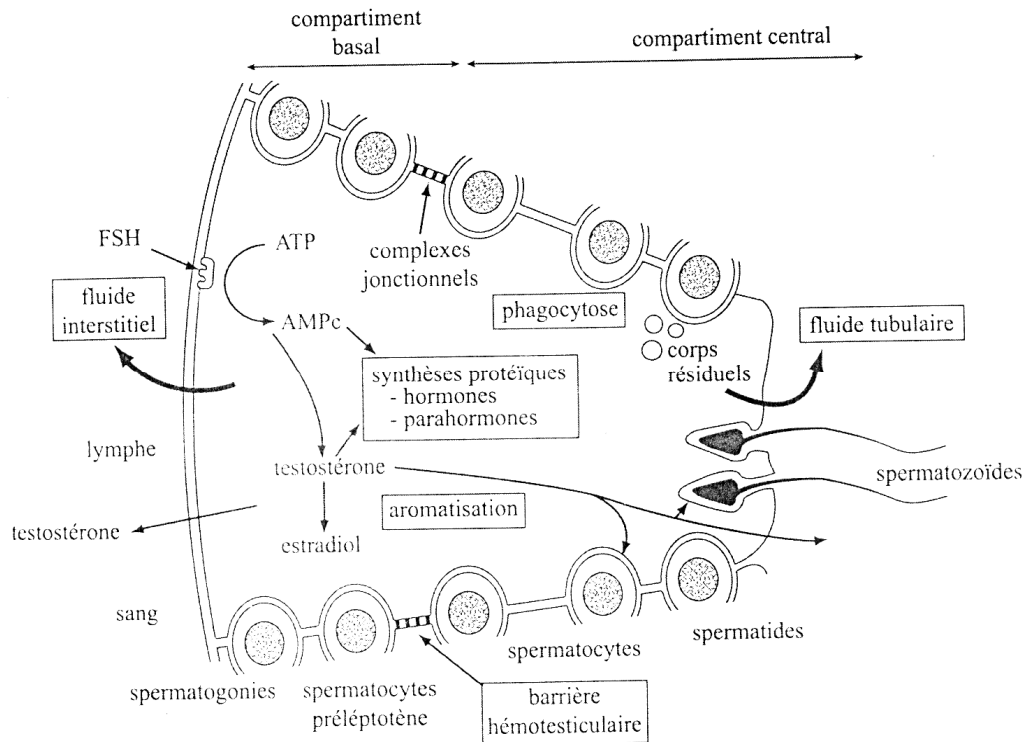


Figure 1.10 : Représentation schématique des différentes fonctions des Cellules de Sertoli [14].

## II - Le tissu interstitiel :

Les tubes séminifères sont séparés les uns des autres par un tissu conjonctif interstitiel renfermant, entre autres, des cellules à fonction endocrine. Les cellules interstitielles de Leydig produisent la testostérone. Ce tissu est riche en vaisseaux sanguins et lymphatiques et en nerfs.

### II.1 - Cellules de Leydig :

Sont généralement polygonales, soit isolées, soit groupées en amas autour des capillaires sanguins et lymphatiques, entourées par une lame basale discontinue. Les caractères cytologiques et histologiques des cellules de Leydig sont ceux de toutes les cellules stéroïdogènes : un noyau rond avec de volumineux nucléoles, un cytoplasme riche en réticulum endoplasmique lisse, des mitochondries de taille variable et peu nombreuses, par contre les inclusions lipidiques sont abondantes dans le cytoplasme des cellules matures.

Chez les animaux à reproduction saisonnière, les cellules de Leydig ne présentent un aspect caractéristique de cellules fonctionnelles que durant la saison de reproduction. En dehors de cette période, elles apparaissent dédifférenciées [14].

### III- Contrôle neuroendocrinien (figure 1.11)

Le déclenchement et le maintien de la spermatogenèse sont sous la dépendance des hormones hypophysaires gonadotropes. Cependant, tandis que la FSH exerce ses effets directement sur l'épithélium des tubes séminifères, la LH exerce son effet stimulateur indirectement, via la testostérone produite par les cellules de Leydig. Mais il est admis que la prolactine intervient également [13].

La glande pinéale tient une place importante chez les races photopériodiques, puisque c'est elle qui traduit les effets de la lumière sur les neurones à GnRH [16].

#### III.1- Rôle de la FSH :

La FSH assure le bon déroulement de la spermatogenèse en stimulant d'une part la production de testostérone et d'autre part la synthèse de l'ABP par l'intermédiaire des cellules de Sertoli [6].

#### III.2- Rôle de la LH :

L'action de la LH est indirecte sur le processus de la spermatogenèse puisqu'elle stimule la sécrétion de testostérone par les cellules de Leydig.

La sécrétion de la FSH et de la LH est contrôlée par un décapeptide hypothalamique : GnRH, de sécrétion pulsatile et de demi-vie courte. La sécrétion de la GnRH est elle-même soumise à l'influence de l'épiphyse et du système nerveux extra hypothalamique.

Deux mécanismes de rétrocontrôle long sont parfaitement établis :

- L'inhibine, sécrétée par les cellules de Sertoli sous l'influence conjointe de FSH et de testostérone, déprime la sécrétion hypophysaire de FSH.
- Le taux d'androgènes circulants, d'origine gonadique, freine la sécrétion hypophysaire de la LH [15].

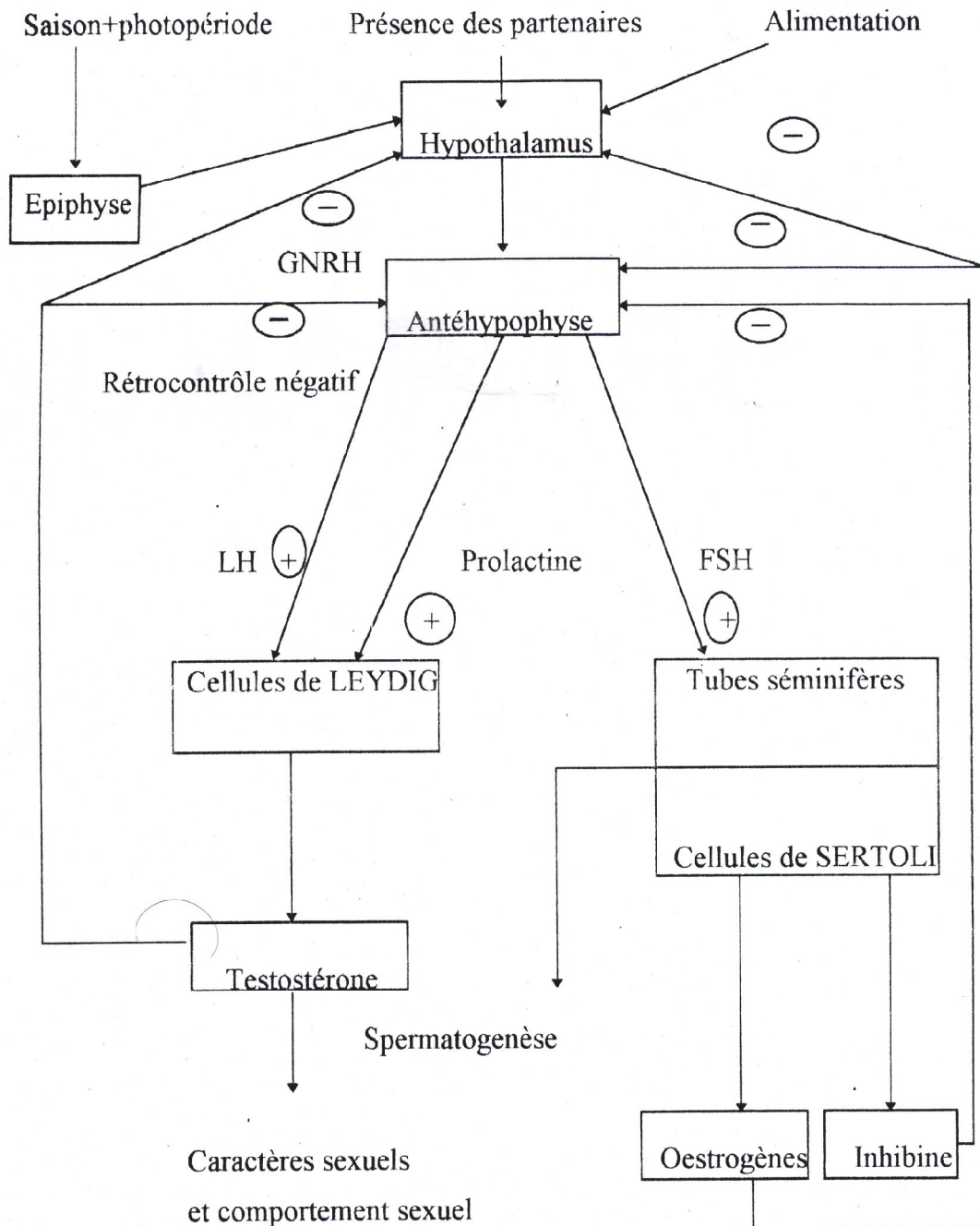


Figure 1.11 : Contrôle neuroendocrinien de la spermatogénèse [23].

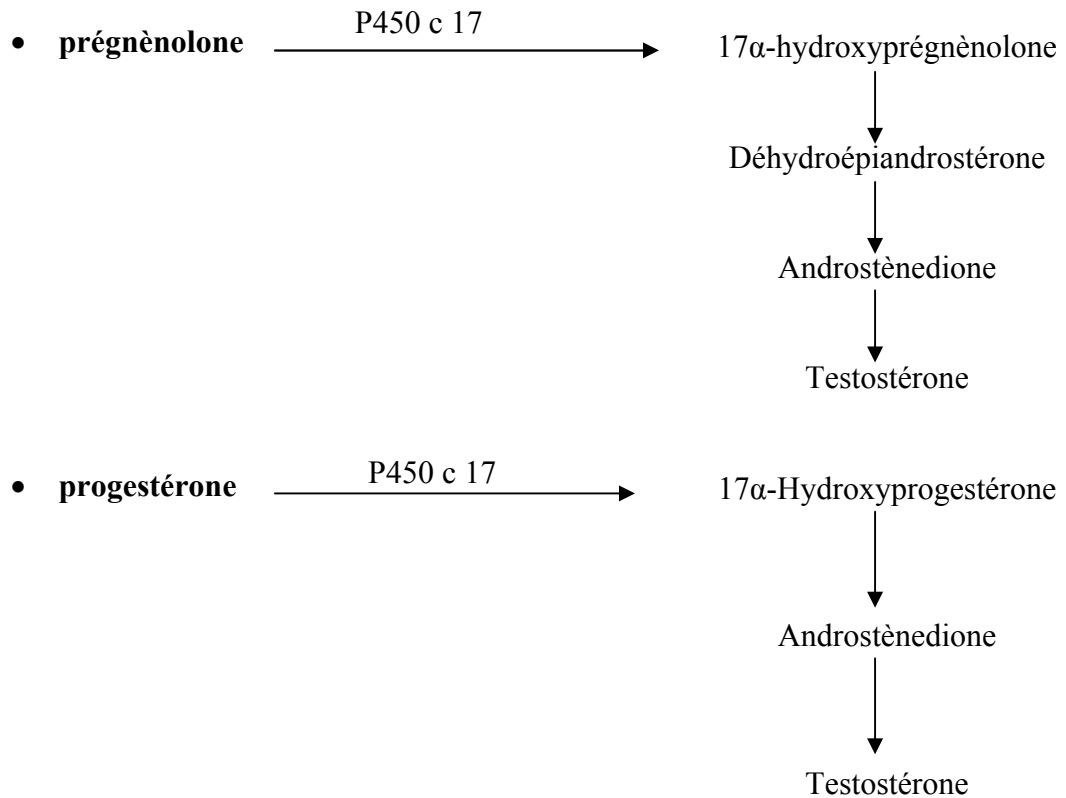
### III.3-

#### Biosynthèse des androgènes :

La stéroïdogénèse testiculaire est assurée par les cellules de Leydig qui sécrètent, en plus de la testostérone, de l'oestradiol. La testostérone peut être également aromatisée dans les cellules de Sertoli.

Les hormones stéroïdiennes dérivent du cholestérol dont la coupure de la chaîne latérale par la P450<sub>sc</sub> aboutit à la formation de prégnénolone.

Les androgènes dérivent de la prégnénolone selon deux voies métaboliques [24].



### III.3.1-Rôle de la testostérone :

- contrôle la différenciation de type mâle sur les organes génitaux embryonnaires,
- détermine le comportement sexuel mâle et le développement des caractères sexuels secondaires,
- stimule la synthèse de l'ABP, en synergie avec la FSH,
- contrôle la spermatogenèse par action directe sur le tube séminifère,
- contrôle la survie et la maturation épидидymaire des spermatozoïdes par stimulation des cellules épидидymaires,
- contrôle l'activité sécrétoire des glandes annexes (ex : fructose par la vésicule séminale),
- exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus pour la sécrétion de GnRH et sur l'antéhypophyse pour la sécrétion de LH,
- Enfin elle exerce une action sur la croissance en favorisant l'anabolisme protéique, la croissance des tissus osseux et le développement des muscles [6],[18],[19],[21],[25].

#### IV- Physiologie des voies spermatiques et des glandes annexes :

##### IV.1- L'épididyme :

Le canal épидидymaire n'est pas une simple voie vectrice du sperme comme les segments qui le précèdent (tube droit et rete testis).

L'épididyme assure deux fonctions vis-à-vis des spermatozoïdes : le transport et la maturation.

##### 1- le transport des spermatozoïdes vers le système éjaculateur :

La musculature propre de l'épididyme est le siège de contractions de type péristaltique contribuant à la progression des spermatozoïdes. Ces contractions sont soumises à un contrôle hormonal et nerveux.

Les spermatozoïdes sont stockés dans la queue où les sécrétions des cellules épидидymaires assurent le maintien de leur vitalité.

##### 2- les cellules épидидymaires permettent aux spermatozoïdes de poursuivre leur maturation par leurs sécrétions :

- Elles leur confèrent la mobilité unidirectionnelle par la synthèse des protéines et les glucoprotéines spécifiques.
- Elles captent et concentrent des substances provenant du sang dans la lumière du tube telle que la carnitine qui est impliquée dans le déclenchement de la mobilité.
- Elles résorbent de l'eau, des ions et des protéines entraînant une augmentation de leur concentration intra luminale.

Le pouvoir fécondant des spermatozoïdes est indirectement sous la dépendance des androgènes par l'intermédiaire de l'épithélium épидидymaire. Au cours de leur passage dans l'épididyme, ils subissent un ensemble de modifications, leur permettant d'acquérir le pouvoir fécondant (fixation à la membrane pellucide). Mais certains facteurs les rendent inaptes à la fécondation par un facteur de décapacitation [26].

Donc l'épididyme apparaît comme un véritable site extra gonadique de la fertilité [15].

#### IV.2- Canal déférent :

Le canal déférent transporte le liquide spermatique aux glandes qui, par leurs sécrétions, permettent aux spermatozoïdes d'achever leur maturation biochimique nécessaire en vue de la fécondation.

#### IV.3-Glandes annexes :

##### IV.3.1- vésicule séminale :

Les cellules épithéliales de cette glande sécrètent un fluide visqueux et abondant qui constitue une part importante de l'éjaculat. Elles sont la source des substrats énergétiques pour les spermatozoïdes lors de l'éjaculation (acide citrique, fructose et prostaglandines).

##### IV.3.2 la prostate :

Les cellules glandulaires de la prostate produisent le liquide prostatique ; c'est une sécrétion acide riche en acides aminés libres mais pauvre en protéines. Elles élaborent de très nombreux enzymes (protéolytiques, transaminases, phosphatases). La particularité de la composition chimique du liquide prostatique est sa richesse en zinc.

##### IV.3.3 glandes bulbo- urétrales ou glandes de Cowper :

Les cellules épithéliales sécrètent des granules de mucus et le fluide émis, clair et visqueux, agit comme un lubrifiant [12]. Quelques-uns de leurs produits de sécrétion sont importants du point de vue qualitatif en particulier chez le bouc (ex : la phospholipase A) [16].

#### V- Le sperme :

On donne le nom de sperme au produit de l'éjaculat. Il se compose de deux fractions différentes :

- des éléments cellulaires ou spermatozoïdes.
- un milieu liquide ou liquide séminale qui est le mélange de plusieurs sécrétions, de différentes origines.

Le sperme est un liquide épais, crémeux et de couleur variable suivant les espèces ; il est blanc jaunâtre chez le bouc avec un :

- volume de l'éjaculat : 0,5 à 2,6ml [27],[28] ;

- nombre moyen de spermatozoïdes :  $2,2$  à  $3,4 \times 10^9$ /éjaculat [29] ;
- PH = 6-6,8 [30],[31].

#### VI- La thermorégulation testiculaire :

Chez les exorchidés, la température est un facteur très important pour la régulation de la spermatogenèse (poursuite de méiose, et conservation des spermatozoïdes). Ce processus ne peut se dérouler correctement que si le testicule et l'épididyme sont maintenus à une température inférieure à celle du corps de 4 à 6°C.

La constance d'une température dans le testicule, quelle que soit la température extérieure, résulte de :

- la présence d'un échangeur thermique : le plexus pampiniforme constitue un système d'échange de chaleur à contre courant qui a pour effet d'abaisser la température du sang de l'artère testiculaire.
- La contraction ou la relaxation du crémaster qui peut ramener ou non le testicule contre l'abdomen.
- La contraction ou la relaxation de la tunique musculaire du scrotum (dartos) qui réduit ou augmente la surface scrotale, donc l'échange thermique avec l'air.
- Les récepteurs thermiques de la peau du scrotum interviennent dans la régulation de la température centrale [32].
- La présence de nombreuses glandes sudoripares dans la peau du scrotum [16].



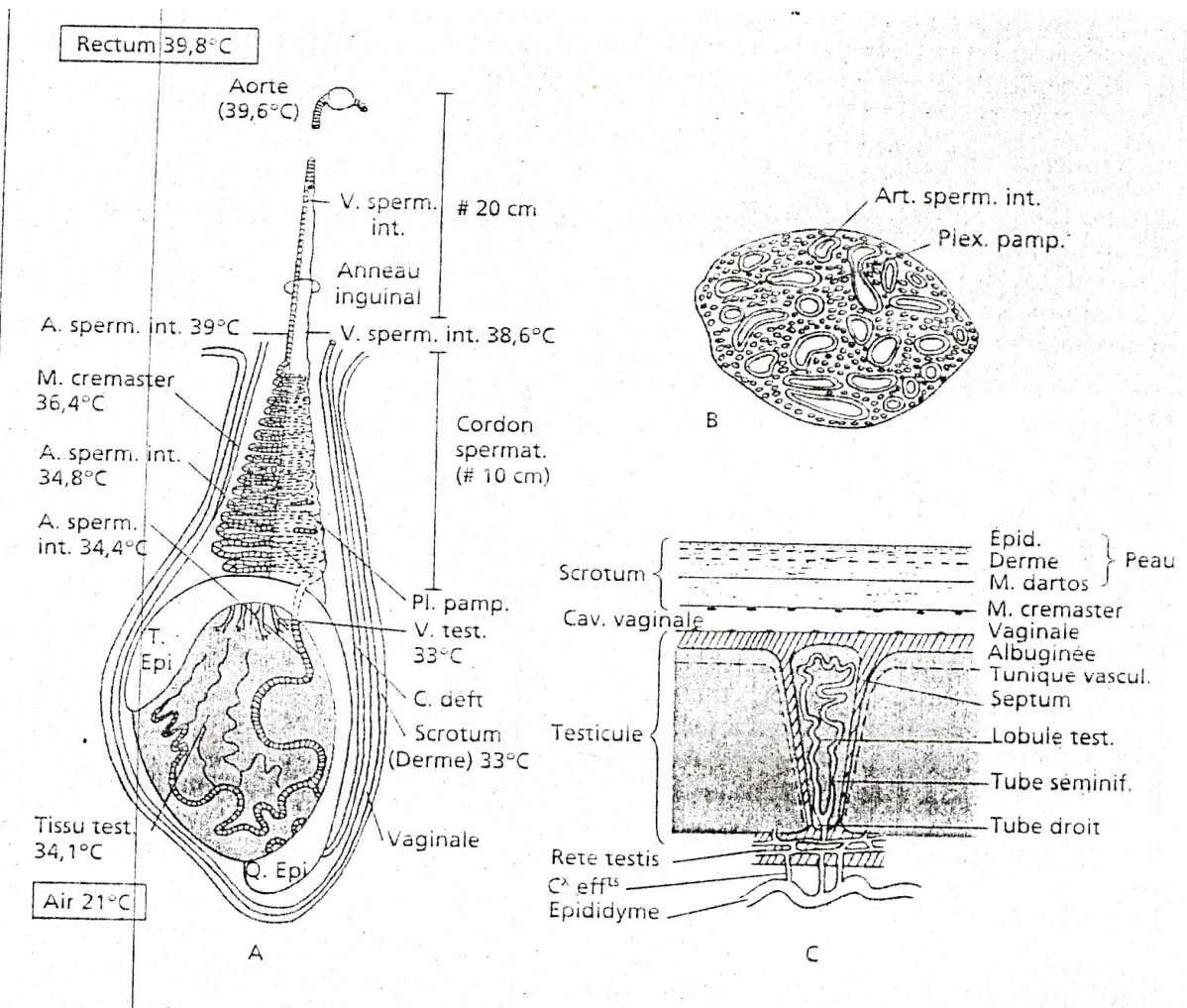


Figure 1.12 : Thermorégulation testiculaire chez le bœlier [32].

## CHAPITRE II

### LE COMPORTEMENT SEXUEL

#### I- Définition :

le comportement sexuel est l'ensemble des activités externes apparentes des organismes, caractéristiques de l'espèce, qui implique chez deux individus indépendants, le mâle et la femelle, la coordination des conduites (comportement) avec les événements physiologiques (production de gamètes) permettant le succès de la reproduction de l'espèce [33].

La pauvreté d'information, concernant le comportement sexuel des caprins, est due à la fois à leurs indépendance et familiarisation. Ils sont capables de s'adapter à des conditions d'environnement variées et n'ont pas posé de problèmes majeurs aux éleveurs [34].

Le comportement sexuel présente un intérêt évident dans l'amélioration des performances et la gestion des élevages caprins en diminuant la variabilité de la fertilité (40 à 85% après insémination artificielle) ou en contrôlant la période de reproduction.

Les performances d'un élevage dépendent de la reproduction, celle-ci dépend de la volonté et de la capacité des animaux à s'engager dans un comportement sexuel et à se féconder au bon moment [35].

Le comportement sexuel du mâle peut être décomposé en trois phases (figure : 2.1)

1- La phase d'attraction : quelque soit la structure sociale, les partenaires sexuels ne sont pas en contact direct. Une recherche mutuelle est donc préalablement nécessaire à la mise en oeuvre de l'activité sexuelle [36].

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 la femelle à partir de signaux émis par le mâle : conduite désignée sous le nom de proceptivité [37].

Des modifications anatomiques, des émissions sonores et des postures spécifiques sont des indicateurs de l'état physiologique des partenaires. L'immobilisation posturale de la femelle constitue le signal visuel d'identification de l'état d'oestrus. Elle semble être renforcée par la reconnaissance olfactive, qui joue un rôle déclencheur pour le comportement sexuel, par l'intermédiaire des phéromones : indicateurs chimiques de l'état des partenaires.

2- La phase appétitive : est caractérisée par une augmentation importante de l'activité motrice. Sans distinction de la chèvre réceptive, le bouc semble prendre contact avec toutes les femelles qu'il peut approcher car son orientation reste relativement imprécise. Chaque acte de comportement sexuel constitue un stimulus déclencheur de l'acte suivant.

En présence d'une femelle en chaleurs, le bouc se place parallèlement à celle-ci et adopte une posture de la tête allongée dans le prolongement du dos avec des oreilles couchées, suivie par une identification olfactive de la zone anogénitale de la femelle par le flairage. Ce dernier est de courte durée et réapparaît de temps en temps dans les autres séquences précopulatoires. Le contacte avec l'urine et les sécrétions vaginales de la femelle déclenche une mimique particulière : le flehmen [38]; il consiste en une position debout immobile du mâle, la tête en position horizontale, qu'il peut balancer lentement d'un côté sur l'autre, la nuque tendue et la lèvre supérieure retroussée. Le flehmen n'est pas forcément lié à la motivation sexuelle puisque ce comportement est souvent observé après flairage de l'urine par le partenaire sexuelle mais également par le mâle lui-même. Sa durée varie de dix secondes à une minute [16]. Pendant cette phase, le mâle se cambre, tourne le mufle vers son pénis et s'asperge la barbe d'urine (comportement d'automarquage olfactif).

Si la femelle accepte ces premières approches, le bouc, placé en retrait de la femelle, engage un comportement de cour avec la tête tournée sur le côté, des

mouvements d'une patte antérieure et d'émissions sonores particulières (spectaculaire chez le bouc). Il est fréquent d'observer une répétition de ces approches, ce qui provoque une immobilisation tonique de la femelle en oestrus et au contraire une fuite de la femelle non en oestrus [39].

L'importance de cette phase appétitive dépend beaucoup des individus, de leur motivation, du contexte, du moment de la saison de reproduction et de la valeur stimulante de la femelle et de sa réaction.

