

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur

en

Médecine vétérinaire

Thème

**La saisonnalité de l'activité sexuelle chez l'espèce
caprine
« Revue littéraire »**

Présenté par :

Mr OULMI Nabil

Soutenu publiquement, le 14 septembre 2022 devant le jury :

Mr LAMARA A.	PROFESSEUR (ENSV)	Président
Mme AOUANE N.	MCB (ENSV)	Examinatrice
Mr SOUAMES S.	MCA (ENSV)	Promoteur

2021-2022

Dédicaces



Je dédie ce travail à mes très chers parents qui ont fait en sorte que l'amour de savoir soit un véritable crédo pour leurs enfants.

A ma sœur jumelle Manel et mon frère Mehdi qui ont su m'épauler.

A mes deux tantes Moufida et Nacera qui m'ont encouragé sans cesse et cru en moi.

A ma tante Aalya et son époux Lamine pour leur soutien et leur générosité à mon égard.

A mes cousines Sara et Dyna ainsi que toute ma famille.

A mes défunts grands-parents.

A Meriem pour ses conseils et sa disponibilité à mes côtés.

Je dédie aussi mon travail à un être cher à mes yeux Lilia à qui je voue respect et fidélité, car de bonheur, d'abnégation et de bienveillance elle m'a toujours comblé.

Ainsi qu'à toute personne qui m'a soutenu et encouragé durant mon cursus.

Nabil

Remerciements



S'il est coutume en de telle circontance d'adresser un remerciement au-delà d'une simple tradition, je tiens à remercier particulièrement mon promoteur Mr Souames pour ses énormes qualités d'homme de sciences, cela suscite respect et admiration. Merci pour votre simplicité, votre disponibilité ainsi que votre souci constant à l'aboutissement de ce projet.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté à me recontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.

Je remercie Mme Aouane et que toute ma gratitude lui soit réservée pour avoir accepté d'évaluer mon travail.

Mes sincères remerciements à Mr Lamara qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury.

Je remercie mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi, « vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni effort. Vous m'aviez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redavable d'une éducation dont je suis fier ».

Je remercie ma jumelle Manel, mon frère Mehdi et sa femme Katia pour leur encouragement.

Je remercie très spécialement Lilia et Meriem qui ont toujours été là pour moi. Je tiens à remercier Amina, Samy, Mehdi, Islem, Amine, Zinou et Bouchera, pour leur amitié, leur soutien inconditionnel et leur encouragement.

Je remercie Soltana et sa maman pour leur gentillesse et bienveillance

Je tiens à remercier Rachid pour son aide si précieuse durant toute la durée de mon travail.

Je remercie aussi Kaddour Rachid ainsi que Saadi Ahmed pour leur aide précieuse.

Enfin je remercie tous mes Ami(e)s de la promotion pour leur sincère amitié et confiance et à qui je dois ma reconnaissance et mon attachement.

A tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.

Résumé

La chèvre est un animal qui a pu depuis sa domestication, manifester une importance économique dans les différents modes d'élevages et reste parmi les animaux d'élevage les plus répondus sur le globe, d'ailleurs, on la trouve depuis l'équateur jusqu'aux zones climatiques les plus froides, dans les régions les plus difficiles, milieux très humides ou très arides.

Le cheptel caprin constitue une population animale rustique possédant une assez large variabilité de caractéristiques et de performances.

Notre revue bibliographique s'est portée sur les études des différents paramètres tels que l'évolution et la répartition du cheptel caprin en Algérie et dans le monde sur les 20 dernières années, ainsi que les différents types de production qui concernent cette espèce.

De plus, cette revue littéraire a concerné une étude anatomo-physiologique et comportementale pour mieux comprendre la saisonnalité de l'activité sexuelle qui permettra d'appliquer les biotechnologies afin d'améliorer les performances de reproduction et de production chez le caprin.

Mots clés : répartition, évolution, reproduction, production, saisonnalité, comportement.

Abstract

The goat is an animal that has been able since its domestication, to show an economic importance in the various modes of breeding and remains among the animals of breeding the most answered on the globe, moreover, one finds it since the equator to the coldest climatic zones, in the most difficult regions, very wet or very arid environments. The goat herd is a rustic animal population with a wide variability of characteristics and performance. Our bibliographic review focused on the study of different parameters such as the evolution and distribution of the goat population in Algeria and in the world over the last 20 years, as well as the different types of production that concern this species. In addition, the work this literary review has concerned an anatomical-physiological and behavioral study to better understand the seasonality of sexual activity that will allow the application of biotechnologies to improve the performance of reproduction and production in the goat.

Key words: distribution, evolution, reproduction, production, seasonality, behavior.

ملخص

الماعز حيوان تمكن منذ تدجينه من إظهار أهميته الاقتصادية في طرق الزراعة المختلفة ويظل من بين حيوانات الماشية الأكثر شعبية في العالم، علاوة على ذلك، فهو موجود من خط الاستواء إلى المناطق المناخية الأكثر برودة، في المناطق الأكثر صعوبة، البيئات شديدة الرطوبة أو شديدة الجفاف.

يعتبر قطيع الماعز من الحيوانات القوية مع تنوع كبير إلى حد ما في الخصائص والأداء. ركزت مراجعتنا البيولوجرافية على دراسات العوامل المختلفة مثل تطور وتوزيع قطيع الماعز في الجزائر والعالم خلال العشرين سنة الماضية، وكذلك أنواع الإنتاج المختلفة التي تخص هذا النوع. بالإضافة إلى ذلك، اهتمت هذه المراجعة الأدبية بدراسة تشريحية فسيولوجية وسلوكية لفهم موسمية النشاط الجنسي بشكل أفضل مما يجعل من الممكن تطبيق التقانات الحيوية من أجل تحسين الأداء الإيجابي والإنتاجي في الماعز.

الكلمات المفتاحية: التوزيع، التطور، التكاثر، الإنتاج، الموسمية، السلوك.

Table des matières

Dédicaces et Remerciements	
Résumé.....	
Table des matières.....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des Acronymes et Symboles.....	
Introduction.....	1

Chapitre 01 : Situation de la filière caprine en Algérie

1.1. Situation du cheptel caprin dans le monde.....	2
1.1.1. Evolution du cheptel caprin dans le monde.....	2
1.1.2. Répartition du cheptel caprin dans le monde.....	2
1.1.3. Production du cheptel caprin dans le monde.....	3
1.1.3.1. Production de lait.....	4
1.1.3.2. Production de la viande.....	4
1.1.3.3. Production de peau.....	5
1.2. Situation du cheptel caprin en Algérie.....	6
1.2.1. Evolution du cheptel caprin en Algérie.....	6
1.2.2. Répartition du cheptel caprin en Algérie.....	6
1.2.2.1. Les zones montagneuses.....	7
1.2.2.2. Les zones steppiques et les oasis.....	7
1.2.2.3. Les zones littorales.....	7
1.2.3. Production du cheptel caprin en Algérie.....	8
1.2.3.1. Production laitière.....	8
1.2.3.2. Production de viande.....	8
1.2.3.3. Production de peaux/poils.....	9
1.3. Populations caprines élevées en Algérie.....	10
1.3.1. Races locales.....	10
1.3.1.1. Chèvre Arabe.....	10

1.3.1.1.1. Race Arbia.....	10
1.3.1.1.2. Race Makatia.....	11
1.3.1.2. Chèvre Kabyle.....	11
1.3.1.3. Chèvre M'zabite.....	12
1.3.2. Races importées.....	13
1.3.2.1. Race Saanen.....	13
1.3.2.2. Race Alpine.....	14
1.3.2.3. Race Murcia.....	15
1.3.2.4. Race Maltaise.....	15
1.4. Mode d'élevage.....	16
1.4.1. Système extensif.....	16
1.4.2. Système intensif.....	17
1.4.3. Système semi intensif.....	17

Chapitre 02 : Anatomie et physiologie de l'appareil génital femelle

2.1. Rappels anatomiques.....	18
2.1.1. Organes génitaux externes.....	18
2.1.1.1. La vulve.....	18
2.1.1.2. Le Clitoris.....	19
2.1.1.3. Le vagin.....	19
2.1.2. Organes génitaux internes.....	19
2.1.2.1. Utérus.....	19
2.1.2.1.1. Les cornes utérines.....	19
2.1.2.1.2. Le corps utérin.....	19
2.1.2.1.3. Le col utérin (cervix)	19
2.1.2.2. Oviductes ou trompes utérines (salpinx)	20
2.1.2.2.1. Le pavillon ou infundibulum.....	20
2.1.2.2.2. L'ampoule.....	20
2.1.2.2.3. L'isthme.....	20

2.1.2.2.4. Portion interstitielle.....	20
2.1.2.3. Ovaires.....	20
2.1.2.3.1. Le revêtement de l'ovaire.....	21
2.1.2.3.2. La zone centrale.....	21
2.1.2.3.3. La zone périphérique.....	21
2.2. Rappels physiologiques.....	22
2.2.1. La puberté.....	22
2.2.2. L'activité sexuelle.....	22
2.2.2.1. Cycle sexuel.....	22
2.2.2.1.1. Le cycle ovarien.....	23
2.2.2.1.2. Le cycle oestrien.....	24
2.2.2.2. La durée du cycle sexuel.....	26
2.2.2.2.1. Les cycles courts.....	27
2.2.2.2.2. Les cycles longs.....	27
2.2.3. Les périodes d'inactivité sexuelle.....	27
2.2.3.1. Anœstrus saisonnier.....	27
2.2.3.2. Anœstrus de lactation ou du post-partum.....	29
2.3. Hormones de la reproduction.....	29
2.3.1. Les hormones hypothalamiques ou « releasing-factor »	29
2.3.2. Les hormones hypophysaires.....	29
2.3.2.1. FSH.....	30
2.3.2.2. LH.....	30
2.3.2.3. La prolactine ou LTH.....	30
2.3.2.4. L'ocytocine.....	30
2.3.3. Les hormones stéroïdes d'origine gonadique.....	30
2.3.3.1. Œstrogènes.....	30
2.3.3.2. L'œstradiol 17 Beta (E2 17 β).....	31
2.3.3.3. Progestérone.....	31
2.3.3.4. L'inhibine.....	32

2.3.4. La mélatonine.....	32
2.3.5. Les facteurs utérins.....	33
2.4. Régulation hormonale.....	33

Chapitre 03 : Comportement sexuel de la femelle

3.1. Introduction.....	35
3.2. Les différentes phases du comportement sexuel.....	35
3.2.1. Phase d'attraction.....	35
3.2.2. Phase appétitive ou précopulatoire.....	35
3.2.3. Phase consommatoire : « l'accouplement ».....	36
3.3. Effets du mâle pendant le cycle.....	37
3.4. Effet des femelles pendant l'œstrus.....	38
3.5. Détection des chaleurs.....	39
3.5.1. Critères de détection.....	39
3.5.2. Méthodes habituelles de détection.....	40
3.5.2.1. Méthode utilisant des mâles vasectomisés.....	40
3.5.2.2. Méthode utilisant des mâles entiers.....	41
3.5.2.3. Méthode utilisant des femelles androgénéisées ou des mâles castrés.....	42

Chapitre 04 : Facteurs responsables des variations de l'activité sexuelle chez la chèvre

4.1. Facteurs influençant le début de la puberté.....	43
4.1.1. Poids corporel et l'âge.....	43
4.1.2. La race.....	43
4.1.3. Date de naissance.....	43
4.1.4. Climat et latitude.....	44
4.1.5. L'effet du mâle.....	45
4.2. Variation saisonnière de l'activité sexuelle de la chèvre.....	45
4.2.1. Situation géographique.....	45
4.2.2. Facteurs environnementaux.....	46

4.2.2.1. Influence de la photopériode.....	46
4.2.2.2. Influence de la température	47
4.2.3. Influence du régime alimentaire	48
4.2.4. Influence du mâle.....	49
4.3. Facteurs influençant la durée de l'œstrus du post-partum.....	50
4.3.1. La saison de mise bas.....	50
4.3.2. L'allaitement.....	50
4.3.3. L'alimentation.....	51
Conclusion.....	52

Références bibliographiques

Liste des figures

Figure 1.1 : Répartition des effectifs caprins dans le monde en 2019.....	3
Figure 1.2 : Evolution et comparaison de l'effectif caprin entre l'Algérie, Maroc et la France.....	3
Figure 1.3 : Répartition de la production laitière dans le monde.....	4
Figure 1.4 : Evaluation et comparaison de la production laitière caprine entre l'Algérie, le Maroc et la France.....	4
Figure 1.5 : Répartition de la production de viande dans le monde.....	5
Figure 1.6 : Evaluation et comparaison de la production de viande caprine entre l'Algérie, le Maroc et la France.....	5
Figure 1.7 : Évolution de cheptel caprin en Algérie.....	6
Figure 1.8 : Répartition géographique du cheptel selon les zones écologiques.....	7
Figure 1.9 : Evolution de la production laitière caprine en Algérie (2000-2018).....	8
Figure 1.10 : Evolution de la production de viande caprine en Algérie (2010-2018).....	9
Figure 1.11 : Evolution de la production de peaux caprine en Algérie (2012-2018).....	9
Figure 1.12 : Race Arbia.....	10
Figure 1.12 : Race Makatia.....	11
Figure 1.13 : Race Kabyle.....	12
Figure 1.14 : Race M'zabite.....	13
Figure 1.15 : Race Saanen.....	14
Figure 1.16 : Race Alpine.....	15
Figure 1.17 : Race Murcia.....	15
Figure 1.18 : Race Maltaise.....	16
Figure 2.1 : Les voies génitales de la femelle.....	18
Figure 2.2 : Appareil génital de la chèvre.....	21
Figure 2.3 : Cycle œstrien et cycle ovarien.....	23
Figure 2.4 : Le cycle œstral.....	25
Figure 2.5 : Durée du cycle œstral chez la chèvre laitière de race alpine.....	27
Figure 2.6 : Représentation schématique de l'action de photopériodisme sur la reproduction.....	32
Figure 2.7 : Régulation hormonale du cycle sexuel.....	34
Figure 3.1 : Eléments moteurs du comportement sexuel des caprins.....	37
Figure 3.2 : Relations entre les facteurs de l'environnement, le système nerveux central, l'hypophyse et les gonades dans l'espèce caprine.....	38

Figure 3.3 : Différentes méthodes pour réaliser une vasectomie chez le mâle.....	41
Figure 3.4 : Mâle muni d'un tablier.....	42
Figure 4.1 : Age d'apparition de la puberté selon la date de naissance.....	44
Figure 4.2 : Variations saisonnières du pourcentage de chèvres alpines manifestants au moins un comportement d'œstrus ou une ovulation par mois.....	46
Figure 4.3 : Variation de la durée de la photopériode naturelle et de l'activité sexuelle de la chèvre.....	47
Figure 4.4 : Relation entre la température journalière maximale et l'activité œstrale (monte par heure : m/h).....	48
Figure 4.5 : Répartition temporelle des mises bas après effets bouc au printemps.....	49
Figure 4.6 : Les mécanismes possibles par lesquels l'allaitement inhibe l'ovulation.....	50

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Evolution des effectifs caprins dans les différents continents.....	2
Tableau 1.2 : Evolution et comparaison de l'effectif caprin entre l'Algérie, Maroc et la France.....	3
Tableau 1.3 : Production de Peaux fraîches de caprins en 2010 (Unité : Tonne).....	5
Tableau 1.4: Caractéristiques biométriques de quelques populations en Algérie.....	13
Tableau 4.1 : Age et poids à la lutte chez nos races locales.....	43

Liste des abréviations

F.A.O : the Food and Agriculture Organization (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)

M.A.D.R : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

GnRH : Gonadotropin Releasing Hormon

FSH : Follicul Stimuling Hormon

LH : Luteinizing Hormon

LTH : Luteotropic Hormon

PGF2 alpha : Prostaglandine F2 alpha

I.N.R.A.A : Institue Nationale de Recherche Agronomique Algérie

Introduction

Les caprins sont l'une des espèces animales les plus anciennement domestiquées par l'homme (7000 ans avant JC) (Fabre-nys, 2000). Ils sont présents pratiquement un peu partout dans le monde et constituent une ressource importante dans de nombreux pays (Boyazoglu et al., 2005).

Dans certaines régions dans le monde, la chèvre reste l'animal qui joue un rôle primordial dans l'alimentation des populations, et la valeur de la chèvre s'est avérée capitale, lors des grandes famines qui ont sévi récemment dans le monde et en particulier le continent africain (Gourine, 1989). Elle est élevée essentiellement pour son lait, sa viande, et sa peau (Hafid, 2006).

La grande majorité de la population caprine mondiale est localisée dans les parties les moins industrialisées du monde, essentiellement les régions rurales des zones tropicales et subtropicales avec les conditions d'élevages les plus difficiles. Les caprins comptent parmi les animaux domestiques les plus fertiles, leur non perfectionnement est toujours sous-estimé à l'égard de leur alimentation et de leur gestion sanitaire et reproductive (Holtz, 2005).

Cependant, certaines races caprines manifestent d'importantes variations saisonnières de leur activité sexuelle se traduisant par l'existence d'une période d'activité sexuelle maximale et d'une autre minimale, chez la femelle, ces variations se manifestent par l'existence d'une période d'œstrus saisonnier. Cette saisonnalité de la reproduction peut être un facteur limitant de la production surtout en système intensif (Holtz, 2005).

En Algérie, l'effectif caprin est de 4904254 têtes, environs 14% de celui des animaux d'élevage (Ministère de l'agriculture, 2000), avec 64% dans des zones difficiles telles que les régions sahariennes, les oasis et la steppe et 36% dans les régions montagneuses du nord du pays. Malgré son importance, l'élevage caprin est très méconnu en Algérie, que ce soit du point de vue de son organisation technique ou du fonctionnement de ses systèmes de production.

Dans le but de mieux gérer l'élevage caprin en Algérie, la connaissance et l'amélioration de ses performances reproductives s'avèrent très importantes.

Chez les caprins, comme chez les autres animaux domestiques, l'application des biotechnologies de la reproduction, à savoir la synchronisation des chaleurs, le diagnostic et le suivi de la gestation, l'insémination artificielle et le transfert embryonnaire, ont permis le passage de l'élevage traditionnel à l'élevage industriel en maîtrisant au mieux la reproduction.

CHAPITRE 01 :

Situation de la filière caprine en Algérie

1.1. Situation du cheptel caprin dans le monde

Les caprins sont une des plus anciennes espèces domestiquées (7000 ans avant JC), ils sont présents pratiquement partout dans le monde et constituent une ressource importante de nombreux pays (Fabres-Nys, 2000). L'élevage caprin s'est révélé particulièrement utile à l'homme à travers les âges, surtout en raison de son adaptation aux diverses conditions du milieu, et aux différents régimes nutritionnels.

1.1.1. Evolution du cheptel caprin dans le monde

Les statistiques de la FAO (FOASTAT, 2020), donnent indication sur l'importance de l'élevage caprin dans les différents continents rapportés dans le tableau 1.1. Les données de ce dernier font apparaître un effectif du cheptel caprin mondial en progression, puisque celui-ci est passé de 840 millions de têtes en 2005 à 1094 millions de têtes en 2019, ce qui signifie une augmentation de 29,76%. Cependant l'évolution de ce cheptel mondial varie d'un continent à un autre. On constate un taux global de progression plus élevé pour l'Afrique et l'Asie qui est respectivement de 63,92% et 15,2%. Par contre celui de l'Europe et d'Amérique du nord, les taux sont plus faibles voire en régression, mais en contrepartie, dans ces derniers continents et surtout en Europe on trouve des races caprines à haut potentiel génétique qui sont exclusivement élevées pour leur production laitière (Alpine, Saanen).

Tableau 1.1 : Evolution des effectifs caprins dans les différents continents. (FOASTAT, 2020)

(en millions de têtes)	2005	2010	2015	2019
Monde	840	911	1001	1094
Afrique	280	333	402	459
Amérique	38	37	37	39
Asie	500	519	541	576
Europe	18	18	17	16

1.1.2. Répartition du cheptel caprin dans le monde

Les pays possédant les plus gros troupeaux sont les pays en voies de développement composés essentiellement des races non améliorées. C'est l'Asie qui enregistre le plus grand pourcentage de l'effectif caprin mondial, suivie par l'Afrique avec des pourcentages respectivement de 53% et 42% en 2019. (voir figure 1.1)

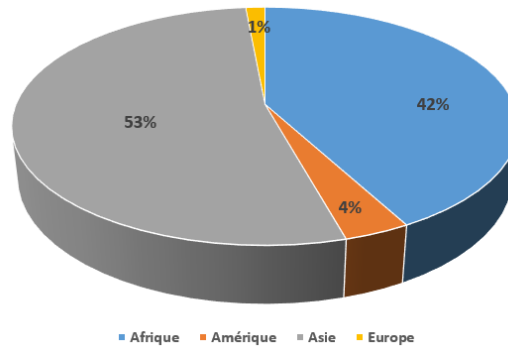


Figure 1.1 : Répartition des effectifs caprins dans le monde en 2019. (FAOSTAT, 2020)

En Asie, l'Inde et la Chine totalisent déjà 55,21% de la population totale asiatique et 33,07% de l'effectif mondial. Le tableau 1.2 ci-dessous montre les effectifs de quelque pays du monde.

