

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**

**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET**

**INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES**



**Mémoire de fin d'études**  
**en vue de l'obtention du diplôme de docteur veterinaire**

**THEME :**

**La maitrise de l'activité sexuelle de la chèvre**

**« Etude bibliographique »**

**Présenté par :**

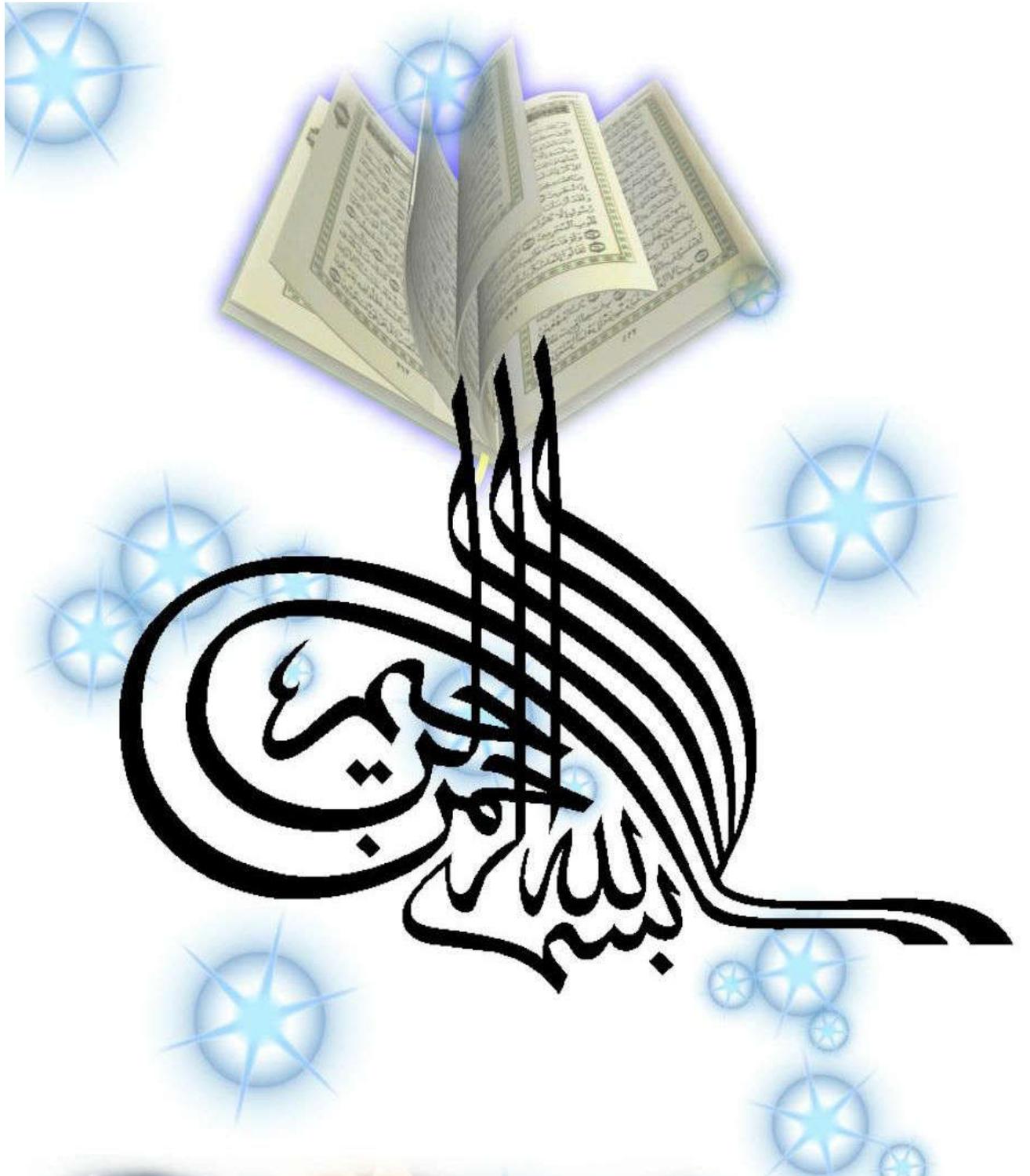
**Bey boumezrag Amina**

**Berramdane Asmaa**

**Encadré par :**

**Pr. Boucif .A**

**Année universitaire : 2016 – 2017**



# Remerciements

*Au nom d'ALLAH*

*Le Clément et le Miséricordieux*

*On trouve dans la tradition prophétique le hadith*

*«Celui qui ne remercie pas les gens n'a pas remercié Allah »*

*Nous tenons tout d'abord à exprimer nos sincères gratitudee au Monsieur Boucif Ahmed, pour la confiance qu'il a bien voulu nous accorder en acceptant de diriger ce mémoire pour la qualité de son encadrement, ses précieuses orientations, sa simplicité et sa patience*

*Nos remerciements : Aux membres du jury D ; qu'ils soient remerciés de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail.*



# *Dédicace*

*Je dédie ce travail*

*A ma CHÈRE mère et MON CHÈR père qui grâce à eux je suis arrivé au terme de mes études et antérieurement je prie Allah afin de bénéficier de leur bénédiction.*

*A ma grand-mère*

*A chers frères: MUSTAPHA ABDEERRAHMANE ET MOHAMED ALI*

*A chère sœur FATIMA ET SON EPOUX HOUARI,*

*A MES GRANDES SOEURS*

*A ma CHÈRE COPINE AMINA*

*A tous ceux qui mon aidé de près ou de loin à accomplir études*

*Asmaa*



## *Dédicace*

*À ceux qui m'ont indiqué la bonne voie, À ceux qui attendent patiemment le fruit de leur Éducation... À mes parents, pour leurs encouragements, leurs conseils et leurs sacrifices ; Je dédie à vos pleurs, à vos sourires, mes plus belles pensées... J'espère que vous trouverez dans ce travail ma profonde reconnaissance et mon grand amour pour vous. Leurs prières ont sans aucun doute contribué à mes succès. Et que Dieu leur accorde longue vie .*

*Ce travail est dédié aussi À l'âme de ma grand-mère.*

*À mes chères sœurs, les étoiles sur terre qui illuminent ma vie: Samia, Maria.*

*À Mon cher frère : Mohamed aness ; ma source de joie et de bonheur.*

*À toute ma famille.*

*J'espère qu'ils trouveront dans ce mémoire tout l'amour que je leur porte.*

*À ma chère copine Asmaa et sa famille.*

*À tous mes amies*

*À tous qui m'aime.*

*Amina*

## Liste des tableaux et des figures

### Tableaux

|  |    |
|--|----|
| Tableau I : Caractéristiques physiologiques de l'espèce caprine .....  | 12 |
| Tableau II : Variation de la dose de PMSG .....  | 26 |
| Tableau III : Mélatonine : posologie en fonction du sexe et de l'âge chez les caprins pour un implant de 18 mg (Brice,2003). ..... | 47 |

### Figures

|   |    |
|---|----|
| Figure 1: Appareil génital de la chèvre en place, en vue latérale gauche. ....  | 04 |
| Figure 2 : Conformation et structure de l'ovaire de la chèvre (2,5 cm x 3,3 cm pour l'ovaire gauche et 2,0 x 2,0 cm pour l'ovaire droit). ....  | 04 |
| Figure 3: Appareil génital de la chèvre, isolé après ouverture dorsale du vagin et de la partie urogénitale, en vue dorsale. ....   | 05 |
| Figure 4: Conformation intérieure de l'appareil génital de la chèvre après ouverture complète de l'utérus et du vagin. ....   | 06 |
| Figure 5: Vascularisation de l'appareil génital de la chèvre (vaisseaux injectés au latex) .....  | 09 |
| Figure 6 : Diagramme du cycle œstral de la chèvre. ....   | 13 |
| Figure 7: Les étapes de la folliculogénèse basale. ....   | 14 |
| Figure 8: Les étapes de la folliculogénèse terminale et son contrôle. ....  | 16 |
| Figure 9 : Profils hormonaux et cycle ovarien au cours du cycle sexuel chez la chèvre (adapté de Baril et al., 1993 ; Medan et al., 2003). ....   | 18 |
| Figure 10: Régulation hormonale du cycle ovarien de la chèvre. ....   | 19 |
| Figure 11 : Variations saisonnières des ovulations et du comportement d'œstrus de la chèvre Alpine (adapté de Baril et al. 1993). ....  | 20 |
| Figure 12: Mode d'action du protocole avec une éponge de FGA posée pendant 11 jours (acétate de flugestone) et des injections de prostaglandines et d'eCG – exemple chez une femelle cyclée. .... | 23 |
| Figure 13 : Progestéronémie des chèvres suite à un effet mâle .....   | 33 |
| Figure 14 : Phases d'insémination artificielle chez la chèvre .....   | 34 |
| Figure 15 : Sécrétion de mélatonine au cours des saisons d'été et d'hiver (adapté de Chemineau et al. 1992). ....   | 34 |
| Figure 16 : Le protocole hormonal associant l'éponge de FGA, le cloprosténol et l'eCG. ....   | 37 |
| Figure 17 : Les étapes du traitement hormonal de synchronisation des chaleurs chez la chèvre .....  | 37 |

|  |    |
|--|----|
| Figure 18: La pose des éponges – (a) la contention – (b) le matériel : 1-éponges vaginales de FGA, 3- applicateur et 3 son piston – (c) introduction de l'applicateur dans le vagin (d) insertion de l'éponge dans l'applicateur –(e)désinfection entre chaque chèvre – (f) ponge en place (ficelle non coupée)..... | 39 |
| Figure 19: Injection de l'eCG et des prostaglandines : 1) Préparation du matériel – 2) Injection en intramusculaire. ....  | 40 |
| Figure 20 : Effet bouc : principe et méthode de mise en œuvre.....   | 41 |
| Figure 21 : séparation des mâles et des femelles.....  | 41 |
| Figure 22 : Détection des chaleurs .....   | 43 |
| Figure 23: Le traitement photopériodique et méthodes disponibles. ....   | 44 |
| Figure 24: Traitements photopériodiques adaptés aux différentes périodes de reproduction. TL = traitement lumineux – JN = jours naturels - MEL=mélatonine – IA = insémination animale – SN = saillie naturelle.44  |    |
| Figure 25 : Protocole Jours Longs : 16 heures d'éclairage continu. ....  | 46 |
| Figure 26: Protocole Jours Longs : 16 heures consécutives de lumière incluant la lumière naturelle.....  | 46 |
| Figure 27: Protocole Jours Longs : méthode PhotINRA (Chemineau et al.,1992).....   | 47 |
| Figure 28: Pose d'un implant de mélatonine (en sous-cutanée, à la base de l'oreille).....  | 47 |
| Figure 29 : Planning du traitement avec la mélatonine en association à l'effet mâle (Ceva Santé Animale,n.d.).....   | 47 |
| Figure 30:Rétroplanning pour le protocole associant le traitement photopériodique et le traitement hormonal de synchronisation»; exemple pour une mise à la reproduction avant le mois de mai. ....  | 49 |
| Figure 31 : Planning pour le protocole associant le traitement photopériodique et l'effet bouc ; exemple pour une mise à la reproduction avant le mois de mai. (TL:traitement lumineux – JN : jour naturels) - * Le tablier est marqueur selon la méthode de détection de chaleurs choisie. ....                     | 49 |
| Figure 32:Rétroplanning pour le protocole associant le traitement photopériodique, la pose d'une éponge de FGA et l'effet bouc; exemple pour une mise à la reproduction avant le mois de mai.....  | 50 |

## SOMMAIRE

|                    |    |
|--------------------|----|
| Remerciements      |    |
| Dédicaces          |    |
| Introduction ..... | 01 |

### Première partie

#### Chapitre I :Rappels anatomo-physiologiques

|   |    |
|---|----|
| 1. Les ovaires et les trompes utérines.....                             | 03 |
| 1.1. Conformation, forme et consistance.....                            | 03 |
| 1.2 Structure interne de l’ovaire .....                                 | 05 |
| 1.3 Situation et moyen de fixité .....                                  | 05 |
| 2. L’utérus .....   | 06 |
| 2.1. Conformation, forme et consistance.....                            | 06 |
| 2.2. Structure interne de l’utérus .....                                | 07 |
| 3. Le vagin.....  | 07 |
| 3.1. Le vestibule du vagin .....  | 08 |
| 4. La vulve.....  | 08 |
| 5. Vascularisation .....  | 08 |
| II.Physiologie De La Reproduction.....                                  | 09 |
| 1.La puberté09  |    |
| 1.Le cycle sexuel.....  | 10 |
| 2.1.La durée du cycle .....   | 10 |
| 2.2.Les étapes du cycle œstral .....                                    | 11 |
| 2. La fonction sexuelle de la chèvre .....                              | 12 |
| 3.1. La folliculogenèse et l’ovulation12                                |    |
| 3.1.1. La folliculogenèse basale .....                                  | 13 |
| 3.1.2. La folliculogenèse terminale .....                               | 14 |
| 3.2.L’ovulation et la formation du corps jaune .....                    | 16 |
| 3. Le contrôle hormonal .....   | 17 |
| 4.La saison sexuelle.....   | 19 |
| 5.1. Le repos sexuel de la chèvre.....                                  | 19 |
| 5.2. La durée de la saison sexuelle et ses facteurs de variations ..... | 20 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 5.2.1. La latitude..... | 20 |
| 5.2.2. La race .....    | 21 |

## Chapitre II

### Méthodes de synchronisation des chaleurs chez la chèvre

|  |    |
|--|----|
| 1. Le traitement hormonal d'induction et de synchronisation des chaleurs ..... | 22 |
| 1.1. Description .....   | 24 |
| 1.2. Interets .....  | 24 |
| 1.3. En pratique .....   | 24 |
| 1.3.1. Recommandation relatives aux produits et à leur utilisation .....       | 24 |
| 1.3.1.1. Conservation des produits de traitement .....                         | 24 |
| 1.3.1.2. Pose de l'éponge vaginale .....                                       | 25 |
| 1.3.1.3. Modalités d'administration de la PMSG et du cloprostenol .....        | 25 |
| 1.3.1.4. Retrait de l'éponge .....   | 26 |
| 1.3.1.5. Limiter le nombre de traitements .....                                | 26 |
| 1.3.1.6. Réponse au traitement .....   | 26 |
| 1.3.1.7. Détection des chaleurs.....   | 26 |
| 2. Traitement Photopériodique .....  | 27 |
| 2.1. Principes généraux .....  | 27 |
| 2.2. Description .....   | 27 |
| 2.3. Intérêts .....  | 28 |
| 2.4. En pratique .....   | 28 |
| 2.4.1. Eclairage.....  | 28 |
| 2.4.2. Mise en place des traitements photopériodiques .....                    | 28 |
| 2.4.3. Gestion des mâles.....  | 29 |
| 2.4.4. Autres effets du conditionnement lumineux .....                         | 29 |
| Sur l'ingestion et la production laitière des chèvres. ....                    | 29 |
| Sur la mue .....   | 29 |
| 3. Traitement à base de mélatonine .....                                       | 29 |
| 4. Effet Mâle ou effet bouc .....  | 30 |
| 4.1. Principes généraux .....  | 30 |
| 4.2. Description .....   | 31 |

|   |    |
|---|----|
| 4.3. Intérêts .....   | 31 |
| 4.4.En pratique .....   | 31 |
| 4.4.1.Caractéristiques des femelles réceptives .....          | 31 |
| 4.4.2.Modalités d'éloignement des mâles et des femelles. .... | 31 |
| 4.4.3.Préparation et activité des boucs .....                 | 32 |
| 4.4 .3. Mise en présence des boucs avec les femelles          | 32 |
| 4.4.4.Pratique de la lutte.....                               | 32 |
| 4.4.5.Avantages et inconvénients de l'effet mâle .....        | 33 |
| 4.4.5.1. Les avantages .....                                  | 33 |
| 4.4.5.2. Les inconvénients .....                              | 33 |
| 5.controle photoperiodique de la saisonnalite sexuelle .....  | 33 |