3- La phase consummatoire : se caractérise par des montes observées essentiellement quand les femelles sont immobiles. Ces chevauchements sont souvent associés à des mouvements pelviens et des érections. L'éjaculation se produit peu après l'intromission. La durée des montes et leur nombre, avant l'accouplement, dépendent de différents paramètres comme l'efficacité et la motivation des mâles et comme la taille de la femelle par rapport au mâle [16].

Des glandes tubulaires, dans le prépuce, sécrètent une substance grasse qui facilite l'intromission [16].

L'érection : est un phénomène réflexe déclenché par des excitations diverses (tactiles, visuelle...etc.) provoquées par la présence de la femelle. L'érection est indispensable pour accomplir la fonction de la reproduction. Elle consiste en un changement de forme, de volume, de consistance et de dureté du pénis. Ces changements aboutissent à l'allongement et à la projection du pénis hors du fourreau [6].

L'éjaculation : est l'émission du sperme sous pression, saccadée, après intromission. Elle comprend deux temps différents : l'excrétion des produits élaborés par le testicule, l'épididyme et les glandes annexes dans les voies spermatiques et l'expulsions du sperme hors du canal urogénital [6].

Chez le bouc, l'éjaculation est de courte durée, suit en général la première intromission, elle est associée au moment de l'expulsion de la semence d'un coup de rein et d'un mouvement de la tête vers l'arrière avec éventuellement décollement des membres postérieurs [35].

Souvent, après l'accouplement, il se produit une diminution de l'activité sexuelle : c'est la récupération post copulatoire appelée phase réfractaire. Ce n'est qu'après cette phase que peut se produire une nouvelle érection [40]. Elle peut être suivie par une prise alimentaire. Le comportement sexuel et le comportement alimentaire sont alternatifs : quand l'un augmente l'autre diminue [41].

Ces périodes typiques du comportement sexuel mâle, peuvent aussi comprendre des actes agressifs lorsqu'il y'a compétition entre mâles. Elles peuvent également être modifiées par le mode de conduite tel que la monte en main ou la récolte de la semence au vagin artificiel.

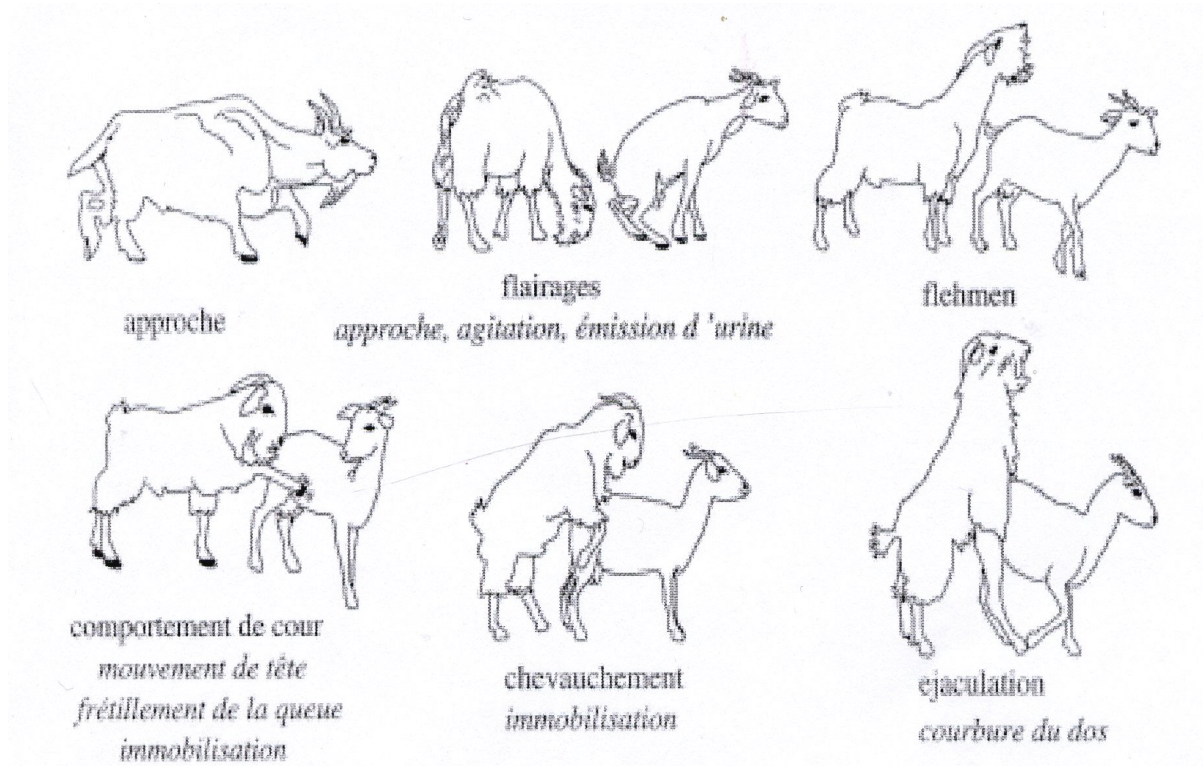


Figure 2.1 : Éléments du comportement sexuel [35]

Chez le bouc, l'accouplement se caractérise par :

- durée d'accouplement de quelques secondes [35] ;
- une seule intromission ;
- pas de poussées de copulation;
- nombreuses éjaculations;
- pas de rétention du pénis après éjaculation ;
- site d'insémination : vagin [42].

## II- Contrôle et régulation du comportement sexuel : (figure : 2.2)

Chez le mâle adulte, le comportement sexuel (motivation et efficacité) dépend directement des sécrétions hormonales et des événements "sociaux". Le déclenchement de l'acte sexuel met en jeu des interactions entre ces deux facteurs principaux, le second pouvant jouer le rôle de "démarreur". Des stimulations externes, comme l'alimentation ou le climat peuvent également interagir avec ces facteurs.

### II.1-Rôle des sécrétions hormonales :

Le comportement sexuel des mâles est sous le contrôle de la testostérone ou de ses métabolites. Les deux principaux métabolites sont l'oestradiol, obtenue après aromatisation, et la 5 $\alpha$  dihydrotestostérone, obtenue après réduction de la testostérone [43].

Outre son action fondamentale directe au niveau central, la testostérone peut affecter le comportement sexuel à trois niveaux :

- modifications des entrées sensorielles (inputs) ;
- modifications des structures corporelles externes qui servent de signaux sociaux ;
- altération des effecteurs du comportement essentiellement les muscles [39].

L'augmentation de la sécrétion de la testostérone est précédée d'une augmentation de la sécrétion de la LH [44]. Chez les espèces saisonnées, le comportement sexuel apparaît, environ 6 semaines après l'augmentation de la testostérone de 2 à 20ng/ml. Ces deux paramètres restent élevés pendant la saison d'activité sexuelle, puis la diminution du taux de la testostérone précède la diminution du comportement sexuel, de plusieurs semaines [45]. Les variations de sécrétions de ces stéroïdes sont donc sous le contrôle de la photopériode. Toutefois, les variations journalières de la testostérone (épisode pulsatile de sécrétion) n'ont pas de conséquences directes sur le comportement sexuel [16].

Certaines expériences montrent l'effet contrôleur de la testostérone dans le comportement sexuel : l'apparition d'un déficit des performances sexuelles presque immédiatement après la castration des boucs adultes. La perte complète de l'activité sexuelle est très graduelle, c'est l'éjaculation qui disparaît la première suite à la difficulté d'érection et d'intromission [46].

## II.2- Rôle de l'environnement social :

Le contexte social, en situation d'expression du comportement sexuel, est important. Les conditions de déclenchement du comportement sexuel sont également très importantes ; la motivation et l'efficacité sexuelle du bouc peuvent être modifiées par la compétition et la hiérarchie existantes dans un groupe. La présence d'une femelle et de l'activité sexuelle ont un effet sur le développement testiculaire et la sécrétion de la testostérone du mâle [47],[48]. Une femelle en oestrus facilite la pleine expression du comportement sexuel du mâle.

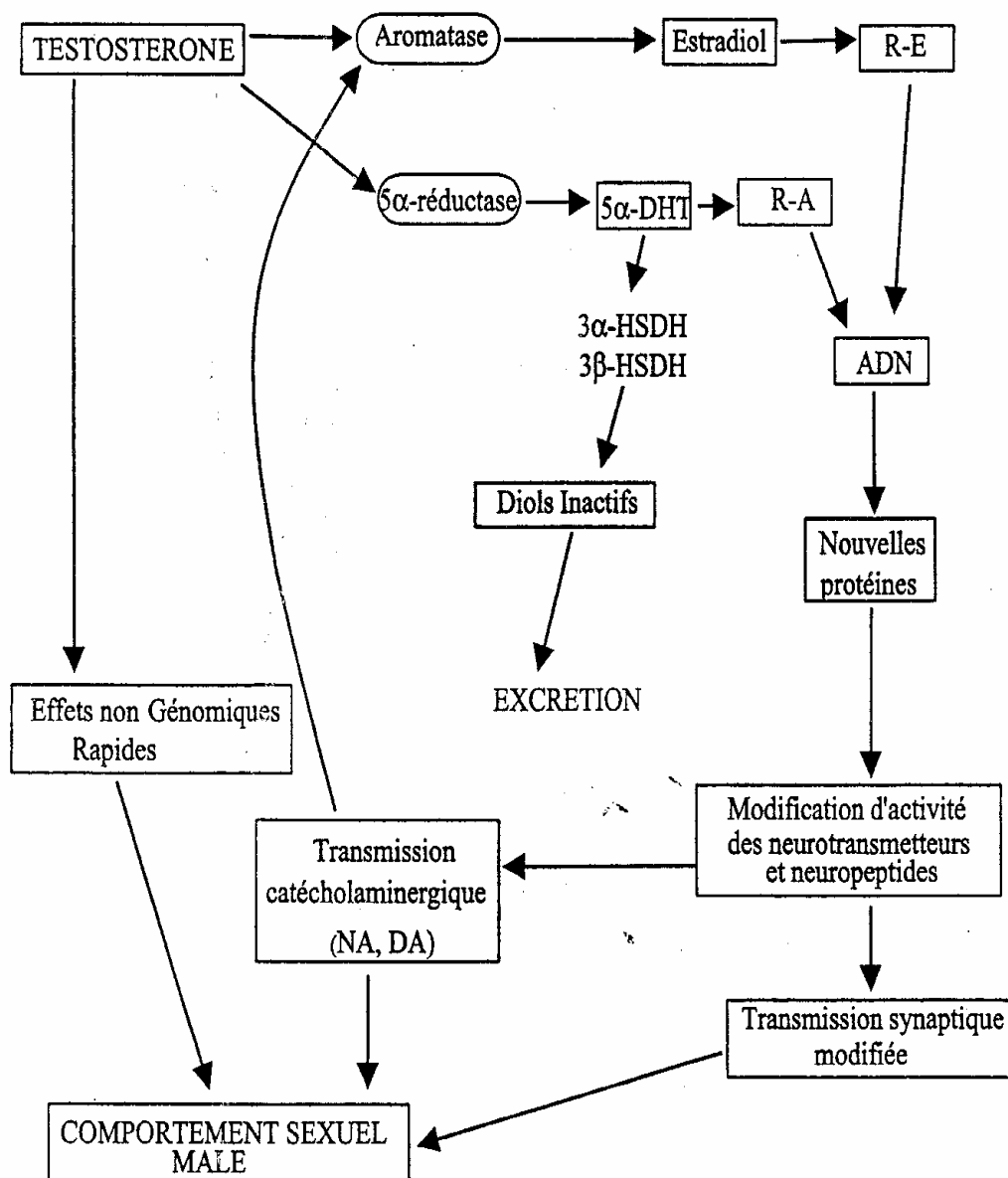


Figure 2.2 : Schéma illustrant quelques mécanismes neurochimiques importants impliqués dans le contrôle du comportement sexuel mâle[49].

### **CHAPITRE III**

#### **FACTEURS DE VARIATION DE L'ACTIVITE SEXUELLE DU BOUC**

La plupart des animaux domestiques des zones tempérées présentent des variations saisonnières de leurs activités sexuelles de reproduction, celles-là sont plus ou moins marquées selon les espèces ; les bovins et les porcins ne manifestent relativement qu'une faible saisonnalité, alors que les équins et surtout les petits ruminants ont des périodes d'arrêt complet de leur reproduction [50].

Pour maîtriser au mieux l'expression de cette activité, il est nécessaire de connaître les différents facteurs susceptibles de l'influencer et qui peuvent être classés de la manière suivante :

∞ Facteurs environnementaux physiques et sociaux tels que : la photopériode, la saison, la température, la structure du groupe et l'état nutritionnel notamment.

∞ Facteurs internes : le taux des hormones stéroïdes, les races, les différences intra raciales et individuelles.

#### I- Facteurs environnementaux :

Dans les conditions naturelles, l'animal est soumis, en permanence, aux aléas du milieu par ses diverses composantes climatique, alimentaire, sociale. Celui ci joue un rôle déterminant sur les performances de reproduction [51].

##### I.1 -La saison:

Dans les zones tempérées, l'existence de saison avec les variations associées des facteurs climatiques est l'un des principaux défis auxquels les êtres vivants sont confrontés. Il existe différents processus physiologiques qui permettent de moduler les fonctions physiologiques de l'organisme en fonction de la saison [52].



Toutefois, la majorité des espèces animales ont un processus commun de mise en sommeil de la fonction de reproduction quand une fécondation entraînerait des naissances à un moment défavorable à la survie des jeunes [50],[53].

L'importance de l'effet de la saison dépend de la latitude: plus on est proche de l'équateur moins les variations sont importantes. La durée de la saison sexuelle varie inversement avec la latitude. Dans les pays tempérés, les caprins manifestent d'importantes variations saisonnières de l'activité sexuelle. Dans les deux sexes, l'activité sexuelle maximale s'étend généralement d'août à janvier tandis que la période d'activité minimale s'étend de février à juillet [54].

Chez le mâle, les variations se manifestent par une diminution de l'intensité du comportement sexuel et de la production spermatique, tant en quantité qu'en qualité, entraînant des baisses plus ou moins importantes de fertilité et de prolificité dans les troupeaux [55], [56].

Sous les latitudes élevées, la spermatogenèse ne cesse pas mais le nombre de spermatozoïdes produits par le testicule diminue à certaines saisons de l'année, ceci est dû à la diminution du rendement de la spermatogenèse [57].

La production journalière de spermatozoïdes (la Daily Sperm Production) et la production maximale obtenue dans une éjaculation (Daily Sperm Output) varient donc en fonction de la saison [58]. Chez le bouc, la production spermatique journalière varie de 5,5 à  $14,5 \times 10^9$  spermatozoïdes avec de faibles variations saisonnières entre les races [59], [60].

Le volume de l'éjaculat, chez les races saisonnières, est élevé au cours de la saison sexuelle. Il diminue au printemps pour atteindre son minimum pendant l'été [61]. La concentration spermatique de l'éjaculat en spermatozoïde suit une évolution inverse (figure : 3.1) [16].

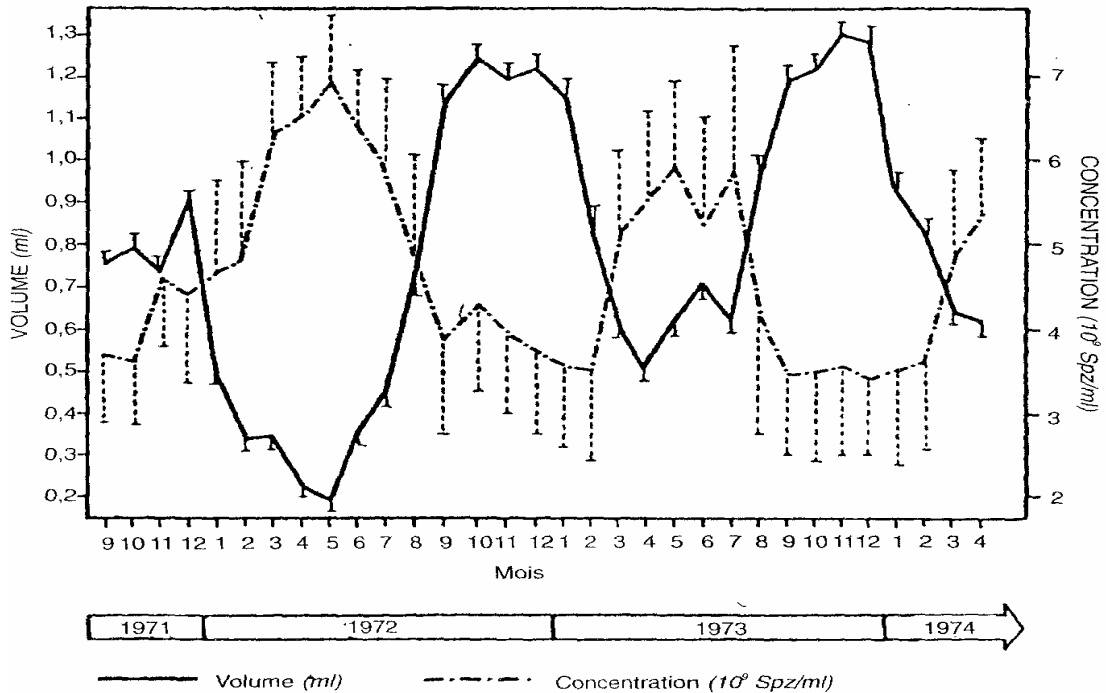


Figure 3.1 : Variations saisonnières du volume de l'éjaculat et de sa concentration en spermatozoïdes chez cinq boucs alpin,  $m \pm \text{sem}$  [62].

Les taux d'apparition de spermatozoïdes anormaux au sein des éjaculats suivent une relation inverse, maximum au printemps et minimum en automne [63], mais chez le bouc, aucune variation saisonnière importante du pourcentage d'anomalies spermatiques n'a été mise en évidence [16]. Toutefois, il se produit un changement saisonnier de la motilité des spermatozoïdes associé à une diminution sévère de leur fertilité.

Donc, la production optimale de spermatozoïdes de qualité se situe en saison sexuelle, à ce moment la taille du testicule est la plus importante [58]. La taille testiculaire varie de 110 à 115 grammes entre avril et juin à plus de 170 grammes entre octobre et novembre chez les boucs alpins (figure : 3.2). En effet, il existe une corrélation étroite et directe entre le poids testiculaire et l'activité spermatogénétique avec des valeurs hautes de septembre à décembre et des valeurs basses de janvier à avril [64].

De même, il existe une corrélation étroite entre le poids testiculaire et la circonférence scrotale de l'ordre de 0.89 [66].

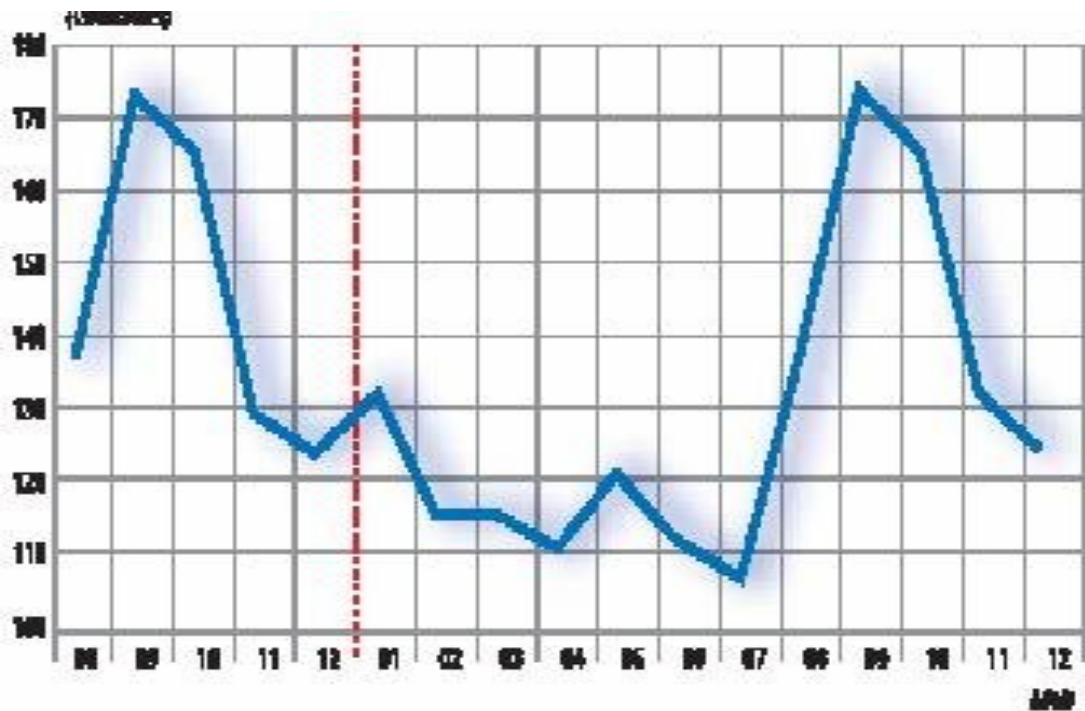


Figure 3.2 : Variations saisonnières du poids testiculaire de bouc [65].

#### I.1.1- La circonférence scrotale :

Le volume scrotal est classiquement déterminé par la mesure de la circonférence scrotale. Ce paramètre revêt une importance pratique indéniable.

La circonférence scrotale est mesurée à l'aide d'un ruban métrique sur le plus grand diamètre du scrotum et sur un animal debout.

De nombreux auteurs considèrent cette mesure, à elle seule, comme facteur prédictif de la fonction spermatogénétique du mâle [67], [68],[69], [70].

Chez le bouc, la circonférence scrotale est étroitement corrélée au poids du corps, ainsi qu'au nombre total de spermatozoïdes présents dans l'éjaculat. (Tableau : 3.1).

Poids du corps	Périmètre scrotal	Périmètre scrotal
	moyenne	écarts
4,4	6,8	4,9-7,9
7,6	11,0	7,1-17,5
12,0	15,9	10,5-19,8
17,3	18,3	11,9-21,0
22,0	20,8	16,2-22,3
27,5	21,5	17,7-24,4
32,7	23,3	19,5-26,8
37,3	25,0	23,0-27,0
43,9	26,4	24,8-28,4

Tableau 3.1 : Valeurs du périmètre scrotal chez le bouc [66].

De même, chez le bouc cachemire australien, le poids testiculaire et la production de spermatozoïdes sont étroitement corrélés avec la circonférence scrotale ( $r = 0,88$  et  $r = 0,92$  respectivement).

Cependant, la mesure de cette circonférence constitue la méthode indirecte la plus simple et la plus efficace pour l'estimation du volume testiculaire et de la production des spermatozoïdes.

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

- des testicules plus développés.
- un plus grand nombre de cellules de Sertoli.
- une plus grande quantité de spermatozoïdes produite [71], [72].

La circonférence scrotale est influencée par plusieurs facteurs dont les principaux sont : la saison, le poids corporel, la race, l'alimentation et l'environnement climatologique [73].

La circonférence scrotale est un élément prédictif du moment de l'apparition de la puberté dont la valeur est supérieure à celle de l'âge ou du poids et cela quelque soit la race de l'animal [74],[66].

Le coefficient de corrélation entre le périmètre scrotal et les performances de reproduction (âge au 1<sup>ier</sup> vêlage, fertilité) de la descendance femelle varie entre 0,66 - 0,97 [66], [74], [75], [76].

L'héritabilité de la circonférence scrotale est comprise entre 0,3 et 0,7 (moyenne 0,4) et est plus constante que les caractéristiques de l'éjaculat [66], [77], [78].

#### I.1.2- Le comportement sexuel :

L'intensité du comportement sexuel diminue pendant le printemps chez le bouc en absence d'un entraînement régulier, les montes et les saillies s'arrêtent chez presque tous les animaux pendant quelques semaines ou mois au cours du printemps/été tandis qu'un entraînement régulier atténue ces variations [16]. (Figure : 3.3).

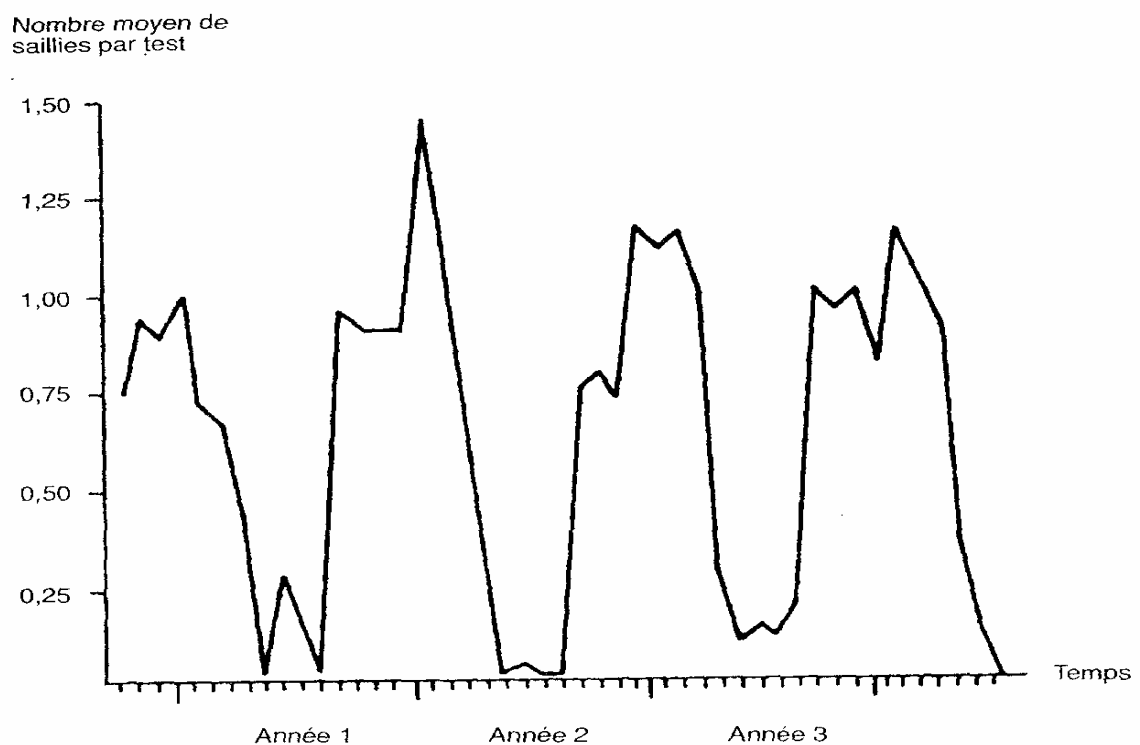


Figure 3.3 : Variations saisonnières du nombre de saillies dans des tests de 10 minutes chez des boucs alpins non entraînés [45].