Tableau 1.2 : Evolution et comparaison de l'effectif caprin entre l'Algérie, Maroc et la France.

(en millions de têtes)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Algérie	4.287	4.411	4.594	4.910	5.130	5.014	4.935	5.008	4.904
France	1.436	1.381	1.308	1.291	1.285	1.262	1.258	1.271	1.299
Maroc	5.686	5.991	5.601	5.905	6.147	6.231	5.600	5.205	5.731

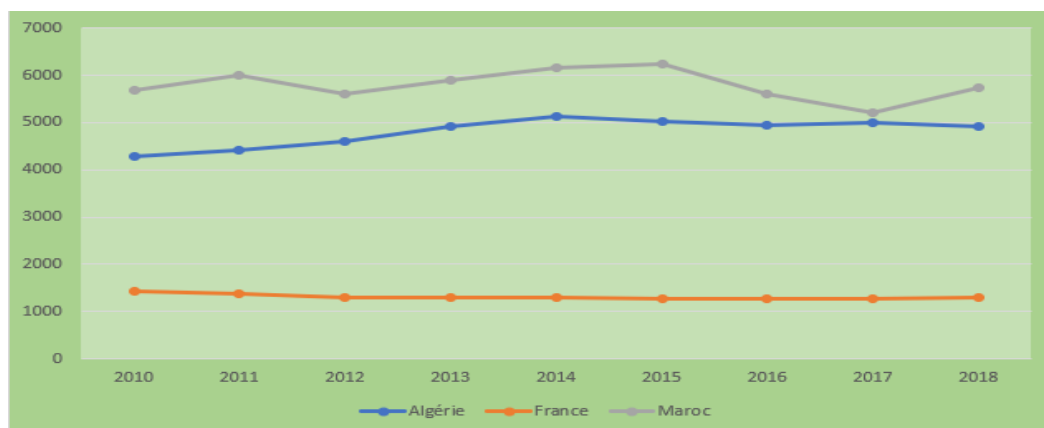


Figure 1.2 : Evolution et comparaison de l'effectif caprin entre l'Algérie, Maroc et la France. (FAO, 2020)

1.1.3. Production du cheptel caprin dans le monde

Le rôle important joué par la spéculation caprine, diffère d'une région à une autre et d'un continent à un autre, par les types de production fournis par cette espèce (lait, viande et peaux).

1.1.3.1. Production de lait

Selon Laouen et al., (1990), la production laitière de chèvre est irrégulièrement répartie dans le monde selon les zones géographiques et selon les pays. La production laitière mondiale est autour de 18 milliards de litres en 2018 selon FAO (2020). Les taux de production les plus importants sont enregistrés en Asie avec 59 %, suivie de l’Afrique avec 25% et enfin Europe avec 12%. Une faible production est enregistrée en Amérique avec 4% de la production mondiale.

Les principaux pays producteurs de lait de chèvre sont : Pour l’Asie (l’Inde et la Chine), Pour l’Europe (la France et l’Espagne) et le Soudan pour le continent Africain.

La répartition et l’évolution de la production laitière dans le monde est représentée dans la figure 1.3.

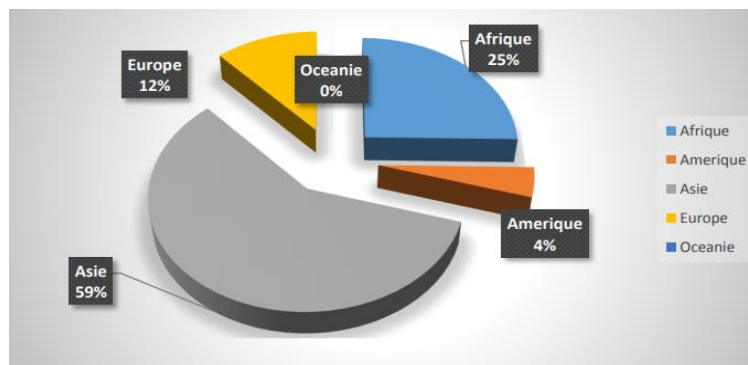


Figure 1.3 : Répartition de la production laitière dans le monde. (FAO, 2020)

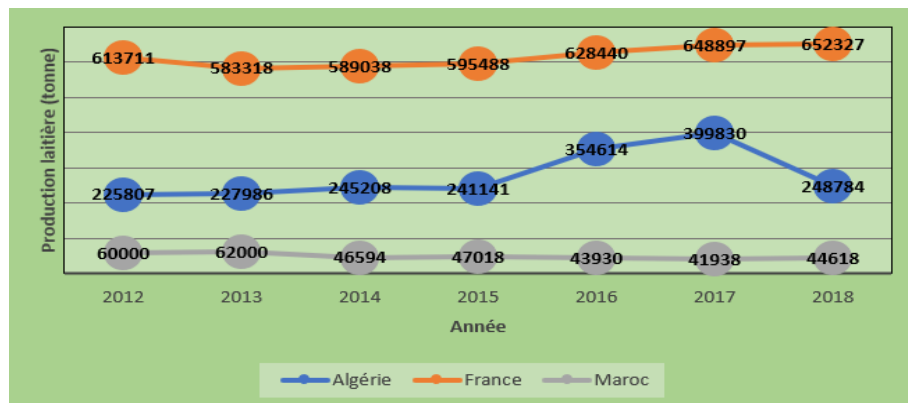


Figure 1.4 : Evaluation et comparaison de la production laitière caprine entre l’Algérie, le Maroc et la France. (FAO, 2020)

1.1.3.2. Production de la viande

D’après les données de la FAO STAT (2020) ; les taux de production les plus importants sont enregistrés en Asie avec 51%, suivie de l’Océanie avec 30%. Une faible production est enregistrée en Amérique avec 2% de la production mondiale enfin l’Europe avec 1%.

La répartition de la production de viande dans le monde est représentée dans la figure 1.5.

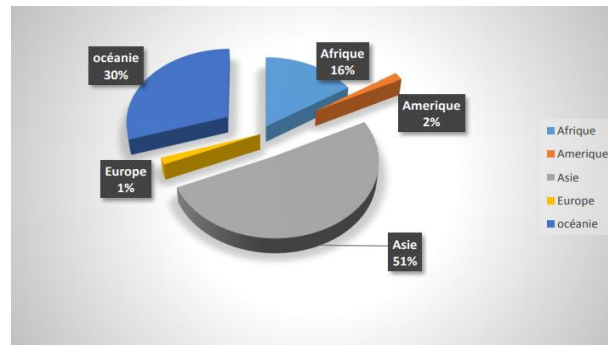


Figure 1.5 : Répartition de la production de viande dans le monde. (FAO, 2020)

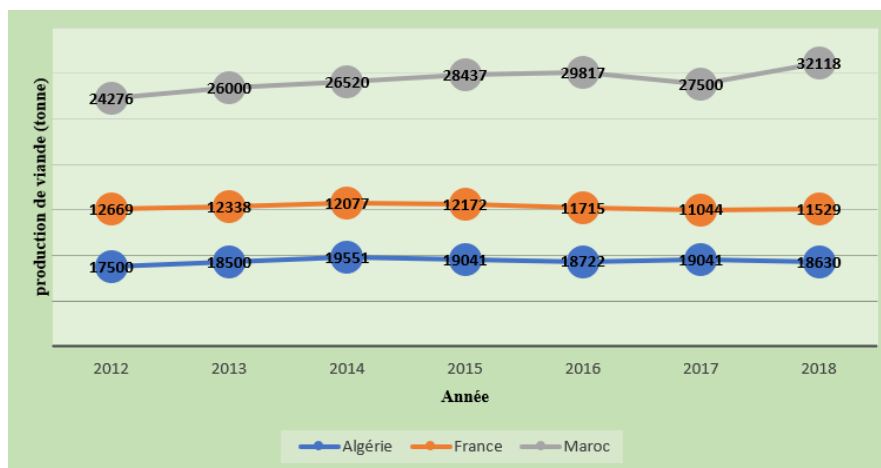


Figure 1.6 : Evaluation et comparaison de la production de viande caprine entre l'Algérie, le Maroc et la France. (FAO, 2020)

1.1.3.3. Production de peau

Comme la chèvre figure parmi les premiers animaux domestiques, l'homme a de tout temps utilisé les peaux de cette espèce animale dans différents domaines. La production mondiale des peaux de chèvre a atteint 5 168 151 tonnes en 2010 (FAO, 2020). On remarque que 95,23% de la production des peaux est produite en Asie et en Afrique, ceci est dû aux effectifs importants dans ces deux continents (Tableau 1.3).

Tableau 1.3 : Production de Peaux fraîches de caprins en 2010 (Unité : Tonne). (FAO, 2020)

(En tonne)	2010
Monde	5168151
Afrique	1225922
Amérique	128618
Asie	3657789
Europe	129154

1.2. Situation du cheptel caprin en Algérie

L'élevage caprin en Algérie, représente comme dans la majorité des pays méditerranéens une spéculation qui se trouve essentiellement dans les régions difficiles à grandes difficultés de mise en valeur, avec une dominance de parcours naturels par rapport aux surfaces cultivées. La pratique de l'élevage caprin en zones difficiles s'explique par l'aptitude de la chèvre à survivre là où les bovins et même les ovins en sont incapables. Cette adaptation à un milieu difficile, a pour cause essentielle, les particularités du comportement alimentaire de la chèvre et sa capacité à utiliser des fourrages très celluloses.

1.2.1. Evolution du cheptel caprin en Algérie

L'élevage caprin Algérien compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles, associé toujours à l'élevage ovin, cette population reste marginale et ne représente que 13 % du cheptel national (Fantazi, 2004).

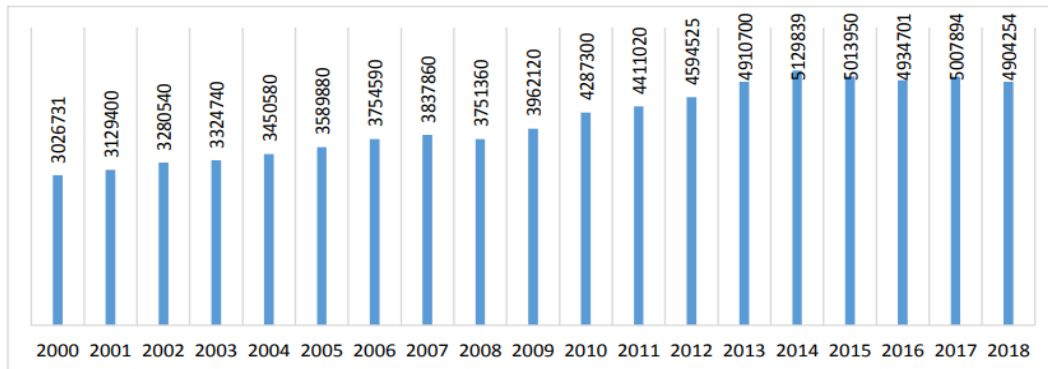


Figure 1.7 : Évolution de cheptel caprin en Algérie. (FAO, 2020)

Ce graphe montre une évolution progressive de l'effectif des chèvres en Algérie entre 2000 et 2008. Depuis le cheptel caprin a connu un développement remarquable où il est passé de 3,75 millions de têtes en 2008 pour enregistrer un total de 5,13 millions de têtes en 2014. En 2018, l'effectif caprin était de 4,9 millions de têtes. D'après ces statistiques nous constatons que l'espèce caprine à une place prépondérante parmi les différentes autres espèces, mais malheureusement elle est toujours marginalisée, malgré les essais qu'a envisagé l'Algérie dans l'introduction des races améliorées telles que l'Alpine, la Saanen et la Murcie dont les essais d'implantation sont réalisés dans différentes régions.

1.2.2. Répartition du cheptel caprin en Algérie

En Algérie, on trouve le cheptel caprin sur l'ensemble du territoire national. D'après les données du ministère de l'agriculture et de la pêche (MADR, 1994), il existe trois zones traditionnelles d'élevage caprin en Algérie (figure 1.8).

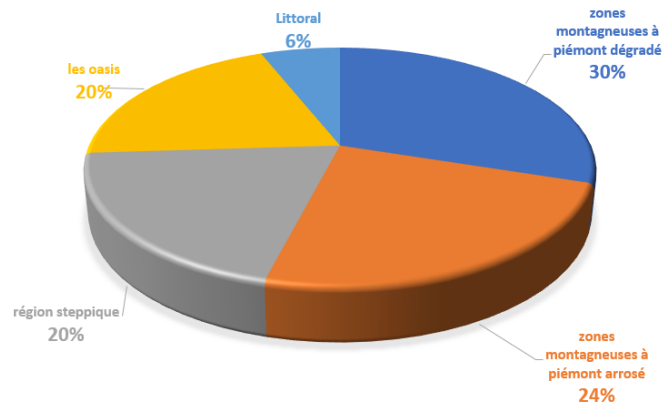


Figure 1.8 : Répartition géographique du cheptel selon les zones écologiques. (MADR, 1995)

1.2.2.1. Les zones montagneuses

Ce sont des régions accidentées coupées par des vallées basses et des ravins profonds. Elles regroupent la Kabylie, les Aurès, et les Ouarsenis. On distingue les montagnes à piémont arrosé telle que la région de la Kabylie (où le climat est tempéré avec des hivers très froids et des étés chauds et humides, (les températures peuvent atteindre -10°C en hiver et dépassent les 35°C en été), et les montagnes à piémont dégradé tels que la région des Aurès (où la sécheresse n'est pas un état exceptionnel, la végétation est rare et souvent ligneuse). Dans ces zones à petites exploitations le mode d'élevage est tantôt extensif, tantôt semi-intensif selon les circonstances et les conditions climatiques. Ces zones abritent 54% de cheptel caprin national (figure 1.8).

1.2.2.2. Les zones steppiques et les oasis

Dans ces zones, l'élevage caprin est associé généralement avec les ovins, et occupe la part de 40% du total de l'effectif caprin national, (figure 1.8). Le Sahara imprime à ces régions un climat sec et aride. Durant l'hiver, ces plaines sont balayées par des vents froids, de la neige et la grêle ; par contre, en été elles sont balayées par le sirocco desséchant et par des vents violents ainsi que du sable. La pluviométrie varie entre 200 et 400mm par an au niveau des hautes plaines, entre 100 et 150mm par an sur la steppe. Le revêtement végétal est pauvre en espèce, avec l'extension considérable de quelques plantes constituant des peuplements très denses, on trouve de l'Alfa, Chih (armoïse blanche), le Sennagh, la fétuque, le trèfle...etc. Dans ces zones, la chèvre est élevée principalement pour la production du lait, de viande et de poils comme elle sert de guide pour les troupeaux ovins.

1.2.2.3. Les zones littorales

Le plus faible effectif du cheptel caprin est localisé sur le littoral avec 06% du cheptel national, (figure 1.8). Ces zones se caractérisent par une offre fourragère relativement importante (prairies, cultures fourragères, foins). L'élevage dans ces zones est conduit presque dans sa totalité en semi-intensif, dont l'objectif est la production du lait pour sa transformation en fromage. On remarque que le cheptel caprin national est localisé surtout dans les montagnes avec l'effectif le plus élevé où il

bénéficie d'une meilleure adaptation au climat, et au régime alimentaire. Le reste du cheptel est implanté dans les régions steppiques, oasis, et quelques régions du littoral, avec un effectif moindre. La répartition de l'effectif caprin suivant la zone géographique montre que cet élevage est principalement une spéculation des régions agricoles « difficiles » à végétation rare et le plus souvent ligneuse, parcours accidentés, et mauvaises conditions climatiques.

1.2.3. Production du cheptel caprin en Algérie

Le rôle important joué par la spéculation caprine en Algérie comme dans la plupart des pays méditerranéens, tient du fait qu'elle sert de « base économique » aux familles des zones déshéritées peu appropriées à l'agriculture. Les produits de cet élevage étant souvent l'essentiel des moyens de subsistance de ces familles. Il est difficile dans ces conditions d'évaluer la production de lait et de viande, au niveau national, donc d'appréhender avec précision l'importance économique de l'élevage caprin.

1.2.3.1. Production laitière

Le graphe ci-dessous montre une évolution en dent de scie de la collecte nationale du lait de chèvre, malgré que cette dernière progresse notamment à partir de 2002 en passant de 155 milles de litre pour atteindre 399,83 milles de litre en 2017, puis une diminution de 151,046 milles de litre en 2018 a été enregistrée (Figure 1.9). La quasi-totalité de la production laitière caprine et surtout celle qui provient des races améliorées est destinée à la production fromagère.



Figure 1.9 : Evolution de la production laitière caprine en Algérie (2000-2018). (FAO, 2020)

1.2.3.2. Production de viande

Selon les statistiques de la FAO (2020), la production de viande caprine nationale a connu une augmentation, de 2010 jusqu'à 2014. Durant cette période, la quantité de viande produite est passée de 16500 à 19551 tonnes, puis une petite diminution a été enregistrée en 2018 (18630 tonnes).

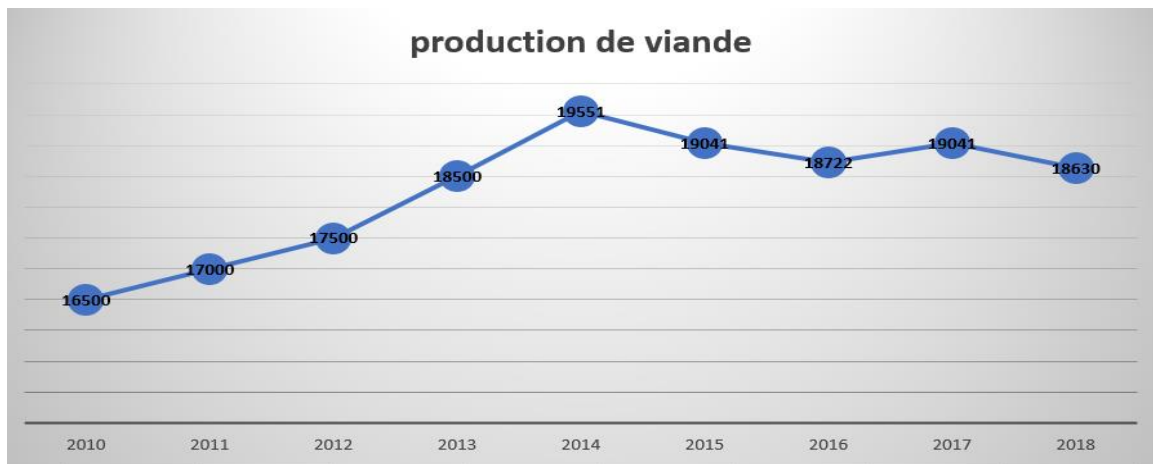


Figure 1.10 : Evolution de la production de viande caprine en Algérie (2010-2018). (FAO 2020)

La production de viande caprine n'est pas négligeable notamment dans le sud où la consommation de viande de chevreaux fait partie du patrimoine socioculturel.

1.2.3.3. Production de peaux/poils

Les peaux de chèvres et de chevreaux ont toujours été recherchées pour leur qualité particulière (souplesse et élasticité) et leur cuir ferme. En Algérie, la peau de chèvre est confectionnée sous différentes formes contenant : la « Gerba » pour la conservation et le transport de l'eau ; le « Mezoued » pour le stockage de certaines denrées alimentaires (épices, semoules, farines et viande séchée, la « Chekoua » pour le barattage du lait et pour la fabrication du fromage selon que la peau est imperméabilisée ou non (Aissaoui, 2004).

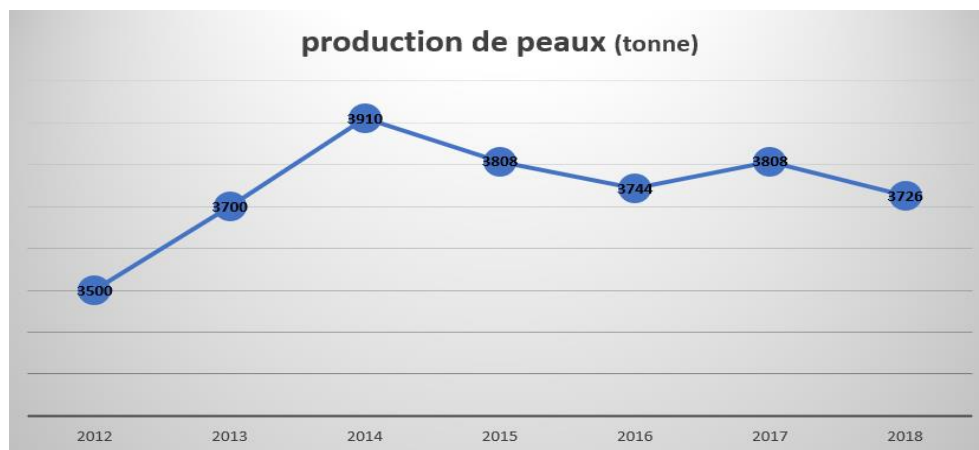


Figure 1.11 : Evolution de la production de peaux caprine en Algérie (2012-2018). (FAO, 2020)

La figure 1.11 représente la quantité de peau caprine en tonne produite par l'Algérie entre 2012 et 2018. On remarque qu'elle a connu une ascendance importante de 2012-2014 puisqu'elle s'est stabilisée autour des 3800 tonnes par an.