## **Deuxième partie :**

### **Chapitre I :Matériels et méthodes de synchronisation des chaleurs**

|  |    |
|--|----|
| 1.Le protocole hormonal à base de progestagènes associés à l'eCG et aux prostaglandines... | 36 |
| 1.1.Description .....  | 36 |
| 1.2.Etapes (Figure 17): .....  | 36 |
| 2.Effet bouc .....   | 40 |
| 2 .1. Protocole .....  | 40 |
| 2.2. Etapes .....  | 41 |
| 3.Traitement photopériodique .....   | 43 |
| 3.1.Méthodes et protocoles.....  | 43 |
| 3.1.1.La phase « jours longs ».....  | 43 |
| 3.1.2.La phase « jours courts ».....   | 45 |
| 3.2.Le protocole.....  | 45 |
| 4.synchronisation.....   | 48 |
| L'association du traitement photopériodique avec le traitement hormonal de.....            | 48 |
| 5.L'association du traitement photopériodique et de l'effet bouc.....                      | 48 |
| 5.1.Le protocole.....  | 48 |
| 6.cloprosténol) et à l'effet mâle.....   | 49 |
| Le traitement photopériodique associé au traitement progestatif (sans eCG et sans .....    | 49 |
| 6.1.Le protocole.....  | 49 |

## **Chapitre II**

### **Chapitre II synthèse des travaux**

|   |    |
|---|----|
| 1. Traitement hormonal de synchronisation .....   | 51 |
| 2. Les intérêts et les limites du protocole hormonal de synchronisation des ovulations.....                               | 52 |
| 3. La réponse des femelles à l'effet bouc .....   | 52 |
| 4. Les facteurs de variation de l'effet mâle .....  | 53 |
| 5. Les intérêts et les limites .....  | 54 |
| 6. Les réponses des animaux aux traitements de la photopériode.....   | 55 |
| 7. Les intérêts et les limites .....  | 56 |
| 7.1. Les intérêts .....   | 56 |
| 7.2. Les limites .....  | 56 |
| 8. Le traitement photopériodique associé au traitement progestatif (sans eCG et sans cloprosténol) et à l'effet mâle..... | 58 |
| Conclusion .....  | 59 |
| Références bibliographiques   |    |
| Résumé  |    |

## Introduction

---

Les caprins sont l'une des plus anciennes espèces domestiquées (7 000 ans avant JC), ce qui suppose que leur reproduction est contrôlée entre autres par l'Homme. La chèvre est parmi les animaux domestiqués celle qui est soumise à travers le monde aux conditions d'élevage les plus extrêmes et elle constitue une ressource importante de nombreux pays. Appelée, également 'la vache du pauvre' Cette est rencontrée aussi bien dans des zones quasi désertiques partout dans le monde où elle est la seule capable de survivre que dans des zones tempérées ou équatoriales dans lesquelles elle peut révéler des niveaux de productivité étonnants (Aguer, 1981).

En Algérie, ce sont les ovins qui prédominent en représentant 80 % de l'effectif global suivis par l'élevage caprin qui vient en seconde position avec 14 % de l'effectif national en comprenant 50 % de chèvres. L'élevage caprin se trouve concentré essentiellement dans les zones montagneuses, les hauts plateaux et les régions arides (Badis *et al.*, 2006 ; Guessas, 2007).

Cependant, les données concernant les performances reproductives sont beaucoup limitées chez les caprins par rapport aux bovins et les ovins. Une des raisons de cette relative pauvreté d'informations disponibles est que ces animaux sont à la fois indépendants et familiers, capables de s'adapter à des conditions d'environnement variées et ils n'ont pas posé de problème majeur aux éleveurs (Gordon 1997). Il faut probablement ajouter que leur élevage a fait objet de moins d'investissement scientifique pour une augmentation de la production. Néanmoins les performances et la gestion des élevages caprins peuvent cependant être améliorées en contrôlant notamment la période de reproduction.

Quels que soient les systèmes d'élevage caprin, la reproduction occupe une place importante cependant, la particularité de cette espèce est sa saisonnalité cela signifie que naturellement l'activité de reproduction des chèvres et donc la production de lait et de chevreaux est restreinte à une période de l'année. Pour répondre à la demande des consommateurs, l'éleveur peut chercher à étaler sa production sur l'année en s'adaptant à une bonne conduite de leur troupeau afin de répondre à cette contrainte.

La maîtrise de la reproduction est alors une étape clé dans la conduite de son troupeau, mais Pour réussir un élevage ; on se doit planifier la reproduction de ses animaux.

A nos jours la maîtrise de la conduite de la reproduction chez les espèces saisonnées telle que les caprins et les ovins participe largement aux performances économiques d'élevages dont toute création scientifique se valorise selon deux critères : La satisfaction de besoin du marché et la rentabilité commerciale.

## **Introduction**

---

La maîtrise des cycles chez les caprins répond à plusieurs objectifs:

- \*Avancer la saison de reproduction pour produire du lait d'hiver mieux rémunéré
- \*Pratiquer l'insémination artificielle
- \*Prévoir et organiser rationnellement les périodes de mises bas
- \*Obtenir des chevrettes qui auront un développement suffisant à la saison de reproduction suivante.

Cette étude portera sur un rappel des bases et de la spécificité de l'espèce caprine en anatomie et en physiologie de l'appareil reproducteur. On ne peut pas s'affranchir de ces connaissances pour comprendre les méthodes de maîtrise de la saisonnalité et de la cyclicité sexuelle de la chèvre.

La fonction principale de l'appareil génital femelle réside dans la production des gamètes appelés ovocytes. Il est aussi le lieu de dépôt de la semence, le lieu de la fécondation, puis le site de la gestation. Enfin, il assure l'expulsion des fœtus.

L'appareil reproducteur de la femelle se subdivise en trois parties comme chez le mâle (Barone, 1996) :

- la section glandulaire représentée par les ovaires droit et gauche,
- la section tubulaire constituée par trompes utérines droite et gauche, de l'utérus et du vagin, la section uro-génitale commune aux appareils urinaire et reproducteur comporte le vestibule du vagin et la vulve.

Les dimensions de l'appareil génital d'une femelle n'ayant jamais porté de chevreaux (nullipare) sont largement plus petites comparativement aux primipares et multipares (Lyngset, 1968).

Les ovaires sont situés très près du détroit crânial du bassin, légèrement crânialement et médialement à la branche montante de l'ilium. L'utérus non gravide est contenu dans la cavité pelvienne. Le vagin est logé dans le tissu conjonctif de l'espace rétro-péritonéal. Le corps, le col de l'utérus et le vagin sont en contact dorsalement avec le rectum (Figure 1).

De chaque côté, l'ovaire, la trompe utérine et l'utérus sont maintenus attachés à la paroi de la cavité pelvienne par un méso : le ligament large. Les différentes parties de ce ligament sont nommées mesovarium, mesosalpinx, mesometrium soutenant d'un même côté respectivement l'ovaire, la trompe utérine et l'utérus (Figure 1).

## **1. Les ovaires et les trompes utérines**

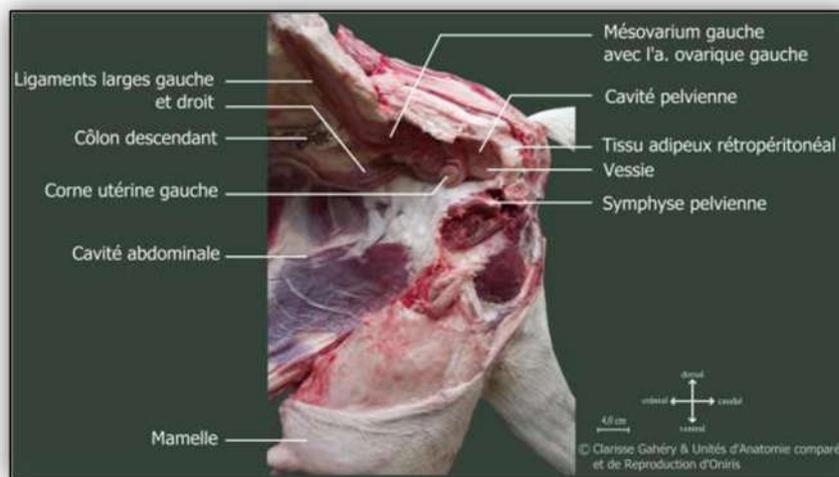
### **1.1. Conformation, forme et consistance**

L'ovaire, organe pair assure une double fonction, la gamétogénèse et la synthèse d'hormones sexuelles.

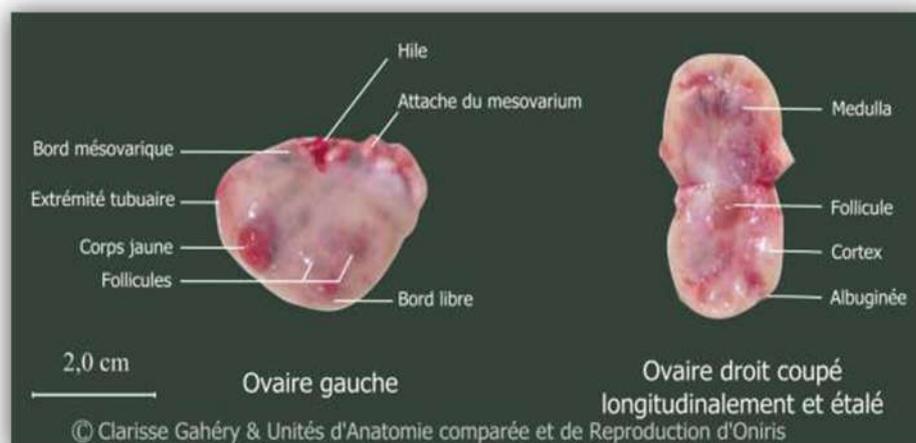
De consistance ferme, il est de couleur grisâtre chez la chèvre et généralement de forme ovoïde. Les dimensions varient de 15 à 20 mm pour la longueur et de 10 à 15 mm pour la largeur. Le poids moyen est de 2 grammes, mais cela peut être très variable (Barone, 1996). L'ovaire droit est généralement plus gros que l'ovaire gauche (Lyngset, 1968). Lorsque les ovaires sont actifs, en saison sexuelle, ils peuvent présenter à leur surface des follicules et des corps jaunes. Ces structures font saillie sur la paroi et lui donnent ainsi une surface irrégulière. Le follicule, d'aspect spongieux, mesure jusqu'à 12 mm de diamètre (Barone, 1996). Les corps jaunes ont une couleur variant au cours du cycle ovarien : généralement plutôt rouge après l'ovulation, jaune lors de leur activité maximale et blanchâtre lors de la régression (Lyngset, 1968 ; Barone, 1996). Plusieurs corps jaunes

fonctionnels peuvent être visibles en même temps sur un ovaire. Ils mesurent en moyenne 9 mm de diamètre.

La trompe utérine ou oviducte est le conduit qui reçoit les ovocytes libérés par l'ovaire au niveau de l'infundibulum. En effet, ce dernier est ouvert sur la cavité abdominale et recouvre l'ovaire (Figures 3 et 4). Ensuite les ovocytes migrent vers l'ampoule, le lieu de la fécondation. L'isthme faisant la jonction avec l'utérus, participe à la remontée des spermatozoïdes vers l'ampoule pendant la phase ovulatoire. Les trompes utérines mesurent 12 à 16 cm de long avec un diamètre variant de 2 à 3 mm vers l'ampoule et de 0,5 à 1 mm au niveau de l'isthme (Barone, 1996). La trajectoire de ce conduit très mobile, décrivant de nombreuses flexuosités. Enfin, l'oviducte s'ouvre dans l'utérus par l'ostium utérin, mais cette jonction ne montre pas de démarcation nette chez la chèvre.



**Figure 1:** Appareil génital de la chèvre en place, en vue latérale gauche.



**Figure 2 :** Conformation et structure de l'ovaire de la chèvre

(2,5 cm x 3,3 cm pour l'ovaire gauche et 2,0 x 2,0 cm pour l'ovaire droit).

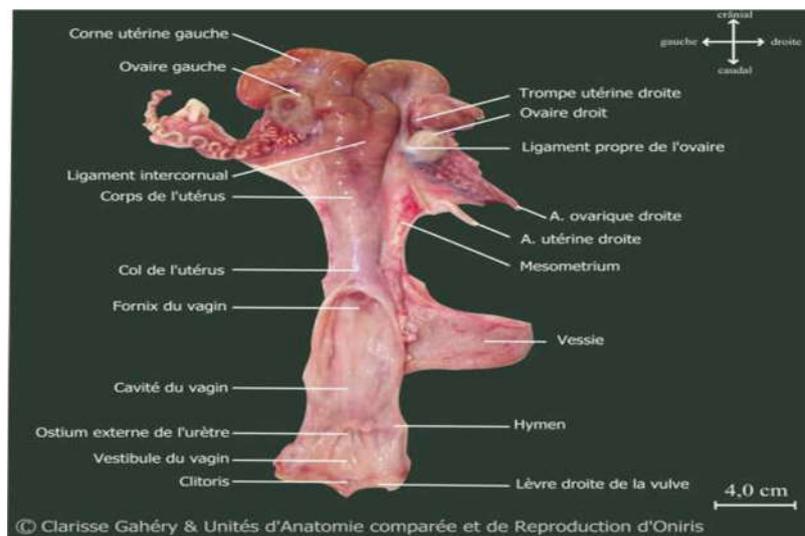
## 1.2 Structure interne de l'ovaire

La medulla ou zone vasculaire est la structure présente au centre de l'ovaire. Elle contient les vaisseaux arrivant par le hile, des fibres musculaires lisses et du tissu conjonctif.

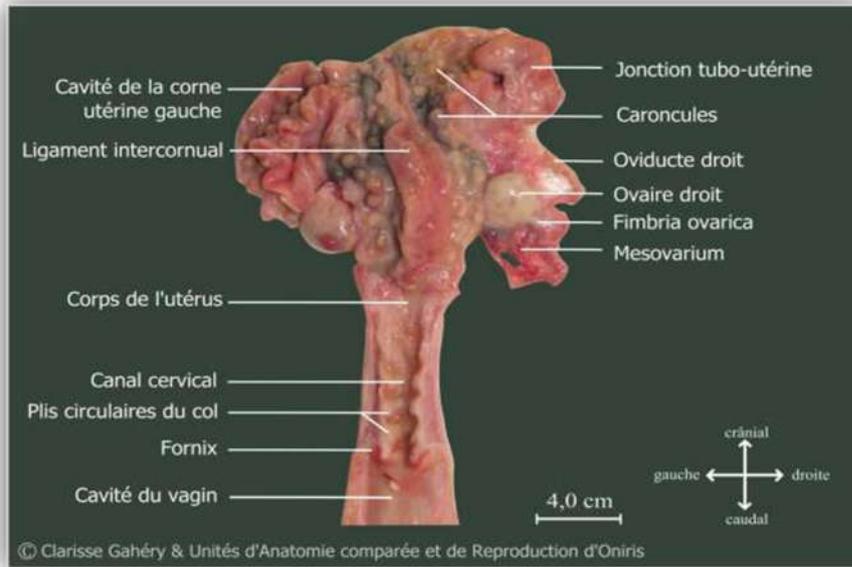
La zone périphérique correspond au cortex ou zone parenchymateuse, où se trouvent les follicules et les corps jaunes à différents stades d'évolution. L'ensemble est recouvert d'une albuginée (Figure 2). Les follicules sont des organites formés de cellules folliculaires et contenant l'ovocyte. Le corps jaune est l'évolution finale d'un follicule après l'ovulation.