### I.1.3- Les glandes annexes :

Peu d'informations sont rapportées sur l'activité des glandes annexes en fonction de la saison.

Pelletier et Ortavant (1970) [79] ont observé une évolution saisonnière dans le poids des glandes séminales caractérisée par une augmentation graduelle à partir du mois de mars et l'atteinte d'un maximum au mois de juillet. Les valeurs restent élevées jusqu'au mois de septembre puis commencent à décroître pour atteindre des valeurs minimales en février.

Le contenu des glandes séminales en fructose subit le même profil de variation : la quantité totale de fructose observée de juillet à décembre est le double de celle observée de janvier à juin.

### I.1.4-Variation saisonnière de l'activité sécrétoire : (figure : 3.4)

La libération de la LH est pulsatile. Ces pulses sont séparées par une période de sécrétion basale. Le brusque changement de la concentration plasmatique de la LH stimule rapidement les cellules de Leydig qui sécrètent alors la testostérone. Chaque pulse de testostérone suit une pulse de LH dont l'amplitude est en fonction de la stimulation physiologique du mâle. La sécrétion de FSH semble être continue plutôt qu'épisodique [80].

Les changements de sécrétion des hormones gonadotropes sont à l'origine d'une alternance entre périodes d'activité et d'inactivité sexuelle [81]. Chez le bouc alpin, le niveau de base de LH, la fréquence des pulses, leurs amplitudes et la concentration de LH sont faibles de janvier à mai. L'amplitude des pulses augmente régulièrement en juin, juillet et août, puis leur fréquence augmente brusquement en septembre tandis que leur amplitude diminue à cause de la réaction inverse entre fréquence et amplitude, mais aussi probablement sous l'influence de la testostérone sécrétée en grande quantité. Cette augmentation plasmatique de la LH et de la testostérone en août et en septembre est suivie d'une diminution progressive de la concentration de la LH jusqu'en janvier, puis le cycle annuel recommence [23].

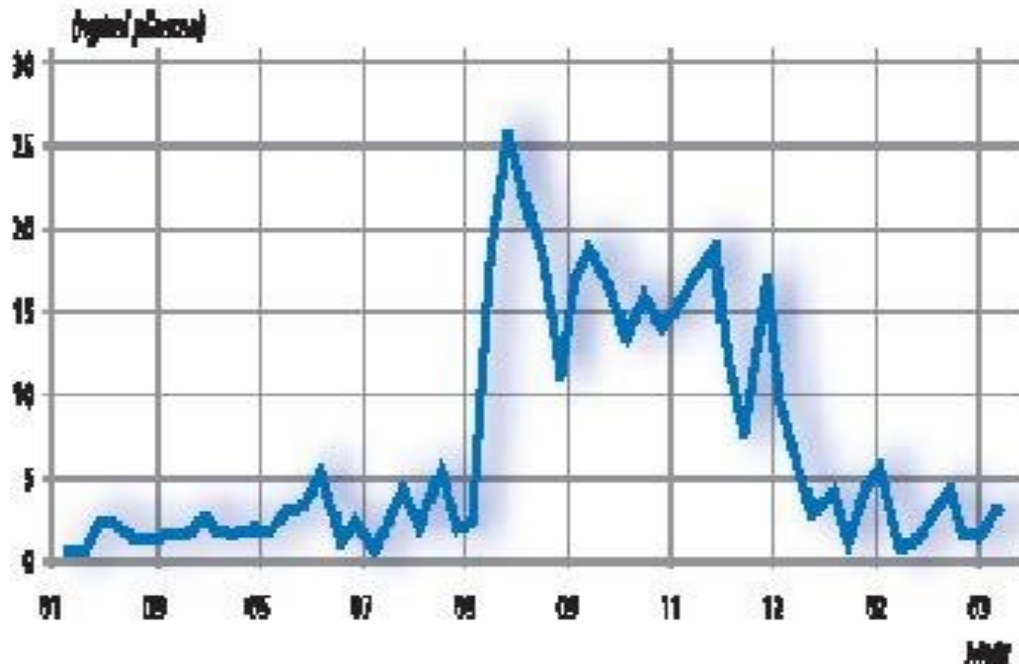


Figure 3.4 : évolution saisonnière du niveau de testostérone dans le sang de bouc [65].

L'augmentation de la LH (amplitude en juin / juillet, fréquence en septembre) entraîne le début de la croissance testiculaire (juillet / août) puis la libération de la testostérone (septembre) qui stimule le comportement sexuel (augmentation du nombre de saillies par test de comportement et diminution de la latence à l'éjaculation) et la qualité de la semence (octobre). Par ailleurs, la testostérone est à l'origine de la modification de l'odeur des boucs pendant la saison sexuelle [82]. Donc, le pic de l'activité sexuelle coïncide avec l'augmentation de la testostérone plasmatique se produisant au cours de l'automne [83].

### 1.2- La photopériode :

La nécessité de prévoir, quelques mois à l'avance, les moments favorables aux naissances implique l'utilisation, par l'animal, d'un indicateur fiable du moment de l'année. Le facteur de l'environnement utilisé par la majorité des espèces est la variation de la durée journalière d'éclairement ou photopériode (figure : 3.5).

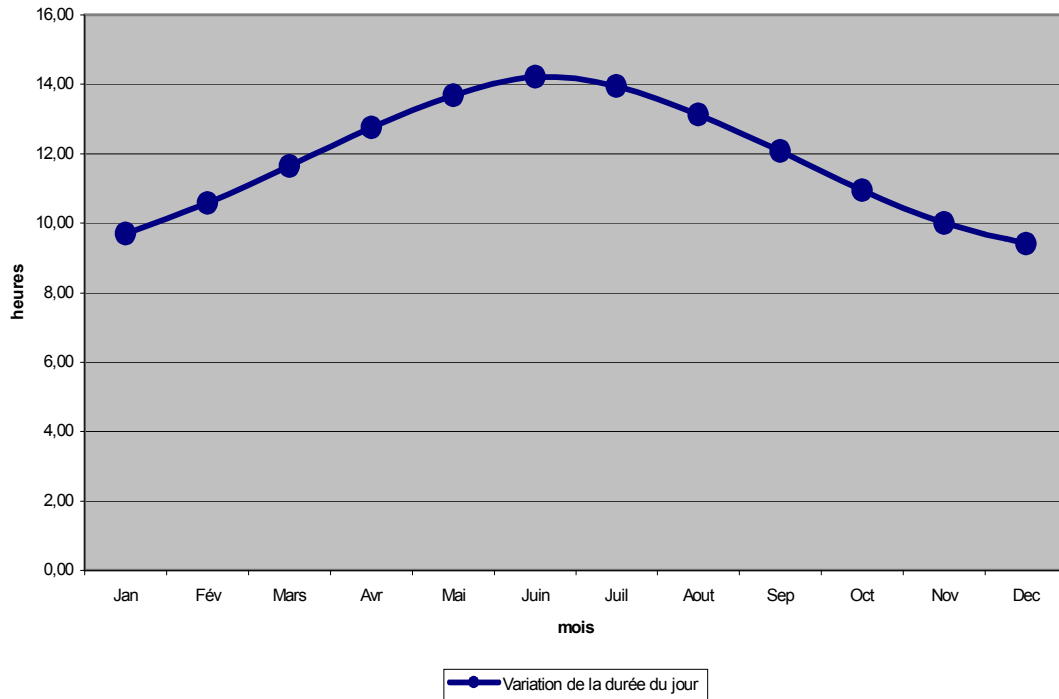


Figure 3.5 : Evolution de la durée du jour au cours de l'année [84].

Les variations annuelles de la durée du jour ou photopériode sont responsables de l'alternance entre une saison sexuelle et une saison de repos sexuelle chez la plupart des espèces animales (figure : 3.6). Chez les boucs de races saisonnières, le comportement sexuel, le volume testiculaire et la production des spermatozoïdes sont influencés par les changements photopériodiques [85], [86], [87]. Le contrôle photopériodique de la reproduction, selon la durée photopériodique, peut exercer une action stimulatrice ou inhibitrice sur l'activité de reproduction. Toutefois, l'animal, en l'absence d'information photopériodique, exprime un rythme endogène de reproduction. Et, dans les conditions naturelles, le rôle principal de la photopériode semble être de synchroniser ce rythme interne : c'est le rythme circannuel de reproduction [55], [88]. Chez les caprins, les jours dits courts sont stimulateurs de l'activité sexuelle et les jours longs sont inhibiteurs [89].



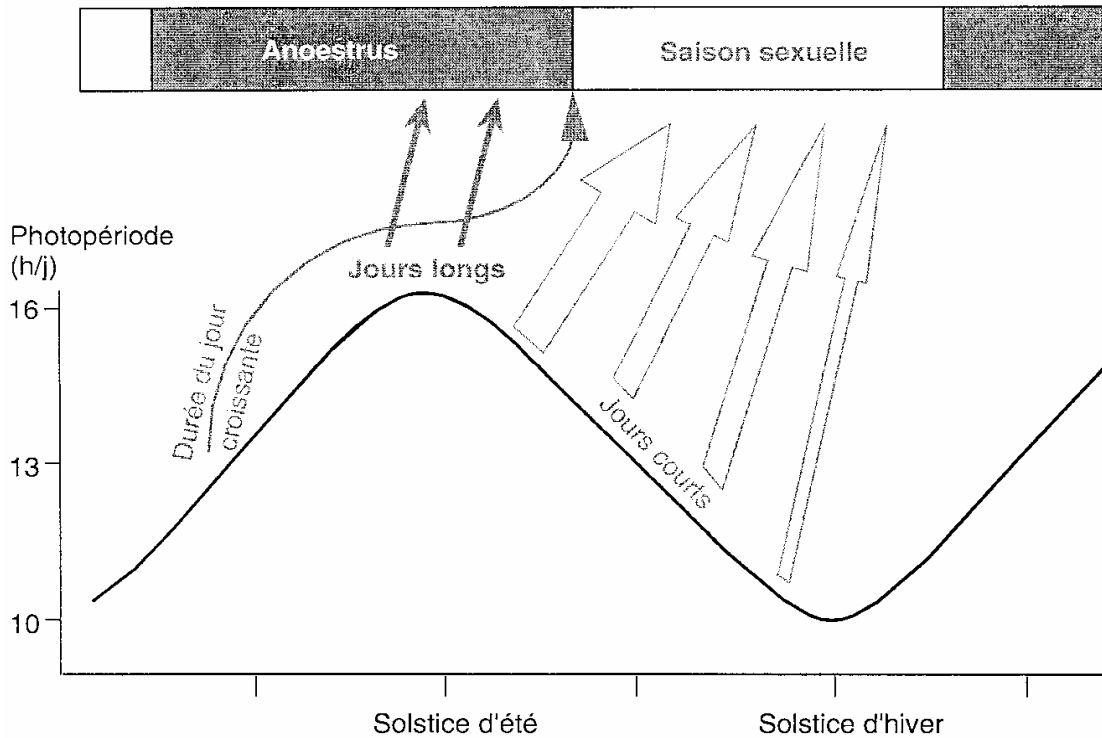


Figure 3.6 : La régulation photopériodique du cycle annuel de reproduction chez la brebis [88].

Jours courts : en général, moins de 12 heures d'éclairage quotidien sont considérés comme des jours courts, mais en réalité, la perception d'un jour court est relative : un jour court est un jour plus court que le précédent.

Jours longs : en général, plus de 12 heures d'éclairage quotidien sont considérés comme des jours longs. En réalité, la perception d'un jour long, est relative : un jour long est un jour plus long que le jour précédent [90].

Puisque la photopériode est l'entraîneur de la fonction de reproduction, les animaux sont donc, capables de mesurer le temps photopériodique (la durée du jour) par le système neuro-endocrinien grâce à un messager biochimique appelé mélatonine.

### I.2.1 - La mélatonine :

Découverte en 1958 par Aaron B. Lerner, elle est naturellement présente dans l'organisme de tous les mammifères et est très répandue dans le monde vivant. 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 [91]. C'est un informateur quasi universel pour les êtres vivants du rythme nuit /jour [92].

Sa synthèse et sa sécrétion se font uniquement pendant la période nocturne. Elle présente, dans le sang périphérique, des concentrations multipliées au moins par 50 à l'occasion du passage lumière/obscurité [93]. C'est grâce à la durée de cette sécrétion que les mammifères sont capables de mesurer la durée de la nuit et donc celle du jour [94].

La sécrétion rythmique de la mélatonine transmet au cerveau deux types d'informations : le message jour/nuit et le message saison [95].

L'information photopériodique est perçue par la rétine et transmise par voie nerveuse à la glande pinéale en plusieurs étapes : de la rétine aux noyaux suprachiasmatiques. L'information photopériodique est transmise par l'intermédiaire de la voie monosynaptique rétino-hypothalamique [96], [97] (Figure : 3.7). A partir de cette structure hypothalamique, le signal est transporté aux noyaux hypothalamiques paraventriculaires, puis dans une colonne de cellules intermédiolatérales situées dans la moelle thoracique et ensuite aux ganglions cervicaux supérieurs [98], [99], [100]. Enfin, le signal parvient à la glande pinéale par les neurones synaptiques post-ganglionnaires. A ce niveau, le cycle lumière est traduit en rythme circadien de sécrétion de mélatonine. L'effet majeur de la mélatonine est de modifier la fréquence de libération de LH -RH (luteinising hormone - releasing hormone) et par conséquent celle de la LH et l'activité gonadique (alternance entre activité et repos sexuel).

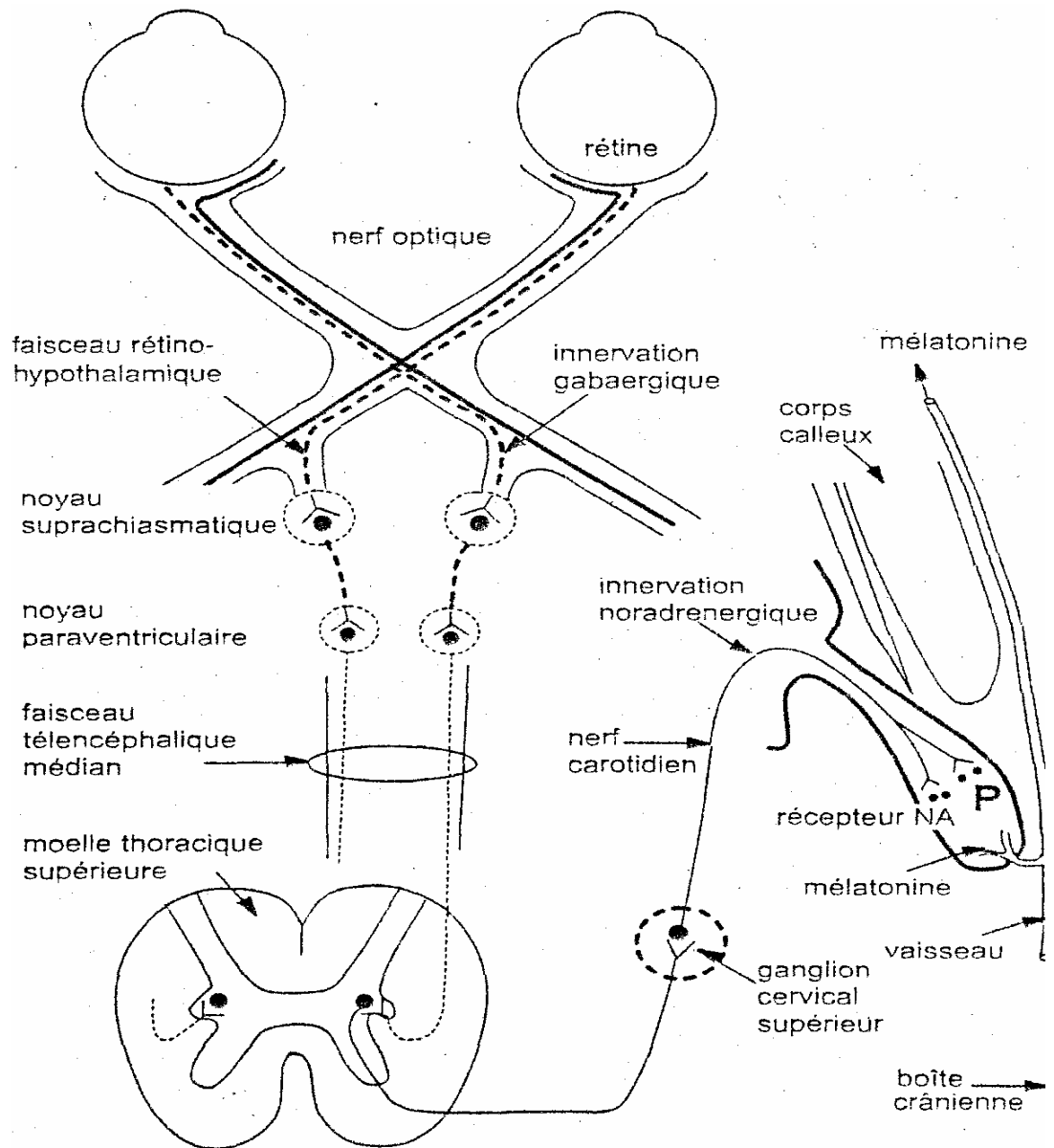


Figure 3.7 : les voies nerveuses de la transmission de la photopériode de l'œil à la glande pinéale chez les mammifères [32].

Chez le bouc et le bélier des latitudes tempérées, l'effet de la durée quotidienne d'éclairage se traduit par des variations saisonnières de sécrétions endocrines et exocrines impliquées dans la reproduction, du poids des testicules, du diamètre testiculaire, du comportement sexuel, de la composition du plasma séminal et de la qualité et la quantité des éjaculats [51], [57], [101], [102], [103].

La fécondance du sperme est également plus faible en printemps qu'en automne.

Le rôle de la photopériode a été mis en évidence dans de nombreuses expériences qui montrent que la période de l'activité sexuelle peut être déplacée dans le temps en modifiant le régime photopériodique sans changer les autres facteurs de l'environnement. Par exemple, l'inversion des cycles photopériodiques annuels cause un décalage de six mois de la saison sexuelle et la réduction, à six mois du cycle photopériodique, provoque l'apparition de deux saisons sexuelles par an [104], [105].

### I.3- La température :

En seconde position après la lumière, la température est considérée parmi les facteurs les plus importants de l'environnement susceptibles d'agir sur la fonction de reproduction des petits ruminants originaires des zones tempérées [106].

Lorsque l'animal est soumis à une charge thermique importante ou lorsqu'il est incapable d'évacuer la chaleur produite qui est alors stockée dans son corps, l'élévation de la température interne va perturber le bon fonctionnement de son métabolisme ; cependant, la fonction de reproduction semble être la première affectée, suivie de la production laitière puis de la production de viande [107].

Normalement, sous les latitudes moyennes et élevées, l'environnement thermique n'est pas l'entraîneur principal de l'activité sexuelle. Toutefois, en climat chaud subtropical saharien et tropical, la température est susceptible de limiter les aptitudes de reproduction, particulièrement dans les races importées des zones tempérées et nordiques [108].

#### I.3.1- Effets de l'élévation de la température ambiante :

De nombreuses études montrent que les températures ambiantes élevées altèrent les fonctions reproductives des mammifères domestiques aussi bien chez le mâle que chez la femelle. Il existe, probablement, plusieurs voies par lesquelles le stress thermique fait chuter la fertilité : effet directe de la température sur les spermatozoïdes, une altération de la balance hormonale chez les animaux et une action à travers le système nerveux central ou non [109].

La réduction de la fertilité, en milieu chaud, est étroitement associée à une élévation de la température corporelle et testiculaire.

Chez le mâle, le maintien de la température testiculaire basse dépend de la chaleur évacuée à travers les parois scrotales et à travers les tissus adjacents des testicules [109].

Quand le flux sanguin diminue, la thermorégulation des testicules est dégradée. Chez les ovins, après un court traitement de chauffage du scrotum à 37°C ou 40°C ou après le premier jour du stress thermique de l'animal entier à 32°C, une augmentation initiale du flux sanguin est suivie d'une réduction importante quelques jours après la fin du traitement. Après une semaine du traitement à 32°C, les parois des artères spermatiques, dans la région médiane du plexus pampiniforme, s'épaississent et la lumière artérielle diminue [109].

D'autre part, le contenu testiculaire en PGF2 $\alpha$  de ces ovins augmente. Les niveaux élevés de cette hormone sont responsables d'effets négatifs sur la fonction spermatogénétique et ce par une contraction de l'artère spermatique dans la région du plexus pampiniforme réduisant ainsi le flux sanguin vers les testicules.

### I.3.2- Effets du stress thermique :

#### I.3.2.1- Sur la libido :

Le nombre maximum d'éjaculats obtenu en une heure diminue quand la température ambiante augmente. L'effet de la température sur la libido ne se manifeste pas immédiatement après le traitement, mais à partir de la deuxième semaine avec la chute maximale de la libido à la troisième semaine. A six semaines post-traitement, la récupération n'est pas encore visible [110].

#### I.3.2.2- Sur les testicules :

Le poids testiculaire est un bon indicateur de la fertilité des mâles. Plus le testicule est volumineux plus il contient des canaux séminifères dans lesquels s'élaborent les spermatozoïdes et donc il devrait produire plus de spermatozoïdes [111], [112].

Le poids testiculaire diminue progressivement avec la durée et l'intensité du stress. Cette diminution étant réversible après le temps de récupération [113].

L'élévation de la température engendre des altérations dans l'épithélium séminifère conduisant à une dégénérescence à des différents degrés.

#### I.3.2.3- Sur la qualité spermatique :

De nombreuses études réalisées sur le bélier indiquent nettement que les températures élevées supérieures à 29-30°C affectent négativement la qualité de la semence, avec une diminution de la motilité et du pourcentage des cellules mobiles et un accroissement du pourcentage des spermatozoïdes anormaux [114].

Les anomalies apparaissent, généralement, au niveau de la tête (acrosome endommagé, tête piriforme, spermatozoïde sans queue) mais également par la présence de gouttelettes cytoplasmiques et de flagelles recourbés.

Les effets nocifs des fortes températures sur la spermatogenèse résultent d'une augmentation de la température testiculaire qui sera à l'origine de dégénérescences spécifiques avec l'apparition d'anomalies à des stades critiques précis du cycle spermatogénétique [106].

Dans les tubes séminifères, les principaux effets observés sont des anomalies cytologiques avec altération du cycle mitotique des spermatogonies et la disparition des spermatocytes primaires au stade pachytène [115].

Au cours de l'élévation de la température ambiante jusqu'à 40-40,5°C, la polygnée, provoquée par la stimulation des récepteurs thermiques situés dans la peau du scrotum, diminue régulièrement la température corporelle [116].

Les spermatozoïdes anormaux apparaissent dans l'éjaculat au cours de la seconde semaine post-traitement. La réduction du nombre total des spermatozoïdes se produit quelques jours plus tard (à 20 jours du traitement). Les anomalies cellulaires et la motilité ont une influence sur la fertilité de la semence. La diminution de la fécondité débute au cours de la deuxième semaine et dure jusqu'à la troisième et la quatrième semaine post-traitement [16].

Le retour progressif à une qualité et une fécondabilité normale nécessite, chez le bélier, 50 à 60 jours. Il dépend de la durée et de l'intensité du stress.

Les effets de la température peuvent être produits expérimentalement par chauffage du scrotum ou de l'animal en chambre climatique pendant quelques heures ou quelques jours. Il suffit que les animaux soient exposés quelques heures à 29°C pendant trois jours ou à 30°C pendant deux jours consécutifs pour que la proportion des spermatozoïdes anormaux augmente [117]. Au contraire, ces températures ne sont suivies d'aucun effet lorsqu'elles ne durent qu'un seul jour. Une exposition très courte mais intense (6 heures à 41°C) peut être suffisante pour engendrer une dégénérescence des spermatozoïdes [106].

A des températures de 41°C, le pourcentage d'anomalies spermatiques augmente au fur et à mesure qu'augmente la durée de traitement [110].