1.3. Populations caprines élevées en Algérie

Le cheptel caprin algérien est très hétérogène du point de vue taille, couleur, toison, reproduction et taux de croissance. Outre les populations locales, on trouve aussi des populations introduites, et des populations croisées. D'après les conformations extérieures et les caractères phénotypiques, la population locale est représentée essentiellement par la race Arabe (Arbia, Makatia), la race kabyle, et la race M'Zab (Fantazi. K, 2004).

Dans certaines régions, des métissages avec les races méditerranéennes (races importées) comme l'Alpine et la Saanen, ont fait l'objet aussi de tentatives d'élevage en race pure, spécialisée en production laitière dans la région de Kabylie. (Abdelguerfi, 2003 ; Feliachi, 2003)

1.3.1. Races locales

1.3.1.1. Chèvre Arabe

1.3.1.1.1. Race Arbia

Ce type est subdivisé en deux sous-types : l'un sédentaire et l'autre transhumant. Comparativement au type transhumant, le type sédentaire a les poils plus longs, 14-21cm contre 10-17cm pour le type transhumant. (Feliachi, 2003).

D'après Dekkiche (1987) et Madani et al (2003), c'est la population la plus dominante, qui se rattache à la race Nubienne, elle est localisée surtout dans les hauts plateaux, les zones steppiques et semi-steppiques. Elle se caractérise par une taille moyenne de 70cm pour le mâle, et de 63cm pour la femelle. Leurs poids respectifs sont de 50kg et 35kg. Le corps est allongé avec un dessus droit et rectiligne. Le chanfrein est droit, la tête munie de cornes moyennement longues dirigées vers l'arrière, et des oreilles assez longues. La mamelle est de forme carrée et fixée en haut, bien attachée, et possède de petits trayons.

Paramètres de reproduction

- Le taux de prolificité est de 125% et le taux de fertilité est de 107% pour les deux types.
- Le nombre de mise bas par chèvre et par an : 02.
- Le nombre de chevreaux par chèvre et par an : 4 à 5.
- La production laitière totale par lactation est en moyenne de 65 litres.



Figure 1.12: Race Arbia. (Benyoub, 2016)

1.3.1.1.2. Race Makatia

Cette race est localisée dans les hauts plateaux de la région Nord de l'Algérie, elle est utilisée principalement pour la production de lait, de viande, la peau et le cuir ; c'est une race de grande taille. (Feliachi, 2003)

La race Makatia est le résultat du croisement entre la Cherkia et l'Arabia. Elle est originaire de la région de OULED-NAÏL cependant on la trouve dans la région de Laghouat (MADR, 2003). D'après HELLAL (Hellal, 1986), la Makatia est conduite en système sédentaire, son chanfrein est légèrement convexe chez certains sujets. Sa robe est variée, grise, beige, blanche et brune. Le poil est ras et fin, dont la longueur varie entre 3 à 5cm en moyenne. Les cornes sont longues chez le mâle, dirigées en arrière et vers le haut. La femelle possède au niveau de la tête une barbiche, et deux pendeloques, ainsi que de longues oreilles tombantes d'une longueur de 16cm en moyenne. La mamelle est bien attachée, et de type carrée, munie de gros trayons.

Le poids atteint 60kg chez le mâle, et 40kg chez la femelle, alors que la hauteur au garrot est respectivement de 70cm et 67cm chez le mâle et la femelle.

Paramètres de reproduction

- Le taux de prolificité est de 150% et le taux de fertilité est de 90%.
- Le nombre de mise bas par chèvre et par an : 02.
- Le nombre de chevreaux par chèvre et par an : 2 à 3.
- La production laitière est de 1- 2 litres par jour, avec une durée de lactation de 7 mois.



Figure 1.12: Race Makatia. (ITELV, 2020)

1.3.1.2. Chèvre Kabyle

La chèvre de Kabylie est de petite taille. Elle peuple abondamment les massifs montagneux de la Kabylie, des Aurès et du Dahra. Son poil est long de couleur généralement brun foncé, parfois noir ; la tête de profil courbé, est surmontée de cornes. (MADR, 2003).

La hauteur au garrot est de 50-60cm chez la femelle, et 64 -72cm chez le mâle. Les poids respectifs chez les femelles et les mâles sont 30-40kg et 45-64kg. Le corps allongé, dessus droit et rectiligne. La tête est fine et porte des cornes dirigées vers l'arrière, le caractère motte est très fréquent.

La couleur de la robe est très variable, La mamelle est de forme carrée avec de petits trayons chez la majorité des sujets.

Paramètres de reproductions

- Le taux de prolificité est de 100 à 120% et le taux de fertilité est de 90%.
- Le nombre de mise bas par chèvre et par an : 02.
- Le nombre de chevreaux par chèvre et par an : 2 à 3.
- La production laitière est de 0,5-1 litre par jour, avec une durée de lactation de 5 mois.



Figure 1.13 : Race Kabyle.

1.3.1.3. Chèvre M'zabite

Chèvre principalement laitière, appelée aussi « rouge des Oasis ». Cette chèvre est originaire de Berriane ou M'tlili dans la région de Ghardaïa, elle peut toutefois se trouver dans toute la partie septentrionale du Sahara. Elle se caractérise par un corps allongé, droit et rectiligne, la taille est de 68cm pour le mâle, et 65cm pour la femelle, avec des poids respectifs de 50kg et 35kg. La robe est de trois couleurs : le chamois qui domine, le brun et le noir, le poil est court (3-7cm) chez la majorité des individus, la tête est fine, porte des cornes rejetées en arrière lorsqu'elles existent, le chanfrein est convexe, les oreilles sont longues et tombantes (15cm) (Hellal, 1986).

La race Mozabite est très intéressante du point de vue production laitière (jusqu'à 2,56 Kg/j).

Paramètres de reproductions

- Le taux de prolificité est de 200 à 250% et le taux de fertilité est de 140%.
- Le nombre de mise bas par chèvre et par an : 02.
- Le nombre de chevreaux par chèvre et par an : 4 à 5.
- La production laitière est de 1,5-3 litres par jour, avec une durée de lactation de 7 mois.



Figure 1.14 : Race M'zabite. (ITELV, 2020)

Tableau 1.4: Caractéristiques biométriques de quelques populations en Algérie. (Barbari, 2019)

Races	Principale localisation	Hauteur au garrot mâle (cm)	Hauteur au garrot femelle (cm)	Couleurs principales	Caractères particuliers
Arabia	Région de Laghouat	70	67	Noire	- Front droit - Poils longs - Oreilles tombantes
Makatia	Hauts plateaux	72	63	Couleurs variées	- Taille grande - Poils courts - Pendeloques et barbe courants
Kabyle	Montagne de Kabylie et Dahra	68	55	Unicolore et multicolore noir et brun	- Petite taille - Poils longs - Oreilles longues
M'zabite	Metlili et région de Ghardaïa	68	65	Unicolore Chamoisée Dominante	- Type nubien - Oreilles longues et tombantes

1.3.2. Races importées

1.3.2.1. Race Saanen

Cette race est d'origine suisse, appelée aussi la Blanche de Gessenay ; c'est une race de grand format puisqu'un bouc pèse de 80 à 120Kg pour une hauteur au garrot comprise entre 90 et 100cm ; la chèvre est plus légère puisque son poids varie de 50 à 90Kg pour une hauteur au garrot de 70 à 90cm. (Ricordeau et Lauvergne, 1971 ; Babo, 2000).

La Saanen est une race rustique et précoce, elle a la réputation d'être paisible, très docile et solide, pouvant supporter sans problème tous les différents modes d'élevage possibles, intensifs si

nécessaires. Elle se comporte en remarquable laitière, même en vivant totalement en stabulation. (Babo, 2000).

C'est une chèvre à poil court blanc uniforme, danse et soyeux ; la tête, avec ou sans cornes, avec ou sans pampilles et barbiche, a le profil droit ; la poitrine est large et longue, signe d'une capacité thoracique importante. Les membres sont forts et bien d'aplomb. La mamelle globuleuse est souple et plus développée en largeur qu'en longueur. (Ricordeau et Lauvergne, 1971 ; Babo, 2000)



Figure 1.15 : Race Saanen. (www.pinterest.sca)

1.3.2.2. Race Alpine

Cette race est bien évidemment originaire du massif alpin, plus particulièrement des parties suisse et française de la chaîne des Alpes. La chèvre Alpine est une très bonne et très excellente laitière qui supporte bien les différentes formes d'élevages, en stabulation, en semi-plein air ou carrément en plein air et les pâturages. Les chevrettes sont si précoces qu'on peut les faire saillir dès qu'elles atteignent l'âge de sept mois. (Babo, 2000)

L'Alpine est une race de moyen format ; un bouc pèse de 80 à 100Kg, une chèvre de 50 à 70Kg. La tête est triangulaire et elle est le plus souvent cornue, les bêtes cornées représentent 95% des boucs et 85% des chèvres et elles sont sélectionnés par les éleveurs car elles ont une meilleure fertilité. La tête peut avoir ou non des pampilles et une barbiche, les oreilles dressées vers l'avant sont assez longues, entre 13 et 14cm, et en cornet relativement fermé. Le cou est fin et les yeux sont saillants. (Babo, 2000)

Le dos est droit, la croupe est large un peu inclinée. Les membres sont solides et les aplombs sont bons. La mamelle est grosse, un peu inclinée. La robe est à poil ras et de couleur très variée, allant du rouge clair au rouge foncé et même au noir. (Babo, 2000)



Figure 1.16 : Race Alpine. (www.capgene.com)

1.3.2.3. Race Murcia

Selon French (French, 1971), elle est originaire de la province de Murcie en Espagne, cette chèvre s'est répandue dans le sud de l'Espagne et a été transplantée aux niveaux des zones côtières de l'Oranais D'après Hellal (Hellal, 1986), la Murcia est un animal rustique avec une tête fine, des oreilles courtes portées horizontalement, des cornes rares, l'encolure longue, et un corps long arrondi à poils ras, fins et soyeux. La robe est acajou variant de l'alezan au brûlé, parfois noire Elle est de taille de 60 à 65cm chez le mâle, et de 50 à 60cm chez la femelle. Le poids est de 50 à 60kg et de 40 à 60kg respectivement chez le mâle et la femelle. (Sambraus, 1994)



Figure 1.17 : Race Murcia. (www.terredeschèvres.fr)

1.3.2.4. Race Maltaise

Elle est originaire de l'île de Malte, elle se localise généralement dans les oasis, et Surtout dans les régions du littoral (Hellal, 1986).

L'animal se caractérise par une petite tête à chanfrein droit, les oreilles sont longues, légèrement tombantes. Elle peut présenter des cornes à base étroite, d'abord parallèles puis arquées en arrière en spirale très allongées. Le cou long et mince, le dos long et bien horizontal.

Les poils sont ras sur la tête, à la partie supérieure de l'encolure et aux membres, ils sont longs sur tout le corps.

La robe blanche, alezane domine sur l'avant main et blanche sur l'arrière. La mamelle est globuleuse (Hellal, 1986) et (Dekkiche, 1987)



Figure 1.18 : Race Maltaise. (www.businessguarantor.com)

1.4. Mode d'élevage

Les principaux paramètres des systèmes d'élevage en l'Algérie sont :

- l'environnement physique.
- les ressources génétiques animales.
- les ressources végétales.
- le type d'exploitation.

D'après des études effectuées par différents instituts techniques sur les systèmes de production animale existants en Algérie, trois principaux types de systèmes se distinguent par la quantité de consommation des intrants et par le matériel génétique utilisé. (Feliachi et al., 2003)

1.4.1. Système extensif

En Algérie, ce type de système domine. Il est basé principalement sur l'utilisation de la végétation spontanée, parcours et forêts qui couvrent une part importante des besoins alimentaires des caprins. Les races élevées dans ce système de production sont rustiques avec une production orientée vers la viande. (Feliachi et al., 2003)

- **Nomadisme** : Le cheptel caprin mobile est toujours conduit avec les ovins, ces troupeaux se déplacent pendant l'été vers le nord, surtout les hautes plaines, pâturant sur les chaumes de blé. Ce mode de conduite appelé « Achaba », les animaux sont soumis annuellement à la transhumance et se nourrissent (parcours et chaumes). Les troupeaux regagnent les alentours des oasis et profitent des jeunes pousses qui apparaissent après les pluies d'automne (Khelifi, 1997)

- **Sédentaire** : Ce type d'élevage est à prédominance familiale dont le foyer en possède 4 à 10 chèvres exploitées pour la production laitière et pour l'autoconsommation (Bengoumi et al., 2013).

Les exploitations de plus de 20 chèvres observées au M'zab sont très peu nombreuses spécialisé dans la production de fromage local. Les animaux sont enfermés dans les chèvreries en stabulation libre pendant la nuit. Ils sont libérés chaque jour pour aller paître sur les parcours du village. L'alimentation est assurée par des apports complémentaires à base de fourrages et de concentrés. (Chentouf et al., 2013).

1.4.2. Système intensif

Contrairement au système extensif, ce type de système fait appel à une grande consommation d'aliments, une importante utilisation de produits vétérinaires ainsi qu'à des équipements pour le logement des animaux (Adamou et al., 2005). L'Alimentation de la chèvre est apportée sur place et constituée principalement de luzerne verte, de foin, et de paille. La complémentation automnale et hivernale est constituée de maïs, d'orge et de son.

1.4.3. Système semi intensif

Ce système est basé sur l'utilisation des ressources forestières pendant la période de faible production. Les caprins exploités dans ce système sont des sujets croisés entre la population locale et les races Alpine et Saanen.

Le système commence à se développer dans le Nord et à proximité de quelques centres urbains.

CHAPITRE 02 :

**Anatomie et physiologie de l'appareil
génital femelle**

2.1. Rappels anatomiques

On regroupe sous la dénomination de tractus génital femelle un ensemble d'organes qui interviennent à des titres différents dans la physiologie de la reproduction.

L'appareil génital est constitué de :

➤ **Organe génitaux externes**

- Vulve
- Clitoris
- Vagin

➤ **Organe génitaux internes**

- Oviductes
- Utérus
- Ovaires

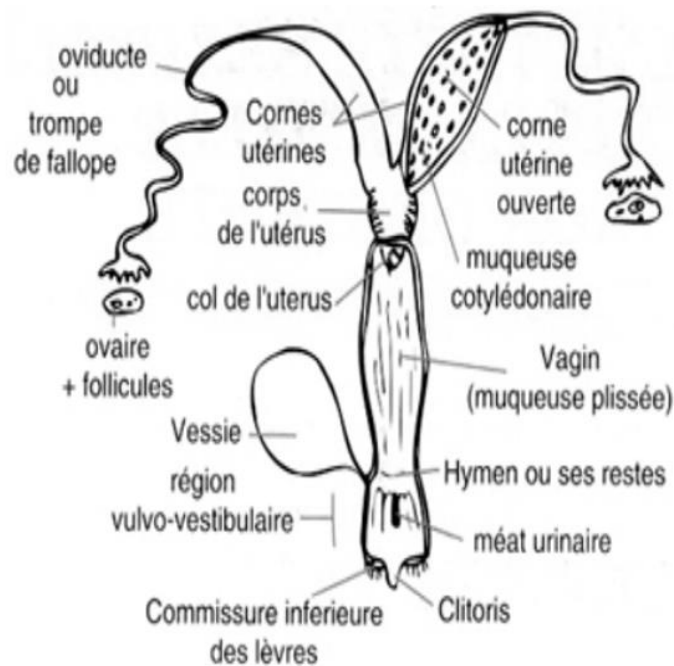


Figure 2.1 : Les voies génitales de la femelle. (Boukhlik, 2002)

2.1.1. Organes génitaux externes

2.1.1.1. La vulve

Le vestibule vulvaire, est le sinus urogénital de la femelle qui a une forme ovale et les lèvres vulvaires sont peu saillantes (Derivaux et Ectors, 1980).

2.1.1.2. Le Clitoris

Court chez la chèvre, organe érectile et sensible (Baril et al., 1993). Ses racines sont deux corps claires aplatis et minces, recouverts de muscle Ischio-caverneux rudimentaire longé dans la commissure antérieure de la vulve (Baronne, 1990) étroitement encapuchonné a son extrémité dans une cavité muqueuse (Bressou, 1978).

2.1.1.3. Le vagin

Un conduit cylindroïde qui s'étend du col de l'utérus à la vulve, il constitue avec elle l'organe d'accouplement de la femelle et permettant également le passage du fœtus à l'occasion de la parturition (Drion et al., 1993).

2.1.2. Organes génitaux internes

2.1.2.1. Utérus

C'est l'organe de la gestation. L'utérus est un organe creux de couleur jaune rosée parfois rougeâtre. Son poids, sa consistance et ses dimensions varient en fonction de l'état physiologique de la femelle.

La chèvre a un utérus bipartite, il est fait de deux longues cornes qui s'unissent caudalement en une courte partie appelée corps. Celui-ci communique avec le vagin par le col.

2.1.2.1.1. Les cornes utérines

Elles font suite aux oviductes et mesurent 10 à 12cm de longueur (Bressou, 1978 ; Soltner, 1993). Les cornes utérines sont spiralées, longuement accolées par leur base et ne présentent qu'un seul ligament intercornual.

2.1.2.1.2. Le corps utérin

C'est un court cylindre, il mesure, chez la chèvre, 2 à 3cm de longueur (Barone, 1978).

2.1.2.1.3. Le col utérin (cervix)

Il est constitué par un fort épaissement de la paroi du conduit génital. Le col s'interpose entre les cavités utérine et vaginale. Celles-ci communiquent entre elles par un étroit canal cervical (Vaissaire 1977).

Remarque : chez la chèvre, le col est très difficilement franchissable au cours de l'œstrus. Donc, les inséminations cervicales sont rares, alors, on se limite à déposer la semence à l'entrée du col. De plus, il est préférable d'effectuer une insémination artificielle à l'entrée du col plutôt que d'endommager le cervix qui est très délicat, car de petites hémorragies peuvent être néfastes pour la survie des spermatozoïdes (Marquis, 1990).

2.1.2.2. Oviductes ou trompes utérines (salpinx)

C'est la partie initiale des voies génitales de la femelle. Le salpinx est un conduit flexueux, pair et étroit. Chez la chèvre, sa longueur est de 12 à 16cm et son diamètre extérieur est, au niveau de l'ampoule, de 2 à 3cm et de 0,5 à 1cm au niveau de l'isthme (Barone, 1978). Chaque oviducte se compose des segments suivants :

2.1.2.2.1. Le pavillon ou *infundibulum*

Il s'ouvre dans la bourse ovarique. Il peut s'appliquer sur le bord libre de l'ovaire pour recueillir le ou les gamètes émis par l'ovaire au moment de l'ovulation (Bonnes et al., 1988). Chez les petits ruminants, il est relativement plus large et moins long.

2.1.2.2.2. L'ampoule

C'est la partie la plus dilatée de la trompe, elle fait suite à l'infundibulum. Chez la chèvre, l'ampoule présente des flexuosités amples et irrégulières. Elle est le siège de la fécondation (Barone, 1978).

2.1.2.2.3. L'isthme

Il fait suite à l'ampoule sans démarcation nette. Il présente une cavité étroite, et sa terminaison, peu distincte, se raccorde à la corne utérine de manière progressive. (Barone, 1978)

2.1.2.2.4. Portion interstitielle

S'ouvre dans la bourse ovarique elle peut s'appliquer sur le bord libre de l'ovaire pour recueillir le ou les gamètes émis par l'ovaire au moment de l'ovulation. (Bonnes et al., 1988)

2.1.2.3. Ovaires

Glandes sexuelles au nombre de deux (Barone, 1990) se situent dans la cavité abdominale. Suspendu à l'extrémité crâniale du ligament large (mésovarium), l'ovaire se situe près du pubis un peu crânialement au col de l'ilium.

Il est de forme ovoïde plus ou moins aplatie d'un côté à l'autre et de couleur blanc rosée ou grisâtre. La consistance de l'ovaire est ferme et peu élastique, elle peut devenir rénitente par la présence de follicules ovariques (Barone, 1978).

Chez la chèvre, l'ovaire présente les dimensions suivantes :

- Poids : 1,02g
- Longueur : 1-1,8cm
- Largeur : 0,72-1,8cm
- Epaisseur : 0,85-1,12cm (Altman, 1962 ; Lyngset, 1968).