## 1.3 Situation et moyen de fixation

L'ovaire reçoit sur son bord dorsal l'attache de l'extrémité crâniale du *mesovarium*. Il répond médialement à la corne utérine ou au *mesometrium*. La bourse ovarique est une duplication du ligament large en regard de l'ovaire. La bourse est délimitée latéralement par le *mesosalpinx* et médialement par l'ovaire et le *mesovarium* distal. Ces deux lames se réunissent en formant les deux structures suivantes : la *fimbria ovarica* unie l'infundibulum à l'extrémité tubaire de l'ovaire. le ligament propre de l'ovaire relie ce dernier l'extrémité utérine de l'ovaire, à la corne utérine (Figure 4) (Barone, 1996).



**Figure 3:** Appareil génital de la chèvre, isolé après ouverture dorsale du vagin et de la partie urogénitale, en vue dorsale.



**Figure 4:** Conformation intérieure de l'appareil génital de la chèvre après ouverture complète de l'utérus et du vagin.

## 2. L'utérus

### 2.1. Conformation, forme et consistance

L'utérus, appelé aussi matrice en langage courant se divise en trois entités : les cornes, le corps et le col (Figure 3). Les deux cornes ont un aspect de cône enroulé en spirale. Elles reçoivent les ovocytes après leur passage dans l'oviducte et elles abritent le développement des fœtus pendant la gestation. Avec l'aide de ses contractions musculaires, le fœtus est expulsé vers l'extérieur au moment de la mise-bas (Barone, 1996). Les cornes s'incurvent crânialement en hélice et elles se terminent de façon effilée et flexueuse. Leur diamètre diminue progressivement en direction des trompes utérines. Leur longueur varie selon la race et les individus, de 12 à 29 cm (Barone, 1996). La base des deux cornes est unie par du tissu conjonctif, le ligament intercornual (Figure 1). C'est pourquoi, à première vue, le corps utérin semble plutôt long. Cependant, cette impression est trompeuse, car elle résulte de l'association du corps utérin et de la partie caudale des cornes qui sont longuement accolées l'une à l'autre, dans le plan médian (Dyce *et al.*, 2002). L'utérus est dit de conformation *bipartitus*.

Le corps de l'utérus est court, d'une longueur de 0,5 à 3,5 cm (Lyngset, 1968a). Sa taille est variable avec la parité de la femelle (nullipare vs pluripare).

Le col de l'utérus ou cervix est facilement identifiable du reste de l'utérus par sa consistance dure et fibreuse. Sa longueur varie de 3 à 5 cm. La lumière du col est complètement fermée en dehors de l'œstrus par cinq à huit plis cervicaux de forme circulaire

(Figure 4; Lyngset, 1968). D'autre part, il est peu saillant dans le vagin, son aspect change en fonction de l'âge, des individus et du moment du cycle œstral. Ainsi, lors de la période péri-ovulatoire le col devient très légèrement ouvert, sa muqueuse est œdématisée et un mucus est élaboré dans les replis, formant alors un milieu favorable pour le stockage des spermatozoïdes.

## 2.2. Structure interne de l'utérus

La section de la paroi des cornes et du corps met en évidence une muqueuse épaisse, l'endomètre. Ce dernier est gris rosé chez les chevrettes et devient avec le temps brun jaunâtre. Il est plissé et présente de nombreux petits reliefs pédiculés, appelés caroncules (Figure 4). Sur un utérus non gravide, les caroncules sont peu saillantes, mais elles acquièrent une forme particulière lors de la gestation (Barone, 1996).

Une pigmentation des caroncules est parfois observée chez certains individus (Lyngset, 1968). 70 à 130 caroncules sont réparties dans les deux cornes, leur taille est plus grosse vers le corps et la base des cornes (Constantinescu, 2001). Le myomètre est la partie musculaire de la paroi utérine. Outre les fibres musculaires, il contient des glandes utérines. L'activité de ces glandes est variable selon le stade du cycle œstral. Les sécrétions synthétisées par ces glandes jouent un rôle essentiel dans le développement de l'embryon. La paroi musculaire du col est très épaisse. Le col renferme des glandes cervicales produisant un mucus.

## 3. Le vagin

Le vagin constitue avec le vestibule du vagin et les lèvres de la vulve, l'organe copulateur de la femelle : ceux-ci reçoivent le pénis lors de l'accouplement. Il est délimité crânialement par le col de l'utérus et caudalement par l'orifice de l'urètre et les vestiges de l'hymen (Figure 11). Il est impair et aplati dans le sens dorso-ventral. Il mesure en moyenne 7,5 cm (Lyngset, 1968a). Ses parois sont minces et très extensibles : elles se dilatent fortement pour laisser passer les fœtus (Barone, 1996). La muqueuse tapissant le vagin est de couleur jaune rosé et plutôt portée sur le rouge en période d'œstrus. Par ailleurs, elle est caractérisée par des plis longitudinaux. Autour du col utérin, le repli de la muqueuse crée un cul de sac circulaire appelé *fornix* (Figure 11). Chez la chèvre, le vagin est dépourvu de canaux de Gärtner, vestige du conduit mésonéphrotique. Par ailleurs, chez les ruminants, l'hymen est une cloison mince et incomplète qui tend à s'effacer avec l'âge.

### 3.1. Le vestibule du vagin

Le vestibule est un conduit large mesurant 2 à 3 cm. Sur le plancher, s'ouvre l'ostium externe de l'urètre. Ce dernier est étroit chez la chèvre, puis il est doublé ventralement par

un diverticule suburétral peu profond (Figure 3). Le vestibule du vagin est incliné vers la vulve, en direction ventro-caudale. Les parois sont moins extensibles que celles du vagin (Dyce *et al.*, 2002). Il est tapissé intérieurement par une muqueuse rose jaunâtre, d'aspect finement granuleux correspondant à des nodules lymphatiques (Barone, 1996). D'autre part, la chèvre est dépourvue de glande vestibulaire majeure.

#### 4. La vulve

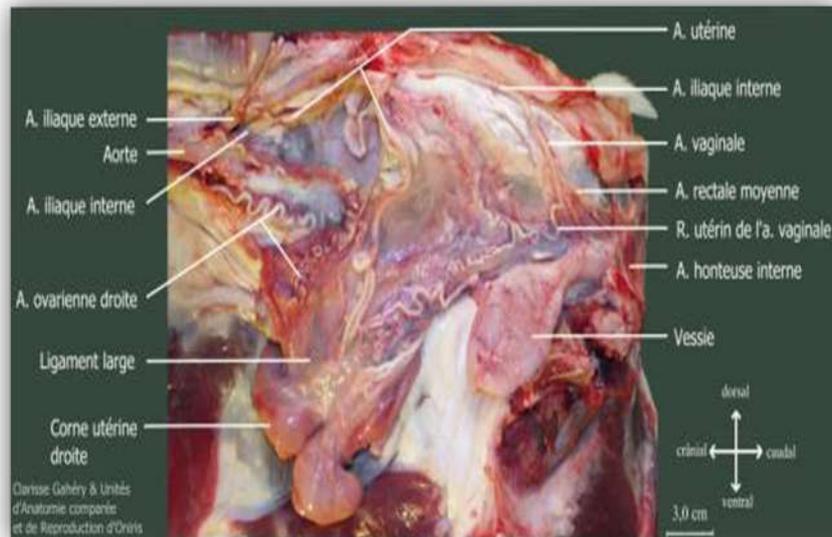
La vulve est la partie externe de l'appareil génital femelle s'ouvrant au niveau du périnée. Elle est formée d'une paire de lèvres qui se joignent aux commissures dorsale et ventrale (Figure 3). Le clitoris, très court est un équivalent rudimentaire du pénis. Il se situe en région inférieure et forme une courte pointe, cerclée à la base par un sillon représentant la fosse du clitoris.

#### 5. Vascularisation

L'ovaire est irrigué par l'artère ovarique, naissant dans la partie caudale de l'aorte abdominale. Cette artère chemine ensuite dans la partie crâniale du ligament large. D'une part, un rameau est émis, le rameau utérin allant vers la partie crâniale de l'utérus. D'autre part, un autre rameau apparaît, très distalement, le rameau tubaire (Figure 5).

Les artères utérines droite et gauche, vaisseaux principaux de l'utérus naissent des artères iliaques internes droite et gauche. Elles parcourent le ligament large, puis donnent de nombreux rameaux, dont un alimentant la trompe utérine. Des anastomoses existent entre la vascularisation de droite et de gauche. L'artère vaginale provenant de l'artère iliaque interne apporte le sang au vagin. Un rameau utérin irrigue le col de l'utérus et une partie de la vessie. Les divisions caudales de cette artère alimentent notamment le vestibule du vagin, qui reçoit aussi du sang de certains vaisseaux issus de l'artère honteuse interne.

Enfin, des rameaux issus de l'artère honteuse externe irriguent les lèvres vulvaires : rameaux labiaux ventraux et rameaux labiaux dorsaux. Les réseaux veineux sont similaires aux réseaux artériels. Néanmoins, on note quelques particularités. Les racines de la veine ovarique sortent de l'ovaire et montent dans le bord crânial du *mesovarium*. Elles sont anastomosées en un plexus. Le vaisseau qui en résulte reçoit un affluent utérin puis se termine à la veine cave caudale, non loin de la veine rénale correspondante (Barone, 1996). Enfin, le réseau veineux de l'utérus comporte moins d'anastomoses.



**Figure 5:** Vascularisation de l'appareil génital de la chèvre (vaisseaux injectés au latex).

## II. Physiologie De La Reproduction

### 1. La puberté

C'est la période correspondant à l'acquisition de la cyclicité sexuelle. Elle se manifeste par un premier œstrus chez la chevrette et intervient en moyenne entre le 5<sup>ème</sup> et le 7<sup>ème</sup> mois d'âge (Hafez, 1993).

\* Toutefois, l'âge est très variable selon la race, le moment de naissance de la chevrette et le système d'élevage (Freitas et *al.*, 2004). Les chèvres de race Pygmée sont pubères dès l'âge de 3 à 4 mois alors que les chevrettes Angora n'atteignent pas la puberté dès la première saison sexuelle mais seulement vers 18 à 20 mois (Hafez, 1993).

\* La présence d'une saison d'anœstrus provoque l'apparition d'une relation entre la date de naissance et l'âge à la puberté. En France métropolitaine, les chevrettes de race Saanen ou Alpine acquièrent la maturité sexuelle dès l'âge de 7 mois si elles sont nées en début d'année. Les femelles nées après mars atteignent généralement la puberté qu'aux alentours de 16 à 18 mois d'âge.

\* L'alimentation et le développement corporel de la femelle ont aussi un rôle important sur l'acquisition de la maturité sexuelle. En effet, une ration inadéquate durant la période de croissance retarde le développement corporel et l'apparition de la puberté (Walkden-Brown et Bocquier, 2010). Pour les races peu saisonnées, l'apparition de la puberté est surtout liée au poids de l'animal, soit à partir de 45 % à 50 % du poids vif adulte (Freitas et *al.*, 2004). Dans les faits, tout facteur retardant la croissance de la chevrette (maladies, rations insuffisantes,

mauvaise transition au sevrage, *etc.*) a un impact négatif sur le moment d'apparition des premières chaleurs fertiles.

\* Les températures élevées de l'été retarderaient la puberté par leurs effets négatifs sur la croissance. Ainsi, un rafraîchissement des températures pendant l'été entraînerait une venue en chaleurs plus précoce des agnelles à automne.

La puberté survient en général vers l'âge de:

👉 6-7 mois chez les femelles 👉 vers 5 mois chez les mâles.

La mise à la reproduction peut être:

👉 Chez les jeunes boucs dès l'âge de 5 mois

👉 Les chevrettes doivent avoir atteint un développement suffisant, entre 28 et 35 kg selon les races et les souches.

### 1. Le cycle sexuel

Le cycle œstral se définit par l'ensemble des changements morphologiques et physiologiques des ovaires et du tractus génital menant à l'expression du comportement d'œstrus, puis à l'ovulation, à la préparation de la fécondation et à l'implantation de l'embryon (Fatet *et al.*, 2011). La chèvre est une espèce polyœstrienne saisonnière.

\*Le cycle oestrien (21 jours en moyenne) est l'intervalle compris entre le premier jour d'un oestrus et le premier jour de l'oestrus suivant. L'oestrus (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 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 préovulatoire ou folliculaire (3 à 4 jours).

#### 2.1. La durée du cycle

En moyenne, un cycle dure 21 jours et plus généralement, entre 18 et 22 jours (Hafez, 1993).

Des cycles courts et des cycles longs sont observables chez les chèvres. Selon une étude menée sur des Alpines, 14 % des cycles d'une saison de reproduction sont de courte durée (inférieure à 17 jours) et 9 % sont de longue durée (supérieure à 25 jours) (Chemineau *et al.*, 1987 cité par Baril *et al.* 1993).

La fréquence élevée des cycles courts est une caractéristique de l'espèce caprine. Ils apparaissent principalement en début de saison, en période post-partum, après un avortement induit à l'aide d'injection de prostaglandines (Camp *et al.*, 1983) et après des ovulations induites par effet bouc (Chemineau, 1989). Ces cycles sont associés à une lyse du corps jaune

prématurée ou à l'absence d'ovulation (Camp et *al.*, 1983). Dans les faits, les cycles courts sont observés après une période de repos des ovaires. Le follicule ovulatoire de « mauvaise qualité » entraîne la formation d'un corps jaune défectueux. Dans ce cas, le corps jaune ne sécrète pas suffisamment de progestérone pour inhiber une nouvelle ovulation. Ce dernier est donc lysé prématurément (Chemineau et *al.*, 2006).

## 2.2. Les étapes du cycle œstral

Le cycle œstral se décompose en quatre phases (Figure6; tableau I)).

■ Le pro-œstrus se déroule sur 3 à 4 jours.

C'est l'étape précédant la manifestation du comportement d'œstrus. Elle correspond à la phase de croissance folliculaire terminale de la vague ovulatoire.

■ L'œstrus

C'est la période où la femelle exprime un comportement sexuel. La durée varie en moyenne de 24 à 48 heures avec l'âge, la variabilité individuelle, la race, la saison et la présence d'un mâle (Fatet et *al.*, 2011). Pour les races Alpine et Saanen, l'œstrus s'étend sur 31 heures environ (Baril et *al.*, 1993)

■ Le post-œstrus se prolonge sur 16 à 18 jours.

Il correspond à la période d'activité d'un ou plusieurs corps jaunes après l'ovulation. Deux phases se différencient :

– Le metœstrus : phase de croissance du corps jaune et d'augmentation de la progestéronémie ;

– Le dicœstrus : le corps jaune devenu stable, sécrète la progestérone jusqu'à la lutéolyse.

Le cycle ovarien se définit comme étant l'ensemble des changements de l'ovaire pendant le cycle œstral, dans le but de mener un ou plusieurs follicules jusqu'à l'ovulation. Il est décomposé en deux phases bien distinctes :

■ La phase folliculaire se passe sur 4 à 5 jours (Hafez, 1993). Elle correspond à la période de croissance terminale du ou des follicules ovulatoires.

L'ovulation a lieu de 24 à 36 heures après le début de l'œstrus (Hafez, 1993).

Toutefois, ce délai est variable selon la race.

La phase lutéale d'une durée de 16 jours en moyenne, démarre après l'ovulation et correspond au développement et à l'activité du corps jaune (Hafez, 1993). En absence de fécondation, la fin de la phase lutéale est marquée par la lyse du corps jaune (lutéolyse) ainsi, un autre cycle reprend

■ Le tractus génital subit lui aussi des modifications lors du cycle œstral afin de faciliter le passage des spermatozoïdes, la fécondation et l'implantation d'un embryon.) :

– Les muqueuses vaginale et utérine deviennent congestionnées et œdémateuses. Elles sécrètent une quantité importante de mucus, qui est clair au début et devenant plus visqueux et compact vers la fin de l'œstrus.

- Le mucus du col utérin produit lors de l'œstrus est plus clair et plus pénétrable pour les spermatozoïdes.