La sensibilité des mâles au stress thermique varie fortement avec la race. Il semble que les ruminants, originaires des climats chauds, sont les mieux adaptés à la chaleur et particulièrement les caprins ; parmi ces derniers, seule la race créole a fait l'objet d'une étude sur l'influence du stress thermique. Aucune sensibilité aux fortes températures n'a pu être constatée car des boucs, maintenus à l'ombre (température maximum du corps noir 30°C) ou au soleil (42°C) pendant plusieurs mois, produisent du sperme de qualité identique (motilité, pourcentage des spermatozoïdes mobiles et pourcentage des spermatozoïdes anormaux).

Une variabilité intra-race existe aussi, concernant la sensibilité au stress thermique ; ce qui suggère un support génétique [106].

En effet, la température ambiante n'agit pas, d'une manière uniforme, sur tous les animaux : certains sont très sensibles aux variations thermiques, d'autres, au contraire, paraissent peu affectés et continuent à produire une semence de bonne qualité [51].

#### I.4- L'alimentation : (figure : 3.8)

Quand l'alimentation permet une croissance normale des jeunes, chaque étape marquante du développement se produit à un âge et pour un poids moyen caractéristique. Le développement de la fonction de reproduction est donc étroitement lié au poids corporel

[51], [101], [118].

#### I.4.1- Apports alimentaires recommandés :

Les apports alimentaires recommandés pour les boucs reproducteurs sont représentés au tableau N° : 3.2.

Poids vif (Kg)	Stade physiologique	Apports recommandés				Capacité d'ingestion	
		UFL	PDI (g)	Ca (g)	P (g)	MS (Kg)	UFL
60	Entretien	0.87	50	4.0	3.0	1.33	1.89
	Lutte	1.00	53	4.6	3.4		
90	Entretien	1.21	67	5.5	4.5	1.74	2.22
	Lutte	1.39	77	6.3	5.1		
100	Entretien	1.43	78	6.5	5.5	2.01	2.44
	lutte	1.65	90	7.5	6.3		

Tableau 3.2 : Apports alimentaires journaliers recommandés et capacité d'ingestion des boucs [119].

En dehors de la période des saillies, les boucs sont alimentés à base de fourrage de bonne qualité distribué à volonté, en général sans concentré. Les fourrages de qualité médiocre demandent un apport de 100 à 200grammes d'aliment concentré. Cette ration assure simplement la couverture de leurs besoins d'entretien.

Six semaines avant et au cours de la période de lutte, la ration est généralement complétée par 300 à 600grammes d'aliment concentré de céréales.

La ration couvre généralement les besoins en calcium et en phosphore et les autres minéraux sont apportés le plus souvent sous forme de pierre à lécher.

A cause de la sensibilité du bouc à la lithiase urinaire qui peut fortement perturber son activité sexuelle, sa ration doit avoir des teneurs limitées en phosphore (5grammes/Kg de MS). Pour cette raison, une quantité de 500grammes de céréale par jour semble être un apport maximum.



Il existe une corrélation très significative entre le poids testiculaire et le poids vif mais également entre le poids testiculaire et la condition corporelle. Il existe, par conséquent, des corrélations significatives entre la production spermatique journalière (DSO) et la condition corporelle [16].

Chez les mâles, de la même population, maintenus en bâtiment et recevant une alimentation constante, il existe également des variations saisonnières du poids testiculaire et de la production spermatique [120].

Chez les boucs australiens de la race cachemire, la reprise saisonnière de l'activité sexuelle, en fin d'été et à l'automne, s'accompagne d'une augmentation du poids vif, de la circonférence scrotale, de l'intensité de l'odeur sexuelle, de la concentration plasmatique de la testostérone, ainsi que d'une diminution de la nourriture ingérée [121].

Si, sous le climat tempéré, l'alimentation n'est qu'un modulateur de la fonction de reproduction, l'effet de la pluviométrie semble être le principal entraîneur de la reproduction des petits ruminants locaux, sous le climat tropical.

Une sous-alimentation entraîne, chez le jeune impubère, d'importants effets dépressifs. Les restrictions alimentaires sont à l'origine d'un retard dans l'établissement de la spermatogenèse et dans l'entrée en activité des glandes annexes. Ces effets peuvent être réversibles [101], [122].

La sous-alimentation affecte beaucoup plus le développement du tissu interstitiel que l'évolution des lignées germinales. Il semble, donc, que cette mauvaise alimentation agirait directement sur l'hypophyse d'où la diminution des teneurs en gonadotropines entraînant par la suite des troubles testiculaires [101]. Cependant, la libido des mâles peut être sévèrement affectée. Elle diminue à partir de 5 à 10 semaines après le début de la sous-alimentation et cet effet persiste tant que celle-ci se poursuit [16].

Chez l'adulte, le changement du régime alimentaire ne modifie pas la qualité des gamètes mais affecte la taille du testicule, le poids de l'épididyme et, par conséquent, la production des spermatozoïdes [51].

La sous-nutrition sévère (400grammes de poids vif en moins par semaine pendant 30 semaines) entraîne une diminution constante du poids testiculaire, de la concentration et du nombre total des spermatozoïdes de l'éjaculat. Certaines vitamines paraissent indispensables aux différentes étapes de la spermatogenèse. En effet, la carence en vitamine A engendre des lésions dégénératives des spermatozoïdes tandis que la carence en vitamine E s'accompagne de lésions dégénératives des spermatides et des spermatozoïdes (tableau :3.3).

Carences alimentaires	Comportement sexuel	caractères du sperme
Carence en protéines -chez le jeune -chez l'adulte	Absent libido	Azoospermie vitalité des spermatozoïdes Anomalies morphologiques
Carence en phosphore	Libido	motilité des spermatozoïdes
Carence en zinc	retard de puberté	Azoospermie
Carence en cuivre		↓ carences liées à la carence en zinc
carence en cobalt	retard de puberté	
carence en manganèse	Libido retard de puberté	
Avitaminose A -chez le jeune - chez l'adulte	Retard de puberté Libido	-oligospermie -Motilité -Anomalies morphologiques
Avitaminose D	Retard de puberté Libido	
Avitaminose E	Normal	

Tableau 3.3 : Influences des carences alimentaires sur la reproduction chez le mâle [123].

Il est nécessaire de mentionner que les déficits en certains éléments, comme les minéraux et les oligo-éléments, sont susceptibles d'affecter les performances reproductives des mâles [124].

D'une façon générale, une sous-alimentation entraîne un dysfonctionnement gonadique qui se traduit par une diminution de la sécrétion des stéroïdes et par l'interruption de la production des gamètes [125].

Au contraire, un régime alimentaire de haut niveau distribué à des jeunes mâles accélère l'apparition de la puberté à un poids plus élevé.

La distribution à des jeunes mâles d'un surplus alimentaire très tôt permet d'obtenir une gonade plus développée à un âge égal. La qualité du sperme est d'autant plus basse que les testicules sont plus légers, donc, on peut penser qu'à un âge identique, les animaux bien nourris produisent une meilleure semence [51].

Les effets bénéfiques sur les performances de reproduction d'un flushing bien conduit sont quantitativement bien connus. Ils semblent passer par l'intermédiaire d'une augmentation de l'activité de la LH, plutôt que par une réponse accrue des testicules à la LH.

Les excès énergétiques ont une influence néfaste sur la fertilité. Un dépôt de graisse peut être à l'origine d'une stérilité temporaire [58].

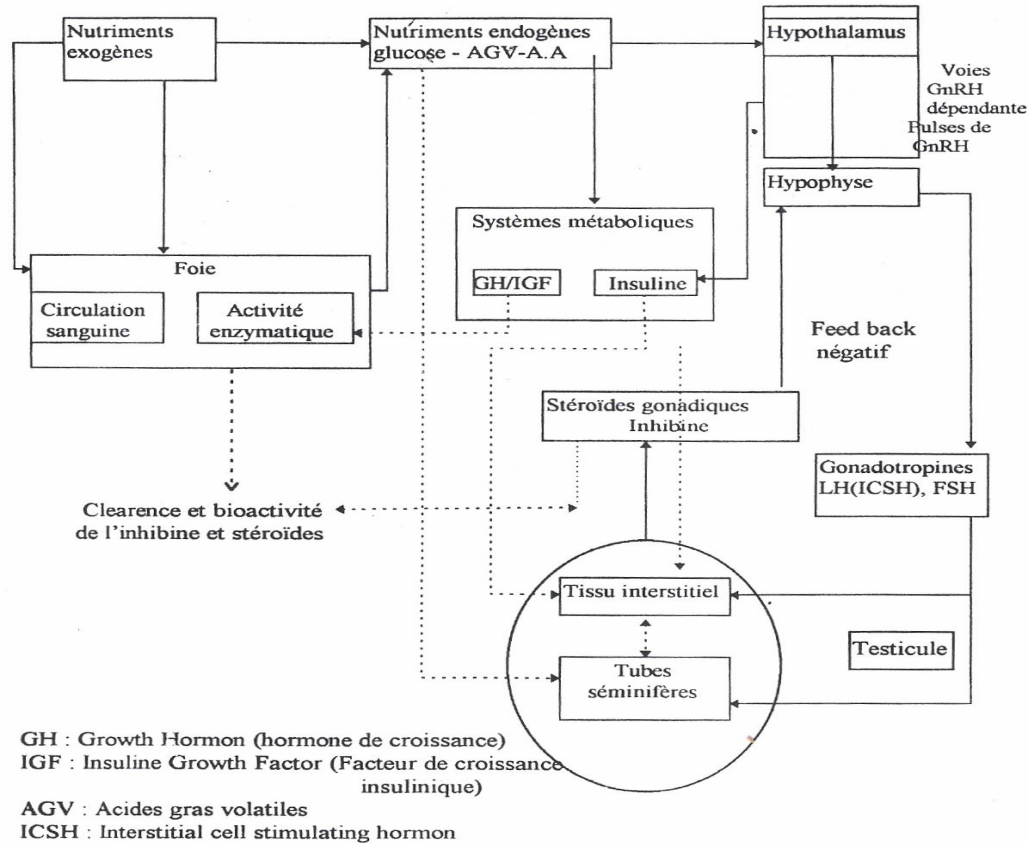


Figure 3.8 : Schéma des différentes voies par lesquelles les stimuli alimentaires affectent l'activité testiculaire [126].

### I.5- Effets de l'environnement social :

Les différentes interactions entre les mâles et les femelles jouent un rôle important dans le démarrage et le maintien du comportement sexuel dans les deux sexes [127].

#### I.5.1- Isolement social du mâle reproducteur :

En condition d'élevage intensif, l'isolement des sexes s'effectue au sevrage, il peut se produire soit 48 heures soit 3 mois après la naissance.

Les jeunes boucs, particulièrement ceux qui vont subir les collectes de semence, sont élevés séparément. Dans l'espèce caprine, les jeunes mâles, destinés à être testés sur descendance, sont classiquement élevés dans des box individuels à partir du sevrage et même pendant leur vie de reproducteur. Une telle conduite d'élevage est préférable à l'élevage en groupe de mâles et est sans conséquence néfaste sur leur comportement sexuel. Elle ne modifie ni le début de l'activité des saillies, ni l'efficacité sexuelle et n'altère pas la production spermatique adulte quantitative ou qualitative [128].

Il est admis que, chez les mâles en âge prépubertaire, l'isolement complet du jeune bouc, entre la naissance et 5 mois, indépendamment de son stade physiologique, provoque souvent des perturbations importantes du comportement sexuel se traduisant par des inhibitions importantes, voire des difficultés ou impossibilités de collecte [58].

#### I.5.2- Présence des partenaires du même sexe :

Dans l'espèce caprine, l'élevage des mâles en groupe, pendant la période prépubertaire, est néfaste au comportement sexuel ultérieur des boucs, particulièrement ceux dont la semence est récoltée au vagin artificiel.

La privation d'un contact hétérosexuel pour environ 3 mois peut avoir des effets importants sur l'activité sexuelle ultérieure des mâles. L'élevage des boucs en groupes unisexués, entre l'âge de 3 mois et la puberté, contribue à l'apparition d'un comportement d'homosexualité. De tels individus pourraient avoir à associer leur comportement sexuel seulement avec stimuli provenant d'autres mâles et réaliser des montes avec impossibilité d'éjaculation.

La motivation et l'efficacité sexuelles des mâles peuvent être modifiées par la compétition et la hiérarchie existantes dans le groupe. Les mâles dominés ne saillissent pas en présence des dominants. Ces types de relations peuvent poser de sérieux problèmes si les mâles dominants sont stériles ou si les mâles dominés sont intéressants génétiquement [129].

#### I.5.3- Présence permanente des partenaires du sexe opposé :

Dans l'espèce caprine, les problèmes du comportement, lors des collectes de semence au vagin artificiel, résultent de l'élevage des mâles en groupes et en ségrégation sexuelle. Ces inconvénients peuvent être réduits par la présence des femelles parmi des jeunes mâles pendant la période prépubère.

La réunion des jeunes mâles (avant l'âge d'un mois) est synonyme d'une moindre crainte interindividuelle et d'une tolérance plus grande qu'après la réunion tardive. Elle aboutit à une meilleure efficacité à servir le vagin artificiel et à une meilleure qualité spermatique.

Les boucs, élevés par des brebis et non pas par des chèvres, depuis la naissance, choisissent, à l'âge adulte et de manière durable "au moins 4 ans", des brebis et non pas des chèvres comme partenaire sexuel [130].

L'exposition des jeunes boucs à des chèvres, pendant la période prépubertaire, ne semble pas améliorer de manière notable leurs performances sexuelles à l'âge adulte, contrairement à ce qui se passe chez le bélier. Cette exposition accélère, cependant, l'apparition du comportement sexuel à la puberté, la réduction de la latence à l'éjaculation et l'augmentation de la proportion des mâles éjaculant lors des premières collectes de semence [128].

A l'âge adulte, la présence permanente d'une femelle parmi le groupe des mâles peut constituer une stimulation de leur activité sexuelle. Si les mâles ont eu précédemment une expérience de saillie en lutte naturelle ou en récolte au vagin artificiel, cette stimulation tardive n'est pas indispensable.

Dans la plupart des cas, la présence d'une femelle, dans un groupe de mâles pendant quelques semaines, stimule les reproducteurs inhibés.

Les modalités d'action des femelles sur le déclenchement du comportement sexuel des jeunes mâles ne sont pas connues avec précision. Les expériences montrent que la présence des femelles ovariectomisées a un effet bénéfique même sur le comportement sexuel ultérieur des jeunes mâles. Cela indique l'indépendance du rôle stimulant de la femelle de son état physiologique ou de son comportement sexuel. Néanmoins, la présence de femelles, sexuellement expérimentées, apparaît préférable. L'induction d'une réceptivité sexuelle artificielle chez celles-ci (par traitement hormonal) est une stimulation importante et un moyen d'apprendre l'activité copulatoire pour ces jeunes [129].

#### I.6- Etat de santé des boucs et production spermatique :

Il existe deux aspects différents de la relation entre la santé des animaux et la production spermatique :

- le premier concerne l'influence des maladies des reproducteurs sur sa production ultérieure du sperme. L'augmentation de la température corporelle, suite à une infection, entraîne, généralement, l'apparition des - -

spermatozoïdes anormaux dans la semence du mâle dans les semaines qui suivent l'infection ; même si la température corporelle a diminué depuis plusieurs jours.

Toute température corporelle supérieure à 39,5°C indique qu'un état fébrile est passant et on doit s'attendre à l'apparition des spermatozoïdes anormaux dans les semaines suivantes [16].

Chapelet et Thibier (1976) ; Petrenkov (1978) ; cités par Ould Saïdi (1991) [131] ont observé que le piétin et les abcès des pieds entraînent, presque toujours, une dégénérescence spermatique sévère. La stérilité partielle ou totale peut résulter d'épididymite ou d'abcès provoqués par des coups de tête entre mâles.

- le second concerne la possibilité des reproducteurs mâles à transmettre les maladies infectieuses par leurs semences.

#### I.7- Stade physiologique des boucs :

##### I.7.1- Puberté et âge des animaux :

La puberté correspond au moment où l'animal devient apte à produire des gamètes féconds (spermatozoïdes) dès que les premiers signes de l'activité sexuelle sont visibles [132].

Dans les deux sexes, la puberté est, en général, précédée d'une période prépubère pendant laquelle une stimulation externe peut provoquer l'apparition de la puberté [16].

Le facteur essentiel du déclenchement de la puberté est la mise en route du complexe hypothalamo-hypophysaire et serait de moins en moins bloqué par le rétrocontrôle négatif des stéroïdes sexuels (testostérone) qui s'exerce sur lui. Ainsi, il se produit, sous l'action de FSH et LH, une maturation des cellules de Leydig puis une augmentation de la sécrétion de la testostérone.

L'imprégnation de l'organisme par la testostérone provoque :

- le développement des caractères sexuels primaires et secondaires ;

- la stimulation des cellules de Sertoli et le déclenchement de la spermatogenèse qui se fait d'une manière progressive, à la fois, sur le plan qualitatif et quantitatif.

La copulation et l'éjaculation de spermatozoïdes viables se produisent à l'âge de 4 à 6 mois, période pendant laquelle, le poids du jeune bouc représente 40 à 60% du poids vif de l'adulte [21].

La taille testiculaire peut être utilisée, intra-race, comme un prédicteur précis du début de la puberté. Les études de Tiombiano (1989) [133] montrent qu'il existe une corrélation positive entre le poids du taurillon pendant la puberté et les mensurations testiculaires. Parmi celles-ci, la circonférence scrotale est la plus fortement corrélée au poids vif ( $r = 0,47$ ,  $p < 0,01$ ).

Le poids testiculaire du bouc, à la naissance, varie de 2 à 30 grammes. A ce moment, le testicule est constitué de tubes séminifères contenant les cellules de soutien qui deviendront, plus tard, les cellules de Sertoli, et les gonocytes d'où partiront les divisions spermatogoniales.

Les premiers cycles spermatogénétiques débutent pendant la phase de croissance rapide du testicule. Celle-ci a lieu après la période impubère qui dure de quelques semaines à quelques mois selon les races, la saison de naissance et le régime alimentaire. La période impubère est caractérisée par une augmentation lente du poids testiculaire. Les premiers spermatozoïdes apparaissent dans la lumière des tubes séminifères pendant la phase de croissance rapide, et la puberté (première éjaculation) est atteinte durant la fin de cette phase.

Après quoi, le testicule commence une troisième phase d'évolution : la deuxième période de croissance lente de son poids. Chez les races photopériodiques, le poids testiculaire maximum est atteint pendant la deuxième année de vie et dépend du régime alimentaire et de la saison.



Le développement anatomique des organes d'évacuation est sous le contrôle de la sécrétion de la testostérone par les testicules. Le gland du pénis et l'appendice filiforme sont complètement adhérents au prépuce chez le mâle immature.

Dès l'âge de quelques semaines, chez le mâle, les premières manifestations du comportement sexuel apparaissent incluant des montes orientées préférentiellement vers les femelles. Le jeu sexuel n'a aucun rapport avec la puberté qui se manifeste vers l'âge de 4 à 6 semaines ni avec le futur comportement sexuel du reproducteur [134].

Les premières éjaculations sont de mauvaise qualité : la concentration spermatique est faible, le taux des spermatozoïdes morts et/ou anormaux est élevé et la motilité des cellules vivantes est faible. Une période de 3 à 10 semaines supplémentaires est nécessaire à l'accroissement de la quantité et de la qualité des spermatozoïdes éjaculés.

Il existe une variation importante entre les différentes races, quant à l'âge et le poids vif auxquels la puberté est atteinte [135].

## II- Facteurs génétiques :

Les effets des facteurs environnementaux sont modulés par la race et les individus. Par conséquent, le facteur génétique a une influence sur l'activité sexuelle et gamétogénétique des boucs.

### II.1- Qualité de la semence :

L'existence des différences raciales a été mise en évidence pour la plupart des caractéristiques spermatiques (volume et concentration en spermatozoïdes de l'éjaculat, anomalies spermatiques, pourcentage des cellules vivantes) et pour la production spermatique quotidienne.

Ainsi, il existe des variations, entre mâles, dans le pourcentage des spermatozoïdes anormaux. Dans les races saisonnières, quelques mâles produisent, au printemps, un pourcentage élevé de spermatozoïdes anormaux près de 100% tandis que d'autres ne le produisent qu'à 15%. L'héritabilité de ce caractère est plus ou moins élevée 0,42, celle du volume est près de 0,43 et celle de la concentration est de 0,07 [78].

## II.2- Taille testiculaire :

Beaucoup d'études portent sur les variations génétiques entre races concernant le développement testiculaire. Les races les plus prolifiques ont tendance à avoir un développement testiculaire plus précoce et plus rapide que les races moins prolifiques.

L'héritabilité de ce caractère est assez élevée 0,5 [78].

## II.3- Comportement sexuel :

Il n'existe que peu d'études sur les bases génétiques du comportement sexuel. Des différences raciales ont été mises en évidence dans le nombre de saillies par mâle ainsi que dans le temps de latence avant la collecte. Il existe, également, d'importantes variations intra-races pour ce caractère qui présente, en général, une bonne répétabilité. L'héritabilité de la capacité de saillie est voisine de 0,3 chez les béliers en lutte naturelle [136].

## III- Diagramme récapitulatif :

Interactions entre les facteurs photopériodiques, sociaux et nutritionnels et leurs effets sur la fonction testiculaire du bouc. (Figure : 3.9).

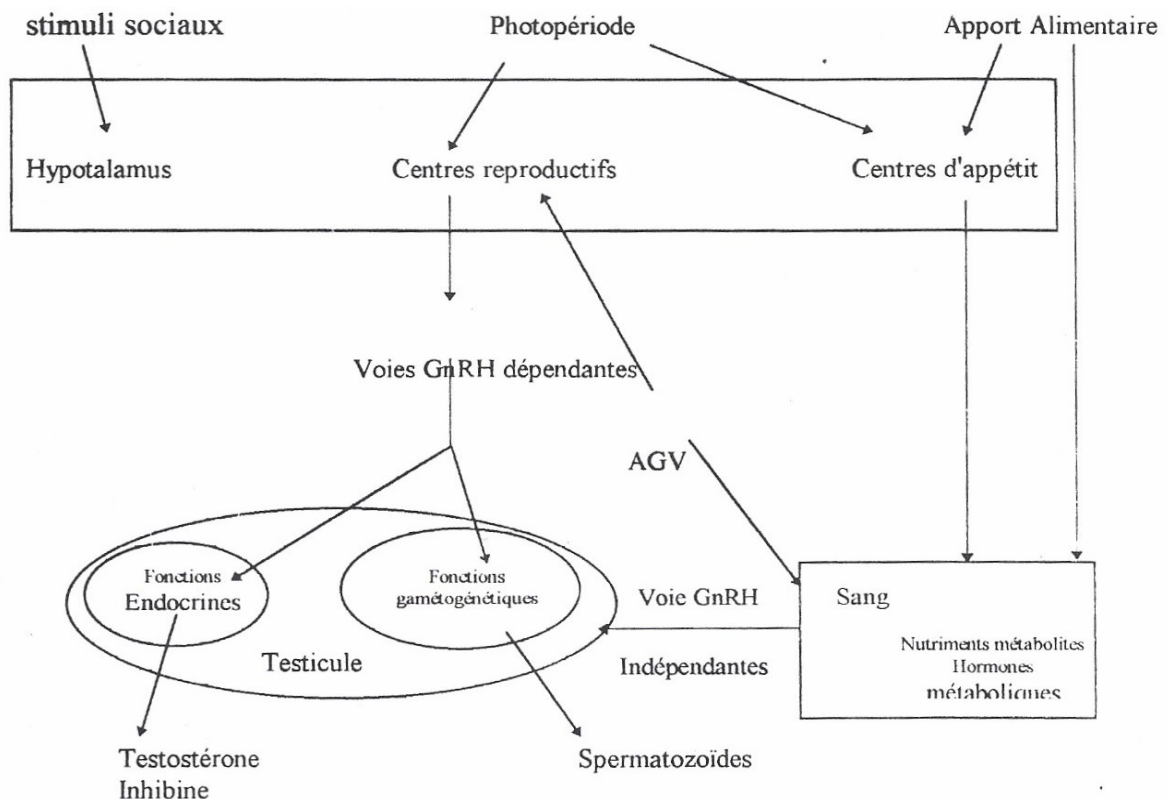


Figure 3.9 : Les différentes interactions entre les stimuli photopériodiques, sociaux et nutritionnels sur le contrôle de la fonction testiculaire chez le mâle des petits ruminants [137].

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **I- MATERIELS ET METHODES**

L'étude s'est déroulée en cabinet vétérinaire, situé dans la région de DAHMOUNI à 16 Km du chef lieu de la wilaya de Tiaret.

L'expérimentation s'est déroulée, sur une période d'une année, du 15 Novembre 2003 au 15 Novembre 2004.

Cette étude comporte deux aspects cliniques importants de la fonction de reproduction du bouc de race locale a savoir : la circonférence scrotale et le comportement sexuel.

#### I.1-Localisation:

La région se trouve sur les Hauts plateaux à une altitude de 950 mètres, de latitude 35° 25' nord et de longitude 1°28' Est.

Le climat est semi-aride. Il est caractérisé par un hiver froid et humide et un été chaud et sec. La pluviométrie durant l'année de l'expérimentation était de 378,6 ml. Les valeurs moyennes de la température varient entre 2,1et 16,4c° en hiver et entre 21,9 et 35,5c° en été.