L'ovaire est fait, sous un revêtement de structure peu variable, d'un support conjonctif ou stroma contenant les autres constituants qui se répartissent en deux zones : l'une centrale ou médullaire et l'autre périphérique ou cortical (cortex) (Barone, 1978).

2.1.2.3.1. Le revêtement de l'ovaire

Il est fait d'un épithélium cubique simple superficiel. La densification du stroma à sa face interne constitue l'albuginée qui est mal délimitée en profondeur.

2.1.2.3.2. La zone centrale

Appelée également la zone vasculaire ou médulla, elle s'ouvre au niveau du hile. La zone médullaire est formée du stroma conjonctif et de fibres musculaires lisses et est riche en artères et veines ovariennes lui donnant un aspect spongieux. Ces dernières sont responsables de la vascularisation corticale. La médulla contient également des éléments nerveux (Barone, 1978).

2.1.2.3.3. La zone périphérique

De nature parenchymateuse, le cortex est fait d'une densification du stroma, elle-même soutenue par des fibres réticulées et des cellules particulières, et d'un système vasculaire de type capillaires. La grande élasticité du stroma permet l'évolution périodique des organites ovariens (follicule ovarien et corps jaune) (Cross et Mercer, 1993).

La glande génitale femelle est douée d'une double fonction :

- Fonction exocrine (gamétogène) = élaboration et libération des gamètes femelles (ovocytes).
- Fonction endocrine (hormonogène) = synthèse d'hormones contrôlant l'activité génitale de la femelle. (Vaissaire, 1977)

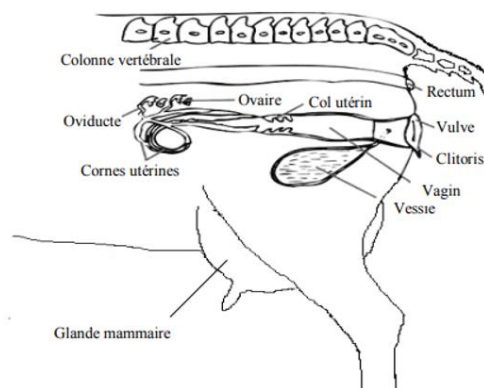


Figure 2.2 : Appareil génital de la chèvre. (Corcy, 1991)

2.2. Rappels physiologiques

2.2.1. La puberté

C'est l'ensemble des phénomènes anatomiques, histologiques et hormonaux rendant possible la reproduction d'un animal. Ce processus implique le passage d'un état d'inactivité ovarienne (pré-puberté) à celui d'une activité régulière aboutissant à une ovulation suivie d'un développement lutéale normal (Hanzen, 2009-2010).

Elle peut être aussi définie comme l'âge et le poids auxquels les animaux sont capables de se reproduire.

La puberté correspond à la fécondité des femelles lors de l'œstrus et leur capacité de conduire une gestation jusqu'à son terme. (Baril, 1993)

La chevrette exprime ses premières chaleurs vers 6-7 mois. Cependant, la puberté est fortement dépendante du poids, du mois de naissance et de la race. En général, la puberté n'est atteinte que pour un poids de 40 à 60 % du poids adulte, soit entre 5 et 18 mois. Il est d'ailleurs conseillé de ne mettre à la reproduction que les femelles ayant atteint un développement suffisant. De plus, la puberté ne peut se déclencher qu'on saison sexuelle ainsi, les femelles nées en hiver ou au début du printemps atteindront la puberté à l'automne ou à l'hiver suivant si elles ont un développement corporel suffisant sinon la puberté sera décalée à la saison sexuelle suivant soit vers 18 mois. (Chanvallon, 2012)

2.2.2. L'activité sexuelle

La femelle non gestante possède une activité sexuelle cyclique à partir de la puberté ; cette activité sexuelle se traduit par une succession d'événements précis se produisant à intervalles constants, selon un rythme propre à chaque espèce. Dans certaines espèces et dans certaines conditions, par exemple liées aux variations de la durée du jour, cette activité cyclique peut être suspendue temporairement chez la plupart des femelles.

Au contraire de la production spermatique du mâle, la femelle ne produit pas continuellement des ovules et le stock n'est pas en renouvellement permanent, mais est fixé lors de l'oogenèse, pendant la vie embryonnaire (Baril et al., 1993)

2.2.2.1. Cycle sexuel

Le cycle sexuel constitue l'activité sexuelle cyclique des femelles des mammifères d'élevage, et comprend à la fois le cycle ovarien et le cycle œstrien qui sont souvent simultanés. Le cycle œstrien (21 jours en moyenne) est l'intervalle compris entre le premier jour d'un œstrus et le premier jour de l'œstrus suivant.

L'œstrus (ou chaleurs) est défini strictement comme la période où la femelle accepte le chevauchement par le mâle ou par ses congénères. L'immobilisation de la chèvre est le signe évident des chaleurs.

Le cycle ovarien (21 jours en moyenne) correspond à un intervalle entre 2 ovulations successives. Il est divisé en 2 phases distinctes : la phase lutéale (16 à 17 jours) et la phase pré ovulatoire ou folliculaire (3 à 4 jours) (Boissard et al., 2008).

Un cycle sexuel est une répétition d'œstrus accompagnés d'ovulations à intervalles de temps réguliers, variant selon les espèces.

À la puberté (maturité sexuelle), la femelle commence à présenter des cycles sexuels, qui sont l'ensemble des modifications structurales et fonctionnelles de l'appareil génital femelle, revenant à intervalles périodiques suivant un rythme bien défini pour chaque espèce et interrompu seulement pendant la gestation ou la période qui suit la mise bas (post-partum), et pendant l'anœstrus saisonnier chez les femelles à cycles saisonniers (chèvres, brebis, jument). Les cycles sexuels se traduisent par l'apparition des chaleurs (œstrus) dans le cycle œstral ou des ovulations lors du cycle ovarien. Le cycle sexuel des femelles des mammifères se caractérise par deux composantes : le cycle ovarien et le cycle œstrien.

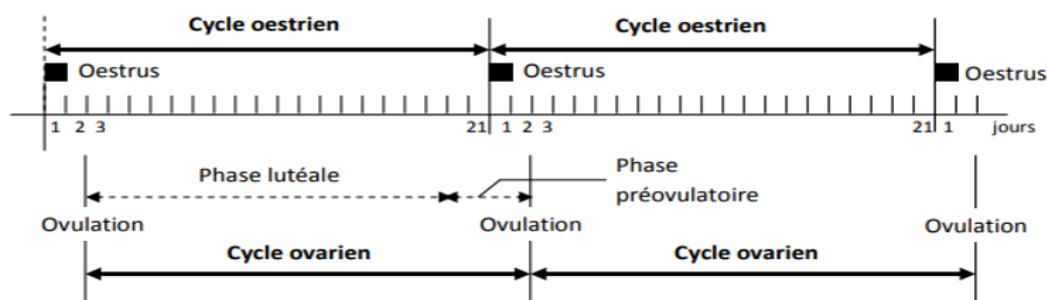


Figure 2.3 : Cycle œstrien et cycle ovarien. (Bonnes et al., 1998)

2.2.2.1.1. Le cycle ovarien

Il est défini comme l'intervalle entre deux ovulations successives à une durée caractéristique propre à chaque espèce. En prenant l'ovulation comme point de départ du cycle ovarien, on constate une succession de deux phases caractéristiques, une phase de prédominance du ou des corps jaunes, dite phase lutéale, et une phase de régression des corps jaunes mais surtout de croissance folliculaire, dite phase folliculaire ou pré ovulatoire.

➤ La phase lutéale

Elle s'étend de l'ovulation jusqu'à la régression fonctionnelle du corps jaune, d'une durée moyenne de 15 jours chez la brebis avec des écarts allant de 14 à 16 jours (Driancourt et al., 1991).

Chez la chèvre, elle dure en moyenne 16 jours (15- 17) et le corps jaune formé est actif 4 jours après sa formation (Zarrouk et al., 2001). La phase lutéale correspond à la lutéogénèse et la lutéotrophie,

elle s'achève par le début de la lutéolyse et la différenciation des follicules cavitaires qui ovuleront au cycle suivant.

Parallèlement pendant cette période, la croissance folliculaire évolue par vagues au nombre de 4 à 3-4 jours d'intervalle. Les vagues folliculaires sont qualifiées de majeures ou mineures selon la taille du follicule. Les vagues majeures se produisent au début ou à la fin du cycle œstral et donnent naissance à un follicule de 9 à 10 mm de diamètre à demi-vie longue. La persistance du follicule serait due à l'absence d'inhibition de la LH induite par la progestérone (Gither et al., 1994). Durant cette phase, de nombreux follicules subissent l'atrésie.

➤ La phase folliculaire

Cette période, au cours de laquelle on assiste à une croissance brutale d'un ou plusieurs follicules à *antrum* destinés à ovuler, est beaucoup plus courte d'une durée de 2 jours en moyenne chez la brebis avec des écarts allant de 2 à 3 jours. Elle correspond à la période recrutement - sélection - dominance de la fin de la croissance folliculaire jusqu'à l'ovulation. C'est aussi au cours de cette phase que se déroule la lutéolyse.

2.2.2.1.2. Le cycle oestrien

Il correspond à la période délimitée par deux œstrus consécutifs ; plus précisément c'est l'intervalle entre le premier jour de deux œstrus ou chaleurs consécutifs (bonnes et al., 1988). Il s'agit d'une succession d'événements précis, déterminés, se renouvelant toujours de la même façon à intervalles sensiblement constants et propres à chaque espèce. Cette cyclicité apparaît à la puberté. Chez certaines espèces comme la vache et la truie les chaleurs peuvent être observées chez les femelles non gestantes pendant toute l'année. Elles sont dites espèces à activité sexuelle continue. Dans d'autres espèces au contraire, l'activité sexuelle est discontinue, c'est le cas de la chèvre, la brebis et la jument où les chaleurs n'apparaissent que pendant une certaine période de l'année. Ces espèces ont une activité sexuelle dite saisonnière car concentrée plus particulièrement à certaines saisons.

Le cycle œstral est divisé en quatre phases qui se succèdent l'une après l'autre à savoir :

- Proœstrus.
- Œstrus.
- Metœstrus.
- Diœstrus.

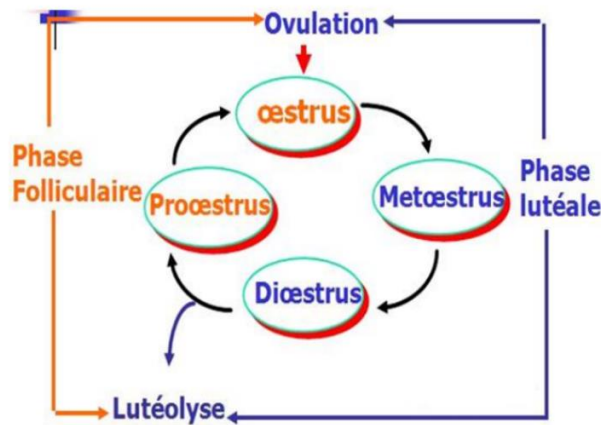


Figure 2.4: Le cycle œstral.

a) Le pro-œstrus

Il correspond à la phase de croissance folliculaire et dure de 3 à 4 jours. Il se termine par la formation d'un ou de plusieurs follicules pré-ovulatoires pouvant atteindre 12 à 15 mm de diamètre (Buggin, 1990).

Au cours du pro œstrus la vulve se congestionne, les lèvres vulvaires sont plus faciles à écarter que pendant le dioestrus. Un mucus filant, transparent apparaît entre les lèvres vulvaires. On observe également, au cours de cette période, une très nette augmentation non seulement de l'activité générale mais aussi du comportement agressif à l'égard des congénères. La femelle se tient plus fréquemment debout, ce signe est davantage identifiable en stabulation entravée que libre, et recherche la présence d'autres animaux. Elle s'alimente moins souvent et présente une diminution de sa production lactée. On constate également une augmentation du nombre de mictions et de la fréquence des beuglements. L'animal en état d'excitation sexuelle dépose et frotte son menton sur la croupe d'un partenaire. Ce dernier type d'attitude constitue souvent un prélude au comportement de monte active (mounting activity) auquel fait suite le comportement de monte passive seul signe caractéristique de l'état œstral (Hanzen, 2004).

b) L'œstrus

Il est appelé communément chaleurs. Il dure en moyenne 36 heures avec des variations extrêmes de 22 à 48 heures. L'ovulation a lieu en fin des chaleurs entre la 24ème et la 36ème heure (Henderson et al., 1998) et (Lemlin, 2002).

A la fin du cycle œstral, la femelle entre en œstrus : son comportement est modifié ainsi que ses organes de reproduction (Brice, 2003) :

- La chèvre est nerveuse, elle s'agite anormalement.
- Chevauche et accepte d'être chevauchée par d'autres femelles.
- Elle bêle et remue fréquemment la queue.

- Sa vulve humide laisse s'écouler un mucus, permettant à l'éleveur d'identifier les chaleurs de son animal sans trop d'erreur.
- Son appétit diminue.
- Elle s'immobilise dans une posture caractéristique en présence du mâle.

En absence de mâle, les chaleurs sont difficiles à détecter. L'œstrus doit être strictement et uniquement défini comme la période où la femelle accepte le chevauchement par le mâle ou d'autres congénères ; le réflexe d'immobilisation au chevauchement est le seul signe certain des chaleurs (Bonnes et al., 1988).

D'autres signes moins caractéristiques, variables selon les espèces précédentes, accompagnent et suivent l'œstrus proprement dit ; ces signes accessoires et irréguliers s'ajoutant à l'acceptation du chevauchement peuvent faciliter la détection des chaleurs.

c) Le métoestrus

C'est la phase d'installation du corps jaune ; elle se traduit par une colonisation du caillot sanguin, consécutif à l'ovulation par les cellules de la granulosa et des thèques pour donner des cellules lutéales (Gressier, 1999).

d) Le Diœstrus

Il correspond à la phase de fonctionnement du corps jaune, c'est-à-dire sa croissance, sa phase d'état et sa régression. Le corps jaune atteint sa taille maximale au 12^{ème} jour et débute sa régression au 15^{ème} jour du cycle en absence de gestation. L'ensemble du métoestrus et diœstrus dure entre 14 et 17 jours (Buggin, 1990).

En cas de gestation, le corps jaune reste fonctionnel pendant toute la durée de la gestation.

2.2.2.2. La durée du cycle sexuel

La durée moyenne du cycle sexuel est de 21 jours avec d'importantes variations en fonction de la race et du moment de la saison sexuelle. Des cycles œstraux courts sont observés en début de la saison d'activité sexuelle probablement associés à une régression prématurée du corps jaune (Zarrouk et al., 2001).

La durée du cycle œstrien est assez caractéristique de l'espèce, mais comporte cependant des variations individuelles notables (Bonnes et al., 1988). Cette durée est déterminée par l'intervalle de temps entre deux (02) chaleurs consécutives. Elle est de l'ordre de 21 jours en moyenne chez la chèvre, avec des variations selon les individus de 16 à 23 jours (Camp et al., 1983) et (Buggin, 1990). En plus de ces cycles normaux, des cycles courts et des cycles longs peuvent être observés.

2.2.2.2.1. Les cycles courts

De 2 à 16 jours, sont fréquemment observés chez les chevrettes ; ils sont considérés comme physiologiques. Dans ce cas, le premier œstrus est anovulatoire et aucun corps jaune ne se forme (Camp et al., 1983). En outre, la durée du cycle peut être écourtée suite à divers facteurs :

- Facteurs climatologiques (températures très froides ou très élevées).
- Humidité relativement basse surtout en début de saison de reproduction.
- Présence continue des boucs (avance de la lutéolyse 1-2 jours).

2.2.2.2.2. Les cycles longs

De 25 à 44 jours, sont observés en lactation ou lorsque la saison est défavorable, l'œstrus est alors très court et peu marqué (Lopez-Sebastian et al., 1993). L'étude de Baril et al., (1993), conduite pendant la saison sexuelle, de la distribution et de la durée des cycles œstraux chez des femelles maintenues non gestantes, montre que dans l'espèce caprine, il existe une fréquence importante de cycles de durée anormale.

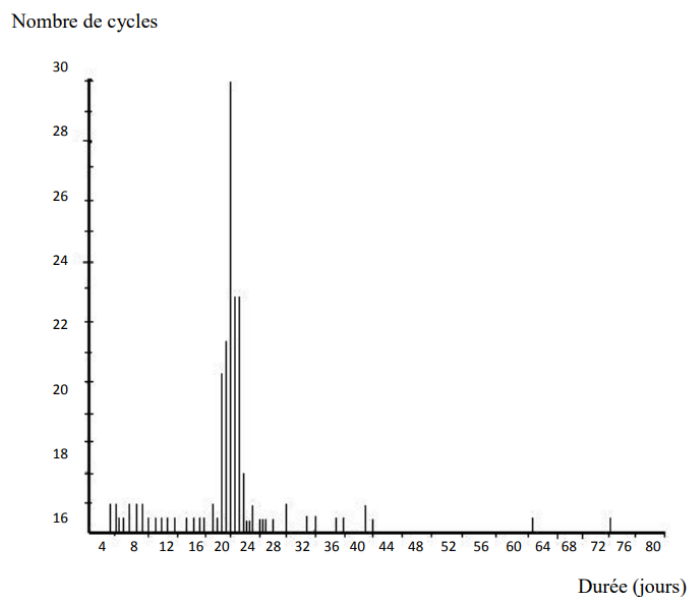


Figure 2.5: Durée du cycle œstral chez la chèvre laitière de race alpine. (Baril et al., 1993)

2.2.3. Les périodes d'inactivité sexuelle

2.2.3.1. Anœstrus saisonnier

La chèvre se caractérise par un saisonnement très marqué dans sa vie sexuelle. Après l'activité sexuelle, il y a un repos sexuel qui dure le reste de l'année. C'est la période pendant, laquelle, les cycles œstraux s'arrêtent. Dans les pays tempérés, les ovins et les caprins manifestent d'importantes variations saisonnières de l'activité sexuelle dues à la photopériode, la température, l'alimentation ou encore les interactions entre individus. Dans les deux sexes, il existe une période d'activité sexuelle maximale qui s'étend, en général d'août à janvier, et une période d'activité minimale de février à

juillet. On peut y voir dans les conditions naturelles la possibilité pour les petits ruminants de mettre bas pendant la meilleure période de l'année. Les variations se manifestent, chez la femelle, par l'existence d'une période d'œstrus saisonnier, de durée variable selon les races et, chez le mâle, par une diminution de l'intensité du comportement sexuel et de la production spermatique tant en quantité qu'en qualité (Hanzen, 2004). Gonzalez (Gonzalez, 2004), signale que pendant la période d'œstrus on constate :

- moins d'ovulations et d'œstrus
- plus grand nombre de cycles courts
- plus d'ovulations silencieuses
- moindre taux d'ovulation

Chez les races saisonnées, la saison d'œstrus se caractérise par l'absence quasi-totale de cycle (Chemineau et Delgadillo, 1994).

Pour toutes les races étudiées aux régions des latitudes élevée et moyenne, La proportion de femelles manifestants au moins un œstrus par mois est faible pendant la phase des jours croissants. Chemineau (1989), précise que les chèvres alpines Françaises présentent une succession de cycles se produisant au début du mois d'octobre jusqu'au début du mois de février où commence la période de repos sexuel.

Par ailleurs, Belmihoub (1997), affirme que la chèvre locale présente très peu de repos sexuel, car il est estimé à deux mois par rapport à deux mises-bas par an.

Cependant, il est incorrect d'affirmer que l'œstrus est une période durant laquelle le système de reproduction est totalement inactif. Soltner (1993), signale que pendant l'œstrus saisonnier, la chèvre continue à avoir des ovulations silencieuses, non détectées par l'éleveur ni même par le bouc. En effet, les follicules développés sont capables de sécréter des stéroïdes et répondent aux hormones gonadotrophiques et peuvent même ovuler si le stimulus gonadotrophique est approprié (Scaramuzzi et Baird, 1977).

Tous les systèmes impliqués dans la reproduction paraissent fonctionnels lorsqu'ils sont testés individuellement durant l'œstrus ; seulement ils ne sont pas intégrés de façon à permettre une activité ovarienne normale. Cela implique quelques facteurs de l'environnement et hormonaux contrôlant cette rupture saisonnière réversible.

L'existence des ovulations silencieuses pendant la période d'œstrus saisonnier montre que celui-ci n'a pas la même intensité tout au long de sa durée. Une insuffisance oestrogénique peut être à l'origine de ces ovulations silencieuses.

Deux étapes principales d'inactivité, une étape dite profonde et l'autre légère, peuvent être distinguées à partir de la pulsativité de LH, des variations plasmatiques de FSH et des concentrations plasmatiques d'œstradiol 17 β (Terqui et Cognie, 1984).