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>La puberté</b>                    | <b>5-6 mois pour le jeune bouc<br/>6-7 mois pour la chevrette (poids<br/>conseillé de mise à la reproduction :</b> |
| <b>Le cycle sexuel</b>               | <b>21 jours (de 16 à 28 jours)</b>   |
| <b>La phase folliculaire</b>         | <b>3 – 4 jours</b>   |
| <b>La phase lutéale</b>              | <b>16 – 17 jours</b>   |
| <b>Les chaleurs</b>                  | <b>36 heures (variation de 24 à 48 heures)</b>   |
| <b>Le délai chaleurs – ovulation</b> | <b>20 – 48 heures</b>  |
| <b>La durée de gestation</b>         | <b>152 jours (+ ou – 10 jours)</b>   |

**Tableau I** : Caractéristiques physiologiques de l'espèce caprine

## **2. La fonction sexuelle de la chèvre**

### **3.1. La folliculogénèse et l'ovulation**

La folliculogénèse est l'ensemble des transformations que subit le follicule du stade fœtal jusqu'à l'évènement d'ovulation. Le follicule est l'organite contenant l'ovocyte. Tous les stades de développement sont observables dans l'ovaire sans cesse remanié.

Au cours du développement embryonnaire, la femelle acquiert un stock prédéfini de follicules primordiaux lors de l'ovogénèse. Néanmoins, beaucoup d'entre eux meurent déjà avant la puberté. La folliculogénèse est un phénomène continu puisque chaque jour, de petits follicules entrent en croissance et le stock s'épuise donc petit à petit. La chevrette possède 24000 ovocytes à l'âge de 6 mois puis 2000 vers l'âge de 3 ans (Hyttel et *al.*, 2010). En parallèle de la croissance folliculaire, l'ovocyte croît et acquiert des compétences par des processus de différenciation en adéquation avec les cellules qui l'entourent (Thibault et

Levasseur, 2001).

### 3.1.1. La folliculogénèse basale

La folliculogénèse basale est un processus de développement long qui débute par l'activation de follicules primordiaux. Les ovocytes augmentent de taille et s'entourent de quelques cellules de granulosa pour former le follicule primaire. Au stade follicule secondaire ou pré-antral, deux couches cellulaires entourent l'ovocyte. Une thèque interne se forme et l'ovocyte s'entoure d'une zone pellucide.

Quand le follicule atteint une taille de 0.20 mm, une cavité appelée *antrum* apparaît à l'intérieur de la granulosa et l'ovocyte est excentré. A ce stade, le follicule tertiaire est équipé d'une thèque externe. Tout au long de ce processus, une grande partie des follicules meurt par atresie (Figure 7 ; Thibault et Levasseur, 2001 ; Monniaux et *al.*, 2009).

En parallèle, l'ovocyte réalise une grande partie de sa croissance et il acquiert la capacité à reprendre la méiose (blocage en fin de prophase). Il est entouré d'un massif de cellules appelé cumulus oophorus.

La folliculogénèse basale est indépendante des hormones gonadotropes.

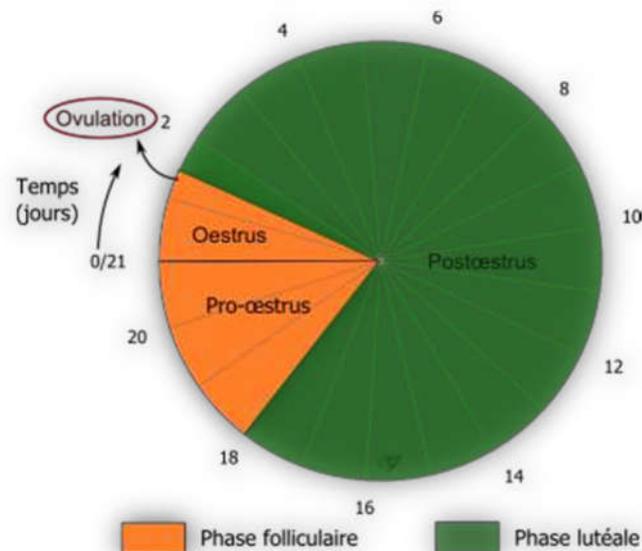
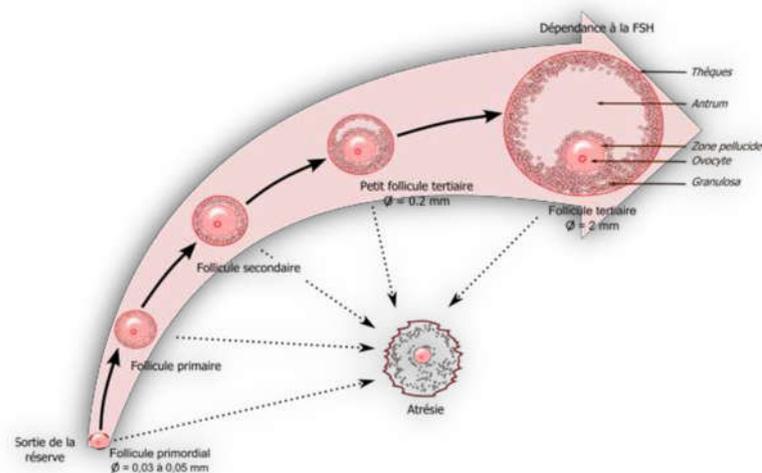


Figure 6 : Diagramme du cycle œstral de la chèvre.



**Figure 7:** Les étapes de la folliculogénèse basale.

### 3.1.2. La folliculogénèse terminale

#### ▀ Le développement des follicules dominants

La folliculogénèse terminale est un processus de croissance rapide du follicule ovulatoire sous le contrôle des gonadotropines. La croissance terminale se déroule par vagues. Ainsi, lors d'une vague folliculaire, une cohorte de follicules (ceux qui ont un diamètre supérieur à 2 - 3 mm) se développe de façon synchrone, c'est le recrutement. Puis, lors de la sélection, le ou les follicules ovulatoires vont émerger parmi les follicules recrutés et continuent de se développer. Enfin, la dominance est une phase où les autres follicules vont régresser et où tout recrutement de nouveaux follicules est bloqué (Driancourt, 2001). Cependant, cette notion de dominance ne serait pas aussi marquée chez la chèvre par rapport à la vache ( Medan et *al.*, 2005). Finalement, les follicules non sélectionnés s'atréisient (Figure 7). Quant aux follicules dominants, deux issues sont possibles. Ils évoluent soit vers l'ovulation, soit vers l'atréisie si cela a lieu pendant la phase lutéale.

En parallèle, l'ovocyte finit sa croissance, subit des remaniements du noyau et acquière les capacités pour assurer un développement embryonnaire suite à la fécondation.

#### ▀ Les vagues folliculaires

Les séquences 'recrutement-sélection-dominance', appelées vagues folliculaires se succèdent en continu (Figure 7). Elles se déroulent aussi bien pendant la phase lutéale que pendant la phase folliculaire. Pendant le cycle ovarien de la chèvre, on dénombre

généralement 2 à 5 vagues (Ginther et Kot, 1994 ; Medan et *al.*, 2005). Un cycle œstral d'une durée de 21 jours comporte souvent quatre vagues folliculaires. Dans ce cas, un nouveau recrutement a lieu tous les 5 à 7 jours (Rubianes et Menchaca, 2003). Les follicules ovulatoires proviennent fréquemment de la dernière vague, mais il arrive qu'ils soient issus deux vagues différentes. Les vagues folliculaires se poursuivent encore en début de gestation (Rubianes et Menchaca, 2003).

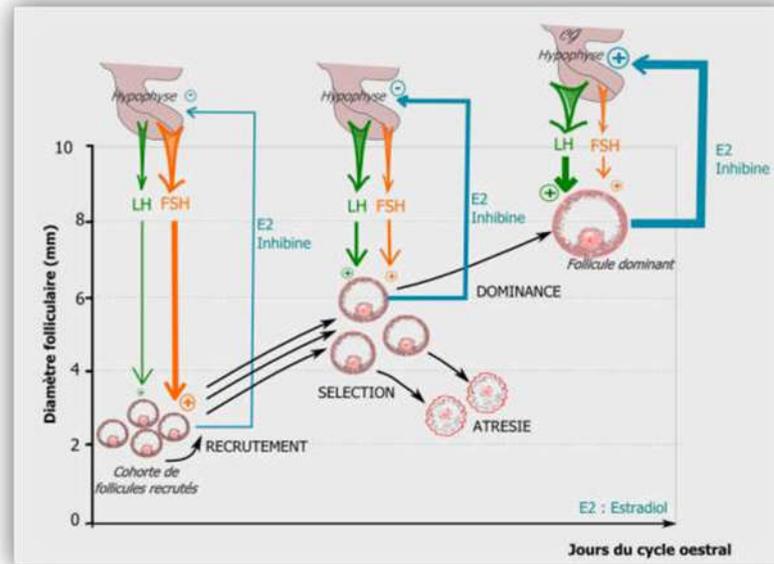
#### ■ La régulation hormonale de la folliculogénèse terminale

Le recrutement est sous le contrôle de la FSH. En effet, chaque vague folliculaire est précédée d'une augmentation de la concentration plasmatique de FSH (Figure 8) (Medan et *al.*, 2005). Le développement des follicules ovulatoires jusqu'au stade pré-ovulatoire est stimulé par la LH. Ensuite, la croissance des follicules recrutés augmente le taux d'œstradiol qui est synthétisé par les cellules de la thèque interne. La production d'inhibine s'élève aussi.

Ces deux dernières hormones exercent un rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire et font diminuer la libération de FSH. Sous la baisse de FSH, seuls les follicules ayant acquis suffisamment de sensibilité à cette hormone continuent leur développement.

Les autres follicules de la cohorte s'atrophient. Alors, les follicules dominants libèrent de plus en plus d'œstradiol, phénomène à l'origine d'un rétrocontrôle positif. Il a été observé que les follicules ovulatoires correspondent souvent aux plus gros follicules lors du recrutement (Ginther et Kot, 1994). Une augmentation des pulses de LH apparaît et assure la suite du développement des follicules dominants.

Avec les gonadotropines, de nombreux autres facteurs locaux et endocrinaux interviennent dans la régulation de la croissance folliculaire (Thibault et Levasseur, 2001).



**Figure 8:** Les étapes de la folliculogénèse terminale et son contrôle.

### 3.2 L'ovulation et la formation du corps jaune

L'ovulation est un processus complexe où les follicules ovulatoires libèrent leur ovocyte dans la cavité abdominale, au niveau de l'infundibulum. A ce stade le follicule dominant a fini sa croissance terminale, il a atteint un diamètre de 6 à 9 mm (Evans, 2003). Suite au pic de LH, plusieurs évènements marquants se passent. Ils sont indispensables pour l'évolution future du follicule et de l'ovocyte (Drion et *al.*, 1997 ; Monniaux et *al.*, 2009) :

- Une reprise de la méiose de l'ovocyte : la première division méiotique se termine, puis se bloque en métaphase II. Il devient ovocyte II ;
- La rupture du pôle apical du follicule, résultant d'une fragilisation de la paroi folliculaire qui cède à l'augmentation de la pression intrafolliculaire ;
- Une restructuration tissulaire et une différenciation cellulaire à l'origine de la formation du corps jaune. La stéroïdogénèse folliculaire est réorientée vers une production préférentielle de progestérone.

Par la suite, l'ovocyte est libéré 20 heures après le pic de LH, cette durée est plutôt constante dans l'espèce. La durée de fertilisation de l'ovocyte est limitée, de 10 à 25 heures chez la chèvre (Hafez, 1993).

Le nombre de follicules ovulatoires est caractéristique de l'espèce et de la race. Un ensemble de mécanismes complexes de contrôle régule ce paramètre. La chèvre Angora présente 1,2 ovulations par œstrus et ce chiffre est un peu plus élevé pour les chèvres

alpines et Saanen (Hafez, 1993). Outre les facteurs génétiques, le nombre d'ovulations par cycle est sous l'influence de l'environnement, de l'alimentation et en particulier de la note d'état corporel (Hafez, 1993 ; Walkden-Brown et Bocquier, 2010).

Enfin, le corps jaune fonctionnel se forme après l'ovulation. Sa mise en place implique de nombreux remaniements du follicule ovulatoire, sous le contrôle de prostaglandines ( $\text{PGF}_{2\alpha}$  et  $\text{PGE}_2$ ). Les cellules de la thèque interne et de la granulosa se lutéinisent et deviennent sécrétrices de progestérone (Thibault et Levasseur, 2001).

### 3. Le contrôle hormonal

La fonction de reproduction est sous le contrôle du système nerveux central par l'intermédiaire de l'axe hypothalamo-hypophysaire. Plusieurs facteurs environnementaux dont la photopériode agissent sur le système nerveux central (Chemineau et Delgadillo, 1994).

La régulation hormonale se fait par l'intermédiaire de rétrocontrôles positifs ou négatifs de chacune des hormones sécrétées. Cette régulation est également influencée par des systèmes en cascade où la concentration d'une première hormone commande la libération ou l'inhibition des sécrétions d'autres hormones (figure 9 et 109)).

Le complexe hypothalamo-hypophysaire situé à la base du cerveau est constitué de l'hypothalamus et de l'hypophyse tous deux en relation par voie nerveuse et sanguine. Il joue un rôle essentiel dans le fonctionnement hormonal de l'organisme en relation avec les stimuli extérieurs.

Sous l'effet de stimuli internes ou externes dont le principal est la durée du jour, l'hypothalamus sécrète le GnRH aussi appelé LHRH ou gonadolibérine.

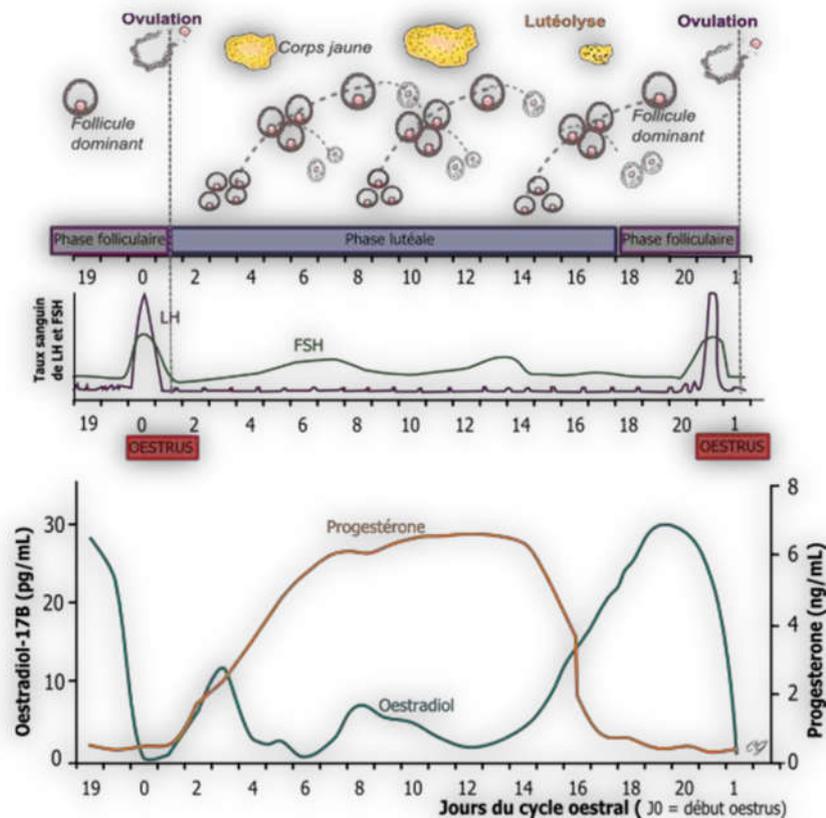
Le rythme de la sécrétion de GnRH est sous la dépendance de la mélatonine, hormone produite par la glande pinéale en période obscure, ce qui permet aux animaux de mesurer la durée de la nuit et donc celle du jour.