La photopériode journalière varie de 9,34 heures dans le solstice de l'hiver, à 14,23 heures dans le solstice de l'été. Ce qui fait une différence de 4,49 heures [84].

#### I.2- Milieu et animaux:

Le lot expérimental est composé de 08 boucs et de 02 chèvres de race locale. Les mâles sont âgés entre 4 à 6ans. Après leur identification, les sujets sont introduits dans un bâtiment, lieu de l'expérimentation, en date du 02 avril 2003. L'examen général des boucs, suivi d'un examen spécial de l'appareil génital, et après analyses sanguines un des

boucs s'est avéré positif au test de dépistage de la brucellose, il a été immédiatement retiré du lot et remplacé.

Les animaux ont reçu un traitement à base d'antiparasitaires (injectable à base d'ivermectine 1% : Ivomec 1ml/50kg et buvable à base d'albendazol 2,5% : Albendazole 25 1,5ml/10kg) et d'une vaccination contre l'entérotoxémie (Ovipan 2ml/animal).

Les boucs sont maintenus en bâtiment pendant toute la durée de l'expérimentation et reçoivent une alimentation constante à base d'orge broyé à raison de 500 g/J/animal, du fourrage et de l'eau à volonté. L'apport vitaminique est assuré par un complément sous forme de poudre incorporée dans la ration alors que les minéraux sont apportés seulement par des pierres à lécher.

La période de 6 mois qui a précédé l'expérimentation était apparemment suffisante pour l'adaptation des boucs au nouveau milieu (structure du groupe, conditions d'élevage et opérateurs).

### I.3- Les mensurations :

#### I.3.1-La circonférence scrotale :

La circonférence scrotale des boucs mise à l'expérimentation a été mesurées à l'aide d'un ruban métrique flexible (**photo : 4-1**). Ces mesures sont réalisées chaque dimanche du mois à partir de 14h de la période d'expérimentation. (**Voir tableau annexe N°1**).



Photo 4-1 : ruban métrique flexible

Les testicules sont maintenues dans le fond des bourses scrotales à l'aide d'une main d'un co-opérateur. Le ruban métrique est appliqué sur la partie la plus grande du périmètre scrotale des gonades sans serrer et d'une manière à assurer un simple contact entre le ruban métrique et les testicules.

La valeur ainsi obtenue correspond au périmètre scrotal (**figure : 4-2**).



Photo 4- 2 : mesure de la circonférence scrotale

### I.3.2- Le comportement sexuel :

Pour étudier les variations saisonnières de comportement, Ahmad et Noakes, (1995) [138] ont adapté une technique mise au point chez les bovins [139] qui consiste à l'exposition d'un mâle, en des tests de durée limitée (10minutes pour chaque animal) avec une femelle œstrogénisée attachée (photo : 4-3), à relever la fréquence d'apparition des différents comportements exprimés : flairage, approche, chevauchement et éjaculation et leurs latences d'apparition.



Photo 4-3 : femelle œstrogénisée attachée

A partir des observations des différents composants du comportement sexuel, un score de 10 points est calculé comme suit: un mâle ne montrant aucun intérêt pour la femelle recevra un score de 0, celui qui chevauche 2 fois mais sans saillir un score de 05 et celui qui s'accouple 02 fois et montre toujours un intérêt pour la femelle, un score de 10. (Voir tableau annexe N°2).

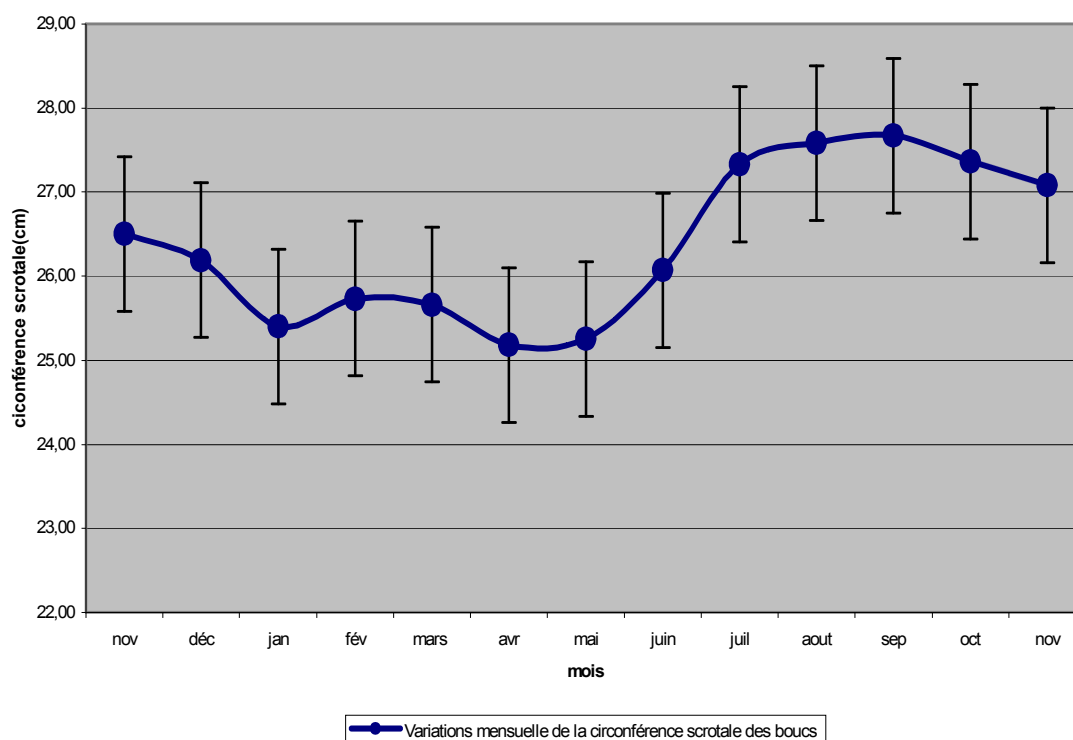
## II- RESULTATS ET STATISTIQUES

### II.1- Evolution de la circonférence scrotale :

Elle commence à augmenter de manière sensible à partir du mois de juin pour atteindre des valeurs maximales au mois de septembre ( $27,67 \pm 0,17$ cm), puis elle se stabilise pendant les mois d'octobre et novembre. La circonférence scrotale prend des valeurs légèrement diminuées au mois de décembre ( $26,19 \pm 0,13$ cm) pour atteindre des valeurs minimales pour la période allant de janvier à mai ( $25,4 \pm 0,07$ cm et  $25,25 \pm 0,17$ cm respectivement). (Tableau: 04; Graphe : 01).

Mois	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov
Moyenne mensuelle	26.5	26.19	25.4	25.73	25.66	25.18	25.25	26.07	27.33	27.58	27.67	27.36	27.08
Ecart type	0.26	0.13	0.07	0.14	0.24	0.11	0.17	0.48	0.44	0.16	0.17	0.07	0.05

Tableau n° 04 : Variations mensuelles de la circonférence scrotale



Graph N° 01 : Variations mensuelles de la circonférence scrotale

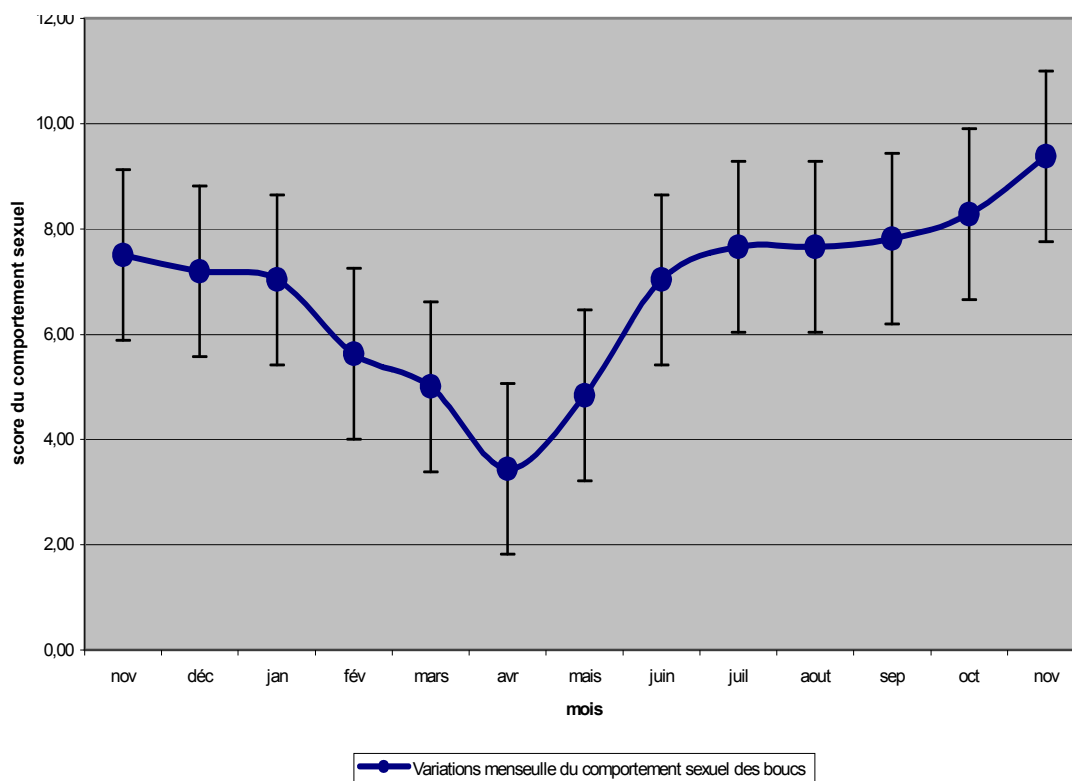
## II.2- Evolution du comportement sexuel :

Le comportement sexuel varie lui aussi au cours de l'année chez ces mêmes boucs étudiés. Le comportement sexuel est passé du score de  $4,84 \pm 1,28$  enregistré au mois de mai pour atteindre la valeur de  $7,03 \pm 0,78$  au mois de juin, puis se stabilise autour du score de  $7,71 \pm 0,08$  jusqu'au mois de septembre. Elle culmine au mois d'octobre et novembre ( $8,83 \pm 0,55$ ). Une légère diminution est observée pour les mois de décembre et janvier ( $7,19 \pm 0,62$  et  $7,03 \pm 1,38$  respectivement). Des valeurs minimales sont enregistrées pendant la période allant de février à mai ( $5,63 \pm 0,51$  et  $4,84 \pm 1,28$  respectivement). (Tableau : 05; Graphe : 02).

Mois	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov
<b>Moyenne mensuelle</b>	7.5	7.19	7.03	5.63	5	3.44	4.84	7.03	7.66	7.66	7.81	8.28	9.38
<b>Ecart type</b>	0	0.62	1.38	0.51	1.14	0.36	1.28	0.78	0.31	0.93	0.80	1.79	0

Tableau N° 05 : Variations mensuelles de comportement sexuel





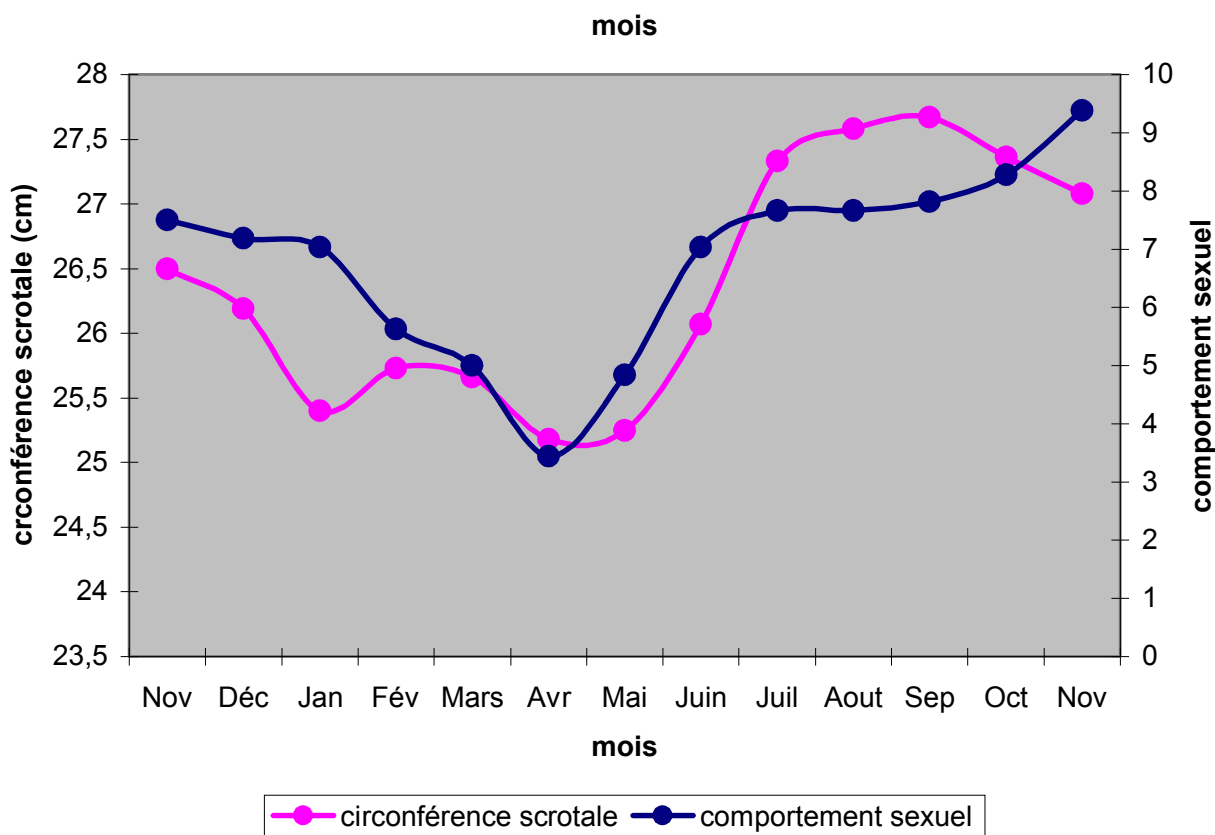
Graphique N° 02 : Variations mensuelles de comportement sexuel

Des constats ont été relevés tout au long de l'étude, et méritent d'être signalés, à savoir :

- L'intensité du comportement sexuel augmente de manière palpable à partir de juin. Ceci est observé chez les caprins de la région, constat qui a été remarqué et relevé chez les éleveurs.
- La latence à la deuxième éjaculation augmente de façon nette à partir du mois de janvier et jusqu'au mois d'avril, elle coïncide avec la diminution de la circonférence scrotale avec baisse du comportement sexuel pour la plupart des boucs étudiés.
- Le sperme qui est laiteux entre les mois de février jusqu'en mai, devient de plus en plus crémeux à partir du mois de juin.
- L'odeur particulière des boucs devient forte à partir du mois de juin, elle s'ajuste à l'augmentation du comportement sexuel et de la circonférence scrotale. Cette odeur devient très marquée durant l'été, se propageant ainsi sur un grand périmètre, jusqu'à en susciter la réaction des riverains du lieu de l'expérimentation.

### II.3- Comparaison entre le comportement sexuel et la circonférence scrotale :

La comparaison entre les variations annuelles de la circonférence scrotale et celles du comportement sexuel a révélé une évolution similaire au cours de l'année. Sauf qu'il existe un décalage aux environs de 4 semaines entre le pic de ces deux paramètres. Celui de la circonférence scrotale est atteint au cours de la deuxième semaine de septembre, tandis que le pic du comportement sexuel survient au cours de la deuxième semaine d'octobre.



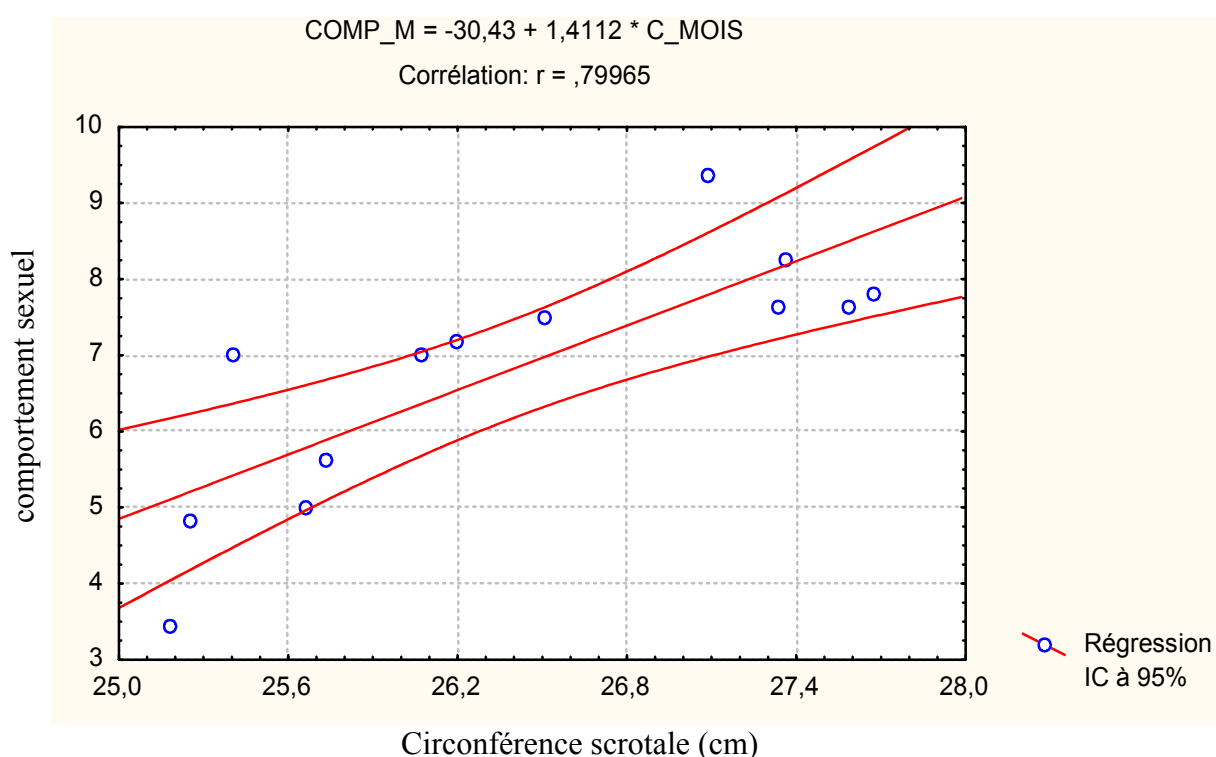
Graph N° 03 : Comparaison entre les variations mensuelles de la circonférence scrotale et le comportement sexuel

L'étude de la relation entre la circonférence scrotale et le comportement sexuel révèle qu'il existe une corrélation significative entre ces deux paramètres ( $r = 0.799$ , environ 0.8 ;  $\alpha = 5\%$  ;  $p < 0.05$ ) (Statistica 97) (Tableau : 06 ; Graphe : 04).

Tableau n°06 : Corrélations entre la circonférence scrotale et le comportement sexuel, à  $p < ,05000$

N=13 (Suppression des Observations à VM)

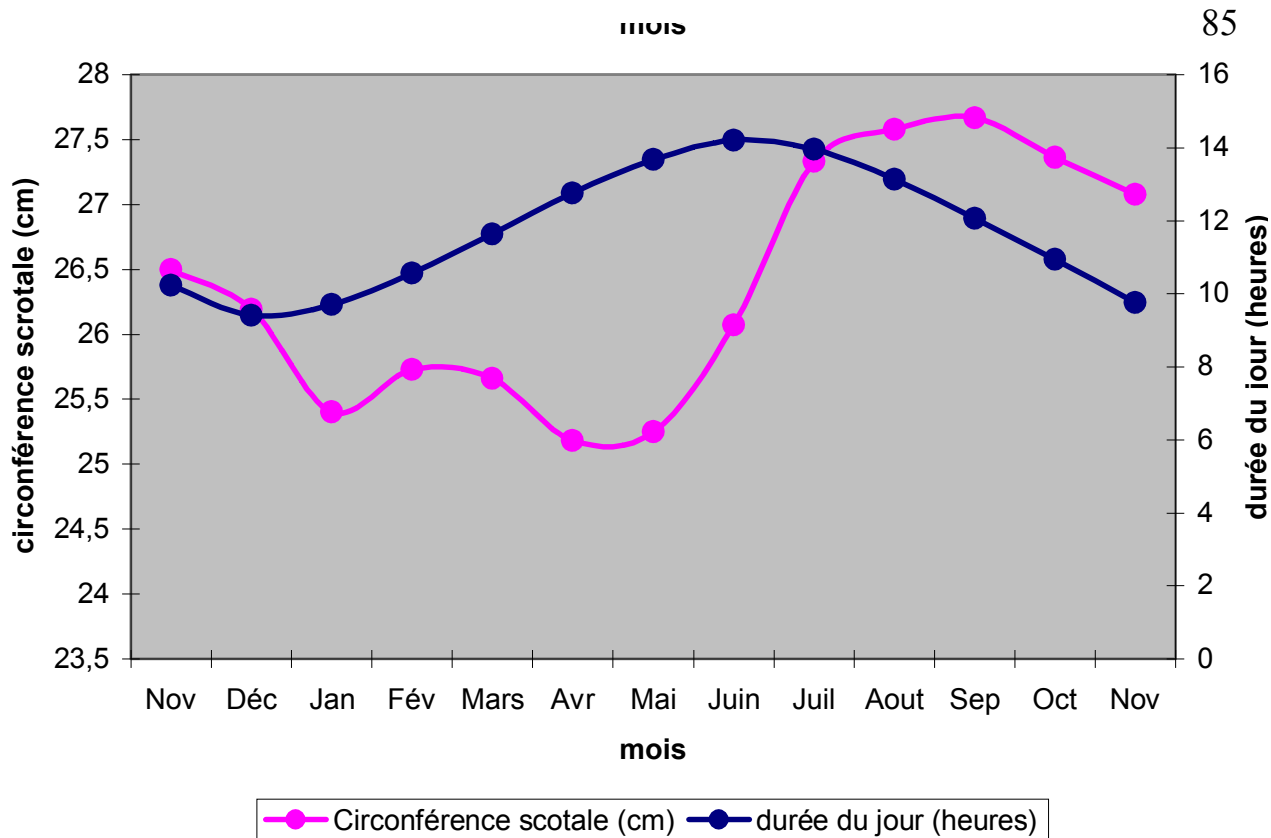
	<b>Circonférence scrotale (mois)</b>	<b>Comportement sexuel (mois)</b>
<b>Circonférence scrotale (mois)</b>	<b>1,000</b> p= ----	<b>,800</b> p= ,001
<b>Comportement sexuel (mois)</b>	<b>,800</b> p= ,001	<b>1,000</b> p= ----



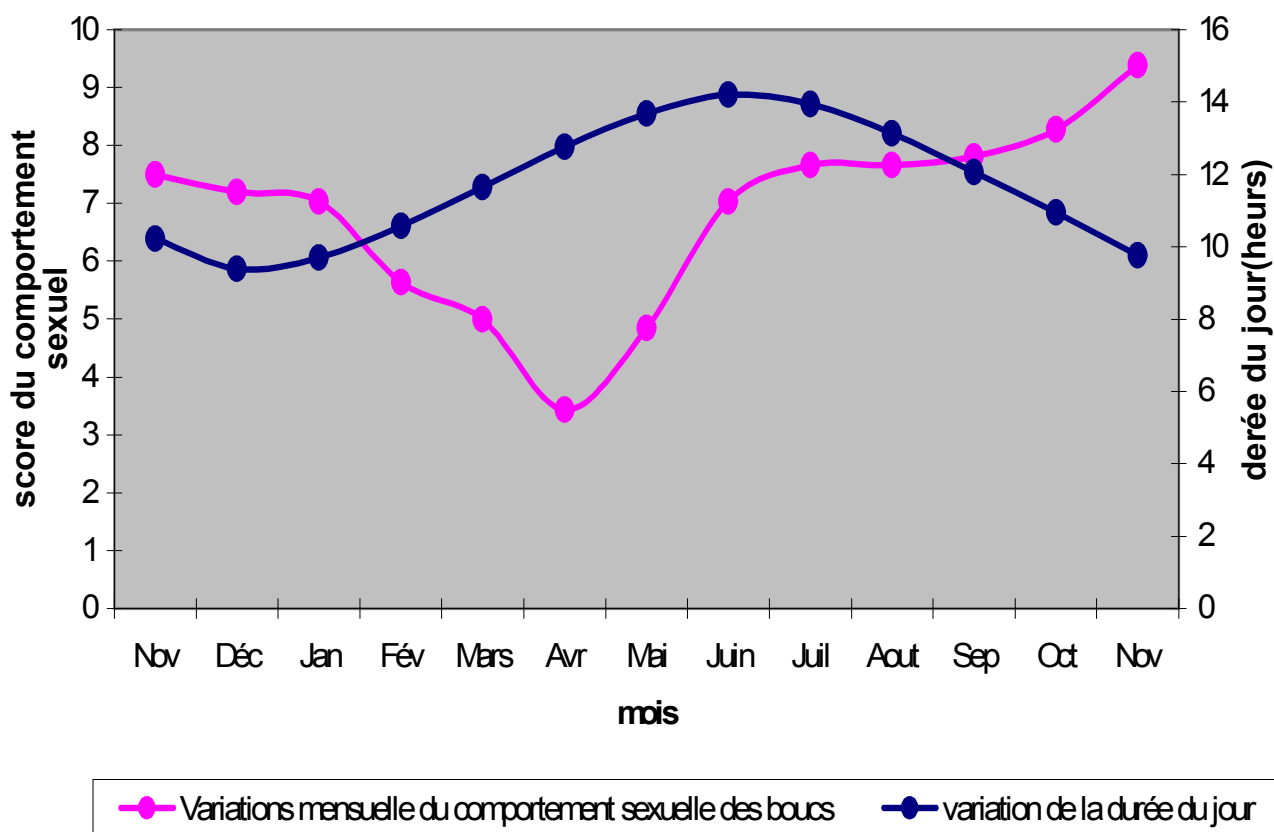
Graph n° 04 : Corrélation entre la circonférence scrotale et le comportement sexuel des boucs de la race locale étudiés.