- **Une inactivité profonde** : caractérisée par des niveaux faibles de FSH (2.6 ng/ml chez la brebis Mérinos), peu de pulses de LH (1 pulse/6h).
- **Une inactivité légère** : avec l'augmentation des niveaux de FSH (3.7ng/ml) mais pas de changement dans le nombre de pulse de LH (0.73 pics/6h) et une production significative d'œstradiol 17 β .

Cette dernière phase est suivie d'une phase de transition à l'ovulation.

2.2.3.2. Anœstrus de lactation ou du post-partum

Plusieurs auteurs (Bonnes et al., 1988 ; Delouis et Richard, 1991), définissent l'anœstrus de lactation (ou anœstrus du post-partum) comme la période qui suit immédiatement la mise-bas et au cours de laquelle aucun œstrus normal ne se manifeste. De durée variable, il prend fin avec le retour des cycles ovariens physiologiques et comportementaux normaux.

Dans cette définition apparaît la notion d'anovulation et d'anœstrus. D'après (Baril et al., 1993), la mise-bas est suivie d'une période de repos sexuel pour deux raisons d'origine interne. La première est le temps nécessaire à l'involution utérine. La seconde est l'inactivité de l'ovaire, essentiellement d'origine centrale puisque celui-ci n'est pas suffisamment stimulé par les hormones gonadotropes. Hellal (1986), constate que la chèvre en Algérie peut accepter le mâle 25 à 30 jours après la mise-bas.

2.3. Hormones de la reproduction

Les hormones sont des substances véhiculées par la circulation sanguine et elles permettent à différents organes de communiquer entre eux. Plusieurs hormones interviennent dans l'endocrinologie de la reproduction.

2.3.1. Les hormones hypothalamiques ou « releasing-factor »

Leur rôle consiste à contrôler la synthèse et la libération des hormones hypophysaires. L'hypothalamus est un carrefour entre le système nerveux et l'appareil endocrinien, reçoit des stimuli internes et externes et commande par l'intermédiaire d'un neurone protidique GnRH (Bonnes et al., 2005)

2.3.2. Les hormones hypophysaires

Hormones gonadotropes dont dépend la maturation gamétique et la stimulation de sécrétion des hormones stéroïdiennes par les gonades.

L'antéhypophyse située en dessous de l'encéphale, dont le rôle principal est le contrôle de la fonction ovarienne et sous le contrôle de l'hypothalamus (Roux, 1986).

2.3.2.1. FSH

C'est une glycoprotéine, responsable de la maturation des follicules, détermination de l'ovulation et la formation du corps jaune. (Bonnes et al., 2005)

La production de la FSH dans le lobe antérieur de l'hypophyse peut être inhibée par la progestérone du corps jaune. (Rotten, 2001)

2.3.2.2. LH

La LH est une hormone lutéinisante, qui provoque l'ovulation. Elle est responsable de la transformation du follicule mûr en corps jaune et stimule la sécrétion de progestérone à partir de cholestérol au niveau des cellules. En ce qui concerne le mode de sécrétion, une sécrétion tonique continue tous le long du cycle sexuel et une sécrétion cyclique (Pic de LH) qui vient à la fin de chaque cycle œstral pour induire l'ovulation et la lutéinisation (Dupouy et al., 1992).

2.3.2.3. La prolactine ou LTH

La prolactine n'est pas considérée comme une hormone gonadotrope.

Son rôle principal est la stimulation de la sécrétion lactée. Cependant, elle joue un rôle important dans la reproduction des animaux domestiques. Elle est responsable de la sécrétion de progestérone par le corps jaune et de son maintien lors de la gestation.

Le pic d LH dans le sang précède celui de LTH et se prolonge plus longtemps (Deriveaux et al., 1976).

2.3.2.4. L'ocytocine

C'est un neurohormone protidique secrété par la post-hypophyse, intervient chez la femelle au moment de la mise bas et lors de l'éjection de lait (Bonnes et al., 2005).

2.3.3. Les hormones stéroïdes d'origine gonadique

Elles sont responsables des modifications des organes génitaux au cours du cycle, de la régulation de ce dernier et de la gestation.

2.3.3.1. Œstrogènes

L'œstrogène est synthétisé et libéré surtout au cours de la phase folliculaire du cycle.

La synthèse des œstrogènes nécessite chez la plupart des espèces, la présence simultanée de la thèque interne et de la granulosa des follicules.

Sous l'effet de la LH, les cellules de la thèque synthétisent des androgènes à partir du cholestérol. Ces androgènes sont ensuite aromatisés en œstradiol par les cellules de granulosa sous le contrôle des hormones gonadotropes. Les œstrogènes sont représentés classiquement par :

2.3.3.2. L'œstradiol 17 Beta (E2 17 β)

- L'œstrone (C18 O3) H22.
- L'œstradiol E3.

Les principales activités des œstrogènes concernant la sphère génitale :

- assurent le développement et le maintien des caractères sexuels primaires et secondaires, règlent le comportement sexuel de la femelle.
- déclenchent l'œstrus : provoquent la stratification de la muqueuse vaginale et la prolifération de la muqueuse utérine.
- assurent le maintien du corps jaune.
- augmentent le péristaltisme de l'oviducte.
- participent à des feed-backs négatif et positif (Vaissaire, 1977).

2.3.3.3. Progestérone

C'est la principale hormone sécrétée par le corps jaune formé après lutéinisation des cellules folliculaire consécutive à l'ovulation (Baril et al., 1993).

La progestérone est sécrétée essentiellement au niveau des ovaires par les cellules lutéales mais elle peut être sécrétée en faible quantité par les cellules granuleuses des follicules ovariens.

La progestérone va assurer le début et le maintien de la gestation et sa diminution aboutit à l'avortement ou à l'accouchement (Roux, 1986).

La sécrétion de progestérone est sous le contrôle de la LH, ses effets connus sont les suivants :

- blocage des ovulations cycliques par rétroaction négative sur l'axe hypothalamo-hypophysaire.
- préparation de l'utérus à l'implantation de l'embryon.
- développement de la glande mammaire pendant la gestation. (Baril, 1993)

Pour (Sousa et al., 2004) la concentration de la progestérone est minimale pendant l'œstrus (0,2 à 0,6 ng/ml), elle augmente progressivement à partir du 3^{ème} et 4^{ème} jour du cycle, pour atteindre un maximum d'environ 6 ng/ml entre le 7^{ème} et le 10^{ème} jour du cycle chez les femelles cyclées (non gravides).

Cette concentration reste stable jusqu'aux environs, du 16^{ème} ou 17^{ème} jour chez la chèvre, pour ensuite diminuer brutalement suite à la lutéolyse induite par la prostaglandine F2 α utérine.

2.3.3.4. L'inhibine

L'inhibine est une hormone non stéroïdienne, d'origine gonadique, de nature glycoprotéine. Chez la femelle l'inhibine est synthétisée par les cellules de granulosa, une partie s'accumule dans le liquide folliculaire, l'autre est sécrétée dans le plasma (Rotten, 2001).

La sécrétion d'inhibine augmente pendant la phase de croissance finale du follicule pré ovulatoire. Dans le follicule à maturité, la production d'inhibine devient progressivement dépendante de la stimulation directe par la LH. L'inhibine avec l'œstradiol est l'un des facteurs importants régulant de façon négative la sécrétion de FSH chez la femelle (Humblot et al., 1990).

2.3.4. La mélatonine

La mélatonine est une substance naturellement présente dans l'organisme de tous les mammifères et presque tous les vertébrés. Elle est synthétisée principalement dans la glande pinéale, à partir du tryptophane et de la sérotonine, sous l'effet d'enzyme dont l'activité est commandée par la perception jour/nuit.

Synthétisée et sécrétée uniquement pendant la période nocturne, elle présente des concentrations dans le sang périphérique multipliées au moins par 50 à l'occasion du passage lumière/obscurité (Chemineau et al., 1996). Chez les mammifères, la mélatonine est métabolisée en 6-hydroxymélatonine par le foie et les reins (Yu et al., 1993). Ce métabolite est excrété dans l'urine sous forme sulphatée ou glucuronée.

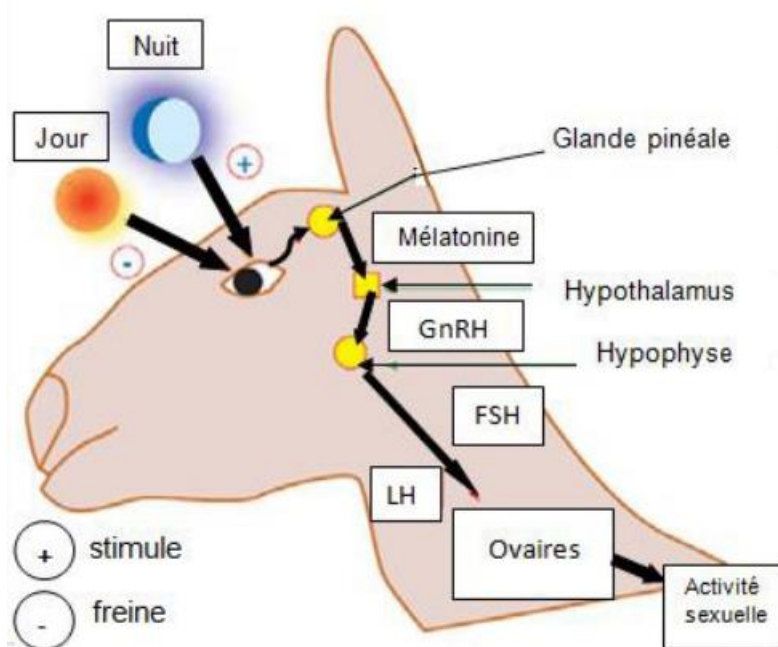


Figure 2.6 : Représentation schématique de l'action de photopériodisme sur la reproduction (Brice, 2003)

2.3.5. Les facteurs utérins

La prostaglandine (PGF2 alpha) est synthétisée à partir d'acide arachidonique, au niveau de nombreuses cellules sécrétrices. La libération est contrôlée par l'ocytocine d'origine lutéale. En effet l'ocytocine favorise la production de PGF2 alpha (Humblot et al., 1990).

Elle est sécrétée par l'utérus en réponse aux pulses d'œstradiol provenant de l'ovaire lors de la lutéolyse. La prostaglandine est responsable de la disparition du corps jaune à fin du cycle, si la femelle n'est pas gestante (Baril et al., 1993).

La PGF2 alpha par sa double action lutéolytique (lyse de corps jaune) et musculotrope, permet le contrôle du cycle (maîtrise), de la gestation (avortement) et des parturitions (inductions) (Fontaine et Cadore, 1995).

2.4. Régulation hormonale

Pendant la phase lutéale, la LH est libérée sous forme de décharges pulsatiles de faible amplitude. La progestérone exerce un rôle rétroactif négatif dans la régulation de la LH au cours du cycle. Cependant les quantités circulantes doivent être suffisantes pour exercer un rétrocontrôle efficace (Chemineau et al., 1988).

Aux alentours des jours 16-17 du cycle, les prostaglandines d'origine utérine, acheminées par contre-courant de la veine utéro-ovarienne à l'artère ovarique provoquent la lutéolyse (McCracken et al., 1999). La brusque diminution de la progestérone entraîne une forte augmentation de la fréquence et de l'amplitude des décharges de LH (Mori et Kano. Y, 1984).

L'augmentation de l'activité gonadotrope provoque une stimulation de la croissance des follicules de diamètre supérieur à 1mm (Akusu et al., 1986) et de leur activité stéroïdogène (Kanai et Ishikawa, 1988). Ils sécrètent alors l'œstradiol 17b en quantités croissantes (Mori et Kano, 1984).

Le niveau croissant et élevé d'œstradiol 17b déclenche alors le comportement d'œstrus. Chez la chèvre contrairement à la brebis, l'œstradiol seul est suffisant pour induire le comportement d'œstrus (Sutherland et Lindsay, 1991). Ceci explique qu'au contraire de la brebis, la saison sexuelle des chèvres commence souvent par un comportement d'œstrus sans ovulation (chaleur anovulatoire) (Chemineau et al., 1992).

L'élévation d'œstradiol 17b dans la circulation générale induit également par rétroaction positive (Dial et al., 1985) une décharge massive de LH par l'hypophyse : c'est le pic pré ovulatoire. Il dure de 8 à 10 heures et son niveau dépasse 50ng/ml. Le maximum du pic est atteint 3 heures après le maximum d'œstradiol 17b et 10 à 15 heures après le début de l'œstrus (Chemineau et al., 1982) et (Mori et Kano, 1984)

La FSH est également libérée massivement en même temps que la LH et pour la même durée. La décharge pré ovulatoire de gonadotropines provoque la lutéinisation du follicule et l'arrêt de la

sécrétion d'œstradiol. Les mécanismes de transformation des cellules folliculaires conduisent alors à l'ovulation qui se produit environ 20 heures après le pic pré-ovulatoire de LH (Chemineau et Delgadillo, 1994).

Le follicule se transforme alors en corps jaune et se met à sécréter la progestérone en partie au moins sous l'influence de la LH dont l'activité pulsatile est élevée (4 à 7 pulses en 8 heures) jusqu'au jour 7 du cycle où la fréquence se stabilise aux environs de 1,5 pulses en 8 heures (Sutherland et Lindsay, 1991).

C'est le milieu de la phase lutéale, un nouveau cycle commence. La saison d'anœstrus se caractérise par une absence quasi totale de cycles (Chemineau et Delgadillo, 1994). Une faible fréquence des pulses de LH (moins de 2 pulses en 6 heures début août malgré qu'il n'y ait pas de progestérone endogène) est aussi observée. La fréquence et l'amplitude des pulses augmentent à l'approche de la saison sexuelle : plus de 3 pulses en 6 heures à la mi-septembre (Chemineau et al., 1988).

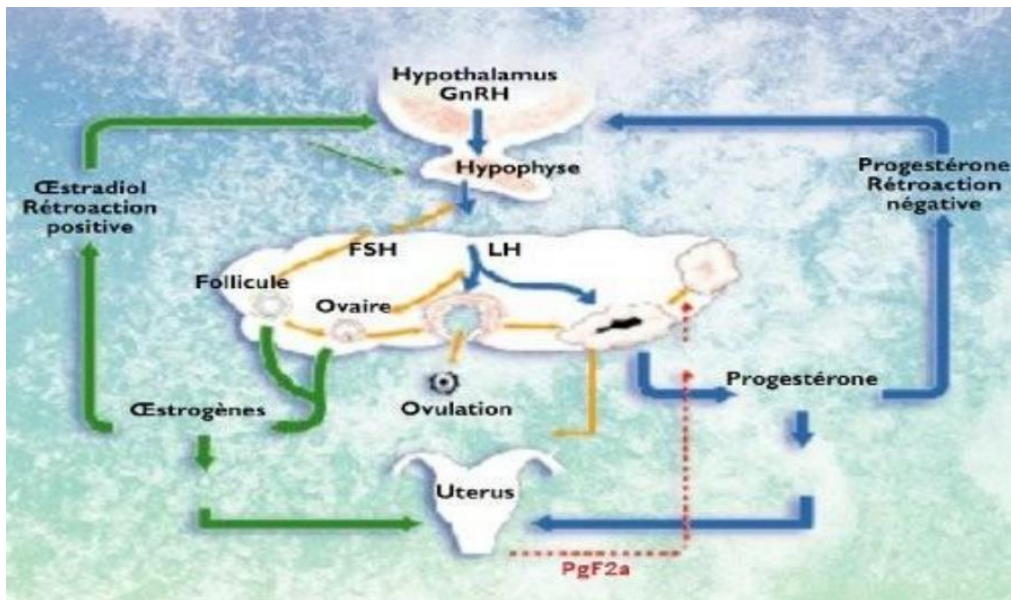


Figure 2.7 : Régulation hormonale du cycle sexuel. (Chemineau, 1998)

CHAPITRE 03 :

Comportement sexuel de la femelle

3.1. Introduction

Dans toutes les espèces il existe chez le mâle et la femelle, des actes moteurs associés de manière caractéristique à l'accouplement. L'ensemble de ces actes constitue le comportement sexuel. Selon les espèces, le comportement est exprimé toute l'année (ex : bovins, porcins, de nombreux primates) ou pendant seulement une période : « la saison sexuelle », c'est le cas chez les caprins, la plupart des races d'ovins et de la plupart des espèces sauvages (Balthazard et Fabre-Nys, 2001).

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 comme la « saison » (Fabre-Nys, 2000).

3.2. Les différentes phases du comportement sexuel

Que ce soit chez le mâle ou chez la femelle, on peut distinguer trois phases dans ce comportement : une **phase d'attraction** des partenaires puis une **phase précopulatoire** dite aussi appétitive et enfin la **phase consommatoire** constituée par la copulation elle-même (Balthazard et Fabre-Nys, 2001)

3.2.1. Phase d'attraction

Qu'elles que soit la structure sociale, les partenaires sexuels potentiels ne sont pas en permanence en contact direct. Une recherche mutuelle est donc un préalable nécessaire à la mise en œuvre de l'activité sexuelle (Signoret et al., 1997).

Pendant les différentes étapes caractérisant le comportement sexuel chez les animaux en liberté, une forte interdépendance existe entre le comportement sexuel mâle et femelle. Lors du premier contact entre les sexes, le rôle actif de la femelle est important. La femelle peut y contribuer par l'émission passive ou active de signaux sensoriels qui attirent le mâle vers elle. Mais elle peut également jouer un rôle actif, en recherchant le contact du mâle à partir des signaux émis par celui-ci, chez les caprins, la substance qui donne au mâle son odeur très caractéristique a été isolée : il s'agit de l'acide 4-éthyl-octanoïque (Sasada et al., 1983).

De plus, dans les échanges d'informations sensorielles, la femelle en œstrus émettrait des substances attractives pour le mâle. Toutefois, le mâle est moins attiré par la femelle que la femelle par le mâle. Cette attraction, qui peut s'exercer même sur de grandes distances, est basée essentiellement sur l'odorat. La femelle, au moment de l'œstrus, est sensible à l'odeur du mâle (Baril et al., 1993). L'olfaction joue souvent un rôle important dans le comportement sexuel.

3.2.2. Phase appétitive ou précopulatoire

La première phase "appétitive" de l'interaction sexuelle consiste, comme chez le mâle, en une phase de recherche et de stimulation du partenaire. On parle, chez la femelle dans cette phase, de "proceptivité" selon la terminologie proposée par (Beach, 1976).

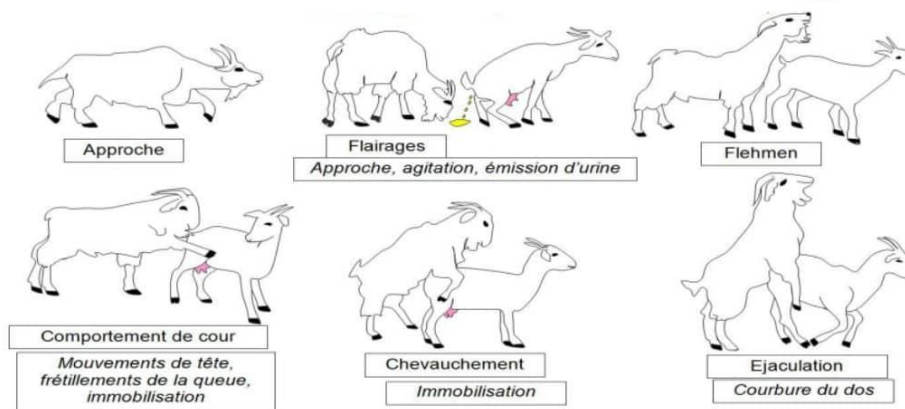
Cela se traduit par une grande agitation de la chèvre qui, dans un premier temps, approche le mâle mais refuse ses approches. Puis les approches de la femelle se poursuivent, accompagnées de frétillement de la queue, de bêlements et souvent d'émission d'urine (Fabre-Nys, 2000), la tête tournée vers le mâle, souvent complètement, si celui-ci se trouve derrière elle et des bêlements, plus fréquents si le mâle est absent.

La séquence se poursuit par des "comportements de cour". Les actes moteurs pendant cette phase sont souvent stéréotypés, caractéristiques de l'espèce et se ressemblent entre espèces proches. Dans celui du bouc et du bélier ou des espèces sauvages apparentées on observe l'approche latérale avec un mouvement d'une patte antérieure et émission d'une vocalisation particulière (figure 3.1) (Balthazard et Fabre-Nys, 2001). Ces événements sont responsables des modifications du comportement alimentaire et de repos chez la femelle. Ces perturbations sont susceptibles de diminuer la productivité des femelles (Fabre-Nys, 2000). L'importance de cette phase, en durée et en complexité, varie suivant les espèces, les individus et l'état physiologique de partenaires. Elle peut se répéter plusieurs fois et durer plusieurs heures ou se terminer en quelques secondes par la copulation c'est-à-dire la phase consommatoire du comportement (Balthazard et Fabre-Nys, 2001).