Cette modification de la durée quotidienne de sécrétion de la mélatonine au cours de l'année déclenche la cyclicité des chèvres en août lorsque les jours diminuent. On observe alors une sécrétion pulsatile accrue de GnRH qui induit la sécrétion de l'hormone folliculo-stimulante (FSH) et de l'hormone lutéinisante (LH) qui agissent sur l'ovaire pour assurer notamment la croissance folliculaire et l'ovulation.

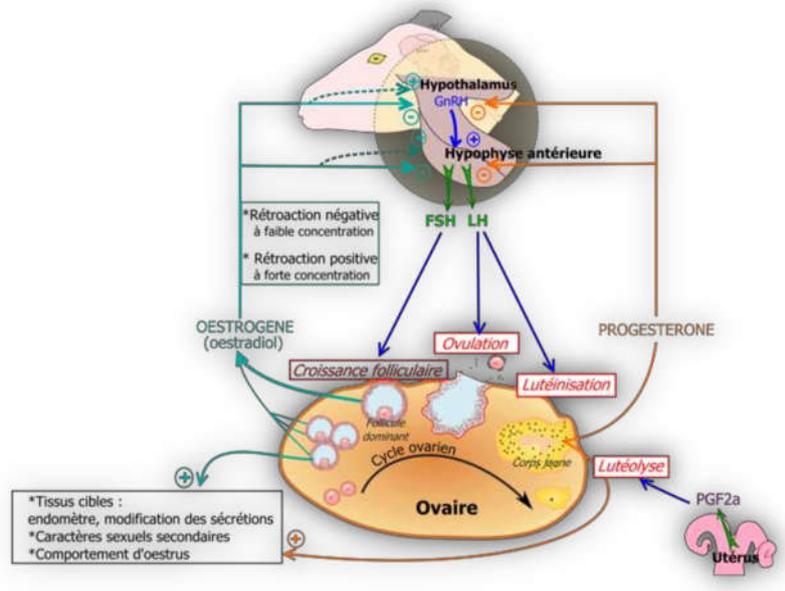
La FSH a pour fonction principale de promouvoir et de soutenir la croissance des follicules ovariens. Elle augmente le nombre de sites récepteurs de la LH et participe au maintien du corps jaune.

La sécrétion de LH se fait de façon pulsatile, l'amplitude des pulses est constante. En revanche, leur fréquence varie au cours du cycle sexuel. Elle a pour fonction de promouvoir la synthèse des androgènes par les cellules thécales de l'ovaire, elle déclenche l'ovulation et le maintien du corps jaune et entraîne la sécrétion de progestérone.

Les hormones stéroïdes œstrogène et progestérone exercent un rétrocontrôle sur l'axe hypothalamo-hypophysaire et agissent sur plusieurs organes de l'appareil reproducteur et sur la glande mammaire



**Figure 9** : Profils hormonaux et cycle ovarien au cours du cycle sexuel chez la chèvre (adapté de Baril et *al.*, 1993 ; Medan et *al.*, 2003).



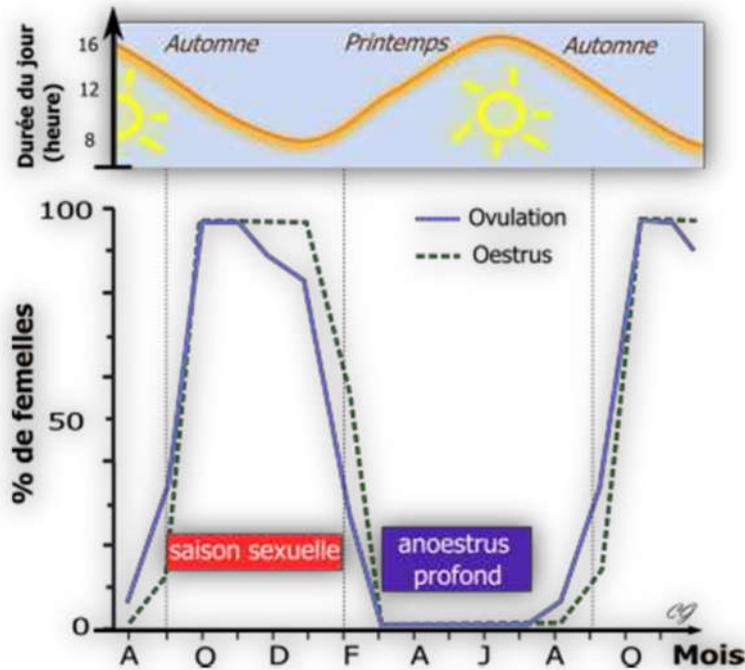
**Figure 10:** Régulation hormonale du cycle ovarien de la chèvre.

#### 4. La saison sexuelle

La chèvre a une activité sexuelle saisonnière liée à la photopériode. La saison sexuelle correspond à la diminution de la durée du jour, du début de l'été à la fin de l'automne. En dehors de cette période, les chèvres sont soumises à un anoestrus saisonnier, particulièrement pro-fond entre mars et fin mai. L'espèce caprine manifeste une variation saisonnière de l'activité sexuelle qui est plus ou moins marquée selon la race, la latitude et d'autres facteurs environnementaux. Lorsque la durée du jour s'allonge, l'activité de reproduction devient minimale voire nulle (Delgadillo et *al.*, 1999).

##### 5.1. Le repos sexuel de la chèvre

La période d'anoestrus (de mars à fin août en France) se traduit par l'absence de cyclicité sexuelle. Les femelles cessent de manifester des chaleurs et des ovulations pendant cette période (Figure 11). De plus, des œstrus sans ovulation et des ovulations silencieuses sont observés au début et à la fin de la saison sexuelle.



**Figure 11** : Variations saisonnières des ovulations et du comportement d'œstrus de la chèvre Alpine (adapté de Baril et *al.* 1993).

## 5.2. La durée de la saison sexuelle et ses facteurs de variations

Le moment d'apparition et la durée de la saison sexuelle varient selon plusieurs facteurs : la latitude, le climat, la race et la présence de partenaires sexuels.

### 5.2.1. La latitude

La durée de la saison sexuelle diminue en s'éloignant de l'équateur. Ainsi, en zone équatoriale, les caprins se reproduisent toute l'année. Par exemple, la chèvre Créole de Guadeloupe, race tropicale, ne marque pas de repos sexuel à l'exception d'une petite diminution pendant les mois de juin et juillet (Baril et *al.*, 1993). Au contraire, la plupart des autres races expriment sous des latitudes tempérées ou subtropicales une activité sexuelle saisonnière marquée (Leboeuf et *al.*, 2008). En France, la saison de reproduction commence en septembre et se termine à la fin de l'hiver vers mars (Fatet et *al.*, 2011). Au contraire, en Australie, les chèvres se reproduisent entre avril et août (Restall, 1992). Pour la chèvre suédoise Landrace, la durée est courte puisque limitée aux mois d'automne (Fatet et *al.*, 2011). De ces observations, on retient que l'activité sexuelle des caprins est en étroite relation avec les saisons caractérisées par la durée du jour.

**5.2.2. La race**

Le caractère saisonnier de la reproduction est sous l'influence de critères génétiques (Chemineau et *al.*, 2010). Selon les races, les caprins montrent une saisonnalité plus ou moins marquée avec la possibilité ou non de modifier ce caractère en changeant de latitude. Par exemple, en Amérique du Nord, les chèvres Alpine, Saanen et LaMancha restent très saisonnées (d'août à février) alors que les races Anglo-nubienne ou Pygmée le sont très peu (Hafez, 1993 ; Amoah et *al.*, 1996).

L'introduction d'un bouc dans un lot de chèvres quelques semaines avant le début présumé de l'œstrus, déclenche l'apparition de chaleurs. La saison de reproduction est alors avancée (Chemineau, 1989). Ce phénomène, appelé effet mâle est dû à la perception par les femelles de stimulus provoqués par le bouc ardent : odorat principalement, comportement sexuel et vocalises (Gelez et Fabre-Nys, 2004 ; Delgadillo et *al.*, 2006) Par ailleurs, la mise en contact de femelles induites en œstrus avec des chèvres en anœstrus déclenche l'ovulation pour ces dernières (Restall et *al.*, 1995). Pareillement, des boucs en période de repos sexuel au contact de chèvres cyclées acquièrent une augmentation de leur comportement sexuel (Carrillo et *al.*, 2011).

L'induction de l'œstrus et de l'ovulation consiste à provoquer au moins un cycle sexuel chez une femelle anovulatoire. La synchronisation est une méthode pour faire débiter un cycle sexuel à un moment voulu dans l'objectif de grouper les mises-bas.

On parle de désaisonnement de l'activité sexuelle lorsqu'elle est obtenue en dehors de la période naturelle des accouplements. Certains auteurs définissent une reproduction:

- ▀ A contre-saison quand les saillies se passent avant le 15 juin (mises-bas avant le 15 novembre) ;
- ▀ En avance de saison, pour des saillies entre le 15 juin et le 15 août (mises-bas entre le 15 novembre et le 15 janvier) ;
- ▀ En saison, lors que les saillies sont réalisées après le 15 août (mises-bas après le 15 janvier).

Il existe différentes méthodes d'induction et de synchronisation d'œstrus chez la chèvre : Traitement hormonal, Traitement photopériodique avec/sans implant de mélatonine et l'effet bouc.

### **1.Le traitement hormonal d'induction et de synchronisation des chaleurs**

Le traitement hormonal mime un cycle sexuel grâce à la pose d'une éponge vaginale imprégnée d'un progestagène (FGA). Elle permet de prolonger artificiellement la phase lutéale en inhibant l'ovulation. Il est complété par une injection de PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin) qui permet d'activer la croissance folliculaire et agit sur la venue en œstrus et l'ovulation (action FSH et LH) et une injection de PgF2 $\alpha$  qui induit la lutéolyse d'un éventuel corps jaune si la chèvre est cyclique. Le traitement hormonal permet de déclencher l'œstrus et l'ovulation ainsi que le regroupement des mises bas quelle que soit la saison.

#### **Principes généraux**

Le traitement hormonal consiste à mimer les mécanismes hormonaux contrôlant le cycle sexuel. Il permet d'induire les chaleurs et l'ovulation des chèvres afin de synchroniser le moment d'apparition des chaleurs sur 12-24 heures quelle que soit la saison sexuelle et le stade physiologique (femelles cycliques ou non cycliques). Cette méthode est très efficace puisque 95 % des chèvres, en général, répondent au traitement hormonal.

Ce traitement n'induisant qu'un seul cycle, il peut être associé à un traitement lumineux pour assurer un ou deux cycles de retours après l'induction à contre-saison.

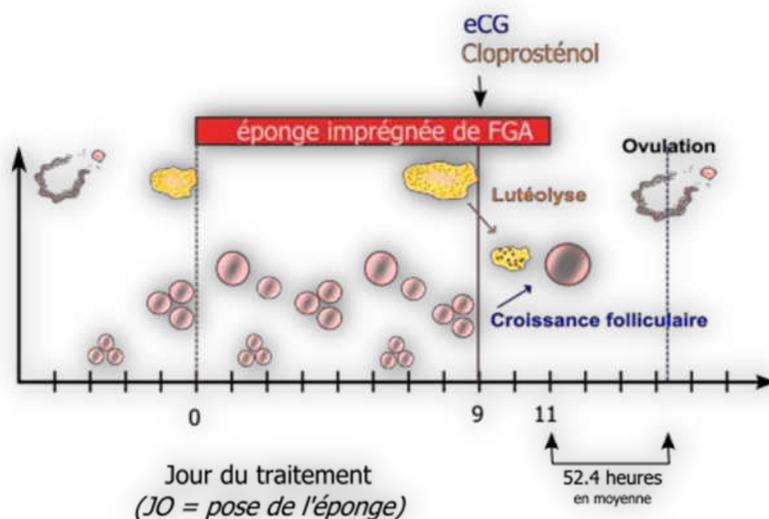
Le traitement hormonal réalisé en vue de la synchronisation des chaleurs et de l'induction de l'œstrus consiste à reproduire les événements endocriniens qui contrôlent le cycle sexuel :

- ▀ La pose d'éponges vaginales imprégnées d'un progestagène (FGA : acétate de fluorogestone) simule les conditions observées pendant la phase lutéale du cycle œstral :

augmentation du taux de progestérone dans le sang ; inhibition de la sécrétion d'autres hormones ; blocage de l'ovulation.

- ▀ L'injection de la PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin) stimule la croissance des follicules, améliore la synchronisation des chaleurs et augmente la prolificité.
- ▀ L'injection simultanée d'un analogue de prostaglandine F2a (cloprosténol) provoque la lutéolyse chez les femelles qui présentent un corps jaune encore fonctionnel en fin de traitement.
- ▀ Le retrait de l'éponge induit, à la suite de la chute brutale de la concentration en progestérone dans le sang, l'induction de l'œstrus et l'ovulation.

Cependant, la progestérone et la  $PGF2\alpha$  ne suffisent pas à eux seuls pour induire une ovulation chez une femelle non cyclée (anœstrus saisonnier ou post-partum). L'activité de l'axe hypothalamo-hypophysaire étant trop faible, l'ovulation doit être induite par l'injection d'une hormone gonadotrope, l'eCG. L'eCG (equine Chorionic Gonadotropin), anciennement appelée PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin) est une molécule extraite du sérum de la jument gravide. Son action FSH dominante active la croissance d'une vague folliculaire et la maturation des follicules ovulatoires (Figure 12). De plus, l'eCG augmente le taux de femelles en œstrus et avance le moment de l'apparition des chaleurs (Baril et Saumade 2000). Une dose trop élevée provoque une surperovulation ; on remarquera que c'est le but recherché dans le cadre des transferts d'embryons.



**Figure 12:** Mode d'action du protocole avec une éponge de FGA posée pendant 11 jours (acétate de flugestone) et des injections de prostaglandines et d'eCG – exemple chez une femelle cyclée.

### 1.1. Description

Les caractéristiques du traitement d'induction et de synchronisation de l'œstrus (moment, dose, durée) ont été définies à la suite de nombreux travaux afin d'optimiser les résultats de reproduction. D'où l'importance d'un suivi rigoureux des procédures validées.

Le protocole actuellement utilisé est le suivant :

- J0 : Pose des éponges
- J9 (soit 48 heures avant le retrait des éponges) : injections intramusculaires de PMSG et de 50 µg de cloprosténol (pas de mélange dans une même seringue)
- J11 : Retrait des éponges
- En cas d'insémination artificielle : intervention à J13 ( $43 \pm 2$  heures après retrait des éponges).

La durée du traitement progestatif est de  $11 \pm 1$  jours mais dans tous les cas l'intervalle injection PMSG - retrait éponge doit être de  $48 \pm 1$  heures.

### 1.2. Interets

La pratique d'élevage permet :

- Un avancement de la date des mises bas : Un désaisonnement des chèvres est possible quelle que soit la période de l'année : près de 95 % des chèvres ovulent à la suite du traitement
- Un groupage des mises bas.

En revanche, la méthode d'induction et de synchronisation de l'œstrus ne constitue en aucune manière un traitement pour lutter contre la stérilité.

### 1.3. En pratique

#### 1.3.1. Recommandation relatives aux produits et à leur utilisation

##### 1.3.1.1. Conservation des produits de traitement :

Si les conditions de conservation des produits de traitement ne sont pas respectées, leur efficacité pour induire et synchroniser l'œstrus peut n'être diminuée voire nulle:

- Les éponges ainsi que les flacons de prostaglandines doivent être stockés à l'abri de la lumière. De plus, les éponges seront conservées dans un endroit sec,
- La P.M.S.G. doit être stockée à une température de  $+ 4^{\circ}\text{C}$  à  $+ 8^{\circ}\text{C}$  (réfrigérateur ou chambre froide).

Par ailleurs, il est nécessaire de vérifier la date limite d'utilisation des produits de traitement avant leur administration. Si la date indiquée sur l'emballage est dépassée, le produit ne doit pas être utilisé.