#### II.4 - Comparaison entre la durée du jour, la circonférence scrotale et le comportement sexuel :

La circonférence scrotale et le comportement sexuel ne dépendent pas directement de la durée du jour pour les boucs étudiés. Ces deux paramètres augmentent durant les jours longs (mai et juin). Elles diminuent durant les jours courts (novembre et décembre) (Graphes : 05 et 06).



Graphe N° 05 : Comparaison entre la circonférence scrotale, et la durée du jour



Graphe N°06 : Comparaison entre le comportement sexuel, et la durée du jour.

## II.5- Description du comportement sexuel des boucs étudiés :

Les différents éléments du comportement sexuel mâle ont été étudiés sur les 08 boucs qui ont fait partie de notre expérimentation illustrés par les photos suivantes :

**Photo 1 :** Approche latérale du mâle.

**Photo 2 :** Flairage de la région ano-génitale de la femelle.

**Photo 3 :** Le flehmen.

**Photo 4 :** Aspersion de l'urine sur le mufle.

**Photo 5 :** Les mouvements de patte antérieure.

**Photo 6 :** L'érection.

**Photo 7 :** Chevauchement de la femelle.

**Photo 8 :** Intromission et éjaculation.



Photo 1 : Approche latérale du mâle.



Photo 2 : Flairage de la région ano-génitale de la femelle.



Photo 3 : Le flehmen.



Photo 4 : Aspersión de l'urine sur le mufle.



Photo 5 : Les mouvements de patte antérieure.

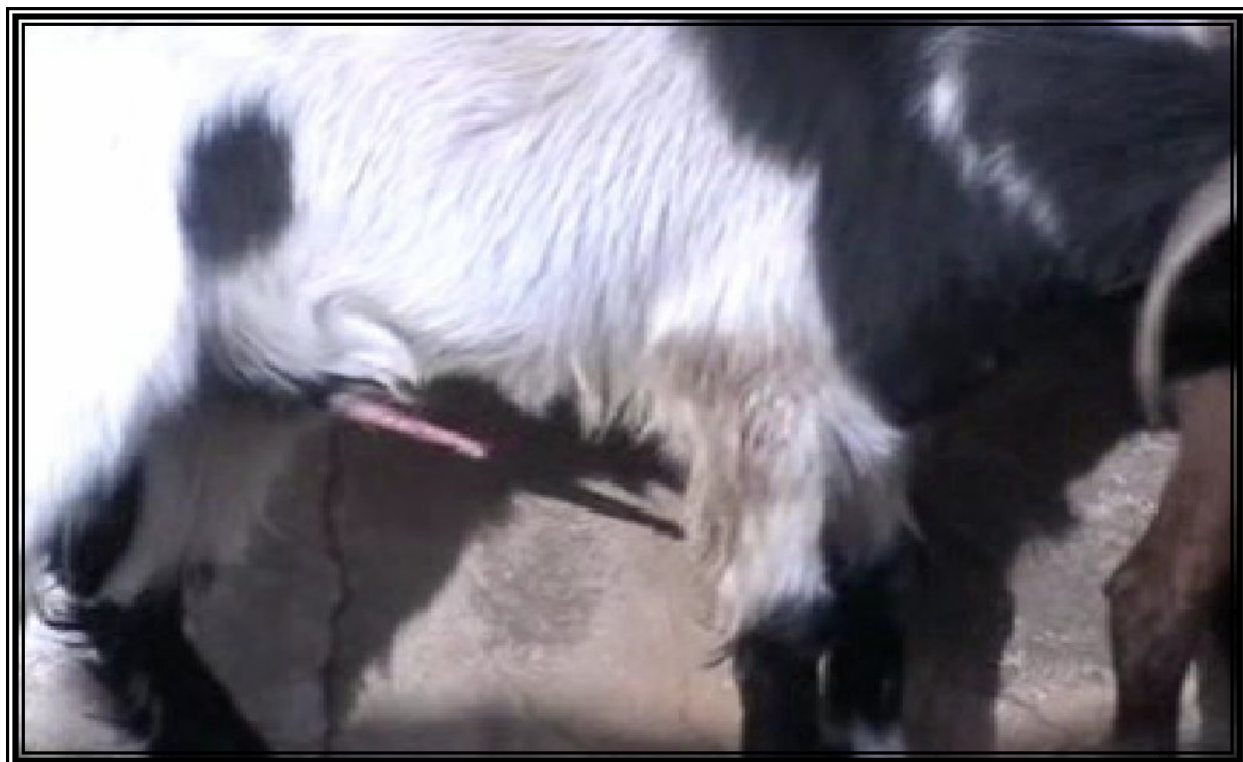


Photo 6 : L'érection



Photo 7 : Chevauchement de la femelle





Photo 8 : Intromission et éjaculation

#### II.6 - Effet du contexte social de stimulation

Le contexte social en situation d'expression du comportement sexuel est également important. Des mâles ayant vu, juste avant leur exposition à une femelle, d'autres mâles courtisé celle ci, et présentent une période d'inactivité plus courte entre deux éjaculations avec une fréquence d'éjaculation plus élevée que des mâles testés seul.

Dans notre groupe d'animaux étudiés, et suivant la hiérarchie existante dans ce groupe, on a remarqué que le mâle dominant montre un intérêt sélectif envers la femelle présentant un bon état physique (gabarit).

Lors des séances d'exercice, les mâles spectateurs présentent un comportement compétitif et/ou un comportement d'homosexualité. Ce dernier devient plus marqué à l'augmentation du nombre des mâles dans le groupe.

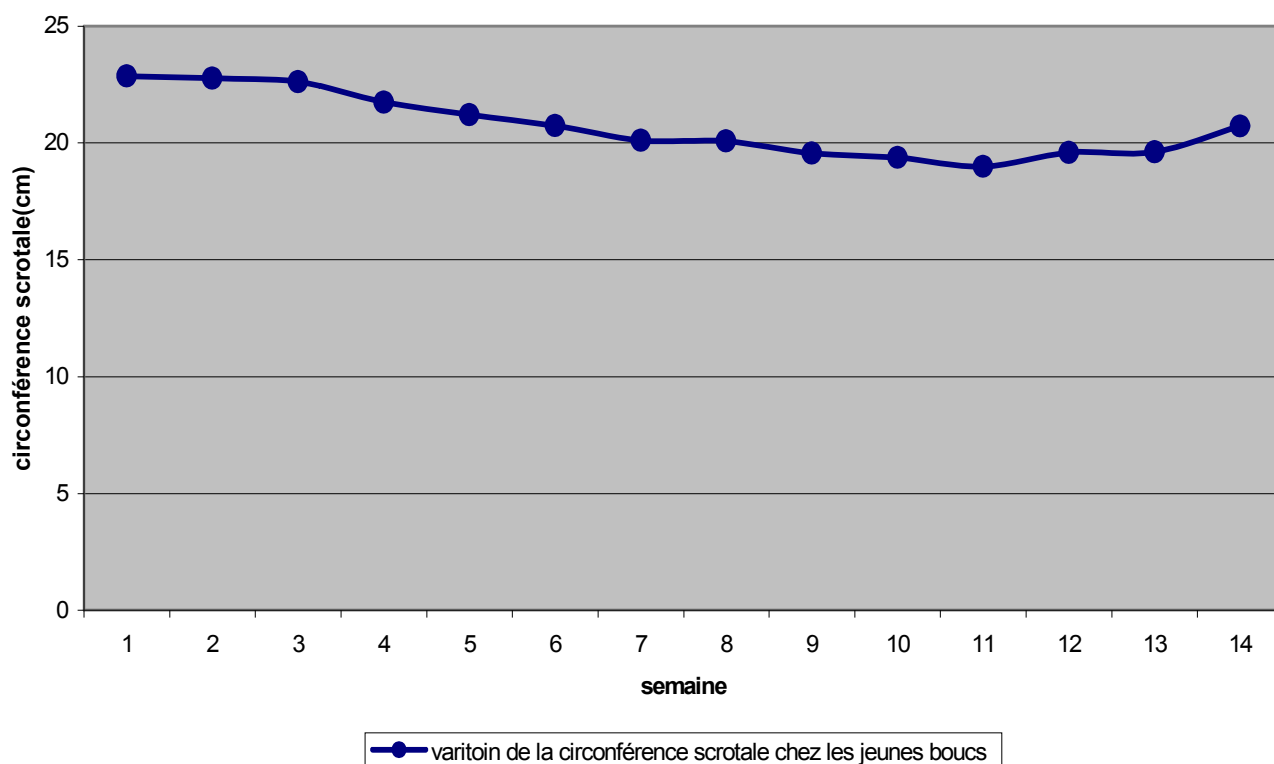
Le mâle dominant est toujours proche de la femelle en la protégeant de l'approche des autres mâles. Cette dominance montre que les boucs cèdent toujours la place au

dominant. L'isolement de ce dernier, du groupe fait apparaître, après combat, un autre mâle maîtrisant le groupe de nouveau.

Certains mâles présentent une perturbation de leur activité sexuelle comme réaction à l'effet de l'opérateur.

Du mois de juillet au mois d'octobre 2004, un groupe de mâles prépubères âgés d'environ 4 à 6 mois a été introduit au sein des mâles adultes. Sur cette période, on a procédé à la mesure hebdomadaire de la circonférence scrotale. Les résultats sont mentionnés dans un tableau (voir annexe).

Les moyennes hebdomadaires de la circonférence scrotale de ces jeunes boucs suivent une diminution progressive, depuis leur introduction jusqu'au deux dernières semaines d'octobre où les valeurs du périmètre scrotal commencent à augmenter (graphe 8).



Graphe 07 : Variation de la circonférence scrotale chez les jeunes boucs

Cette diminution des moyennes de la circonférence scrotale peut être expliquée par l'inhibition de l'activité sexuelle des jeunes mâles (retard pubertaire) due à la présence des boucs adultes, avec l'augmentation de l'expression d'un comportement d'homosexualité juste à l'introduction des jeunes boucs.

L'isolement du lot des mâles adultes, des jeunes mâles avec femelle la veille de l'exercice a entraîné l'augmentation de la circonférence scrotale. Il en ressort que la structure du groupe n'influence l'expression de l'activité sexuelle des races locales.

### III- DISCUSSION

Chez les caprins, comme dans la plupart des espèces, l'expression du comportement sexuel dépend à la fois de facteurs internes notamment le taux d'hormones stéroïdes, et externes. Chez le bouc, le niveau d'activité sexuelle fluctue au cours de l'année en liaison avec le taux de testostérone. Cependant, cette dépendance est plus limitée que dans d'autres espèces et peut être modulée par l'environnement social : présence d'un congénère, exposition régulière à des femelles réceptives. Les boucs sont donc très sensibles à l'effet de l'environnement social qui peut être utilisé comme moyen de manipuler le cycle reproductif (effet mâle pendant la période d'anoestrus par exemple).

#### III.1- La circonférence scrotale :

Les résultats de notre étude montrent une augmentation de la circonférence scrotale pendant les saisons d'été et de l'automne, puis s'en suit une diminution en hiver et particulièrement durant le printemps. Aussi, il est à remarquer qu'il n'existe aucun arrêt de l'activité sexuelle des boucs étudiés durant toute l'année. Nos observations s'apparentent à ceux trouvées chez les boucs vivants dans des régions subtropicales.

Chez la race Damascus (race jordanienne), Ahmed et al. (2003) [140] rapportent que la circonférence scrotale commence à augmenter pendant le printemps et l'été, pour atteindre sa valeur maximale le mois d'août. En général, les valeurs les plus élevées de la circonférence scrotale ont été enregistrées en été et en automne, ce qui correspond aux résultats recensés dans notre étude.

Ahmad et Noakes (1995) [138], ont trouvé chez les boucs anglais (British bucks), des valeurs élevées de la circonférence scrotale durant les saisons de l'été et de l'automne.

Selon Walkdean Brown et al. (1994) [121], la reprise saisonnière de l'activité sexuelle s'effectue, chez les boucs australiens de la race cachemire, en fin d'été et à

l'automne s'accompagnant d'une augmentation de poids vif, de la circonférence scrotale, de l'intensité de l'odeur sexuelle, de la concentration plasmatique de la testostérone et d'une diminution de la quantité de la nourriture ingérée.

Chez des mâles de la même race, maintenus en bâtiments et recevant une alimentation constante, il existe également des variations saisonnières du poids testiculaire et de la production spermatique. [120]

Ces résultats corroborent avec les nôtres, en ce qui concerne les variations mensuelles de la circonférence scrotale, car cette dernière est fortement liée au poids testiculaire.

Selon Delgadillo et al. (1999) [141], les valeurs minimales du poids testiculaire (90g) et la concentration plasmatique de la testostérone (0.1ng/ml) ont été observées en janvier et février respectivement, tandis que les pics étaient observés en juillet et août (145g et 10ng/ml respectivement). Ainsi, la latence à l'éjaculation est basse (96 sec) entre mai et novembre et touchant le pic en avril (183 sec).

Le nombre minimal des spermatozoïdes par éjaculation survient entre février et avril ( $1,4 \times 10^9$  spz/éjaculation), tandis que le nombre maximal s'observe entre mai et septembre ( $2,8 \times 10^9$  spz/éjaculation). La motilité spermatique linéaire est basse entre janvier et avril (environ 3,02) et s'élève entre mai et novembre (environ 3,55). Le pourcentage des spermatozoïdes vivants diminue entre janvier et avril (68% en avril) puis il augmente aux alentours de 80% entre mai et novembre.

Ces résultats mènent à conclure que les boucs de la race créole au nord du Mexique, constamment nourris, manifestent une saisonnalité dans leur activité de reproduction. L'activité sexuelle intense survient entre mai et décembre.

Dans l'espèce caprine, la division du scrotum en deux poches distinctes qui conduit à une meilleure thermorégulation des testicules, est décrite dans plusieurs race tropicales qui sont mieux adaptés au climat chaud [16]. Par contre, dans l'espèce ovine de la race locale, les béliers sont plus sensibles au stress thermique "stérilité d'été du bélier"

[142]. De ce fait, la température élevée n'affecte pas la fonction de reproduction des boucs de la race locale.

Walkdean et al. (1994) [143] rapportent des résultats différents de ceux qui ont été cités. En effet, chez le mâle créole de la Guadeloupe, le diamètre testiculaire ne varie pas au cours de l'année.

Les caprins des zones tempérées manifestent d'importantes variations saisonnières de leur activité sexuelle. Dans les deux sexes, il existe une période d'activité sexuelle minimale qui s'étend, en général, de février à septembre. Chez les boucs de la race alpine et saanen, le poids testiculaire qui est étroitement corrélé à l'activité spermatogénétique du testicule subit des variations saisonnières avec des valeurs basse de janvier à avril et haute de septembre à décembre [64]. Une forte baisse de la motilité individuelle et de la fécondance des spermatozoïdes est également observée entre avril et août [62], [144].

Selon Corteel (1977) [62], le volume des éjaculats des boucs de race alpine et poitévine est élevé en automne et en hiver c'est-à-dire pendant la saison sexuelle. Il atteint un minimum au printemps et en été, c'est-à-dire pendant la période du repos sexuel.

La quantité de spermatozoïdes est elle-même affectée par la saison ; ainsi, le taux des spermatozoïdes mobiles est élevé pendant la saison sexuelle et plus bas en dehors de cette dernière [144]. Ces variations sont sous la dépendance des changements journaliers de la durée d'éclairement (photopériode). Les jours courts sont stimulateurs de l'activité sexuelle, et les jours longs sont inhibiteurs.

Dans notre étude, nous avons constaté, malgré la longueur de la durée du jour en été, que la circonférence scrotale prend des valeurs élevées, ce qui diffère du modèle des races alpines et saanen.

Ceci est probablement dû à la faible amplitude des variations de la photopériode.

### III.2- Le comportement sexuel :

Comme la circonférence scrotale, les variations mensuelles du comportement sexuel ont été moins nettes durant notre étude. Elles suivent une évolution similaire à celle

de la circonférence scrotale. Le comportement sexuel commence à s'accroître au début de l'été, alors que le comportement sexuel atteint son maximum durant cette même période.

Chez le bouc, le niveau de l'activité sexuelle fluctue au cours de l'année en liaison avec le taux de la testostérone.

Selon Delgadillo et al. (1999) [141], les boucs de la race créole vivant au Mexique (région subtropicale), manifestent une diminution de leur activité sexuelle de janvier à avril et la saison sexuelle débute en mai et se terminant en fin d'année avec un pic d'activité en juillet et août, ce qui correspond parfaitement aux variations enregistrées sous nos latitudes.

La latence à l'éjaculation, un des index du comportement sexuel, s'élève pendant les premiers mois de l'année et diminue après le mois de mai.

Ces mêmes auteurs concluent, qu'indépendamment des variations des ressources alimentaires, la saison a une grande influence sur la physiologie de la reproduction de ces animaux.

Des changements significatifs de la sécrétion de la testostérone ont été aussi constatés avec des valeurs basses se produisant entre janvier et avril et des valeurs hautes entre mai et décembre chez la race créole du Mexique [141]. En effet, le nombre de spermatozoïdes est minimal de février à avril, et il augmente à partir de mai.

Ainsi, chez les boucs étudiés, l'élévation du comportement sexuel, précédée par celle de la circonférence scrotale, s'explique par l'élévation du taux de la testostérone se produisant quelques semaines auparavant. Cette dernière 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 des tubes séminifères et de l'activité spermatogénétique.

Aussi nous avons observé des changements dans la couleur de l'éjaculat devenant de plus en plus crémeux.

Ces changements apparaissent différents de ceux observés chez les races caprines en climat tempéré en terme du temps du changement. En effet, sous les conditions

tempérées, l'activité sexuelle intense est observée d'octobre à avril. Semblablement, chez les boucs alpins, les hauts niveaux de la testostérone se produisent durant l'automne et l'hiver [144]. De ce fait, la saison sexuelle en zones subtropicales débute environ 04 mois avant celle des zones tempérées et la période d'activité est plus longue (08 vs 05 mois), ce qui s'accorde avec les résultats que nous avons obtenus sur nos boucs dans notre région.

En d'autres termes, Rouger (1974) [45] a constaté chez les boucs alpins que les éléments de la séquence du comportement sexuel (flairage, monte, saillie) suivent des variations saisonnières très importantes. La fréquence des saillies est maximale d'octobre à janvier et minimale (quasiment nulle) le reste de l'année.

Selon Fabre-Nys (2000) [35], les fluctuations des niveaux du comportement sexuel sont en liaison avec les variations des taux de testostérone.

En zones tempérées, les boucs expriment un comportement sexuel de manière saisonnière pendant l'automne et l'hiver.

L'augmentation des taux de la testostérone de 2 à 20ng/ml est suivie 06 semaines après, par l'apparition du comportement sexuel [45], [138]. D'ailleurs, nous avons remarqué dans notre étude que le pic du comportement sexuel survient environ 4 semaines après celui de la circonférence scrotale. Les deux paramètres restent élevés en automne puis la diminution du taux de la testostérone est suivie, plusieurs semaines après, par celle du comportement sexuel.

Ortavant, 1977 [85] ; Laubser, 1982 [86] ; Branca et Cappai, 1989 [87] ont tous rapporté que, chez les boucs des races saisonnées, le comportement sexuel, le volume testiculaire de même que la production des spermatozoïdes sont influencés par les changements photopériodiques.

### III.3- Effets du contexte social de stimulation :

La mesure de la circonférence scrotale des jeunes boucs introduits au sein des boucs adultes révèle une diminution progressive de cette valeur mesurée. La diminution a débuté une semaine après la date de leurs introduction ; parallèlement, les adultes présentent des valeurs croissantes de la circonférence scrotale.



La motivation et l'efficacité sexuelle d'un bouc à l'intérieur d'un groupe d'animaux peuvent être modulées par une compétition basée sur des relations hiérarchiques de dominance. L'environnement social (présence de partenaires du même sexe ou du sexe opposé) joue aussi un rôle important pour faciliter la pleine expression du comportement sexuel chez le mâle [45], en interaction avec d'autres facteurs tels que la nutrition ou la saison [143].

Chez les mâles adultes, la motivation et l'efficacité sexuelle dépendent à la fois des sécrétions hormonales et des relations sociales entre les animaux. Le début de la saison sexuelle est précédé par une augmentation des androgènes d'origine testiculaire [145] révélée par une spectaculaire augmentation de la concentration plasmatique de la testostérone [146].

Dans l'espèce caprine, l'élevage des mâles en groupe de même sexe pendant la période prépubertaire est néfaste au futur comportement sexuel des boucs, particulièrement ceux qui seront collectés au vagin artificiel. Cet effet se traduit par un accroissement de la latence à l'éjaculation et la nécessité d'utiliser des stimuli artificiels et généralement par un retard du début de l'activité sexuelle : une inhibition complète peut même être observée chez quelques individus [129].

Ces perturbations peuvent être expliquées essentiellement par le développement d'un comportement homosexuel intense conduisant à une inhibition des mâles lorsqu'ils sont placés dans des conditions hétérosexuelles.

Ces données peuvent expliquer la diminution paradoxale de la circonférence scrotale et le comportement sexuel des jeunes boucs introduits au sein du groupe d'adulte du lot étudié en plein moment d'activité sexuelle (juillet – octobre).

De ce fait, dans l'espèce caprine, l'élevage en case individuelle des boucs destinés à être collectés au vagin artificiel apparaît comme la meilleure solution.

## CONCLUSION

Les caprins de la race locale manifestent une activité sexuelle tout au long de l'année. Cette animation s'explique par la conservation des mâles de l'ensemble des composants du comportement sexuel, mais elle n'est pas constante durant l'année.

En effet, l'activité sexuelle montre des variations saisonnières à savoir : intense en été et en automne (diminution de la latence à l'éjaculation, augmentation du nombre de saillies par test, ainsi que les variations de la consistance de la semence) et faible en hiver et au printemps (augmentation de la latence à l'éjaculation, diminution du nombre de saillies par test, ainsi que les variations de la consistance de la semence) avec, respectivement, des valeurs élevées et des valeurs faibles de la circonférence scrotale et du comportement sexuel.

Cependant, l'activité sexuelle des boucs de race locale ne s'annule pas durant l'hiver et le printemps, mais elle présente une simple diminution.

Quant à l'existence de la hiérarchie au sein d'un groupe de mâles, elle peut être à l'origine d'une simple diminution des performances de reproduction, en particulier si le mâle dominant est stérile ou non performant génétiquement. L'élevage en groupe de mâles peut être à l'origine d'une perturbation de l'activité sexuelle. Les adultes exercent toujours une inhibition de la motivation sexuelle vis-à-vis des jeunes boucs. Ce système d'élevage favorise l'expression d'un comportement d'homosexualité.

Pour mieux vérifier l'influence des différents facteurs environnementaux (surtout la saison) sur l'activité sexuelle des boucs de race locale, nous souhaiterions que notre étude soit complétée par :

- L'étude des différents facteurs influençant l'activité sexuelle séparément.
- L'étude de la variation de la testostéronémie des boucs de race locale tout au long de l'année.
- L'étude quantitative et qualitative de la semence.

## APPENDICE A LISTE DES ABREVIATIONS

ABP	: androgen binding protein.
Chr	: chromosome.
Cm	: centimètre.
FSH	: folliculo stimulating hormone.
GnRH	: gonadotrophic releasing hormone.
LH	: luteinising hormone.
CS	: circonférence scrotale.
Comp	: comportement sexuel.
R	: coefficient de corrélation.
LH-RH	: luteinising hormone- releasing hormone.
PGF2 $\alpha$	: prostaglandine F2 $\alpha$ .
Kg	: kilogramme.
G	: gramme.
UFL	: unite fourragère lait.
PDI	: protéines digestibles dans l'intestin grêle.
Ca <sup>++</sup>	: calcium.
P	: phosphore.
Ms	: matière sèche.
DSO	: daily sperm out-put.
DSP	: daily sperm production.
AND	: acide désoxyribonucléique.
$\mu$	: micron.
Ng	: nanogramme.
P450 <sub>scc</sub>	: P450 side chain cleavage.
AMPc	: adenosine monophosphate cyclique.
Ex	: exemple.
ML	: millilitre.
Spz	: spermatozoïde.