3.2.3. Phase consommatoire : « l'accouplement »

Ce comportement observé lors de la phase appétitive stimule les approches du mâle auquel la femelle finit par répondre en s'immobilisant, ce qui provoque des séries de chevauchements et l'accouplement. La femelle est alors dite "réceptive". Pendant l'œstrus, les chèvres présentent également un comportement "homosexuel" de chevauchement dirigé le plus souvent vers les autres chèvres en œstrus (Fabre-Nys, 2000).

La posture d'accouplement de la femelle en œstrus est souvent limitée à une immobilisation avec éventuellement une déviation de la queue (jument, vache) et une courbure du dos (figure 3.1). Les particularités anatomiques de chaque espèce, les modalités de déclenchement de l'éjaculation, le lieu de dépôt et le volume de sperme font que l'accouplement lui-même se déroule selon des modalités très différentes selon les espèces.



L'activité des mâles est indiquée en caractères droits, celle des femelles en italique

Figure 3.1 : Eléments moteurs du comportement sexuel des caprins. (Hart et Jones,1975)

Au contraire du mâle, le comportement sexuel de la femelle est spécifiquement hormono-dépendant, et la sécrétion et l'action des hormones sont essentielles pour le déclenchement et l'expression de l'œstrus.

Les facteurs sociaux tels que la présence du mâle peuvent être perçus comme des stimuli, mais ils sont incapables de maintenir le comportement sexuel par un entraînement régulier (Baril et al., 1993) Selon le même auteur, si chez la brebis la sensibilisation du système nerveux central par la progestérone pendant le cycle est essentielle pour faciliter l'action inductrice des œstrogènes sur la réceptivité sexuelle, lors de l'œstrus suivant, chez la chèvre, en revanche, les œstrogènes seuls sont capables d'induire la réceptivité sexuelle, sans traitement préalable par la progestérone. Cela explique pourquoi, chez les races caprines saisonnées, le premier œstrus de la saison sexuelle n'est souvent pas précédé d'une ovulation silencieuse. De plus, dans certains cas, le premier œstrus de la saison n'est pas toujours associé à une ovulation puisque le follicule ovarien ne réalise pas complètement sa maturation.

De tels œstrus sans ovulation sont aussi observés lors de la reprise de l'activité sexuelle post-partum et lors de la puberté, dans plusieurs races.

3.3. Effets du mâle pendant le cycle

Il ne semble pas que la mise en présence d'un bouc, sa vue ou son odeur modifie le taux d'ovulation ou la proportion de femelles cycliques qui ovulent (Chakravarty et al., 1995). En revanche, le contact avec le mâle a un effet important sur la durée de l'œstrus (Akusu et Egbunike, 1990) Cet effet est lié à la stimulation vaginale et un seul accouplement suffit qui peut être mimé par une stimulation mécanique (Romano, 1994).

Il disparaît si la région génitale de la femelle est anesthésiée (Romano et Benech, 1996). Il est probable que, comme chez la brebis, cet effet soit médié par la sécrétion d'ocytocine au sein du système nerveux central (Kendrick et al., 1993).

3.4. Effet des femelles pendant l'œstrus

Il semble que les femelles en œstrus aient également un effet stimulant sur leurs congénères en anœstrus (Restall et al., 1995).

Cet effet est cependant beaucoup moins important que l'effet mâle, mais peut le compléter. Les premières femelles stimulées, stimuleraient à leur tour les autres femelles, peut être via leur comportement de chevauchement accompagnant l'œstrus.

Ceci expliquerait les variations observées entre différents groupes soumis à l'effet mâle. Aucune donnée n'est disponible concernant un éventuel effet des femelles sur leurs congénères pendant la saison sexuelle.

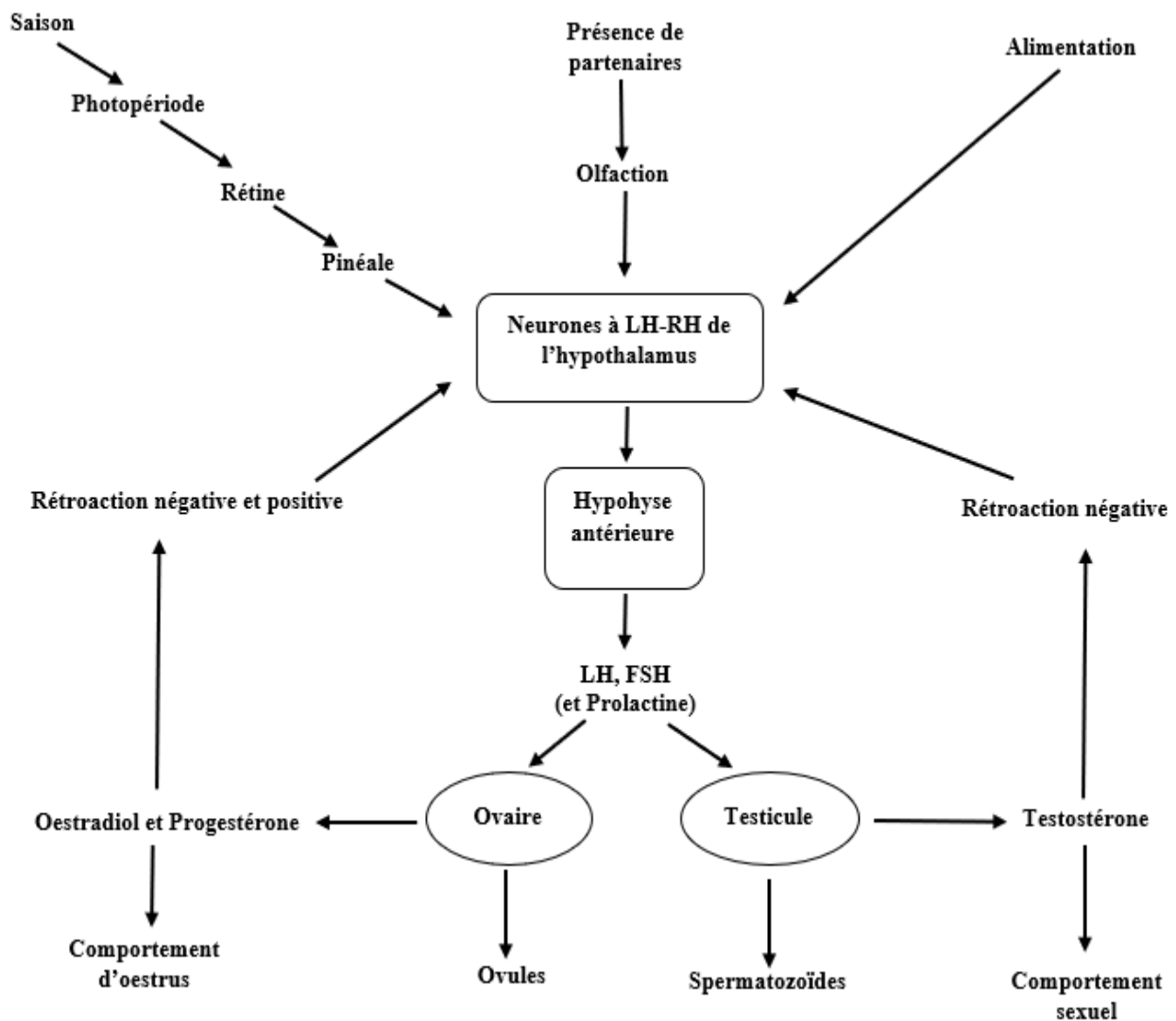


Figure 3.2 : Relations entre les facteurs de l'environnement, le système nerveux central, l'hypophyse et les gonades dans l'espèce caprine. (Royet, 2002)

3.5. Détection des chaleurs

La détection de l'apparition des chaleurs chez la chèvre, associée à différentes méthodes de reproduction utilisées actuellement, sont préconisées voire nécessaires lorsqu'elles sont associées à l'insémination artificielle (I.N.R.A, 2001)

L'observation du comportement sexuel, pour être efficace, nécessite plusieurs conditions préalables (Hanzen, 2004) :

- ✓ chaque individu du troupeau doit être identifié.
- ✓ l'éleveur doit consigner sur un tableau d'élevage, les dates des mises-bas, des chaleurs, d'insémination ou de saillies de chacun des animaux du troupeau. Une telle méthode lui permettra de savoir au jour le jour sur quels animaux il devra porter son attention pour en détecter l'état œstral.
- ✓ l'éleveur devra matin et soir consacrer 20 à 30 minutes de son temps à la détection des chaleurs. Quoique étant la plus efficace, l'observation continue est incompatible avec l'activité journalière de l'éleveur.

Une double période d'observation lui permettra de détecter 88% des chaleurs. Sa tâche se trouvera facilitée par l'utilisation de révélateurs de chevauchements ou d'animaux porteurs éventuellement de licols marqueurs.

L'observation des traces laissées par de tels appareils lui permettra de constater indirectement l'état œstral des animaux du troupeau.

- ✓ L'observation peut être réalisé sur un sol approprié, non glissant. Le déplacement des animaux est de nature à exacerber leur comportement sexuel.
- ✓ Le parage régulier des pieds est de nature à favoriser l'extériorisation de l'œstrus.
- ✓ Le recours à des traitements inducteurs de chaleurs permet indirectement d'améliorer la qualité de la détection car il contribue à augmenter le nombre de femelles en chaleurs en même temps.
- ✓ L'alimentation sera ajustée de manière à obtenir un gain quotidien moyen optimal (chez les jeunes femelles) et éviter une perte d'état corporel excessive au cours du post-partum (chez les adultes).

3.5.1. Critères de détection

La détection de l'œstrus est généralement appuyée sur le critère de réceptivité sexuelle de la femelle subissant une monte par le mâle. C'est, en fait, l'immobilisation posturale de la femelle qui va permettre la saillie.

Comme dans d'autres espèces, le critère utilisé, en première approche est un phénomène « tout ou rien », puisque la réponse est considérée comme positive (acceptation du chevauchement) ou négative (non-acceptation) (Baril et al., 1993).

Pourtant, les changements de comportement sont progressifs et certaines femelles peuvent présenter des comportements ambigus dépendants de l'activité du bouc (refus des approches d'un bouc alors que le chevauchement par un autre est accepté) (Fabre-Ny, 2000).

En plus, il peut s'ensuivre des erreurs d'appréciation, que ce soit pour des jeunes femelles inexpérimentées vis-à-vis d'un mâle ou pour des adultes en début et en fin d'œstrus.

3.5.2. Méthodes habituelles de détection

3.5.2.1. Méthode utilisant des mâles vasectomisés

Dans le but d'éviter le risque de fécondations non souhaitées, et les conséquences de l'utilisation des tabliers, il est possible de stériliser chirurgicalement le mâle détecteur en évitant l'émission spermatique par l'épididyme.

Ce procédé ne modifie pas le comportement sexuel du mâle puisque les testicules sont toujours présents et produisent la testostérone. Une telle opération, appelée vasectomie, doit être réalisée sur chaque testicule et peut être faite à trois niveaux différents (figure 3.3) :

- en coupant une partie de la queue de l'épididyme après avoir fait une petite incision sur la peau du scrotum et sur la tunique vaginale dans l'extrémité inférieure de la poche scrotale. Une telle opération peut être faite aisément après anesthésie locale. (méthode 1, figure 3.3)
- en isolant le canal déférent le long du corps de l'épididyme, en le ligaturant en deux points et en le sectionnant sur environ 1cm. Une telle opération requiert généralement une anesthésie générale. (méthode 2, figure 3.3)
- en réalisant exactement la même opération, mais dans la partie supérieure du scrotum, au niveau du plexus pampiniforme, entre les testicules et le corps du mâle. (méthode 3, figure 3.3) (Baril et al., 1993)

Par ailleurs, il est important de choisir des mâles ayant eu un comportement sexuel correct, puisqu'ils sont utilisés pour la détection des chaleurs.

Dans le cas d'une détection d'œstrus par un mâle vasectomisé, le temps nécessaire à la détection par observation directe s'accroît avec le nombre de femelles réceptives dans le troupeau. Chaque saillie est suivie par l'habituelle période d'inactivité qui s'accroît avec la répétition des accouplements. (Baril et al, 1993)

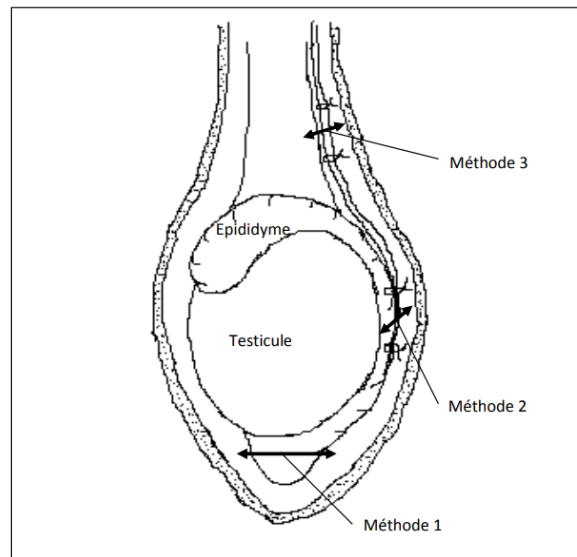


Figure 3.3 : Différentes méthodes pour réaliser une vasectomie chez le mâle. (Baril et al., 1993)

3.5.2.2 Méthode utilisant des mâles entiers

Dans un troupeau petit ou moyen (moins de 100 têtes), l'utilisation d'un mâle entier sexuellement expérimenté, permet la détection de l'œstrus chez environ 100% des femelles. La valeur génétique du mâle détecteur n'a pas d'importance car seule sa motivation sexuelle est à considérer.

La technique consiste en la présentation de petits groupes de femelles à un mâle. Cette méthode est relativement lente et requiert un aménagement du local pour faciliter une manipulation « non stressante » et aisée des animaux.

Le mâle entier peut, éventuellement, être utilisé sans précautions spéciales si la surveillance est étroite. Toutefois, la saillie se produit très rapidement et, par conséquent, les risques de fécondations non souhaitées existent. Pour écarter cette possibilité, il est souhaitable d'équiper le mâle avec un tablier abdominal qui évite l'intromission (Baril et al., 1993).

Il est préconisé d'utiliser un bouc expérimenté ayant déjà sailli. Les mâles peuvent être employés seulement pendant les périodes de détection, comme ils peuvent être laissés en contact permanent avec les femelles.

Toutefois, l'utilisation répétée de tablier sur les mêmes mâles, qui n'ont pas la possibilité d'effectuer des saillies par ailleurs, peut conduire à une lassitude, voire une inhibition sexuelle.



Figure 3.4 : Mâle muni d'un tablier. (Fabrice, 2017)

3.5.2.3 Méthode utilisant des femelles androgénisées ou des mâles castrés

Cette méthode, appliquée à des femelles, évite les inconvénients des techniques précédentes liées à l'utilisation des boucs. Elle consiste en des injections intramusculaires quotidiennes ou l'insertion d'implants d'hormones stéroïdes (testostérone ou œstrogènes) aux animaux, dans le but de provoquer l'apparition d'un comportement sexuel mâle.

Chez la chèvre, une réponse complète, de type comportement mâle, peut être obtenue avec environ 50mg de propionate de testostérone injectée quotidiennement pendant 18 jours, ou bien l'utilisation d'implants sous-cutanés contenant le même stéroïde, qui libère un niveau constant d'hormone (Baril et al., 1993).

Le recours à une femelle androgénisée présente plusieurs avantages :

- sa manipulation est plus aisée que celle d'un mâle.
- l'anabolisme hormonal qu'entraînent de tels traitements, peut être mis à profit pour les bêtes de réforme.
- le risque de contamination vénérienne est supprimé.
- les injections à effectuer comportent moins de risques que les interventions chirurgicales pratiquées sur les mâles.

Par ailleurs, la présence de femelles androgénisées au sein d'un troupeau ne semble pas augmenter la fréquence d'interactions sociales de type agressif.

La castration du mâle pratiquée avant ou après la puberté entraîne la non apparition ou la disparition selon le moment auquel elle est effectuée, du comportement de monte dans un délai variable selon les individus.

La "libido" de l'individu castré peut cependant être restaurée par injection d'œstrogènes et/ou d'androgènes (Gressier, 1999) et les mêmes doses sont en général employées chez la femelle.

CHAPITRE 04 :

**Facteurs responsables des variations de
l'activité sexuelle chez la chèvre**

4.1. Facteurs influençant le début de la puberté

4.1.1. Poids corporel et l'âge

Le poids corporel dépend du niveau alimentaire. Quand l'alimentation permet une croissance normale des jeunes, chaque étape marquante du développement se produit à un âge et pour un poids moyen caractéristiques.

Lorsqu'une réduction des quantités d'aliments offertes diminue la vitesse de croissance, la puberté apparaît plus dépendante du poids que de l'âge des jeunes.

L'âge n'a donc de signification pour la puberté que dans la mesure où la croissance est normale.

Généralement, la puberté ne survient que lorsque les femelles atteignent 40 à 60 % du poids corporel adulte, soit entre 5 et 18 mois. Il est également recommandé de ne garder à la reproduction que des chèvres bien développées (Si lakhal, 2014).

Tout retard de croissance d'origine nutritionnelle se traduit par un retard chronologique dans l'apparition de la puberté et le poids corporel apparaît comme un meilleur critère (Lahirigoyen, 1973). Certains auteurs préconisent la mise en reproduction des chevrettes lorsqu'elles atteignent les deux tiers de leurs poids adultes.

Tableau 4.1 : Age et poids à la lutte chez nos races locales. (ITEBO, 1999)

Paramètres zootechniques	Résultats			
	Race M'zab	Race Arabia	Race Makhatia	Race Kabyle
Age à la lutte (mois)	6-8	6-8	6-8	6-8
Poids à la lutte (kg)	21-23	11	23	18-20

4.1.2. La race

Il a été observé que certaines races sont plus précoces que d'autres, en effet, la puberté chez les chevrettes alpines ou pygmées apparaît respectivement à 5 et 3 mois (Gressier, 1999). La chèvre Angora se reproduit à l'âge de 18 à 20 mois (Zerrouk et al., 2001).

4.1.3. Date de naissance

Chez les races saisonnées, les animaux ne deviennent pubères que pendant la saison sexuelle et, par conséquent, l'âge et le poids à la puberté dépendent étroitement de la date de naissance dans l'année. Dans ces races, les femelles nées en hiver / début du printemps atteindront la puberté à l'automne / hiver suivants, uniquement si elles ont un développement corporel suffisant (c'est-à-dire

si elles ont été alimentées correctement), sinon, elles devront attendre jusqu'à la saison sexuelle suivante et n'atteindront la puberté qu'à 18 mois (Baril et al., 1993).

Cadiou (1979), montre que les animaux nés assez tôt durant l'année peuvent se reproduire en automne, mais ceux nés après le mois de Mars n'auront souvent leur première chaleur que l'année suivante (en saison sexuelle) (Figure 4.1). L'âge moyen au premier œstrus est de 172 jours, mais varie de 128 jours pour les femelles nées en aout à 204 jours pour celles nées en décembre.

Une caractéristique du déclenchement de la puberté est la dissociation entre l'œstrus et l'ovulation. En effet, 50 % des premiers œstrus détectés ne sont pas accompagnés d'ovulation et 36 % des premières ovulations ne sont pas accompagnées de comportement d'œstrus (Chemineau, 1986).