### 1.3.1.2. Pose de l'éponge vaginale

Afin d'éviter une éventuelle infection consécutive à la pose de l'éponge et l'apparition d'adhérences avec la muqueuse vaginale, un antibiotique en poudre est pulvérisé sur le contour de l'éponge. Il faut veiller néanmoins à ne pas utiliser plus d'une bombe d'antibiotique pour 60 éponges afin, notamment, d'éviter tout risque de résidus. L'applicateur doit être nettoyé avec une solution antiseptique (de type ammonium quaternaire) entre chaque application individuelle. Chez les chevrettes, il est fortement recommandé d'effectuer une rupture de l'hymen au moins 10 jours avant la pose de l'éponge.

Les chevrettes sont déflorées (ou dépuçelées) au moins une dizaine de jours avant la pose de l'éponge. Le geste est simple : à l'aide d'un doigt ganté qui est introduit dans le vagin, l'hymen est rompu partiellement. Puis, l'applicateur prévu à cet effet est entré délicatement dans le vagin par des petits mouvements de rotation. L'applicateur doit être trempé dans une solution désinfectante avant son utilisation. Dans la RCP (Résumé des Caractéristiques du Produit) des éponges vaginales de FGA pour chèvre, il est recommandé de ne pas les utiliser sur les chevrettes en l'absence de données. En pratique, on recommande d'éponger des femelles suffisamment développées, soit pas avant l'âge de 8 mois.

### 1.3.1.3. Modalités d'administration de la PMSG et du cloprostenol

La fertilité est plus élevée lorsque l'injection de P.M.S.G. est réalisée 48 heures avant le retrait de l'éponge, plutôt que lorsqu'elle a lieu au même moment : respectivement 53 % et 45 % après une insémination artificielle.

Les doses de P.M.S.G sont fonction de la période de traitement, de la parité des femelles et de la production laitière quotidienne durant le mois qui précède le traitement hormonal (Tableau II):

- Chez la chèvre primipare ou multipare, la dose courante de 400 UI de P.M.S.G. est augmentée de 100 UI pour une mise à la reproduction avant le 15 juin.
- Une dose supplémentaire de 100 UI est administrée aux chèvres produisant plus de 3,5 kg/j de lait quelle que soit la période de saillie ou d'insémination (Leboeuf 1992).
- Chez les nullipares, une dose de 300 UI est injectée à chaque femelle traitée et mise à la reproduction avant le 15 juin et une dose de 250 UI est administrée à celles mises à la reproduction au-delà du 15 juin.

| Parité                         | Prod. Lait/jour | jusqu'au 15/06     | à partir du 16/06  |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| Primipares<br>et<br>Multipares | > 3.5 kg        | 600 U.I            | 500 U.I            |
| Nullipares                     | <= 3.5 kg<br>/  | 500 U.I<br>300 U.I | 400 U.I<br>250 U.I |

**Tableau II : Variation de la dose de PMSG**

P.M.S.G. et Cloprosténol ne doivent pas être mélangées dans une même seringue. Les seringues et aiguilles employées doivent être à usage unique. Les aiguilles utilisées pour les injections doivent en outre être changées entre chaque chèvre afin d'éviter la transmission d'éventuelles maladies (cas du CAEV par exemple).

#### **1.4.1.4. Retrait de l'éponge**

Chez les chèvres de race Alpine, le niveau de fertilité diffère selon l'heure du retrait de l'éponge ; il est significativement plus élevé pour un retrait de l'éponge avant 14 heures, ce qui entraîne une mise en place de la semence tôt le matin. Cette situation n'est pas observée chez les chèvres de race Saanen.

#### **1.4.1.5.Limiter le nombre de traitements**

Suite à une administration répétée du traitement hormonal au cours de la vie des chèvres, des anticorps anti-P.M.S.G. peuvent être produits. Ils sont à l'origine de la plupart des œstrus tardifs (plus de 30 heures après le retrait de l'éponge) et occasionnent une baisse de fertilité. On conseille d'éviter de réaliser plus de trois traitements hormonaux au cours de la carrière d'un même animal.

#### **1.4.1.6.Réponse au traitement**

Dans une étude récente, il a été observé que moins de 5 % des chèvres n'ovulent pas à la suite du traitement. Cependant, dans certains cas, ce pourcentage atteint 20 à 30 %. Cette situation constitue alors une cause de faible fertilité pour l'élevage considéré.

#### **1.4.1.7.Détection des chaleurs :**

C'est un moyen pour optimiser les résultats de reproduction notamment dans un contexte d'insémination artificielle. Une détection des chaleurs 30 heures après le retrait de l'éponge vaginale doit être réalisée pour chaque chèvre, afin de ne pas inséminer inutilement celles qui ne sont pas encore en chaleur ou qui ne répondent pas au traitement.

### 2. Traitement Photopériodique

Chez les caprins, sous latitudes moyennes ou élevées, la période de reproduction, dite saison sexuelle, s'étale du solstice d'automne au solstice de printemps (Figure 1). Pendant cette période, la chèvre a des cycles successifs de 21 jours en moyenne.

#### 2.1. Principes généraux

Le traitement lumineux est fondé sur la prise en compte de l'incidence de la durée quotidienne d'éclairement sur la reprise ou l'arrêt de l'activité sexuelle de la chèvre : on parle de contrôle photopériodique de la reproduction. Ainsi, chez les femelles, l'activité ovulatoire commence lorsque la photopériode diminue (jours courts décroissants) et s'achève lorsque les jours augmentent au printemps.

Ils sont considérés comme des jours longs, les jours pour lesquels on observe plus de 12 heures d'éclairement quotidiens. En réalité, la perception d'un jour long chez les caprins est relative : un jour long est un jour plus long que le jour précédent. En pratique, on est sûr que 16 heures de lumière par jour sont perçues comme un jour long. Lorsque l'on bénéficie de moins de 12 heures d'éclairement quotidien, les jours sont considérés comme courts. Là encore, la perception d'un jour court reste relative : un jour court est un jour plus court que le jour précédent. En pratique, on est sûr que 8 heures de lumière par jour sont perçues comme un jour court.

#### 2.2. Description

Chez les caprins, les variations saisonnières d'activité sexuelle dans les deux sexes conduisent les animaux à passer plus de 70% de leur temps dans l'année en inactivité sexuelle. Le rôle de la photopériode dans le contrôle de ces variations a conduit à proposer des traitements qui permettent d'en limiter les effets. On observe en effet qu'une activité sexuelle n'est possible qu'à la suite d'une alternance de jours longs (JL) et de jours courts (JC) (alternance qui existe dans les conditions naturelles entre le printemps et l'automne). Cette alternance peut être obtenue artificiellement par le biais d'un traitement lumineux et la simulation de jours longs ou au contraire de jours courts.

Le traitement des chèvres ou des boucs par un supplément de lumière par rapport à l'éclairement naturel ne doit pas se faire au hasard. Un éclairage supplémentaire peut en effet modifier la date de début ou de fin de saison sexuelle et avoir des conséquences à long terme sur celle-ci.

Il est possible de simuler des jours longs en apportant un éclairage supplémentaire aux animaux. Un éclairage à des périodes privilégiées au cours de la journée (en début de journée, à l'aube puis pendant la phase photosensible située 16 à 18 heures plus tard) est

suffisant pour que les animaux aient « l'impression » d'être soumis à des jours longs et réagissent physiologiquement de la même façon.

En bâtiments ouverts (dans lesquels les animaux continuent à percevoir la lumière naturelle), du fait du déplacement quotidien de l'aube, il convient de réaliser une aube fixe artificielle (éclairage par exemple de 6 h à 9 h le matin), puis éclairer la phase photosensible. Ce traitement est également appelé « Flash », alors que cet éclairage supplémentaire de la phase photosensible dure 2 heures (de 22 à 24 h).

Il est possible de réaliser artificiellement des jours courts en bâtiment ouvert :

- Par insertion d'un implant sous-cutané de mélatonine,
- Par le retour à une photopériode naturelle courte, lorsque les jours naturels font suite à un traitement « jours longs » s'achevant avant la fin-février ou la mi-mars.

Les modalités de mise en place des traitements photopériodiques vont différer selon la période de mise à la reproduction souhaitée.

### 2.3. Intérêts

Cette pratique d'élevage permet :

- D'induire une activité cyclique ovulatoire et oestrienne en pleine contre-saison
- D'obtenir une fertilité et une prolificité élevées, proches de celles observées en saison sexuelle
- D'améliorer la réponse à l'effet bouc : lorsque celui-ci est réussi, le pic de fécondations a lieu entre 5 et 15 jours après l'introduction des mâles
- En association avec l'effet bouc et avec des mâles traités, d'obtenir un relatif groupage des mises bas

### 2.4. En pratique

#### 2.4.1. Eclairage

Le remplacement d'un jour long réel par un « jour long simulé » est possible. Pour ce faire, l'éclairage est apporté par des tubes fluorescents, de préférence aux lampes halogènes, fournissant au moins 200 lux au niveau des yeux des animaux. En pratique l'utilisation de néons de 58 w (type blanc, brillant, bureau) est possible. Allumage et extinction peuvent être programmés à l'aide d'une horloge à réserve de marche de 24 heures.

#### 2.4.2. Mise en place des traitements photopériodiques

Selon la période de mise à la reproduction souhaitée (D'après Chemineau et al., 1992, 1996) : La première phase (« JL ») doit durer au moins 75 jours. L'intervalle entre la fin des « JL » et l'introduction des boucs peut être comprise entre 35 et 70 jours, les boucs inducteurs ayant reçu le même traitement que les femelles. Une meilleure synchronisation semble cependant

être obtenue pour un intervalle compris entre 50 et 70 jours. Il faut utiliser l'effet bouc pour induire les ovulations. Un traitement précoce est utilisable si la fin de la première phase (« JL ») se produit avant la fin février/mi mars. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de recourir à un traitement mélatonine, car les animaux sont soumis à nouveau à une photopériode relativement courte. Le traitement tardif est utilisable plus tard dans la saison. Dans ce cas, les jours courts doivent être simulés et l'utilisation d'un implant de mélatonine

### 2.4.3. Gestion des mâles

L'utilisation de boucs subissant un traitement photopériodique pour induire les ovulations et maintenir la cyclicité des femelles est extrêmement importante. Les boucs doivent subir le traitement « jours longs » + « jours courts », de la même façon que les femelles (dans le cas d'une utilisation de mélatonine, on leur appliquera chacun 3 implants). Les mâles peuvent être maintenus dans le même bâtiment pendant la première phase du traitement (« JL »). En revanche, ils doivent être impérativement séparés de tout contact avec les chèvres entre la fin des « JL » et leur introduction parmi les femelles pour l'induction. Le respect de cette règle de séparation est importante pour la réussite de l'induction de l'œstrus et de l'ovulation.

Pour que la stimulation soit efficace, les mâles doivent être introduits au milieu des chèvres, en contact direct avec celles-ci, 24 heures sur 24. La séparation des animaux par une simple clôture ou a fortiori par un couloir, le « passage » du bouc à certaines heures de la journée seulement, font chuter très fortement le pourcentage de chèvres qui ovulent, par rapport à la présence permanente des mâles.

La proportion recommandée est d'un bouc pour dix à vingt femelles. Les mâles doivent rester en permanence avec les chèvres aussi longtemps qu'une activité cyclique est souhaitée.

### 2.4.4. Autres effets du conditionnement lumineux

**2.4.4.1. Sur l'ingestion et la production laitière des chèvres.** Lorsqu'il est appliqué en début de lactation (ce qui n'est en général pas le cas), le traitement lumineux est susceptible d'augmenter l'ingestion alimentaire et la production laitière, alors que le traitement avec la mélatonine les diminue.

**2.4.4.2. Sur la mue :** on a signalé dans quelques cas, une perte de poils importantes chez certains animaux.

## 3. Traitement à base de mélatonine

Les variations saisonnières de l'activité sexuelle sont liées à la sécrétion d'une hormone : la mélatonine. Elle est sécrétée pendant la nuit, donc en quantité plus importante pendant les jours courts, joue un rôle important dans le déclenchement de l'œstrus

L'information photopériodique (éclairage ou obscurité) est captée au niveau de l'œil par la

répine. Elle est ensuite transmise par voie nerveuse jusqu'à la glande pinéale. Celle-ci sécrète la mélatonine qui est le messenger permettant au système nerveux central d'interpréter le signal photopériodique. La mélatonine est sécrétée uniquement la nuit. En effet, elle active la sécrétion de GnRH qui à son tour déclenche les sécrétions de FSH et LH impliquées dans l'activité sexuelle et la cyclicité.

Au printemps, lorsque les nuits sont courtes, la sécrétion est moindre. Au contraire, en automne, la durée de la nuit augmentant, la sécrétion devient plus importante ce qui stimule la fonction de reproduction. Le traitement photopériodique associé à la mélatonine permet de simuler l'effet favorable des jours courts quand les animaux perçoivent des jours naturels longs inhibiteurs de la reproduction.

#### **4. Effet Mâle ou effet bouc**

L'effet bouc utilisé pour induire et synchroniser les œstrus et ovulations juste avant la saison sexuelle, lorsque les chèvres sont " réceptives ", est une méthode alternative aux traitements hormonaux exogènes (FGA et PMSG). Chemineau, 1989 ; Walkden-Brown et al., 1993a). Il impose cependant que les mâles soient séparés puis réintroduits avec les femelles.

L'introduction d'un mâle sexuellement actif au milieu d'un groupe de femelles non cycliques mais réceptives permet d'induire et de grouper les chaleurs et les ovulations en avance de saison sexuelle ou en contre-saison après un traitement lumineux. C'est ce qu'on appelle l'effet mâle.

Dans le cadre d'une application de l'effet mâle en avance de saison, les femelles peuvent avoir 4 types de réponses à l'effet mâle :

Un cycle court suivi d'un cycle de durée normale (CC-CN), un cycle normal (CN), un cycle retardé (R) ou aucune réponse (NR).

##### **4.1. Principes généraux**

Dans l'espèce caprine, la période de reproduction normale (saison sexuelle) est l'automne. La femelle est cyclée, a des chaleurs et des ovulations régulièrement tous les 20 - 21 jours. En début ou en fin de saison sexuelle, les cycles sont moins réguliers (cycles courts de 3 à 8 jours). Dans ce cas, ovulation et chaleurs ne sont pas systématiquement associées. La chèvre est une femelle à ovulation spontanée. Mais elle peut avoir des chaleurs et une ovulation induites par un stress, une modification brutale et soudaine de son environnement. Parmi tous les stress connus, l'effet bouc est le plus pratique à utiliser en élevage.

### 4.2. Description

L'effet bouc se traduit par une ovulation rapide (2 à 3 jours après l'introduction) le plus souvent suivie d'un corps jaune de courte durée. Après ce cycle court, l'activité ovarienne et le comportement sont rétablis à condition que l'on ne soit pas trop éloigné de la saison sexuelle.

L'effet bouc n'est réel que lorsque femelles et mâles ont été séparés pendant au moins 3 semaines. L'isolement doit être total : « ni vue, ni ouïe, ni odeur »  
Les résultats sont fonction de la profondeur du repos sexuel, de la nature et de la qualité de la stimulation, de la race et de l'état physiologique des femelles.

### 4.3. Intérêts

Cette pratique d'élevage permet d'améliorer les résultats de reproduction par :

- \*Un avancement de la date des mises bas : un certain désaisonnement est rendu possible, sans toutefois être du même ordre que celui obtenu à l'aide d'éponges « vaginales »,
- \*Un relatif groupage des mises bas : on observe des pics entre 5 et 10 jours et 20 et 30 jours après l'introduction des boucs,
- \*Une amélioration de la fécondité par un accroissement de la fertilité et de la prolificité.