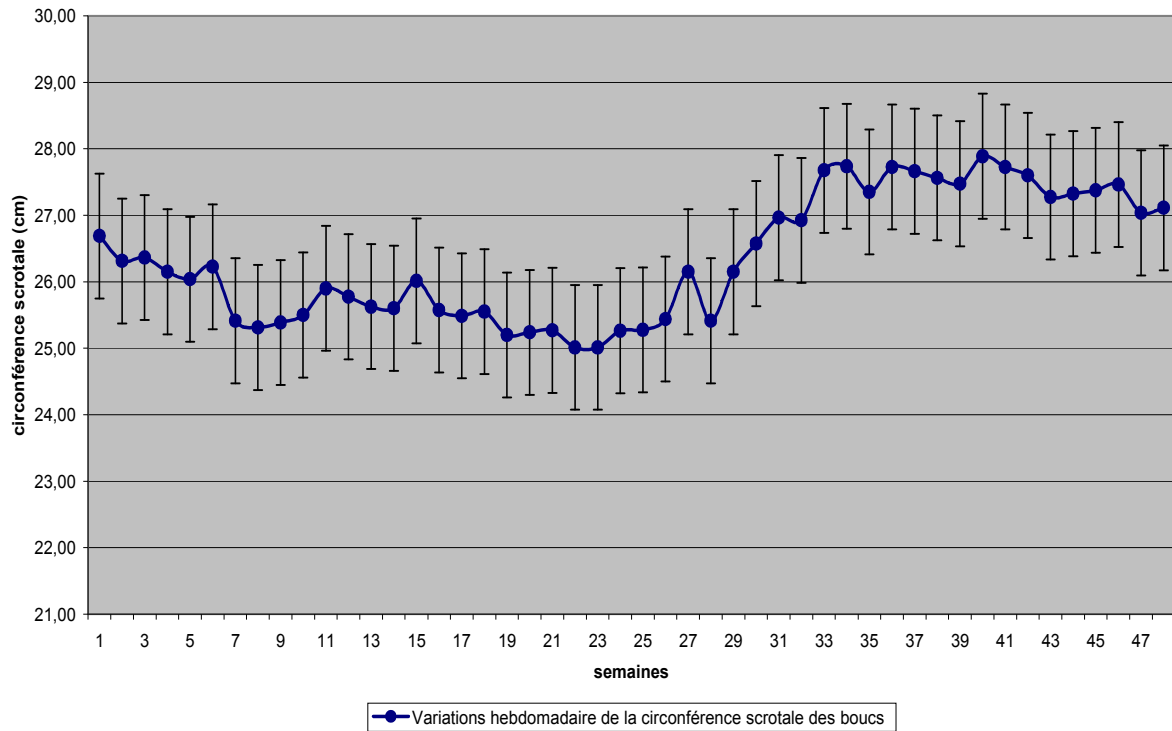
Vs : versus.

P : probabilité.

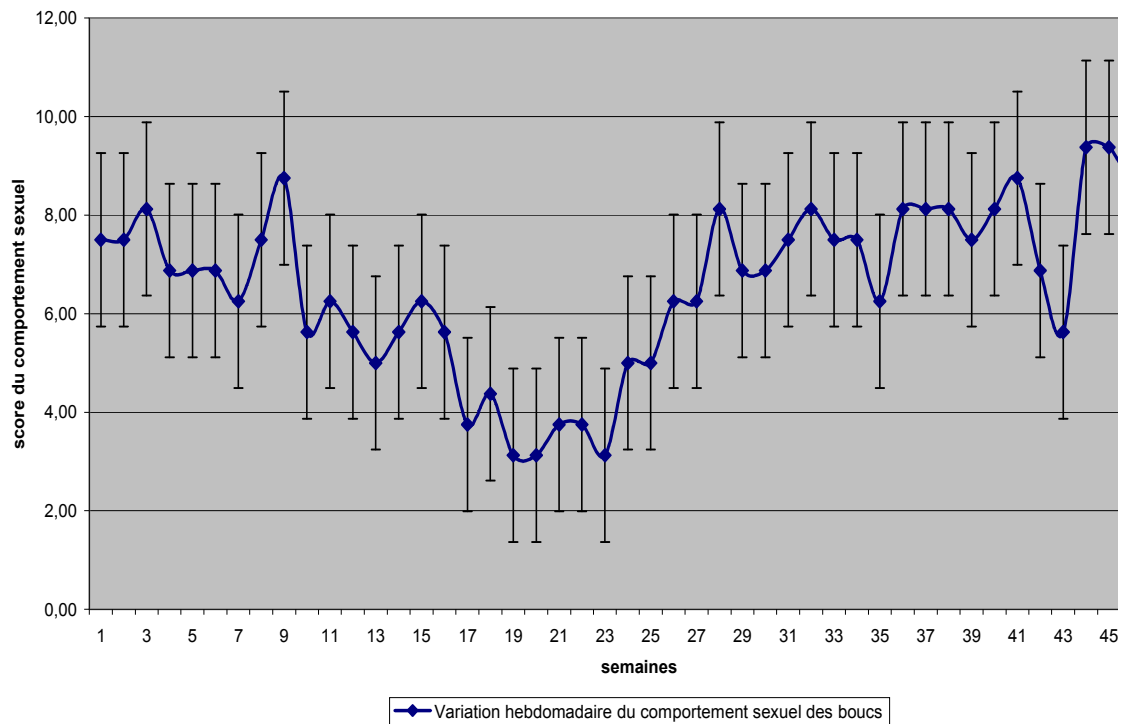
Sec : seconde.

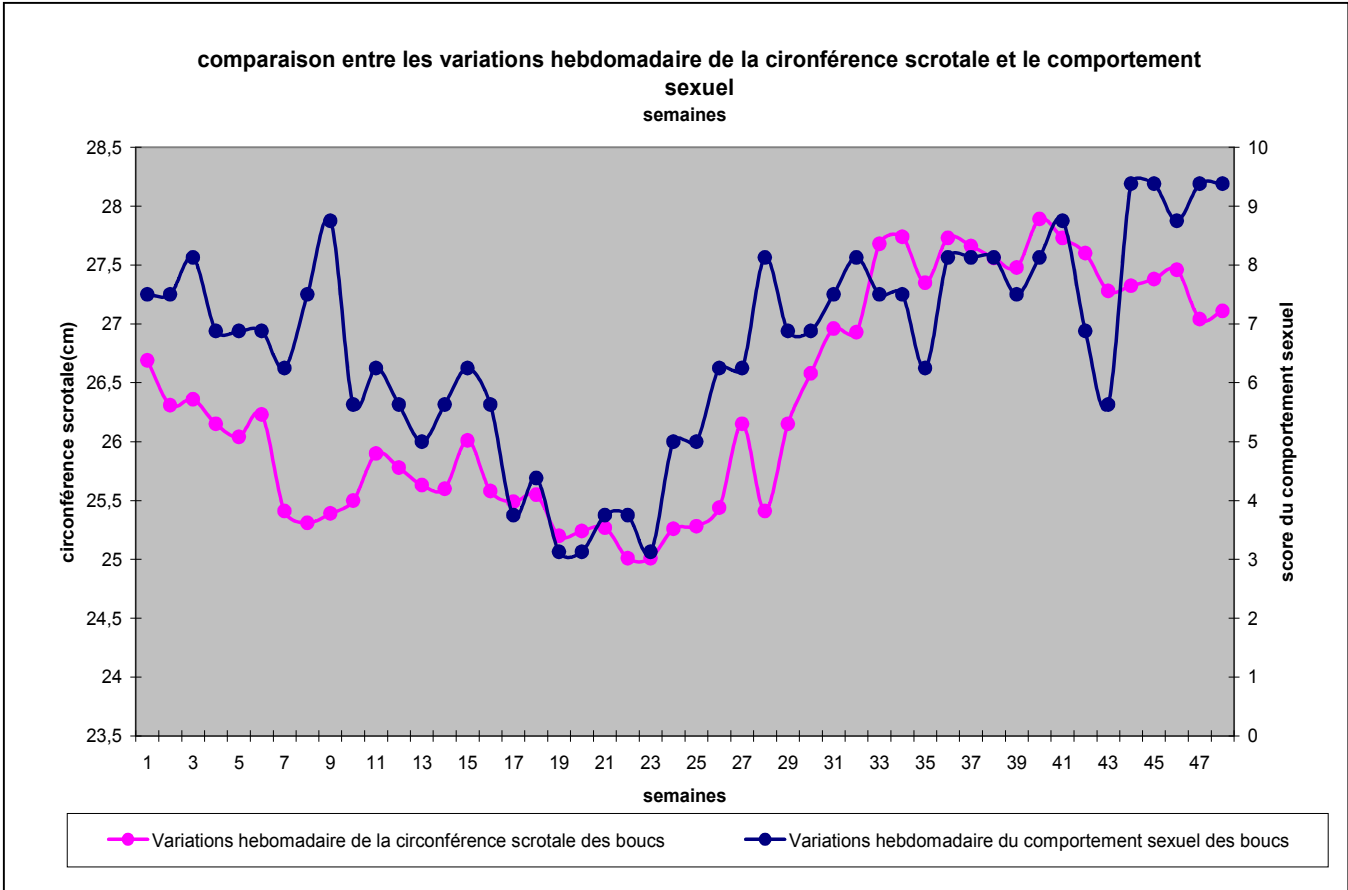
## APPENDICE B

### Variations hebdomadaire de la circonférence scrotale des boucs

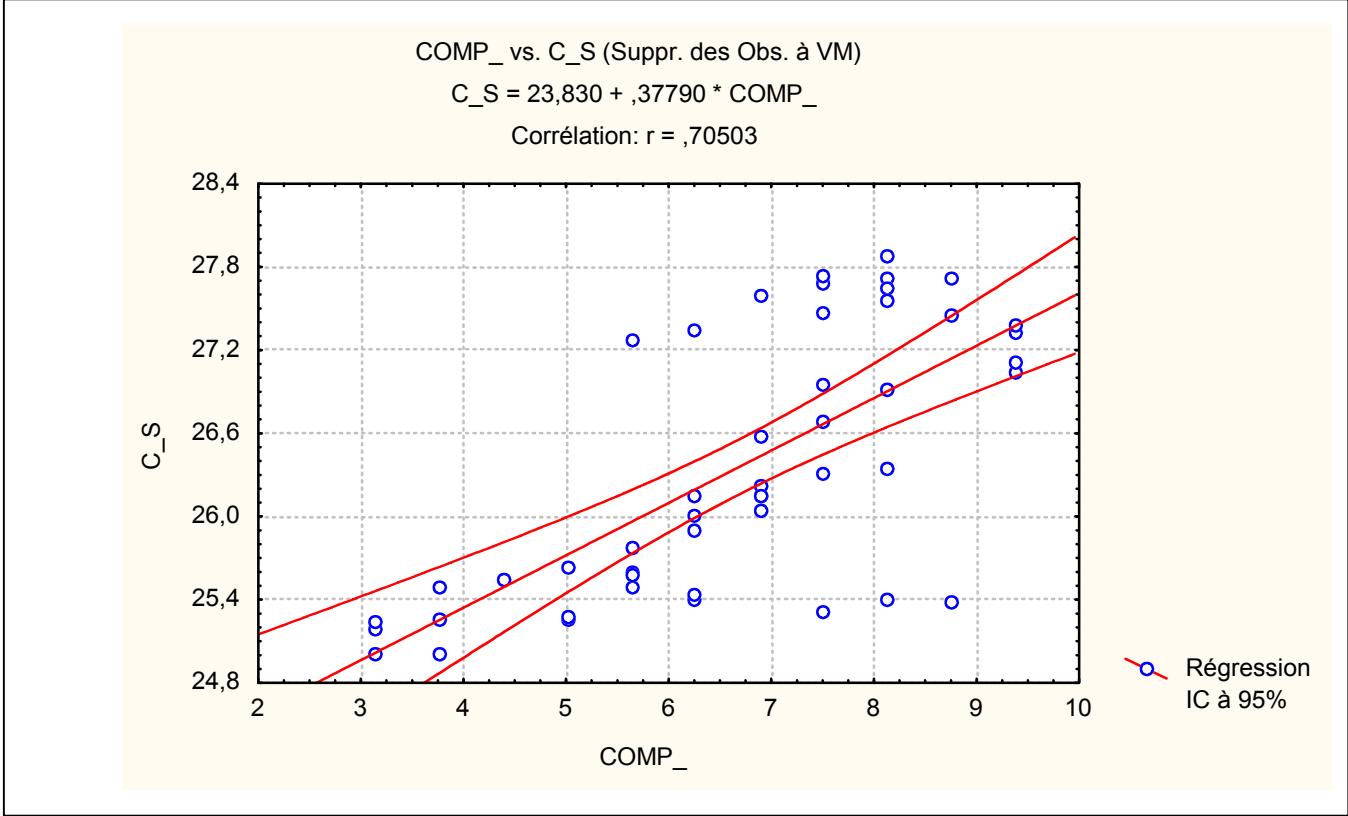


### Variation hebdomadaire du comportement sexuel des boucs





Courbe de corrélation des variations hebdomadaire entre la circonférence scrotale et le comportement sexuel



**APPENDICE C**

**Tableau 01: \ Variations de la circonférence scrotale**

	NOVEMBRE		DECEMBRE			
	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine	4semaine
bouc1	21,10	21,10	21,20	21,00	21,10	21,00
bouc2	22,60	22,70	22,70	22,60	22,70	23,00
bouc3	25,50	25,00	26,00	26,10	25,50	25,60
bouc4	28,00	27,70	27,50	27,50	27,50	27,70
bouc5	29,10	28,50	28,50	28,50	28,50	29,00
bouc6	27,90	27,50	27,20	27,00	26,80	27,20
bouc7	28,30	27,70	27,70	27,20	27,00	27,80
bouc8	31,00	30,30	30,10	29,30	29,20	28,50
<b>moyenne S</b>	<b>26,69</b>	<b>26,31</b>	<b>26,36</b>	<b>26,15</b>	<b>26,04</b>	<b>26,23</b>
<b>moyenne M</b>		<b>26,50</b>				<b>26,19</b>
<b>ecartype Se</b>	3,37106914	3,11422428	2,94864376	2,88394571	2,8162475	2,84291098
<b>ecartype moi</b>		0,26516504				0,1363589

**Tableau 02: Valeurs hebdomadaires du comportement sexuel**

	NOVEMBRE		DECEMBRE			
	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine	4semaine
bouc1	5	5	5	5	5	5
bouc2	5	10	10	10	10	10
bouc3	10	10	10	10	10	10
bouc4	10	5	10	5	5	5
bouc5	10	10	10	10	10	10
bouc6	10	10	10	5	5	5
bouc7	10	10	10	10	10	10
bouc8	0	0	0	0	0	0
<b>moyenne1</b>	<b>7,50</b>	<b>7,50</b>	<b>8,13</b>	<b>6,88</b>	<b>6,88</b>	<b>6,88</b>
<b>moyenne2</b>		<b>7,50</b>				<b>7,19</b>
<b>ecartype S</b>	3,77964473	3,77964473	3,72011905	3,72011905	3,72011905	3,72011905
<b>ecartype M</b>		0				0,625

**Tableau03: Variation de la circonférence scrotale chez les jeunes boucs introduits dans un gr**

	JUILLET		AOÛT			
	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine	4semaine
bouc1	24,6	23,9	23,2	21,7	20,5	19,5
bouc2	23,2	23,3	22,9	22,5	21,7	21,6
bouc3	24,6	24,2	24,6	24,1	23,8	23
bouc4	17,5	18,1	18,6	17,9	17,4	16,4
bouc5	24,1	23,9	23,5	22,5	21,9	21,6
bouc6	23,2	23,2	22,9	21,8	22	22,3
<b>moyenne</b>	<b>22,8666667</b>	<b>22,7666667</b>	<b>22,6166667</b>	<b>21,75</b>	<b>21,2166667</b>	<b>20,7333333</b>
<b>ecartype</b>	<b>2,70382445</b>	<b>2,31833273</b>	<b>2,06631717</b>	<b>2,07243818</b>	<b>2,14794475</b>	<b>2,42459619</b>

JANVIER				FEVRIER		
1semaine	2semaine	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine
20,80	20,80	20,70	20,50	20,80	20,50	20,20
22,20	22,60	22,60	22,40	22,50	22,30	21,70
25,00	25,00	25,20	25,30	26,10	25,20	25,00
26,60	26,30	26,50	26,40	27,00	27,00	26,50
28,60	28,50	29,00	29,20	29,50	30,00	30,20
26,00	25,90	26,20	26,30	26,70	26,70	26,50
26,00	25,90	25,60	26,10	26,50	26,50	26,50
28,10	27,50	27,30	27,80	28,10	28,00	28,40
25,41	25,31	25,39	25,50	25,90	25,78	25,63
			25,40			
2,70578085	2,51931822	2,6302838	2,81424946	2,86904663	3,06861998	3,29837622
			0,07730823			

JANVIER				FEVRIER		
1semaine	2semaine	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine
5	5	10	5	5	5	0
5	10	10	10	10	5	5
10	10	10	5	10	5	5
5	5	5	0	0	5	5
10	10	10	10	5	5	5
5	5	10	5	5	5	5
5	10	5	5	5	5	5
5	5	10	5	10	10	10
6,25	7,50	8,75	5,63	6,25	5,63	5,00
			7,03			
2,31455025	2,67261242	2,31455025	3,20434972	3,53553391	1,76776695	2,67261242
			1,38584736			

roupe de boucs adultes

SEPTEMBRE				OCTOBRE		
1semaine	2semaine	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine
18,8	18,5	17,4	16,7	16,5	17	16,5
22,1	22,5	23	23,5	22,5	23,3	23,6
22,7	23,2	23,4	23,4	22,7	23,4	23,7
14,6	13,6	13,2	13,2	12,4	12,5	12,7
20,4	20	18,4	18	18,3	18,5	18,6
22,1	22,7	22	21,5	21,6	22,8	22,6
20,1166667	20,0833333	19,5666667	19,3833333	19	19,5833333	19,6166667
3,05903035	3,65918935	3,97475366	4,12088178	4,07430976	4,3988256	4,47276946



				AVRIL		
MARS				4semaine	1semaine	2semaine
4semaine	1semaine	2semaine	3semaine			
20,20	20,60	20,40	20,60	20,50	20,20	20,25
21,60	21,50	21,00	21,10	21,20	21,30	21,3
24,50	25,50	24,40	24,60	24,70	24,20	24,25
27,20	26,70	26,80	26,30	26,50	26,10	26,05
30,00	31,20	30,20	30,10	30,20	29,90	30,25
26,50	26,90	26,40	26,30	26,30	25,90	25,9
27,00	27,20	27,50	27,40	27,60	27,30	27,25
27,80	28,50	27,90	27,50	27,40	26,70	26,65
				25,55	25,20	25,24
25,60	26,01	25,58	25,49	27,36		
25,73				3,2919816	3,19061123	3,24309706
3,2928494	3,49874978	3,41791499	3,25639481	1,27630652		
0,13994046						

				AVRIL		
MARS				4semaine	1semaine	2semaine
4semaine	1semaine	2semaine	3semaine			
5	0	5	0	5	5	0
5	10	5	5	5	5	5
5	10	10	5	5	0	0
5	5	5	5	0	5	5
5	5	5	5	5	0	5
5	5	5	0	5	0	0
5	5	5	5	5	5	5
10	10	5	5			
				4,38	3,13	3,13
5,63	6,25	5,63	3,75	6,09		
5,63				1,76776695	2,58774585	2,58774585
1,76776695	3,53553391	1,76776695	2,31455025	2,62078034		
0,51031036						

20,7153846
1,38611604

		MAI				
3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine	4semaine	1semaine
20,30	20,10	19,90	20,40	21,20	21,70	21,90
21,25	20,80	21,10	21,20	21,70	21,60	22,70
24,30	23,80	22,80	23,50	23,20	23,60	23,20
26,00	26,40	26,20	26,20	26,20	26,60	27,50
30,60	29,9	30,90	31,10	30,90	30,60	31,40
25,90	26,10	26,20	26,00	25,80	26,20	26,60
27,20	26,70	26,90	27,10	26,60	26,80	27,70
26,60	26,30	26,10	26,60	26,60	26,40	28,20
<b>25,27</b>	<b>25,01</b>	<b>25,01</b>	<b>25,26</b>	<b>25,28</b>	<b>25,44</b>	<b>26,15</b>
	<b>25,18</b>				<b>25,25</b>	
3,30874787	3,26996614	3,55706038	3,46242586	3,16171292	3,0104283	3,27021188
	0,11494734				0,17540875	

		MAI				
3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine	4semaine	1semaine
5	5	0	5	5	5	5
5	5	0	5	5	10	10
10	5	0	5	10	10	10
0	0	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5
0	0	5	5	0	5	5
0	5	5	5	5	5	5
<b>3,75</b>	<b>3,75</b>	<b>3,13</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>6,25</b>	<b>6,25</b>
	<b>3,44</b>				<b>4,84</b>	
3,53553391	2,31455025	2,58774585	0	2,67261242	2,31455025	2,31455025
	0,36084392				1,28847051	

JUN			JUILLET			
2semaine	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine	4semaine
21,30	21,80	22,50	22,80	22,30	23,40	23,00
22,40	22,70	22,90	23,00	23,50	23,60	24,40
23,30	23,30	23,50	23,80	24,50	25,00	25,20
27,50	27,20	27,60	28,30	28,50	29,30	30,00
30,90	32,10	32,00	32,50	31,50	32,00	32,20
22,60	26,80	27,60	27,80	27,50	28,20	27,70
27,40	27,30	27,50	27,90	27,90	29,10	28,50
27,90	28,00	29,00	29,60	29,70	30,80	30,90
25,41	26,15	26,58	26,96	26,93	27,68	27,74
		26,07				27,33
3,44277193	3,39369163	3,3345593	3,46448821	3,19363206	3,28318225	3,28717747
		0,48308632				0,44123406

JUN			JUILLET			
2semaine	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine	4semaine
10	5	5	5	10	5	5
10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10
10	5	5	5	0	5	5
5	5	5	10	10	10	10
5	5	5	5	10	5	5
5	5	5	5	5	5	5
10	10	10	10	10	10	10
8,13	6,88	6,88	7,50	8,13	7,50	7,50
		7,03				7,66
2,58774585	2,58774585	2,58774585	2,67261242	3,72011905	2,67261242	2,67261242
		0,78644109				0,3125

AOUT				SEPTEMBRE		
1semaine	2semaine	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine
23,00	23,90	23,10	23,20	23,50	23,50	22,90
24,50	24,80	24,80	24,60	23,70	25,00	24,50
24,90	25,00	25,20	25,30	24,80	25,50	25,60
29,80	29,50	30,60	30,00	30,70	31,40	31,20
31,90	32,10	31,60	31,20	31,20	31,00	30,80
27,20	27,90	27,50	27,80	27,20	27,70	27,80
27,90	28,70	28,80	29,00	28,80	29,00	28,70
29,60	29,90	29,70	29,40	29,90	30,00	30,30
27,35	27,73	27,66	27,56	27,48	27,89	27,73
			27,58			
3,05052689	2,8937124	3,03970746	2,86851754	3,14404198	2,95317626	3,10103669
			0,16425336			

AOUT				SEPTEMBRE		
1semaine	2semaine	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine	3semaine
5	5	10	5	5	10	10
10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10
0	5	5	5	5	5	10
5	10	10	10	10	10	10
5	10	5	5	5	5	5
5	5	5	10	5	5	5
10	10	10	10	10	10	10
6,25	8,13	8,13	8,13	7,50	8,13	8,75
			7,66			
3,53553391	2,58774585	2,58774585	2,58774585	2,67261242	2,58774585	2,31455025
			0,9375			

	OCTOBRE				NOVEMBRE	
4semaine	1semaine	2semaine	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine
22,30	22,70	22,30	22,50	22,50	22,30	22,20
24,30	24,40	24,70	24,50	25,30	24,50	24,80
26,20	25,50	25,50	25,50	25,70	26,00	26,00
30,80	30,60	30,20	30,50	30,50	29,70	29,80
30,80	29,90	31,20	30,00	29,80	29,50	29,70
27,70	27,50	27,30	27,70	28,00	27,30	27,20
28,70	27,60	27,40	28,00	27,40	27,00	27,20
30,00	30,00	30,00	30,30	30,50	30,00	30,00
27,60	27,28	27,325	27,38	27,46	27,04	27,11
27,67				27,36		27,08
3,12592843	2,87538817	3,06861998	2,95816063	2,84401	2,72445932	2,75133085
0,17629727				0,07995767		0,05303301

	OCTOBRE				NOVEMBRE	
4semaine	1semaine	2semaine	3semaine	4semaine	1semaine	2semaine
5	0	5	5	10	5	5
10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10
5	0	10	10	10	10	10
10	5	10	10	10	10	10
5	5	10	10	5	10	10
5	5	10	10	5	10	10
5	10	10	10	10	10	10
6,88	5,63	9,38	9,38	8,75	9,38	9,38
7,81				8,28		9,38
2,58774585	4,1726148	1,76776695	1,76776695	2,31455025	1,76776695	1,76776695
0,80687153				1,79517583		0

moyenne	ecartype
27,31	1,40
26,51	0,93158625

moynne	ecartype
6,15	3,11
6,89	1,55396306

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Statistique FAO., 2004. **“Evolution du l’effectif dans le monde”**.
2. Ministère de l’agriculture. 2003. **“Evolution des productions agricoles de 1990-2003”**.
3. Hellal F., 1986. **“Contribution à la connaissance des caprins Algériennes : Etude de l’élevage caprin en système d’élevage extensif dans les différentes zones de l’Algérie du nord”**. These : Ing. INA. Alger. 78P.
4. Barone R., 1978. **“Anatomie comparée des mammifères domestiques”**. Tome 3, splanchnologie, Fascicule 2, appareil urogénital, 951p.p89-239.
5. Chatelain E., 1987. **“ Atlas d’anatomie de la chèvre”**. Capra hircus INRA. P151.153.
6. Vaissaire J-P., 1977. **“Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoires”**. MALOINE S.A. EDITEUR. 457p.p81-155.
7. Montane L., Bourdelle E., 1978. **“Anatomie régionale des animaux domestiques II”**, les ruminants, 2<sup>ème</sup> ed, 1vol, 473p, JB BAILLERE éd paris.
8. Corey J-C 1991. **“ La chèvre”**, la maison rustique ed paris p256 p143.
9. Thibaut C., 2001. **“La reproduction chez les mammifères et l’homme”**. INRA. Ellipses Edition Marketing S. A., 2001. 928p.
10. Grau H., Walter P., 1975. **“Précis d’histologie et d’anatomie microscopique des animaux domestiques”**, Vigot Frères, Editeur, 188p, p110-121.
11. Fournier-Delpeche S., Thibault C., 1991. Dans **“La reproduction chez les mammifères et l’homme”**, l’épididyme et les glandes annexes, 768p, p256-272, édition marketing.
12. Dacheux F., Dacheux J-L., 2001. Dans **“La reproduction chez les mammifères et l’homme”**, p290-315.
13. Dupoy J-P., 1993. **“Hormones et grandes fonctions”**, tome2, pages512, p400-418, ed marketing.
14. Dadoune J-P., Demoulin A., 2001. Dans **“La reproduction chez mammifères et l’homme”** de C. THIBAUT, structure et fonction du testicule, Levasseur édition marketing, p 256 à 288.
15. Dadoune J-P., 1998. **“Histology”**. Medecine-Science. Flammarion. P462.