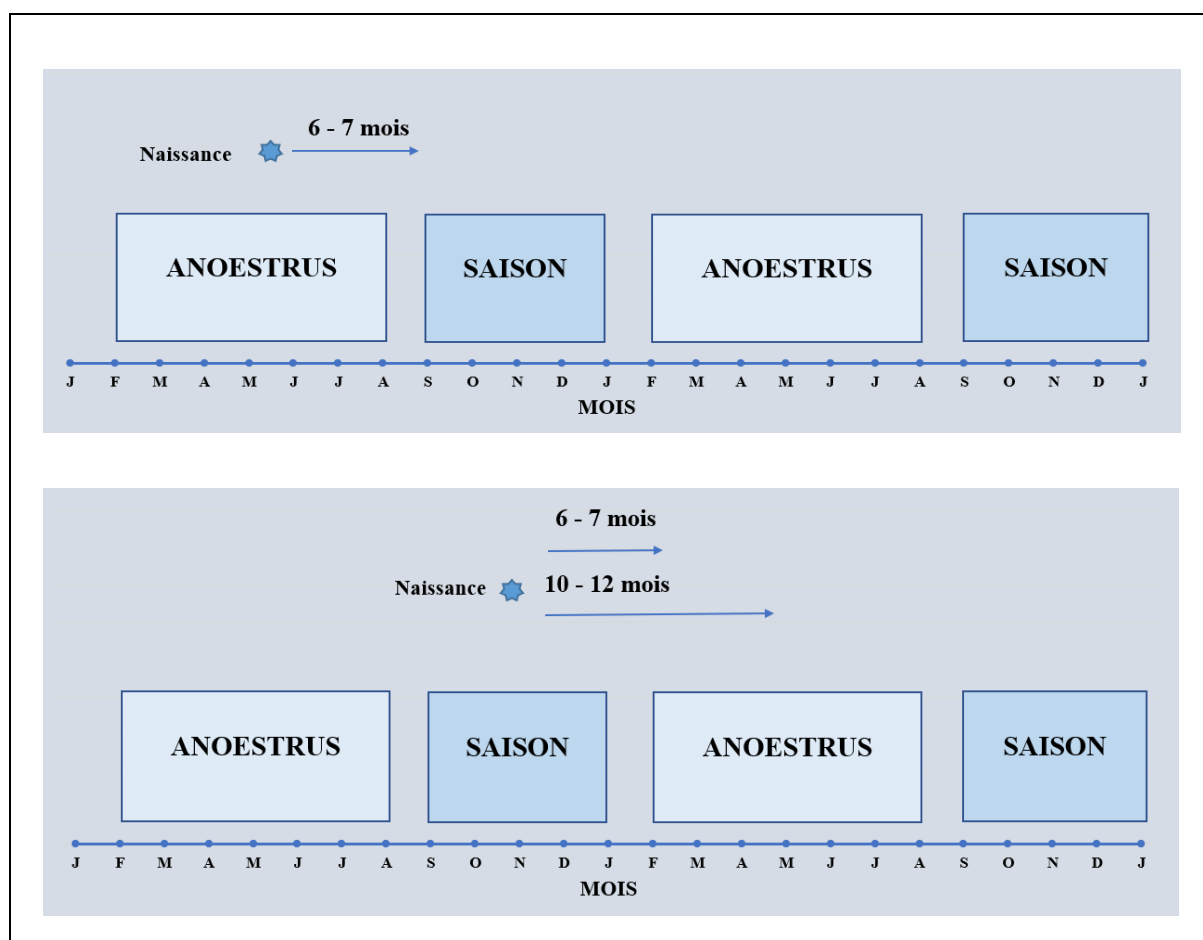


Figure 4.1 : Age d'apparition de la puberté selon la date de naissance. (Gonzalez et al., 2004)

4.1.4. Climat et latitude

Ces deux paramètres sont très importants pour l'âge de la puberté ainsi en climat doux et tempéré, avec un peu de variations saisonnières, la puberté apparaît avant 6 mois, en revanche en région aride ou froide, il n'y a pas de cycle à la première année (Rippel, 1974).

Chez les chèvres locales des zones tropicales et subtropicales, la puberté apparaît en général entre 8 et 14 mois, Il apparaît donc qu'avec une conduite adéquate des animaux, en particulier en ce qui concerne les conditions alimentaires, l'apparition de la puberté est précoce chez ces femelles.

4.1.5. L'effet du mâle

L'apparition du premier œstrus est avancé par l'exposition des chevrettes à des boucs (Greyling et Van Niekerk, 1990). Mais ces premiers œstrus sont souvent dissociés de l'apparition de la première ovulation.

4.2. Variation saisonnière de l'activité sexuelle de la chèvre

4.2.1. Situation géographique

La saison influence certaines fonctions physiologiques des animaux domestiques, il en est ainsi de la reproduction.

Au contraire des boucs qui produisent des spermatozoïdes tout au long de l'année, les chèvres de races saisonnées cessent de manifester des œstrus et d'ovuler pendant plusieurs mois successifs (Baril et al., 1993).

La chèvre est poly-œstrale où les chaleurs commencent d'ordinaire à la fin de l'été ou à l'automne. Chez les ovins et les caprins, il existe des variations saisonnières de l'activité sexuelle aussi bien chez les femelles que chez les mâles. Il est possible de définir, pour les races originaires des latitudes moyennes et élevées, une période de saison sexuelle qui débute en été et se termine en hiver, et une période d'anœstrus (fin d'hiver- début de l'été) ou de moindre activité sexuelle lorsque plus de la moitié, voire la totalité des femelles, n'ont plus d'œstrus réguliers ou d'activité ovulatoire cyclique (Chemineau et al., 2001).

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. Les caprins originaires des zones tempérées manifestent d'importantes variations saisonnières de leur activité sexuelle. Dans les deux sexes, il existe une période d'activité sexuelle maximale qui s'étend, en général, d'octobre à janvier et une période d'activité minimale de février à septembre. Les variations se manifestent chez la femelle, par l'existence d'une période d'anœstrus et chez le mâle, par une diminution de l'intensité du comportement sexuel, de la production spermatique en quantité et en qualité, entraînant des baisses plus ou moins importantes de fertilité et de prolificité dans les troupeaux (Chemineau et al., 1998).

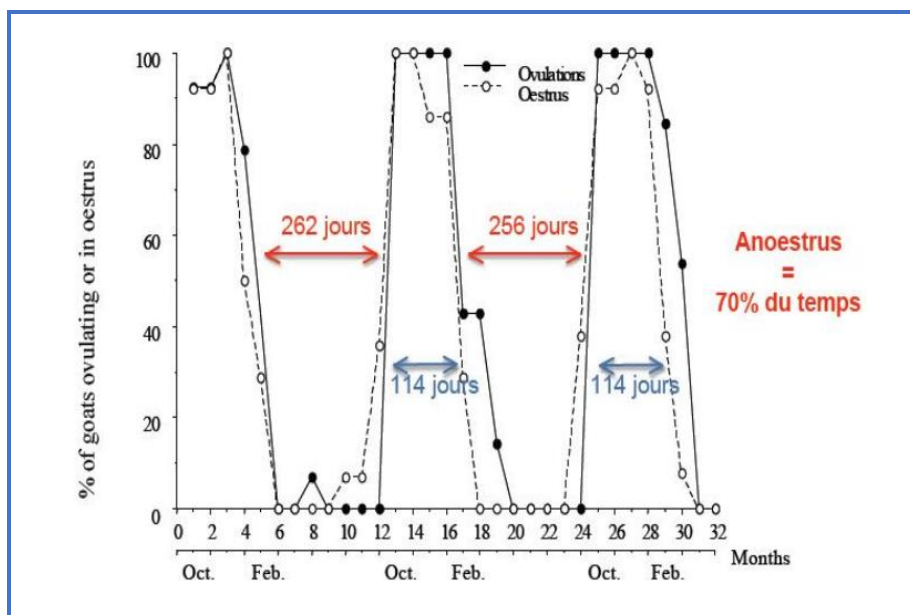


Figure 4.2 : Variations saisonnières du pourcentage de chèvres alpines manifestant au moins un comportement d'œstrus ou une ovulation par mois. D'après : Chemineau et al, 1992 cité par Brice. (Brice, 2003)

En Algérie, le saisonnement des races locales est moins marqué, les mises bas s'étalent, en effet, sur une plus longue durée que pour les races importées. Cependant, les mises bas sont accentuées durant l'automne, l'hiver et le printemps (Hellal, 1986).

Toujours en Algérie, Niar (2001) rapporte des résultats réalisés sur 7207 femelles et affirme que les agnelages se sont étalés sur les 12 mois de l'année et il a constaté que les meilleurs taux ont été obtenus durant la saison d'automne et la première moitié de l'hiver, ceci correspond en fait à une période de lutte qui s'est effectuée durant la fin du printemps et en été et cela coïncide avec les journées les plus longues de l'année (Niar, 2001)

4.2.2. Facteurs environnementaux

De nombreux facteurs alimentaires et climatiques peuvent induire les cycles annuels de la reproduction. En effet l'enregistrement des paramètres du climat (pluviométrie, température, hygrométrie) peut s'avérer très utile pour comprendre les relations qui existent entre ces facteurs et les performances de reproduction et permet de distinguer le facteur exerçant une influence prépondérante sur la reproduction (Charallah, 1994)

4.2.2.1. Influence de la photopériode

Parmi les facteurs de l'environnement influençant la fonction de reproduction, la variation de la durée du jour (photopériode) représente le facteur le plus fiable pour induire ou supprimer l'activité gonadotrope (Charallah, 1994).

Sous les latitudes moyennes, élevées et pour les races originaires de ces zones, la photopériode est le principal facteur de l'environnement qui contrôle les variations saisonnières de la reproduction des petits ruminants.

Les variations de la fonction de reproduction sont sous la dépendance des changements dans la durée de l'éclairement. Les jours courts sont stimulateurs de l'activité sexuelle et les jours longs inhibiteurs de celle-ci (Chemineau et al., 1998).

Chez les caprins, comme chez les ovins espèces dites de jours courts ou à photopériode décroissante, la variation de la durée du jour est le principal facteur responsable des variations saisonnières de la reproduction (Chemineau, 1989).

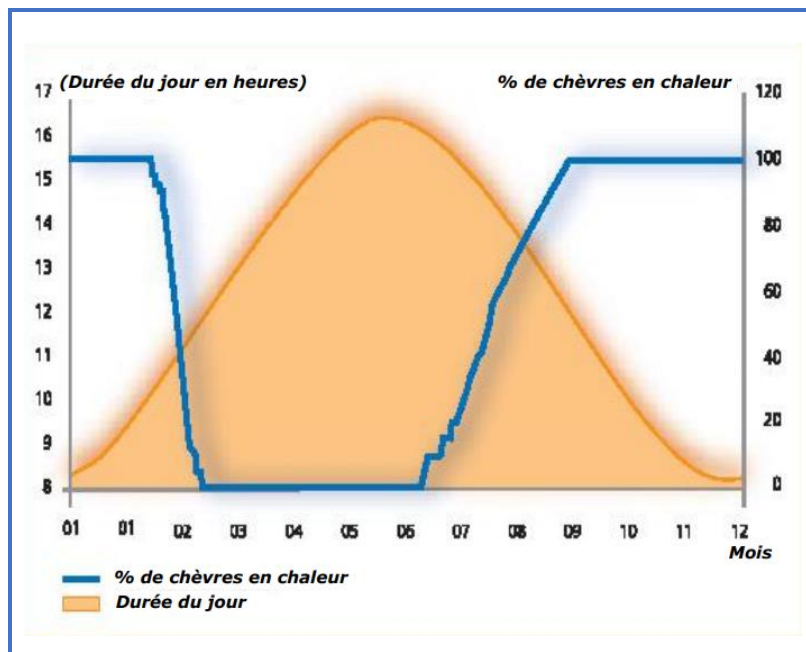


Figure 4.3 : Variation de la durée de la photopériode naturelle et de l'activité sexuelle de la chèvre (Chemineau et al., 1982)

4.2.2.2. Influence de 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, 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. La fonction de reproduction semble être la première affectée, suivie de la production laitière puis de la production de viande et la croissance (Berbigier, 1988).

Chez la chèvre plusieurs études démontrent qu'une augmentation brusque de la température retarde la maturation et cause des irrégularités dans le cycle œstral. Les fortes températures accroîtraient la longueur du cycle œstrien et réduiraient la durée de l'œstrus (Belkebir et Zitouni, 1997)

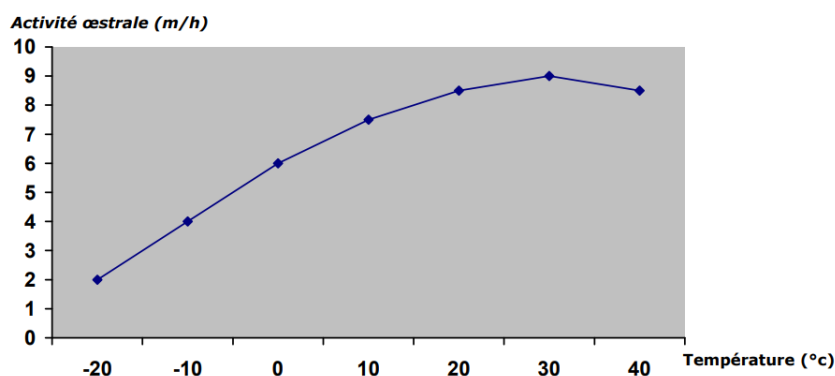


Figure 4.4 : Relation entre la température journalière maximale et l'activité œstrale (monte par heure : m/h) . (Gwazdauskas et al, 1983 cités par Belkebir et Zitouni, 1997)

4.2.3. Influence du régime alimentaire

L'alimentation joue un rôle important sur les performances de reproduction de la femelle par la quantité et/ou la qualité de la nourriture disponible.

Une alimentation suffisante et équilibrée, assez riche en matière azotée est favorable au déclenchement des chaleurs. Tout déséquilibre alimentaire est néfaste ; ainsi la mise en place d'un Flushing au moment de la reproduction améliore la fertilité (Mahmood et al., 1991). Ce Flushing doit être poursuivi également quelques semaines après la période des saillies de façon à limiter le plus possible les mortalités embryonnaires ; cette pratique commence quelques semaines avant l'introduction du bouc dans le troupeau. Une alimentation équilibrée tant au niveau énergétique qu'azoté est essentielle pour un bon déclenchement des chaleurs. (Chanvallon et al., 2012).

Loisel et al, 1982 cités par Boulemkahel (Boulemkahel, 1990) rapportent, qu'un déficit énergétique durant 15 jours avant et après l'insémination peut entraîner une chute de 20 à 40% du taux de réussite, ainsi qu'un déficit avant et après la mise-bas provoquerait un retard de l'apparition des premières chaleurs post-partum qui est lié à des ovulations plus tardive, conséquent d'un ralentissement de la croissance folliculaire.

Les carences en vitamines, entraînent des blocages du cycle ovarien, des chaleurs discrètes, et après fécondation des mortalités embryonnaires, des avortements et des taux de naissance faibles (Lucy et al., 1991), cités par (Belkebir et Zitouni, 1997). Au contraire, un haut niveau alimentaire, avant et après la mise bas, réduit l'intervalle mise bas / première ovulation et permet d'obtenir des saillies précoces dans la saison de reproduction (Baril et al., 1993).

La sous-alimentation appliquée pendant la première année de vie diminue le taux d'ovulation et le taux de naissance multiple durant la vie de la femelle. Chez l'adulte, elle peut provoquer une suppression des œstrus avec une cessation des ovulations ou l'apparition de chaleurs silencieuses. Au contraire, un haut niveau alimentaire, avant et après la mise bas, réduit l'intervalle mise bas/ première ovulation et permet d'obtenir des saillies précoces dans la saison de reproduction (Baril et al., 1993).

4.2.4. Influence du mâle

Le mâle, est capable, par sa seule présence parmi les femelles, de faire redémarrer leur activité ovulatoire et œstrale. Un tel phénomène est appelé « effet mâle » (Baril et al., 1993). L'utilisation systématique de l'effet bouc, technique simple et peu coûteuse permet, surtout dans les races peu saisonnières, d'aboutir à une bonne fertilité et une prolificité correcte tout en regroupant les mises-bas sur plusieurs jours (Chemineau, 1995). Mais cette action est surtout sensible lorsque l'introduction du mâle dans le troupeau a été précédée d'une longue séparation (ni vue, ni ouïe, ni odeur). La première ovulation est suivie, par un cycle ovulatoire soit d'une durée normale, soit de courte durée (environ 6 jours). Ce cycle court est généralement suivi d'une nouvelle ovulation qui conduit à un cycle ovulatoire de durée normale.

Concernant la réponse comportementale (apparition de l'œstrus après l'introduction des mâles) chez les chèvres, près des deux tiers des femelles présentent des œstrus dès la première ovulation et l'œstrus est toujours associé à la 2eme ovulation même après un cycle ovulatoire de courte durée (Chemineau et al., 2001).

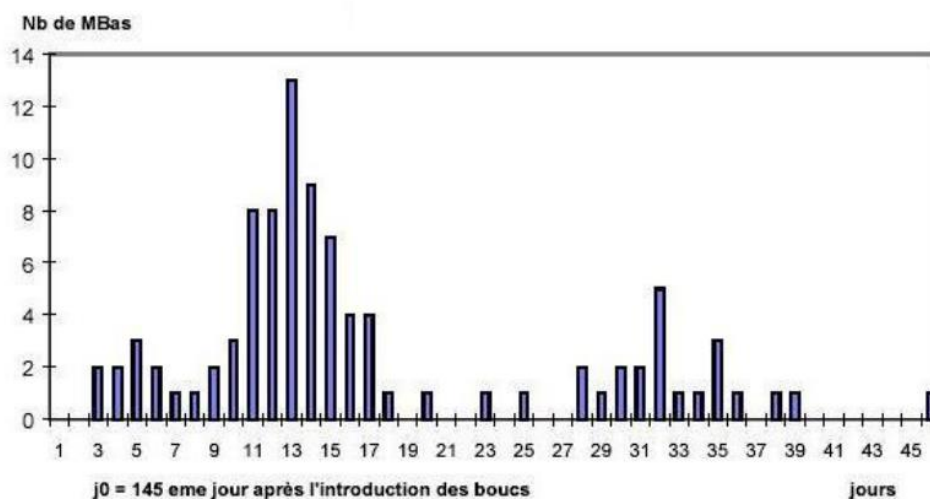


Figure 4.5 : Répartition temporelle des mises bas après effets bouc au printemps. (Groupe Reproduction Caprine, 1997).

4.3. Facteurs influençant la durée de l'œstrus du post-partum

4.3.1. La saison de mise bas

Il existe, chez les races saisonnées, une relation étroite entre la date de parturition et l'intervalle qui sépare celle-ci de la première ovulation ou du premier œstrus.

Lorsque la mise-bas a lieu quelques semaines avant ou pendant la première moitié de la saison sexuelle, le premier œstrus et/ou la première ovulation se produisent rapidement (30 à 60 jours plus tard) : en revanche, les femelles qui chevrotent pendant la deuxième moitié de la saison sexuelle ou pendant la saison d'œstrus, attendent la saison sexuelle suivante pour reprendre leur activité sexuelle post-partum (Baril et al., 1993).

4.3.2. L'allaitement

L'allaitement joue un rôle primordial sur la durée de l'œstrus de lactation, son effet se traduit par l'allongement de l'intervalle parturition – première ovulation avec l'œstrus.

La réapparition des chaleurs ne peut se réaliser que lorsque l'involution utérine est achevée. Cependant, selon certains auteurs, la restauration de l'utérus après la mise bas est retardée par l'allaitement, elle met moins de temps chez les femelles sèches comparativement aux femelles allaitantes (Cognie et al., 1975).

L'allaitement s'accompagne de variations hormonales entre autres la prolactine, les gonadotropines, les œstrogènes et la progestérone qui auront un effet sur la reprise de l'activité sexuelle.

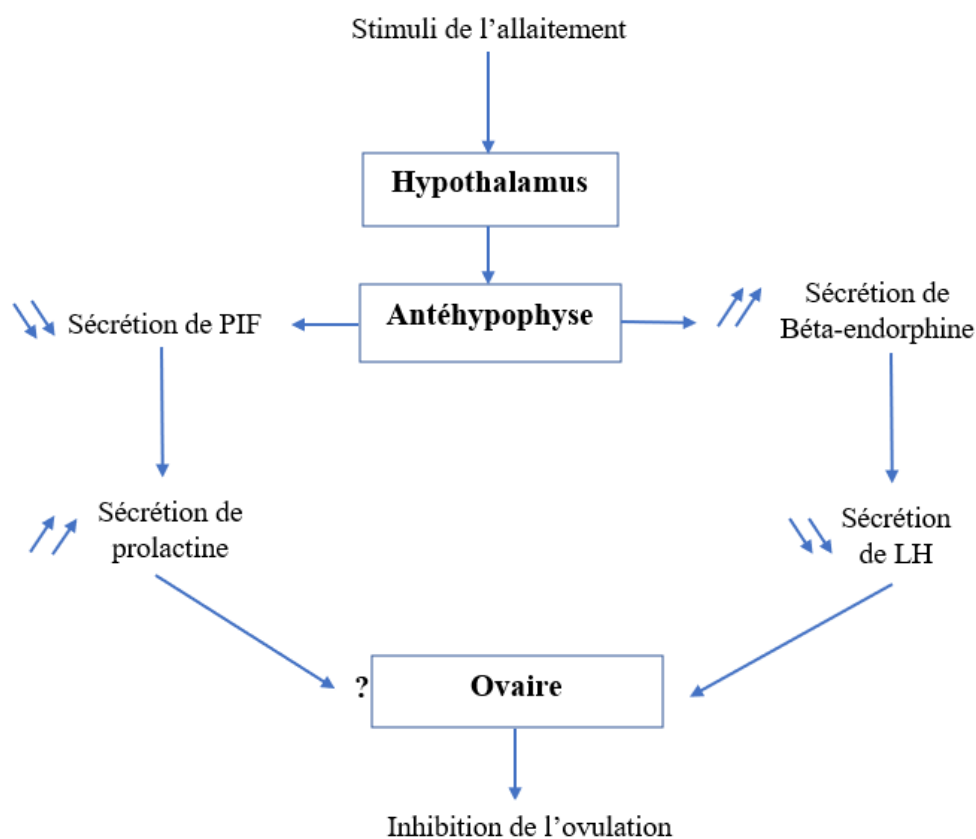


Figure 4.6 : Les mécanismes possibles par lesquels l'allaitement inhibe l'ovulation

4.3.3. L'alimentation

Le poids vif et l'état corporel au moment de la parturition déterminent la durée de l'œstrus post-partum. Une bonne condition physique lors de la mise bas peut réduire l'intervalle qui sépare la parturition de la reprise de l'activité ovarienne.