### 4.4. En pratique

#### 4.4.1. Caractéristiques des femelles réceptives

L'effet bouc peut être utilisé lorsque les femelles entrent en repos sexuel (anœstrus). Celles-ci n'y répondent bien qu'en début (juillet ou août) ou en fin (mars ou avril) de la saison sexuelle. Plus le repos sexuel est profond, plus la fréquence d'un comportement d'œstrus à la première ovulation est faible et plus le pourcentage de cycles ovariens courts est élevé, avec par conséquent des résultats de reproduction moins satisfaisants.

Les chèvres adultes en fin de lactation ou tarées comme les chevrettes sont réceptives. Toutes les races répondent à l'effet bouc. On observe dans un nombre limité de cas, des chèvres qui répondent directement à l'effet mâle par un cycle normal (Figure 13) c'est-à-dire un comportement d'œstrus et une ovulation fertile. Certaines chèvres pourront répondre par un cycle court ou un cycle normal mais de manière tardive ou ne pas répondre du tout.

#### 4.4.2. Modalités d'éloignement des mâles et des femelles.

Les boucs doivent être logés dans un local éloigné d'au moins 100 m de celui des femelles. Le lot de chèvres à stimuler ne doit pas avoir été en contact avec des mâles depuis au moins 3 semaines.

### 4.4.3. Préparation et activité des boucs

Les boucs doivent être actifs. Les résultats de reproduction vont dépendre de l'intensité de leur stimulation. Leur préparation doit par conséquent être étudiée et programmée surtout en début de saison sexuelle.

L'activité des mâles peut être favorisée :

–Par l'alimentation : un bouc bien alimenté est plus actif qu'un bouc négligé

–Par un conditionnement photopériodique : on soumet dans ce cas les boucs à 2 à 3 mois de flashes lumineux suivis d'une pose de 3 implants de mélatonine par animal. Les boucs sont introduits environ 50 jours plus tard.

–Par un « réveil sexuel » préalable : pour disposer de boucs « ardents » plutôt qu'amorphes, on met en présence les mâles avec des femelles en chaleur plusieurs jours avant leur introduction.

### 4.4 .3. Mise en présence des boucs avec les femelles

Le contact entre mâles et femelles doit être effectif : il est préférable que les boucs soient au milieu des chèvres plutôt que dans le couloir ou derrière une claie. Cela implique de recourir à des tabliers adaptés. La présence du bouc au milieu des femelles doit être continue : s'il est préférable que les boucs soient en contact permanent avec les femelles, il faut néanmoins veiller à ce que les reproducteurs puissent s'alimenter et se reposer. Les boucs doivent être en nombre suffisant : idéalement, il faudrait disposer d'un mâle pour 10 femelles

### 4.4.4. Pratique de la lutte

Le moment d'apparition des chaleurs reste imprécis aussi la monte libre ou la monte en main sont-elles particulièrement adaptées à la mise en œuvre exclusive de l'effet mâle. Dans ce contexte, il faut prévoir suffisamment de boucs pour les saillies dans l'éventualité d'un groupage des chaleurs important. En tout début de saison sexuelle, la plupart des femelles non fécondées risquent de retomber en an œstrus. Le degré de synchronisation des chaleurs obtenue en associant effet mâle et photopériodisme devrait autoriser la pratique de l'insémination artificielle soit à des moments prédéterminés, soit en fonction des venues en chaleur. Des études sont en cours afin de préciser les modalités de mise en œuvre de l'insémination dans ce contexte (Figure 14). Pour un effet mâle suivi d'une reproduction par insémination artificielle et pour optimiser le groupage des chaleurs, il est nécessaire d'introduire les boucs munis d'un tablier au moment du retrait des éponges afin de ne pas saillir les chèvres. Dans le cadre de ce protocole, les inséminations artificielles ont lieu 52 h après le retrait des éponges. Cette technique, validée par l'INRA donne des résultats comparables en fertilité (par IA) au protocole traitement hormonal standard.

#### 4.4.5. Avantages et inconvénients de l'effet mâle

##### 4.4.5.1. Les avantages

- \* Limite l'utilisation d'hormones
- \* Permet d'améliorer le désaisonnement après un traitement lumineux
- \* Permet un groupage des mises-bas et des chaleurs pour l'insémination

##### 4.4.5.2. Les inconvénients

- \* Nécessite de la rigueur
- \* Nécessite d'élever et de manipuler un nombre de boucs suffisant Seul, ne fonctionne qu'en avance de saison
- \* Variabilité de la réponse des femelles : réponse plus hétérogène qu'avec le traitement hormonal de synchronisation (78% contre 95%)
- \* Risque de décalage par rapport à la période prévue
- \* Moins bonne synchronisation que le traitement hormonal standard (3-5 jours contre quelques heures)

#### 5. Le contrôle photopériodique de la saisonnalité sexuelle

Sous des latitudes hautes ou moyennes, le principal facteur environnemental affectant la saisonnalité est la variation de la photopériode. La photopériode se définit par la durée d'éclairement quotidien. La variation annuelle de la durée du jour et l'activité sexuelle des caprins évoluent en sens inverse (Figure 15).

- L'activité sexuelle se déclenche tandis que la durée d'éclairement quotidien diminue. Cela correspond à l'arrivée de l'automne sous nos latitudes.
- L'activité sexuelle diminue voire s'arrête lorsque les jours se rallongent au printemps.

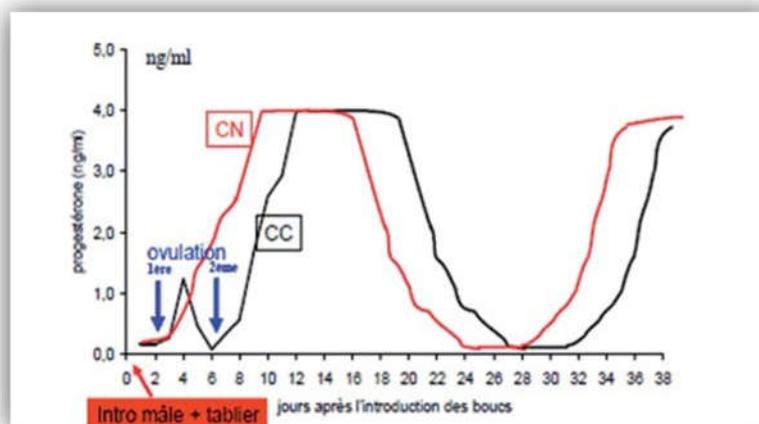


Figure 13 : Progestéronémie des chèvres suite un effet mâle



Figure 14 : Phases d'insémination artificielle chez la chèvre

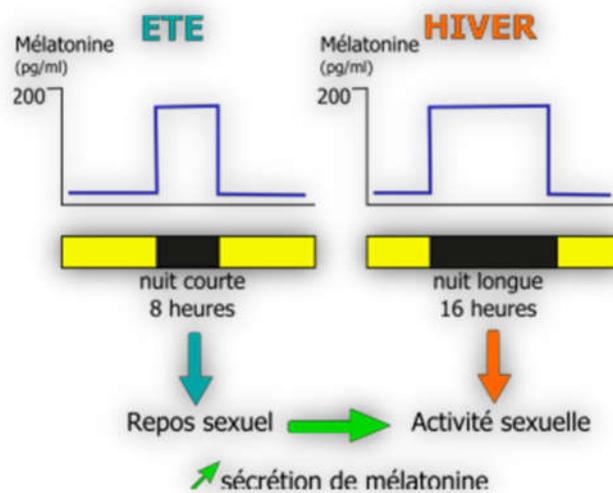


Figure 15 : Sécrétion de mélatonine au cours des saisons d'été et d'hiver  
(adapté de Chemineau et *al.* 1992).

La fonction sexuelle peut être induite artificiellement en manipulant la photopériode perçue par les animaux. Néanmoins, il a été observé qu'une succession de jours courts à des jours longs est nécessaire pour induire l'activité sexuelle. En effet, quand les chèvres sont exposées durablement à des jours courts, la cyclicité sexuelle ne persiste pas. Un état réfractaire au stimulus des jours courts se met alors en place. Pareillement, les jours longs ne sont pas indéfiniment inhibiteurs. Finalement, c'est le passé photopériodique qui détermine la stimulation du comportement sexuel, en comparaison avec le cycle circannuel (Chemineau et *al.*, 1992 ; Gómez-Brunet et *al.*, 2010).

La lecture de la photopériode s'effectue en comparaison avec le rythme circadien (rythme biologique endogène de 24 heures environ). Dans ce cycle circadien, il existe une phase où les animaux sont sensibles à la lumière.

Elle est située 16 à 17 heures après l'aube et constitue le point de repère et entraîneur de ce cycle (Leboeuf et *al.*, 2008). Ainsi, un jour long est perçu s'il y a l'existence d'une correspondance entre la présence de lumière et la phase photosensible. Plus généralement, l'intégration de la photopériode chez les mammifères est liée à la sécrétion d'une hormone : la mélatonine. L'information (éclairage ou obscurité) est captée par la rétine. Elle est ensuite transmise par voie nerveuse via les noyaux supra-chiasmatiques et les ganglions cervicaux supérieurs jusqu'à la glande pinéale ou épiphyse (Thiéry et *al.*, 2002). Pendant la période nocturne, les pinéalocytes (cellules spécialisées de la glande pinéale) élaborent la mélatonine sous le contrôle d'enzymes, dont l'activité est sensible à la lumière. L'hormone est ensuite libérée dans la circulation générale (Chemineau et *al.*, 1996). Elle est ainsi le messager permettant au système nerveux central d'interpréter le signal photopériodique.

Chez les caprins, la production de mélatonine varie au cours des saisons (Figure 15). En automne les nuits deviennent longues, alors la mélatonine est sécrétée en grande quantité. Au contraire, lorsque les nuits se raccourcissent avec la venue du printemps, la sécrétion quotidienne est moindre (Chemineau et *al.*, 1996).

Le traitement hormonal consiste à mimer les mécanismes hormonaux contrôlant le cycle sexuel. Il permet d'induire les chaleurs et l'ovulation des chèvres afin de synchroniser le moment d'apparition des chaleurs sur 12-24 heures quelle que soit la saison sexuelle et le stade physiologique (femelles cycliques ou non cycliques). Cette méthode est très efficace puisque 95 % des chèvres en général répondent au traitement hormonal. Cependant, ce traitement n'induisant qu'un seul cycle et il peut être associé à un traitement lumineux pour assurer un ou deux cycles de retours après l'induction à contre-saison.

## **1. Le protocole hormonal à base de progestagènes associés à l'eCG et aux prostaglandines**

### **1.1. Description**

L'éponge en matière synthétique libère continuellement le progestagène, qui est ensuite absorbée par la muqueuse vaginale. Elle est laissée en place pendant 11 jours (Figure 16) (Petit, 2012). Une dose d'un analogue de prostaglandine F2 $\alpha$  (50  $\mu$ g de cloprosténol) est injectée 48 heures avant le retrait de l'éponge : les corps jaunes présents sont détruits. La chèvre reçoit une dose d'eCG au même moment que les prostaglandines : la croissance d'une vague folliculaire est stimulée. La posologie est adaptée à chaque chèvre en fonction de sa parité, sa production laitière et de la saison sexuelle. En saison sexuelle, la nécessité de l'eCG est discutée en fonction de la situation. La femelle est prête à être fécondée par saillie naturelle ou par insémination animale (IA). L'IA est réalisée à un moment déterminé : 43 heures +/- 2 heures après le retrait de l'éponge.

### **1.2. Etapes (Figure 17):**

#### **▀ Etape 0 : la détection des pseudo-gestations**

Une échographie, réalisée au maximum 10 jours avant la pose de l'éponge permet de détecter d'éventuelles pseudo-gestations. Les chèvres pseudo-gestantes sont écartées du protocole.

#### **▀ Etape 1 : la pose de l'éponge**

La durée du traitement progestatif est de 11 jours  $\pm$  1 jour. Avant leur pose, les éponges doivent être pulvérisées (figure 18) d'un antiseptique (Holospray ; 1 flacon pour 150 éponges) ou d'un antibiotique (Orospray, 1 flacon pour 80 éponges). L'acétate de flugestone incorporé dans les éponges vaginales est un progestagène de synthèse qui simule la phase lutéale du cycle. L'éponge assure ainsi le blocage de la croissance folliculaire terminale et de l'ovulation durant toute la durée du traitement. Les éponges vaginales sont mises en place à l'aide d'un applicateur spécifique à l'espèce caprine (désinfecter l'applicateur entre chaque chèvre). Il faut vérifier que l'éponge est toujours en

place au moment de l'injection des hormones. Pour les chèvres, les éponges suivantes sont disponibles : Syncro-Part 45 mg (Ceva) ou Chronogest Chèvres LC 20 mg (MSD Santé Animale) avec délai d'attente pour la livraison du lait pour cette dernière (36h à partir de la pose d'éponge).

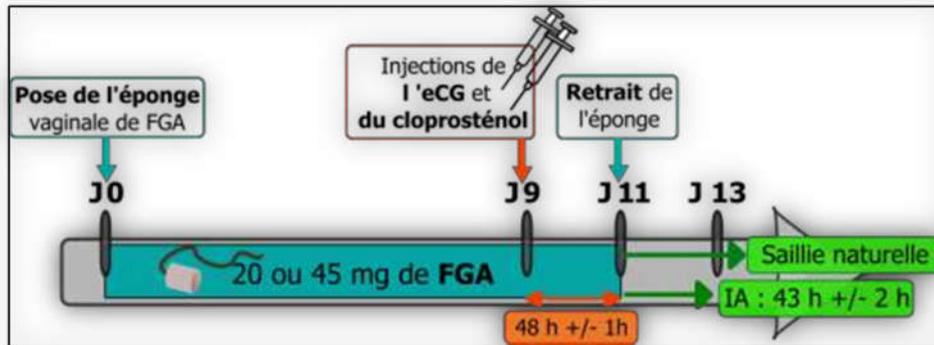


Figure 16 : Le protocole hormonal associant l'éponge de FGA, le cloprosténol et l'eCG.

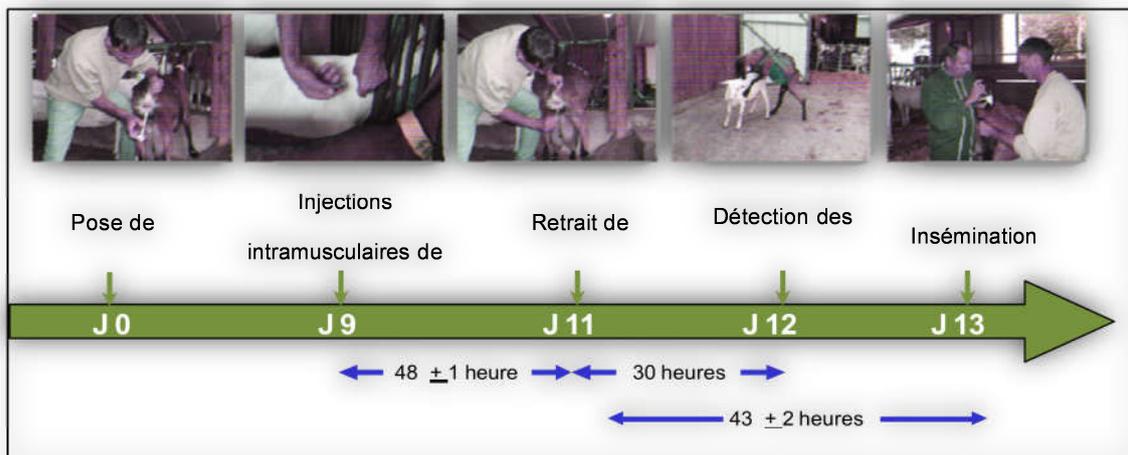


Figure 17 : Les étapes du traitement hormonal de synchronisation des chaleurs chez la chèvre

### ■ Etape 2 : les injections intramusculaires de PMSG et de Cloprosténol

Les injections de PMSG (figure 19) et de cloprosténol (figure 19) ont lieu à J9 (J0 : date de pose de l'éponge). La PMSG est une hormone qui stimule la croissance terminale et la maturation des follicules en induisant le pic préovulatoire de LH. Chez la chèvre primipare ou multipare, la dose conseillée de PMSG est fonction de la période de traitement et du niveau quotidien de production laitière durant le mois qui précède le traitement. Afin de faciliter le chantier, il est possible d'utiliser des flacons de PMSG 6000 associés à l'utilisation d'un pistolet doseur. Pour la préparation et le protocole d'injection de la PMSG 6000, se référer à la fiche technique correspondante.