16. Baril G., Chemineau P., Cognie Y., Guerin Y., Leboeuf B., Orgeur P., Vallet J. C., 1993. **“Manuel de formation pour l’insémination artificielle chez les ovins et les caprins”**. FAO 1993. 235p. 333-356.
17. George G., 1996. **“Cours d’histologie”**, cours du PCEM.
18. Albert et Jean., 2001. **“Biologie du développement”** .5<sup>ème</sup> édition de l’abrégé.
19. Bonne et al., 1988. **“Reproduction des mammifères d’élevages”**; collection inrap. édition foucher, 239p, p43-52.
20. Thibault C., 1975. **“La fécondation”**, 1 vol. Masson (1995). 20
21. Mc. Donald Me., 1980. **“Veterinary endocrinology and reproduction”**. Lea et Febiger edition 3<sup>rd</sup> 560 p.
22. Elftman. H. 1963. Am. J. Anat.,1963,113. 25-33.
23. Chemineau P., Delgadillo J. A., 1994. **“Neuroendocrinologie de la reproduction chez les caprins”**. INRA Prod. Anim., 1994, 7 (5), 315-326.
24. Robel P., 2001. Dans **“La reproduction chez les mammifères et l’homme”**, p144-153.
25. Nathalie J., et al., 1987. **“L’hormone anti mullérienne”**. M/S : 3 :444 -52.
26. Dekerester D. M., Kerr J. B., 1988. **“The cytology of the testis”**. Raven Press New York p837-932.
28. Phillips R. W., et coll., 1943. Cornell veter. 33, 227-235.
29. Eaton.O. N et coll. 1952. Am. J. Vet. Res., 13, 537-544.
30. Dussardier. M. B 1952. Thèse doctorat. Vét., Toulouse, n°32.
31. Altman (P. L) et coll., 1961. **“Blood and other body fluids”**. Vol1. Fed. Am. Soc. Exp. Boil., 540p.
32. Commarnat J., 1966. Thèse doctorat Alfort, n°24.
33. Thibault C., 1993. **“La reproduction des vertébrés”**.
34. Signoret J-P., Balthazart J., 1991. Dans **“la reproduction chez et les mammifères et l’homme”**, le comportement sexuel, 786p, p513-536, édition marketing.
35. Gordon., I 1997. **“Controlled reproduction in sheep and goats”**. CAB International publ. UK.
36. Fabre-nys C., 2000. **“Le comportement sexuel des caprins”**: contrôle hormonal facteurs sociaux, INRA prod. Anim., 13, 11-23.



37. Signoret J-P., LEVY F., NOWAK R., ORGEUR P., SCHAAL B., 1997. "Le rôle de l'odorat dans les relations interindividuelles des animaux d'élevage", INRA prod.anim.10, 339-348.
38. Beach F.A., 1976. "Sexual attractiveness, proceptivity and receptivity in female mammals. Hormones and behavior", 7,105-138.
39. Ladewig et al., 1980. "Flehmen in male goats: role in sexual behavior-behav.neuralbiol", 3a, 312-322.
40. Girod., 1969. "Cours sur la biologie de la reproduction". Fascicule 1 et 2. simep, layon 252 et 132p. 40
41. Rouger Y-A., 1970. "Comportement sexuel et comportement alimentaire". variation saisonnières chez les mâles de la famille des bovidés, mise en évidence de régulation entre activité sexuelle et alimentaire .problèmes actuels d'endocrinologie de nutrition. 14,145-158.
42. Hafez (E.S.E.), 1962. "The behavior of domestic animals". vol1, baillière.london.619p.
43. Walkden-Brown S. W., Restall B. J., Scaramuzzi R. J., Martin G. B., Blackberry M.A., 1997. "Seasonality in male Australian Cashmere goats: long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations, and body growth". Small ruminant Res., 26, 239-252.
44. Gonzalez R., Poindron P., Signoret J. P., 1988. "Temporal variation in LH and testosterone responses of rams after the introduction of oestrus females during the breeding season". J. reprod fertil, 83,201-208.
45. Rouger Y., 1974. "Etude des interactions de l'environnement et des hormones sexuelles dans la régulation du comportement sexuel des bovidae". Thèse de doctorat d'Etat de l'université de Rennes.
46. Chauvin R., 1969. Psychophysiologie. II. "Le comportement animal". Vol 1, Masson.
47. Katongole C. B; Naftolin F., Short R. V., 1971. "Relation sheep between blood levels of luteinizing hormone and testosterone in bulls and effects of sexual stimulations". J. Edocrinol. 50, 457-466.
48. Sanford., et al ., 1974. "Influence of sexual activity on serum levels of LH and testosterone in the ram". Can.J.Anim.Sci. 54, 579-585.
49. Balthazart J., Fabre Nys C., 2001. Dans "la reproduction chez les mammifères et l'homme" de Thibault C. le comportement sexuel. Levasseur édition marketing. P 611-637.
50. Ortavant R., Pelletier J., Ravault J. P., Timmonier. J., Volland-Nail P., 1985. "Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals". In «Oxford reviews of reproductive biology».

51. Colas G., Guerin Y., Lemaire Y., Montassier Y., Despierres J., 1986. "Variations saisonnières du diamètre testiculaire et de la morphologie des spermatozoïdes chez le bélier Texel". *reprod.nutr.Devlop.*26 (3)863-875.
52. Gwinner E., 1986. "Circannual rhythms", Berlin, Springer-Verlag, 154pp».
53. Martinet L., Moudain-Mouval M., 1991. "Rythmes de reproduction et facteurs de l'environnement". In : Thibault C., Levasseur M.C. (Eds), *la reproduction chez mes mammifères et l'homme*, 589-610. Coédition Ellipses-INRA, Paris
54. Hanzen Ch., 2005. Cours doctorat, chapitre 12. "L'anoestrus saisonnier des petits ruminants".
55. Thimonnier J., 1996. "Numéro spécial photopériode et reproduction". INRA. *Prod. Anim.* 9 (1), 3-8.
56. Chemineau P., Malpoux B., Delgadillo J. A., Leboeuf B., 1998. "Photopériodisme et reproduction chez les caprins". INRA, neuroendocrinologie sexuelle.
57. Colas G., Guerin Y., 1981. "Variations saisonnières de la qualité de sperme chez le bélier Ile de France. Fécondance : relation avec les critères quantitatifs observés in vitro". *Reprod .nutr. Develop.*21 (3) 399-407.
58. Casamitjana Ph., 1998. "Facteurs d'infertilité chez les petits ruminants". Journées national GTV. La reproduction (SNTGV).
59. Derashri H. J., Pathak A. K., Bansal K. K., Sharma A. K., Verma S. K., 1992. "Reproduction in buck. 2. Daily sperm output, extra-gonadal sperm reserve, daily sperm production rate and seminiferous tubule length. Pre-Conference Proceeding, abstract of Contributory papers", Vol.1, 264, 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Goats, New-Delhi, March 2-8.
60. Walkden-Brown S. W., Restall B. J., Norton B. W., Scaramuzzi R. J., 1994a. "The female effect in Australian cashmere goats: effect of season and quality of diet on the LH and testosterone response of bucks to oestrous does". *J.Reprod. Fertil.*, 100, 521-531. 60
61. Corteel J. M., 1975. "Journée de la recherche ovine et caprine". Tome I édition, SPEOC 149.
62. Corteel J. M., 1977. "Production, storage and artificial insemination of goat semen. In": *Management of reproduction in sheep and goats Symposium, Madison, July 24-25*, 41-57.
63. Frenck H., 1971. " Observation sur la chèvre". *Etude agricole de la FAO*. Rome 191-227P
64. Delgadillo J. A., Leboeuf B., Chemineau P., 1991. "Decrease in the seasonality of sexual behaviour and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles growth cycle". *Therigenology* 36, 755-70.

65. Brice. G 2003. "Le désaisonnement lumineux en production caprins". Edition : l'institut de l'élevage (www.inst-elevage.asso.fr) octobre 2003.
66. Hanzen Ch., 2005. Cours doctorat, chapitre 06. "Propédeutique de l'appareil reproducteur du mâle et examen du sperme des ruminants", équidés et porc.
67. Hann J., ffoote R. H., Seidel G. E., 1969. "Testicular growth and relative sperm output in diary bulls". J.Res.Melb.N°148.
68. Linq B.F., 1972. "The output of spermatozoa in rams .II-relation sheep of scrotal circumference, testis Wight and the number of spermatozoa in different parts of the urogenital tract". Aust-J.Biol-Sci-25:359-366.
69. Knight t.w., 1977. "Methods of indirect estimation of testis wight and sperms numbers in Merinos and Romanov rams". NZ.J.Agr.Res 20:291-5.  
In Land. R. B, et Robinson. D. W., (éds), "Ggenetic of reproduction in sheep". Butter-worth, Londres. P. 343-345.
70. Mickelsen.W .D, Paisley L .G, Dahmen JJ., 1982. "seasonal variation in the scrotal circumference, semen quality and sexual activity in rams". J. Am. Vet. Med. Assoc. 181:376-80.
71. Hochereau-De-Revier M. T.,1979. "Sertoli celles numbers and its relation to testicular size in rams and bulls". J. Repro. Fert. Suppl 34.101-114.
72. Berndston .WE, Igboeli G, Pickett BW 1987. "Relationship of absolute numbers of sertoli celles to testicular size and spermatogenesis in young beef bulls". J. Anim. Sci. 64: 241-246.
73. Autef P., Blisson G., Brard C., Poncelet J. L., 1997. "L'examen d'achat d'un bélier". Le point vétérinaire vol 31 N°206 P15-21.
74. Dumont P., 1997. "Point Vétérinaire". Vol 28.n°185, Août –Septembre.
75. Toelle V.D., Robinson O.W., 1985. "Estimats of genetic correlations between teticular measurement and female reproductive traits in sheep". J. Anim. Sci. 60: 89. 20, 1789-1799.
76. Dentine N. R., 1989. "Puberty and seminal quality". Proc. 12<sup>th</sup> Techn. Conf. artificial insemination and reproduction. NAAB: 26.
77. Ouali F., 1984. "Composante génétique de la fonction sexuelle". Héritabilité des caractères du spermogramme et de la morphologie testiculaire chez les ruminants. Thèse Maîtrise ES Sciences ENVA 61p.
78. Land R.B., Robinson D.W., 1985. "Genetics of reproduction in sheep". Butter-worth, Londres 427p.
79. Pelletier J, Ortavant R., 1970. "influence du photopériodisme sur les activités sexuelles, hypophysaires et hypothalamiques du belier île de France dans la photorégulation chez les oiseaux et les mammifères". Colloque CNRS, Montpellier, 17, 22 juillet 1967. eds. Benoit J et Assanmacher J. CNRS. Paris, p483-493.

80. Muduuli D. S., Stanford L. M., Palmer W. M., Howland B. E., 1979. "Secretory patterns and circadian and seasonal changes in luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, prolactin and testosterone in the male pygmy goat". *J. Anim. Sci.*, 49, 543-553.
81. Karsch F. J., Bittman E. L., Foster D. L., Goodman R.L., Legan S. J., Robinson J. E., 1984. "Neuroendocrine basis of seasonal reproduction". *Recent Prog. Horm. Res.*, 40, 185-232.
82. Zarrouk A., Souilem O., Drion P. V., Beckers J. F., 2001. "Caractéristique de la reproduction de l'espèce caprine". *Ann.Méd. Vét.*, 145, 98-105.
83. Jainudeen M. R., Wahid H., Hafez E. S. E., 2000. "Sheep and goat". In: *Reproduction in farm animals*, E. S. E. Hafez & B. Hafez, 172-181.
84. Station météorologique., 2003-2004. Ain Bouchekif. Dahmouni. Tiaret.
85. Ortavant R., 1977. "Photoperiodic regulation of reproduction in the sheep». In: *Management of reproduction in sheep and goats symposium*". Madison, 25-25, July, 58-71.
86. Laubser P. P., Van Niekerk C. H., Botha L. J. J., 1982. "Seasonal changes in sexual activity and sperm quality in the Angora ram. I". Libido and male hormone concentrations. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 13, 131-133.
87. Branca A., Cappai P., 1989. "osservazioni sul controllo della riproduzione nelle specie effectuate in Sardegna". *Symp. Intl Riproduzione nei piccoli ruminati: basi fisiologiche e aspetti applicativi*, Varese, 115-129.
88. Malpoux B., Viguié C., Thiéry J.C., Chemineau P., 1996. "Contrôle photopériodique de la reproduction". *INRA. Prod. Anim.*, 9 (1), 9-23.
89. Chemineau P., Malpoux B., Pelletier J., Leboeuf B., Delgadillo J.A., Pobel T., Brice G., 1996. "Emploi des implants de mélatonine et des traitements photopériodiques pour maîtriser la reproduction saisonnière chez les ovins et les caprins". *INRA. Prod. Anim.*, 9 (1), 45-60.
90. INRA., 1998. "Photopériodisme et reproduction caprine". [www.tours.inra.fr](http://www.tours.inra.fr)
91. Collin J. P., Arendt J., Gem W., 1988. Le "troisième oeil". *La recherche*, n°203, Volume 19, 1154-1165.
92. Malpoux B., 2001. Dans "la reproduction chez les mammifères et l'homme» environnement et rythmes de reproduction". *Levasseur édition marketing.*, P 699- 724.
93. Revault J. P., Thimonier J., 1988. "Melatonin patterns in ewes maintained under skeleton or resonance photoperiodic regimens". *Reprod. Nutr. Dévlo*, 28 (2b), 335-540.
94. Bittman E L., Dempsey R. J., Karsh F. J., 1983a. "Pineal melatonin secretion drives the reproductive response to daylength in the ewe". *Endocrinology*, 113, 2276-83.
95. Mireille M-P., Pelletier J., 1996. "Mélatonine et rythmes circadiens et circannuels chez les mammifères". *Journées Scientifique de la physiologie* 21/11/1996.

96. Herbert J., Stacey P. M., Thorpe D. H. 1978. "Recurrent breeding seasons in pinealectomized or optic-nerved sectioned ferrets". *J. Endocr.*; 78, 389-397.
97. Legan S.J., Winans S.S., 1981. "The photoneuroendocrine control of seasonal breeding in the ewe". *Gene. Comp. Endoc.*, 45, 317-328.
98. Lincoln G.A., 1971. "Photoperiodic control of seasonal breeding in the ram: participation of the cranial sympathetic nervous system". *J. Endocr.*, 82, 135-147.
99. Swanson L. H., Kuypers H.G. J. M., 1980. "The paraventricular nucleus of the hypothalamus: cytoarchitectonic subdivisions and organization of projections to the pituitary, dorsal vagal complex and spinal cord as demonstrated by retrograde fluorescence double-labelling methods". *J. Comp. Neurol.*, 194, 550-570.
100. Klein D.C., et al., 1993. "Circannual cycles of luteinizing hormone and prolactin secretion in ewes during a prolonged exposure to a fixed photoperiod: evidence for an endogenous productive rhythm". *biol. reprod.*, 41, 1034- 1046.
101. Alberio R., 1976. "Rôle de la photopériode dans le développement de la fonction de la reproduction chez l'agneau "île de France" de la naissance à 21mois" (thèse doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, INRA de Tours - France).
102. Colas G., Guerin Y., Claner V., Solari A., 1985. "Influence de la durée d'éclairage sur la production et la fécondance des spermatozoïdes chez le bélier adulte Île- de- France". *Repr. Nutr. Develop.* 25 (1) 101 -111.
103. Colas G., Lefebvre J., Guerin Y., 1988. "Recherche d'une prévision précoce de l'amplitude des variations saisonnières sur le diamètre testiculaire et du pourcentage des spermatozoïdes anormaux chez le bélier Ile- de- France". I. animaux nés en février. *Rep. Nutr. Develop.* 28 (3A) 589-601.
104. Thwaites C. J., 1965. "Photoperiodic control of breeding activity in the Southdown ewe with particular reference to the effects of an equatorial light regime". *J. agric. Sci., Camb.*, 65, 57-64.
105. Mauléon P., Rougeot J., 1962. "Régulation des saisons sexuelles chez des brebis de races différentes au moyen de divers rythmes lumineux". *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 2, 209-222.
106. Chemineau P., Malpoux J., Delgadillo J.A., Guerin Thiminier Y., 1990. "Effet de la lumière et de la température sur la reproduction des petits ruminants" (journée de l'association pour l'étude de la reproduction animale).
107. Berbigier P., 1988. "Bioclimatologie des animaux domestiques en zones tropicales" I.N.R.7
108. Setchell B. P., Waits G.M.H., 1964. "Effect of local heating on blood flow and metabolism and the testis of the conscious ram". *J. Reprod. Fert.*, 8, 339.

109. Ortavant R., Loir., 1978. "The environment as a factor in farm animals. 4<sup>ème</sup> world congress of animal production", 20-26 April 1978, Bnenos Aires. Vol. pp. 423-451.
110. Smith J. F., 1970. "The effect of temperature on characteristics of semen rams". Austr. J. Agri. Rev, 22, 481-490.
111. Belhinos. H., 1992. "Méthodes de contrôle de la fonction sexuelle chez le bélier et choix des reproducteurs". Thèse. Ing. INA. El harach.
112. Chouguar R., 1993. "Étude bibliographique de l'influence de la température et de la photopériode sur la fonction sexuelle du bélier". Thèse. Ing. INA. El harach.
113. Gomez W.R., Johnson A.D., 1971. "Effet of elvated ambient temperature on testis and blood levels and in vitro biosynthesis of testosterone in the ram journal of animal science". Vol.33. N°4.
114. Dutt R.H et Hamm P.T., 1957. "Effect of exposure to high environmental temperature and shearing on semen production of rams in winter". J. Anim. Sci. 16, 329-334.
115. Waits G. M. H., Ortavant R., 1968. "Effet précoce d'une brève élévation de la température testiculaire sur la spermatogenèse du bélier". Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys, 8, 323-331.
116. Waits G. M.H., 1962. "Temperature and fertility in mammals. VI<sup>ème</sup> cong. Int. Reprod. Anim. Insem". Artif, Paris 1962.
117. Colas G., 1980. "Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier "île de France". I étude de la morphologie cellulaire et de la motilité massale". Reprod. Nutr. Develop. 20 (06, 1789-1799).
118. Courrot M., Richetin C., 1968. "Développement du testicule chez l'agneau. Établissement de la spermatogenèse". Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 2 (1) 25-41.
119. INRA production animale., 1988. "Alimentation des bovins, ovins et caprins". INRA, Paris, 1988.
120. Canedo G., Malpaux B., Delgadillo J .A., 1996. "Seasonal variations in testicular weight in Creole male goats in subtropical conditions Northem Mexico". VIInt. Conf. on Goats, 5-11 mai, Bejing, International Academie Publisher (Bejing), 811.
121. Walkden-Brown S. W., Restall B. J., Taylor W A., 1994b. "Testicular and epididymal sperm content in grasing cashemer bucks: seasonal variations and prediction from measurements in vivo". Reprod. Fertile. Dev., 6. 727-736.
122. Zinszner F., 1917. "Etude quantitative et qualitative de la production de sperm chez l'agneau". (Mémoire de fin d'étude Ec.Nat. Sup.Feminine d'agri. De rennes. France).
123. Thibouville C 1982. "Fertilité et infertilité chez le bélier liées aux facteurs non infectieux". Thèse Doc. Vet. ENVA 88p.

124. Craplet C., Thibier M., 1984. "Le mouton" : Production- Reproduction- Génétique- Alimentation- Maladies». Tome IV .Edition Vigot- Paris 575p.
125. Gauthier D., Therquim., Mauleon P 1984. "Undernutrition and fertility " "the reproductive potential of cattle and sheep". Joint- Isaeli- Symposium, rehonot Eds. INRA., Paris. 105- 109.
126. Lindsay DR., Martin JB., Williams I. H., 1993. "Nutrition and reproduction, In reproduction in domesticated animals world animal science series." pp459-491 Ed GJ King. Elsevier science publishers, Amsterdam.
127. Leboeuf B., Restall B., Salamon S., 2003. "Production et conservation de la semence de bouc pour l'insémination artificielle". INRA. Prod. Anim., 16 (2), 91-99.
128. Orgeur P., Minouni P., Leboeuf B., Signoret J. P., 1988. "Effet de l'expérience social au cours du développement sur le comportement sexuel et la production spermatique de jeunes boucs". Ann. Zootech, 37, 99-110.
129. Casteilla L., Orgeur P., Signoret J. P., 1987. "Effects of rearing conditions on sexual performance in practical use". Appl. Anim. Behav. Sci., 19: 111-118.
130. Kendrick K. M., Hinton M. R., Atkins. K., Haupt. M. A., Skinner J.D., 1998. "Methods determine sexual performances". Nature, 395, 229-230.
131. Ould Saïdi A., 1991. "Etude de l'influence de quelques diueurs sur les paramètres de la semence du bélier conservée à +4°c". (Thèse d'ing- USTB- BLIDA).
132. Ferrouk M., 2002. "Cours de 3<sup>ème</sup> année vétérinaire". Zootechnie II. Université de BLIDA.
133. Thiombiano D., 1989. "Contribution à l'étude de la puberté chez les bovins de race Baoulé". Mémoire de fin d'étude. Institut de développement rural, Ouagadougou (Burkina Faso), 1989,77p.
134. Mann.T 1977. "Physiology of semen and of the male reproductive tract". In COLEHH, CUPPS PT. Reproduction in domestic animals. Academic Press NewYork.p277-312.
135. Dyrmondsson O. R., 1973. "Puberty and early reproductive performance in sheep". II. Ram lambs. Anim. Breed. Abs., 41: 419-430.
136. Kilgour R.J., Purvis I.W., Piper L.R., Atkins K.D., 1984. "Heritabiltyies of testis size and sexual behaviour in males and their genetic correlation with mesure of female reproduction".
137. Martin G. B., Walkden Brown S. W., Boukhlio R., Restall. B., 1994. "Non photoperiodic inputs into seasonal breeding in male ruminants". Perspectives incomparative endocrinology p574-585.
138. Ahmad N., Noakes D. E., 1995. "Seasonal variations in testis size, libido and plasma testosterone concentrations in British goats". Anim. Sci., 6,553-559.

139. Chenweth P. J., 1981. "Libido and mating behaviour in bulls, boars and rams". A review *Theriogenology*, 16, 155-177.
140. Ahmed M., Al-Ghalban., Mohamed j., Tabbaa ., Rami T., Kridli ., 2003. "Factors affecting semen characteristics and scrotal circumference in damascus bucks". *Small ruminant research* 53 (2004) 141-149.
141. Delgadillo J. A., Canedo G. A., Chemineau P., Guillaume D., Malpaux B., 1999. "Evidence for an animal reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goat in subtropical northern Mexico". *Theriogenology* 52: 727-737, 1999.
142. Niar A., Azzi N. E., 2000-2001. "Variations de l'activité reproductive et spermatique durant l'année chez les béliers de race Ouled Djellal et Hamra". Etude clinique et suivi histologique. Thèse magister. 137p.
143. Walkden-Brown S. W., Restall B. J., Adams N., 1994. "Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass in small ruminant". *J. Reprod. Fert.* 42, 181-190.
144. Delgadillo J. A., Leboeuf B., Chemineau P., 1992. "Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilising ability by short photoperiodic cycles in he-goats". *Small Ruminant Research*, 9, 47-59.
145. Hoffman B., Leidi W., Karg H., 1972. "Seasonal rhythm of reproduction in the male goat". *Proc. Th. Intl. Cong. Anim. Reprod. A. I., Munich*, vol 9, 2065-2068.
146. Saumand J., Rouger Y., 1972. "Variations saisonnières des taux d'androgènes dans le plasma de sang périphérique chez le bouc". *C. R. Acad. S. C., Paris*, 274, 89-92.