Toutes perturbations métaboliques telle que la toxémie ou l'acétonémie (résultant d'une sous-alimentation en fin de gestation et en début de lactation) vont se répercuter sur la reproduction et retardent la réapparition des chaleurs. Selon (Courot, 1988) une alimentation pauvre en fin de gestation prolonge l'anovulation post-partum.

Conclusion

La filière caprine, dans le monde, commence à prendre de l'ampleur, comme certains pays où l'élevage intensif de chèvre laitière gagne du terrain surtout pour leur fromage très prisé par les amateurs du fromage de chèvre.

L'élevage caprin en Algérie est négligé et n'a pas bénéficié des programmes de développement. En général, les caprins sont associés aux ovins et ont une production (lait et viande) qui est surtout destinée à l'autoconsommation. Cependant, on observe le début d'apparition d'exploitations spécialisées dans la production uniquement caprine.

Le rationnement de l'alimentation et surtout la conduite de reproduction sont des facteurs primordiaux pour l'optimisation de la production (viande et lait).

Cette étude bibliographique avait pour objectif, de compléter des données déjà acquises sur l'évolution du cheptel caprin en Algérie, ainsi que les différentes productions qui concernent cette espèce, pour une meilleure amélioration de nos races locales du point de vue reproduction et performances de production.

Références bibliographiques

[A]

- Adamou S. ; Bourenane N. ; Haddadi F. ; Hamidouche S. ; Sadoud S. (2005). Quel rôle pour les fermes-pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie. Série de documents de Travail. Algérie., 126, p 81.
- Akusu. M.O, Osuagwuh. A.I.A, Akpokodje. J.U, Egbunike. G.N. « Ovarian activities of the West African goat (*Capra hircus*) during oestrus» J Reprod. Fert, vol 78, (1986), p 459-462.
- Akusu. M.O, Egbunike. G.N. «Effects on oestrus duration of West African dwarf goats. » Small Ruminant Res., 3, (1990) p 413-418.

[B]

- Balthazard. J et Fabre-Nys. C, « Le comportement sexuel » Dans « la reproduction chez les mammifères et l'homme ». Eds: THIBAUT. C, LEVASSEUR. M-C, Edition INRA Ellipses (2001).
- Barbari L, 2019. Evaluation de la productivité des races caprines importées dans la région de Djemorah (Biskra), mémoire de Master. Dép. des Sciences Agronomiques. Biskra.73p
- Baril. G, Chemineau. P et Cognie. Y, « Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les Ovins et les Caprins ». (1993)
- Barone R., 1990. « Anatomie comparée des mammifères domestiques ». Tome 3, splanchnologie, Fascicule 2, appareil urogénital.
- Beach. F.A, « Sexual attractivity, proceptivity in female mammals ». Hormones and behavior, vol 7, (1976), p 105-138.
- Belkebir. S et Zitouni. I, « Effet des fortes températures sur les capacités de production et de reproduction chez les vaches laitières ». Thèse d'ingénieur d'état en agronomie, INA EL HARRACH (Alger). (1997). 274
- Belmihoub. D, « Situation de l'élevage caprin en Algérie ». Premier salon de l'élevage caprin, (1997), P16
- Bengoumi M., Ameziane; El Hassani T., 2013. Evolution and efficacy of transfer of technologies in small ruminant production system in NorthAfrica. FAO-CIHEAM,p. 15-24.
- Benyoub K, « caractérisation morphométrique, typologie de l'élevage caprin et étude physico-chimique de son lait au niveau de la wilaya de Tlemcen ». Mémoire Master en génétique. Université de Tlemcen, Algérie, 2016
- Boissard. K, Bordères. F, Bruneteau. E, Leboeuf. B, « rappel sur le fonctionnement de la maîtrise du cycle sexuel chez la chèvre ». L'égide 51, (2008), 2p.
- Bonnes. G, Desclaude. J, Drogoul. C, Gadoud. R, Jussiau. R, Le Loc'h. A, Montmeas. L et Robin. J, « Reproduction des mammifères d'élevage ». Les éditions FOUCHER Collection INRAP, (1988)

- Bonnes. G, Desclaude. J, Drogoul. C, Gadoud. R, Jussiau. R, Le Loc'h. A, Montmeas. L et Robin. J, « Reproduction des animaux d'élevage ». Les éditions EDUCAGRI, deuxième édition, (2005).
- Boukhlik R, 2002. « Cours en ligne sur la reproduction ovine » Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Département de reproduction animale.
- Boulemkahel. Y, « Contribution à l'étude de l'insémination artificielle caprine, cas de la race Saanen importée en Algérie ». Thèse d'ingénieur d'état en agronomie, Blida. (1990).
- Bressou H, 1978. « Anatomie régionale des animaux domestiques. Tome II ». Edition J-B. BAILLIERE. Paris.
- Brice. G, « Le désaisonnement lumineux en production caprine. Edition de l'institut de l'élevage ». (2003), www. Inst-élevage. asso. Fr.
- Bruneau G, Vaisse C, Caraty A, Monget P, 1999. «La leptine : une clé pour la reproduction». Médecine/sciences, 15 : 191-6.
- Buggin. M, « Le développement embryonnaire caprin in vitro : étude des conditions de culture et application au choix d'un protecteur ». Th. Méd. Vét. Nantes, vol 23, (1990).

[C]

- Camp. JC, Wildt. DE, Hourard. PK, Stuart. LD et Chadraborty. PK, « Ovarian activity during Mooreland abnormal length oestrus cycles in the goats ». Biol. Reprod, vol 28, (1983). 673 – 681.
- Chanvallon, A., Gatien, J., Salvetti, P., blanc, F., Ponsart, C., Agabriel, J., Frappat, B., Disenhaus, C., Constant, F., Grimard, B., Seegers, H., 2012. Amélioration De La Détection Des Chaleurs Dans Les Troupeaux Bovins. Innovation agronomiques, 25, 283-297.
- Chemineau. P, Gauthier. D, Poirier. J.C et Saumande. J, « Plasma levels of LH, FSH, Prolactin, Oestradiol 17-beta and Progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goat ». Theriogenology, vol 17:(1982) p 313-323.
- Chemineau. P, Malpoux. B, Pelletier. J, Leboeuf. B, Delgadillo. JA, Deletang. F, Pobel. T et Brice. G. « Emploi des implants de mélatonine et des traitements photopériodique pour maîtriser la reproduction saisonnière chez les ovins et les caprins ». INRA Productions animales , vol 9, (1996), 45-60.
- Chemineau. P, Martin. GB, Saumande. J, Normant. E, « Seasonal and hormonal control of pulsatile LH secretion in the dairy goat (Capra hircus) ». J. Reprod. Fert, vol 83, (1988) p91-98.
- Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. « Seasonality of oestrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod». Small Ruminant Research, vol 8 (1992), p 299-312.
- Chemineau. P, Delgadillo. JA. « Neuroendocrinologie de la reproduction chez les caprins ». INRA Prod. Anim, vol 7 (1994), p 315-326.
- Chemineau. P, Malpoux. B, Delgadillo. JA et Leboeuf. B, « Photopériodisme et reproduction chez les caprins ». Communication présentée au Colloque "Reproduction caprine : nouveaux contextes, derniers acquis" du (30 avril 1998), à Niort.

- Chemineau. P, « Le désaisonnement des chèvres par la lumière et la mélatonine ». La chèvre, vol 174, (1989), 29-32.
- Chemineau. P, « Seasonal behavior and gonadal activity during the year. Female estrus behavior and ovarian activity ». *Reprod. Nutri. Develop.* Vol 26, (1986), p 441-452.
- Chemineau. P, « Produccion caprina ». Centro internacional de ALTOS estudios Agronomicos mediteraneos. CIHEAM, IAMZ, (1995), pp 2-4.
- Chakravarty. P, Sarmah. B.C, Baruah. B., « Effect of sexual contact during estrus on ovarian performance of goat». *Indian Vet. J.*, 72, (1995) p 534-535.
- Charallah. S, «Variations saisonnières de la fonction de reproduction chez la chèvre Bédouine femelle (*Capra hircus*) ». Thèse de Magister en science de la nature (physiologie animale endocrinologie). Université des Sciences de la Technologie Houari Boumediene. (1994).
- Chentouf M. (Ed), Lopez-Francos (Ed), Gabina M. (Ed). 8th International Seminar FAO-CIHEAM Network on Sheep and Goats "Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations." Tangier, Morocco, 11 to 13 June 2013. *Options Méditerranéennes : Série A.* n. 108, pp. 15-24.
- Cognie. Y, Hernandez. M et Saumande. J, « Low fertility in nursing ewes during the non breeding season » *Ann. Biol. Anim and Biophys.* Vol 15 (1975).
- Corcy J-C 1991. «La chèvre». La maison rustique ed paris.
- Courot. M, « Techniques modernes de reproduction ». Dans : 3eme congrès mondiale de reproduction et sélection des ovins et bovins à viande. INRA paris, vol 1, (1988), pp 59-73.
- Cross P.C, Mercer K.L, 1993. «Ultrastructure cellulaire et tissulaire. Approche fonctionnelle». Traduit à l'anglais par Demef J.F et Hammont S, 1995.

[D]

- Dekkiche. Y., « Etude des paramètres zootechniques d'une race caprine améliorée (Alpine) et deux populations locales (Makatia, Arabia) en élevage intensif dans une zone steppique. » Thèse. Ing. INA Alger (1987), 98 p.
- Delouis. CL et Richard. PH, « La lactation ». Dans : la reproduction chez les mammifères et l'homme. Eds : INRA. (1991), pp 487-514.
- Demers. P, « Reproduction et sécrétion lactée. Partie 3 ». Dans : guide en productions animales : la chèvre. Eds : Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation. Québec, Canada, (1983), pp 25-34.
- Deriveaux.J, Ectors. I, 1980. « Physiopathologie de la gestation et obstétrique vétérinaire ». Edition le point vétérinaire. Maison Alfort.
- Deriveaux.J, Ectors F, Beckers JF. « Prostaglandins and the sexual cycle in domestic animals. » *Bull Mem Acad R Med Belg.* ;131(6-8), (1976), p 359-82.
- Driancourt. MA, Royere. D, Hedon. B et Levasseur. MA, « Cycles oestriens et cycles menstruels » Dans : la reproduction chez les mammifères et l'homme. I.N.R.A, (1991) pp 573-576.

- Drion P-V, Beckers J.F, Ectors F, 1993. «Physiologie de la reproduction». Université de Liège, Faculté de médecine vétérinaire.

[F]

- Fabre-Nys. C, « Le comportement sexuel des caprins : contrôle hormonal et facteurs sociaux ». INRA prod. Anim., vol 13, (2000), 11-23.
- Fabrice Bidan, « Utiliser l'effet bouc pour grouper les mises bas », Ingénieur Idele, animateur du groupe reproduction caprine, 2017.
- Fantazi, K, « Contribution à l'étude du polymorphisme génétique des caprins d'Algérie cas de la vallée de Oued Righ (Touggourt) ». Thèse de magistère I.N.S.A, (Alger) (2004).145p.
- FAOSTAT, « Food and Agriculture Organization, Official statistics » (<http://www.faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>) accessed on May. (2012).
- Filiachi K, Kerboua M, Abdelfettah M, Ouakli K, Selhab F, BoudjakdjiA, Takoucht A, Benani Z, Zemour A, Belhadj N, Rahmani M, Khecha A, Haba A, Ghenim H, 2003.
- FONTAINE.M et CADORE.JL, Vadae mecum du vétérinaire. Edition vogot, paris. (1995). p 1672.
- French. H, « Observation sur la chèvre ». Etude agricole de la FAO Rome 191. (1971) 227p.

[G]

- Gonzalez F.; Beckers JF; Sousa NM, « Diagnostic et suivi de gestation chez la chèvre et la brebis» Theriogenology, vol 62, (2004), p 1108-1115.
- Gressier. B, « Etude de l'influence du rapport FSH/LH dans le cadre de la superovulation chez la chèvre ». Th. Méd. Vét. Nantes, vol 85. (1999).
- Greyling. JPC et Van Niekerk. CH, « Ovulation in the Boer goat ». Small Ruminant Res, vol 3, (1990) p 457-464.
- Groupe Reproduction Caprine, « Utilisation d'un tablier marqueur pour la détection des chaleurs chez la chèvre ». CAPRI-IA, CAPRIGENE, CONTROLE LAITIER, INSTITUT DE L'ELEVAGE, I.N.R.A, U.N.C.E.I.A Journée Technique caprine du (4 avril 2001).
- Groupe Reproduction Caprine, 1997. « Traitement hormonal d'induction et de synchronisation de l'oestrus en vue d'une insémination artificielle » CAPRI-IA, CAPRIGENE, CONTROLE LAITIER, INTITUT DE L'ELEVAGE, INRA, U.N.C.E.I.A.

[H]

- Hanzen. CH, « Enseignements théoriques, 1^{er} et 2^{ème} doctorat en médecine vétérinaire.2003-2004 ». (La détection de l'oestrus et ses particularités d'espèces). Université de Liège. Faculté de Médecine Vétérinaire. (2004).

- Hanzen. CH, « Enseignements théoriques, 1^{er} et 2^{ème} doctorat en médecine vétérinaire.2003-2004 ». (L'anoestrus saisonnier des petits ruminants). Université de Liège. Faculté de Médecine Vétérinaire. (2004).
- Hanzen. CH, « Enseignements théoriques, 1^{er} et 2^{ème} doctorat en médecine vétérinaire.2003-2004 ». (La détection de l'oestrus et ses particularités d'espèces). Université de Liège. Faculté de Médecine Vétérinaire. (2004).
- Hanzen Ch « L'anoestrus pubertaire et du post-partum Année 2009-2010 ».
- Hanzen.CH. « Maitrise du cycle des petits ruminants » département thériogénologie, faculté médecine vétérinaire, université de liège, Belgique 2009-2010.
- Hellal. F, « Contribution à la connaissance des races caprines Algériennes : Etude de l'élevage caprin en système d'élevage extensif dans les différentes zones de l'Algérie du nord ». Thèse d'ingénieur d'état en agronomie, INA EL HARRACH (Alger). (1986), 78p.
- Henderson. KM, Savage. Ellen. RL, Ball. K et Mac Natty. KP, « Consequences of increasing or decreasing plasma FSH concentration during the preovulatory period in Romneyemes ». J. Reprod. and Fert, vol 84, (1988), 187-196.
- Humblot P, De Montigny G, Jeanguyot N, Tetedoie F, Payen B, Thibier M, Sasser RG. « Pregnancy-specific protein B and progesterone concentrations in French Alpine goats throughout gestation.» J Reprod Fertil.; vol 89(1), (1990 May), p 205-212.

[I]

- ITEBO, institut technique des élevages bovin et ovin, Baba Ali Alger, (1999).
- ITELV, Institut Technique des Elevages, albums photos, 2020

[K]

- Kanai Y, Ishikawa N. «Pulsatile secretion of luteinizing hormone and plasma levels of ovarian steroids during the estrus cycle in the Shiba goat ». Jpn J Anim Reprod, vol 34 (1988), p 105-110.
- Kendrick. K.M, Fabre-Nys. C, Blache. D, Goode. J.A, Broad K.D, «The role of oxytocin release in the mediobasal hypothalamus of the sheep in relation to female sexual receptivity». J. Neuroendocrinology, 5, (1993), p1321.
- Khelifi Y., 1997. Les productions ovines et caprine dans les zones steppiques algériennes, Ciheam options méditerranéennes, p 245-246.

[L]

- Lahirigoyen. M, « Contribution à la définition d'un plan de testage des caprins ». Edition : INRA – Paris. 1973.
- Lemelin. M, « Colloque sur la chèvre, produire à l'année ; pourquoi et comment ? » CRAAQ (2002).

- Lopez-Sebastian. A, Gamez-Brunet. A, Lishman. AW, Johnson. SK et Inskeep. EK, « Modification by propylene glycol of ovulation rate in response to a single injection of FSH ». *Jof. Reprod. and Fert*, vol 99, (1993), 437-442.

[M]

- Mahmood. S, Koul. GL et Biswas. JC, « Comparative efficiency of FSH, P and PMSG in plasma goats ». *Therio*, 35: 1196 (abstract). (1991).
- Marquis P-H, 1990. « Synchronisation de l'oestrus et insémination artificielle dans l'espèce caprine ». Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Thèse pour le doctorat vétérinaire, diplôme d'état. 156p.
- Mepham. TB, « Physiology of lactation ». Edition Marketing, France, (1990), 207p.
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rurale, « Service statistique », (1994).
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rurale, COMMISSION NATIONALE AnGR, Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie, Octobre (2003).
- Mori. Y, Kano. Y. « Changes in plasma concentrations of LH, progesterone and oestradiol in relation to the occurrence of luteolysis, oestrus and time of ovulation in the Shiba goat (capra hircus) ». *J Reprod.Fert*, vol 72 (1984), p 223-230.

[N]

- 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.

[R]

- Restall. B.J, Restall. H, Walkden-Brown. S.W. «The induction of ovulation in anovulatory goats by oestrous females.» *Anim. Reprod. Sci.*, 40, (1995) p 299- 303.
- Rippel. RN, « Response of the goat to synthetic gonadotrophin releasing hormone ». *J. Anima. Sci*, 38(3), (1974), 605-612.
- Romano. J.E., « Effects of service number on estrus duration in dairy goats». *Theriogenology*, 41, (1994), p1273-1277.
- Romano. J.E., « Effects of different stimuli of service on estrus duration in dairy goats ». *Theriogenology*, 42, (1994), p 875-879.
- Romano. J.E, Benech. A, « Effect of service and vaginal-cervical anesthesia on estrus duration in dairy goats » *Theriogenology*, 45, (1996) p691-696.
- Rotten, D., « Régulation de la synthèse et de la sécrétion de la FSH » Dans « la reproduction chez les mammifères et l'homme ». Eds: THIBAUT. C, LEVASSEUR. M-C, Edition INRA Ellipses (2001).
- Roux.M, « alimentation et conduite de troupeau ovin ». *Technique Agricole* (1986). p 3-18.

[S]

- Sambraus. H, « Guide des animaux d'élevage », Edition française, les éditions Eugène Ulmer (1994).
- Sasada. H., Sugiyama. T, Yamashita. K et Masaka. J, « Identification of specific odor components in mature male goat during the breeding season ». Jap. J. Zootech. Sci., vol 54, (1983), p 401-408.
- Scaramuzzi. RJ et Baird. DT, « Pulsatile release of Luteinizing hormone and the secretion of ovarian steroids in sheep during anoestrus ». Endocr. Vol 101, (1977), 801-806.
- Signoret. J-P, Levy. F, Nowak. R, Orgueur. P et Schaal. B, « Le rôle de l'odorat dans les relations interindividuelles des animaux d'élevage » INRA Prod. Anim., vol 10, (1997), p 339-348.
- Soltner. D, « Zootechnie générale. Tome1, la reproduction des animaux d'élevage ». Edition, INRA. Science et technique agricole. (1993).
- Soltner D, 1993. « Zootechnie générale, tome 1, la reproduction des animaux d'élevage ». Edition INRA, science et technique agricole.
- Sousa. N.M, Gonzalez. F, Karen. A, EL Amiri. B, Sulon. J, Baril. G, Cognie. Y, Szenci. O et Beckers. J.F, « Diagnostic et suivi de gestation chez la chèvre et la brebis ». Renc. Rech. Ruminants, vol 11(2004), p377-380.
- Sutherland. SRD, Lindsay. DR. « Ovariectomized does do not require progesterone priming for oestrus behaviour». Reprod Fertil Dev, vol 3 (6) (1991), p 679-84.

[T]

- Terqui. M et Cognie. Y, « Definition of ovarian activity and restoration of pituitary and ovarian functions in ewes and cows » In: "the reproductive potential of cattle and sheep". Joint Israeli-French symposium. Eds. INRA, Paris, (1984) 11-23.

[V]

- Vaissaire. J-P, « Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire ». Edition MALOINE S.A Paris. (1977).

[Y]

- Yu. HS, Tsin. ATC et Reiter. RJ, « Melatonin: History, Biosynthesis, and Assay Methodology ». In: Yu H.S., Reiter R.J. (Eds), Melatonin: Biosynthesis, Physiological Effects, and Clinical Applications, 1-16. CRC Press, Boca Raton, Florida. (1993)

[Z]

- Zarrouk. A., Souilem. O, Drion. P.V et Beckers. J.F. « Caractéristiques de la reproduction de l'espèce caprine » Ann. Méd. Vét., vol 145, (2001), 98-105.