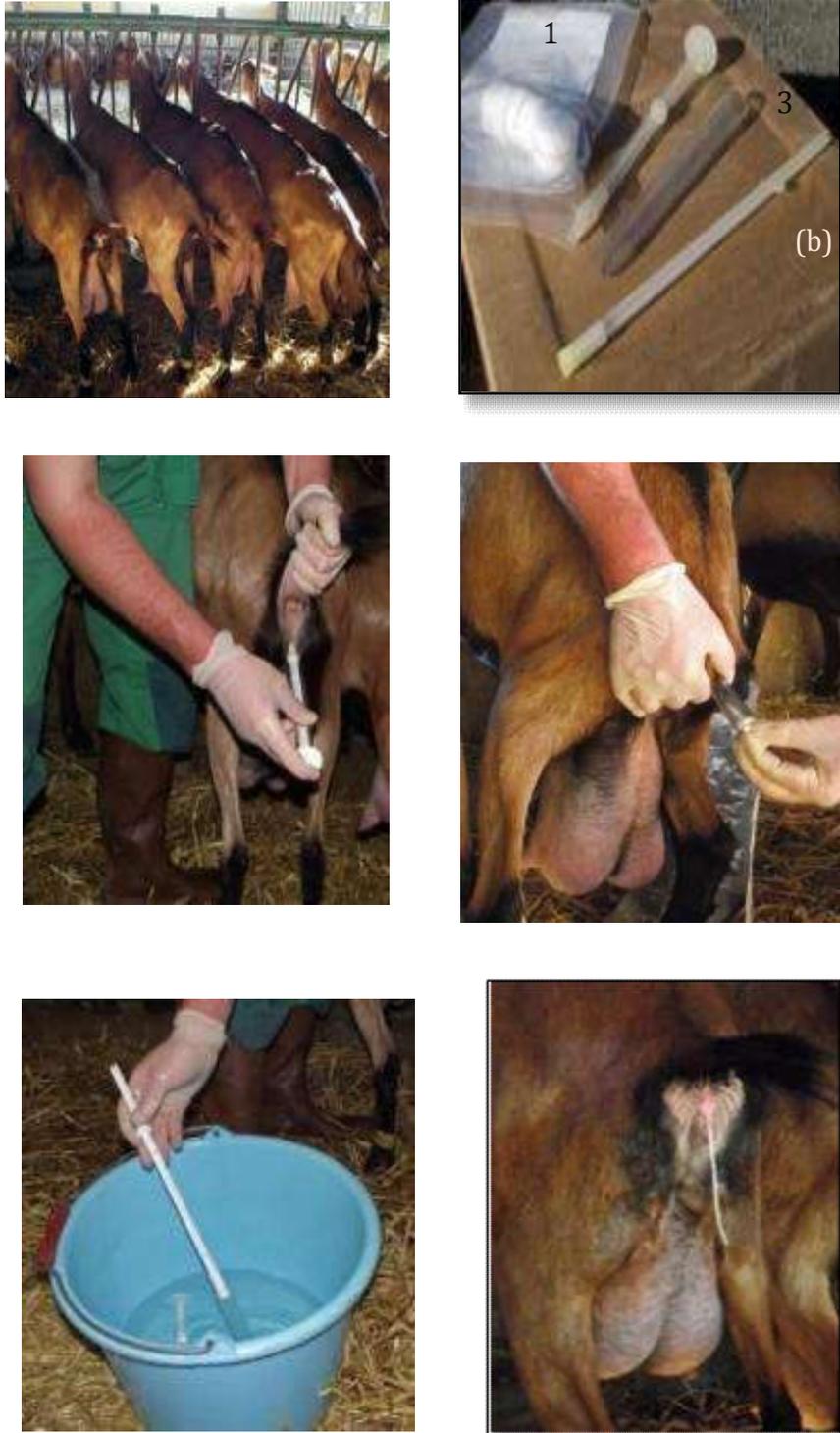
Le cloprosténol est un analogue de la prostaglandine F2 $\alpha$  qui assure la dégradation du corps jaune. La dose est de 50  $\mu$ g de produit actif soit 0,2 ml de solution injectée (Estrumate, MSD Santé Animale).

**Particularités :**

La PMSG et le cloprosténol ne doivent pas être mélangés dans la même seringue. Utiliser une aiguille neuve pour chaque injection. Les injections se font en intramusculaire à la base de l'encolure : injecter la PMSG d'un côté et le cloprosténol de l'autre côté du cou (figure 19). L'injection de PMSG si elle est répétée plusieurs années de suite peut induire chez la chèvre, comme chez la brebis, la sécrétion d'anticorps anti-PMSG. Les femelles ayant développé une très faible réponse immunitaire après un premier traitement continuent à présenter une très faible réponse lors des traitements suivants. A l'inverse, les femelles ayant présenté une forte réponse immunitaire après un premier traitement présentent systématiquement et de façon amplifiée, si les œstrus tardifs sont généralement associés à une faible fertilité après l'IA, un œstrus tardif n'est pas toujours lié à la présence d'anticorps anti-PMSG et réciproquement, la présence d'anticorps anti-PMSG n'est pas toujours. Il est donc déconseillé de traiter une chèvre plus d'une fois par an.

■ **Etape 3 : le retrait de l'éponge**

Le retrait de l'éponge doit être pratiqué 48 heures  $\pm$  1 heure après l'injection de PMSG et de cloprosténol. L'arrêt du progestatif simule la fin de la phase lutéale. Le retrait de l'éponge déclenche ainsi la croissance terminale des follicules et des ovulations synchrones. Il est important de bien respecter l'intervalle entre les injections et le retrait de l'éponge car il détermine l'heure de venue en chaleur et le moment de l'ovulation et par conséquent le moment de l'IA. Mettre les éponges retirées dans un sac plastique bien fermé. Ne pas les laisser à portée des chiens (risques d'occlusion intestinale si ingestion).



**Figure 18:** La pose des éponges – (a) la contention – (b) le matériel : 1- éponges vaginales de FGA, 3- applicateur et 3 son piston – (c) introduction de l'applicateur dans le vagin (d) insertion de l'éponge dans l'applicateur – (e) désinfection entre chaque chèvre – (f) ponge en place (ficelle non coupée).



**Figure 19:** Injection de l'eCG et des prostaglandines :

1) Préparation du matériel – 2) Injection en intramusculaire.

#### ■ Etape 4 : la détection des chaleurs

Pratiquer une détection des chaleurs dans les 30 heures après le retrait de l'éponge permet de repérer les chèvres qui n'auraient pas répondu au traitement et de les écarter de l'insémination. Les protocoles sont détaillés dans la fiche technique sur la détection des chaleurs.

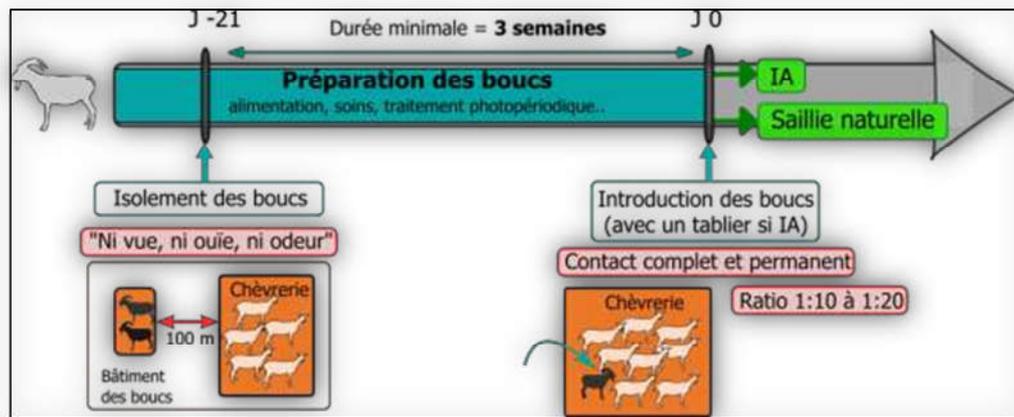
#### • Etape 5 : l'insémination

L'IA doit être effectuée  $43 \pm 2$  heures après le retrait de l'éponge, quelle que soit la race. Le choix des chèvres à inséminer et l'organisation du chantier d'IA sont abordés dans une fiche spécifique.

## 2. Effet bouc

### 2.1. Protocole

L'effet bouc est applicable seulement quelques semaines avant ou après la saison sexuelle naturelle. Concrètement, cela correspond pour les races laitières françaises aux mois de juillet-août et mars-avril (Figure 20).



**Figure 20 :** Effet bouc : principe et méthode de mise en œuvre.

## 2.2. Etapes

### Étape 0 : séparation des mâles et des femelles

Pour que la stimulation soit efficace, tous les mâles de plus de trois mois devront au préalable être complètement séparés des femelles deux mois au moins avant l'introduction du bouc pour l'effet mâle. Si l'effet mâle est mis en place après un traitement lumineux, les mâles peuvent donc rester dans le même bâtiment pendant les jours longs et devront être séparés au début des jours courts. La séparation des animaux doit être totale ( figure 21). Elle doit respecter les conditions suivantes :



**Figure 21 :** Séparation des mâles et des femelles

Pour que ces conditions soient respectées, les mâles doivent être placés dans un bâtiment différent, à l'abri des vents dominants et distant d'au moins 100 mètres du bâtiment des femelles. Les tâches journalières telles que l'alimentation ou le paillage devront de plus être réalisées en premier dans le bâtiment des femelles **puis** dans le bâtiment des mâles, ceci dans le but de ne pas ramener l'odeur des boucs auprès des chèvres.

**Étape 1 : introduction du mâle**

Pour que la stimulation soit efficace, le ratio d'1 bouc pour 10 femelles présentes dans le lot doit être respecté quel que soit le type de reproduction choisi. Une fois introduits, les boucs doivent rester en contact permanent et effectif avec les femelles jusqu'au moment de l'insémination ou de la saillie. Ils doivent être placés librement dans le lot au milieu des femelles (ni à l'attache, ni derrière une barrière). Un roulement journalier des mâles doit être instauré pour qu'ils puissent se reposer. Ce roulement permet de plus de nettoyer et de sécher les tabliers afin d'éviter d'éventuelles infections ou irritations.

Pour effectuer ce roulement journalier, l'éleveur devra prévoir le nombre de mâles en conséquence, à savoir au minimum 2 boucs pour 10 femelles. Pendant la période de contact, l'éleveur devra veiller à ce que les mâles se reposent et s'alimentent correctement. Lorsque l'effet mâle est utilisé après un traitement lumineux, les boucs doivent être introduits au bout de 60 jours courts. Avant cette date les femelles ne sont pas réceptives et après, elles entrent en saison sexuelle et deviennent cycliques.

**Étape 2 : détection des chaleurs**

Lorsque l'effet mâle est appliqué avant l'insémination, il est nécessaire de détecter les venues en chaleur des femelles afin de déterminer précisément le moment de l'IA (Figure 22). Les tabliers sont dotés d'un emplacement pour placer un crayon marqueur. Cinq jours après l'introduction des mâles, le marqueur est placé sur le tablier pour la détection des chaleurs. Les chèvres en contact direct avec le bouc seront considérées en chaleur si elles ont été marquées sur la croupe. Ce marquage implique une immobilisation de la chèvre et une acceptation du chevauchement par le mâle, signes caractéristiques des chaleurs. Le relevé des marquages se fait 1 à 2 fois par jour par exemple au moment de la traite.

☞ *Attention*, il existe plusieurs degrés de marquage. Pour que la chèvre soit considérée en chaleur, le marquage doit être net et bien couvrir la croupe.



Chèvres considérées comme étant en chaleur :

Exemples de chèvres insuffisamment marquées pour être considérées en chaleur

**Figure 22** : Détection des chaleurs

### Étape 3 : insémination, saillie

L'insémination ou la saillie est réalisée 12 à 24h après l'observation de chaleurs. Ce protocole nécessite une disponibilité de l'inséminateur sur une période de 3 à 5 jours pour réaliser les inséminations. Au-delà de 8 jours de détection, les femelles qui ne sont pas en chaleur ne répondront plus à l'effet mâle, le protocole est donc stoppé (voir la fiche sur l'insémination sans hormones).

### 3. Traitement photopériodique

Différentes techniques sont disponibles pour simuler une période de JL ou une période de JC (Figure 23). Ainsi en connaissant l'utilisation de chacune de ces techniques, il est possible d'établir le protocole adapté à la période de reproduction souhaitée (Figure 24).

#### 3.1. Méthodes et protocoles

##### 3.1.1. La phase « jours longs »

###### ■ Duré d'efficacité

Il est recommandé de respecter environ une période de 70 à 90 jours longs (Chemineau et *al.*, 1996 ; Brice, 2003). Il faut respecter le nombre de jours minimum pour défaire l'état réfractaire aux « Jours Courts » pendant l'hiver (Chemineau et *al.*, 1992).

Par ailleurs, si la phase de Jours Longs est trop longue, les animaux développent un état réfractaire à l'effet inhibiteur des Jours Longs : l'activité sexuelle reprend d'elle-même (Robinson et *al.*, 1985). Les Jours Longs sont inhibiteurs de l'activité sexuelle pendant 120 à 150 jours (Malpoux et *al.*, 1995).

▀ **Eclairage artificiel continu pendant 16 heures**

Le principe est simple, les animaux sont soumis à un éclairage artificiel pendant 16 heures consécutives par jour (Figure 25). Aucun apport de lumière ne doit avoir lieu en dehors de ces horaires. Les inconvénients de cette méthode sont dus à son coût (forte consommation d'électricité) et aux contraintes liées aux horaires de travail limités. En effet l'éleveur ne doit pas pénétrer dans la chèvrerie pendant les heures d'obscurité.

▀ **Eclairage continu pendant 16 heures associant éclairage artificiel et lumière naturelle**

De même que le protocole précédant, 16 heures de lumière consécutives sont respectées mais en incluant la lumière naturelle (Figure 26). La consommation d'électricité est diminuée par rapport au protocole précédant.

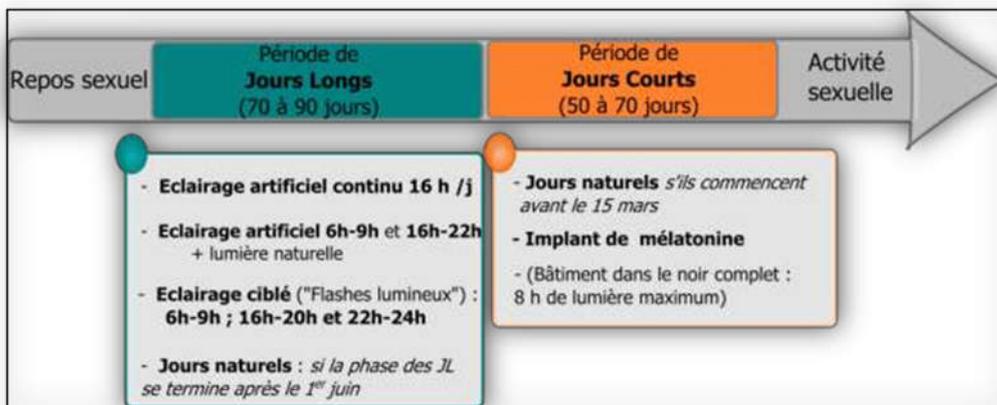


Figure 23: Le traitement photopériodique et méthodes disponibles.

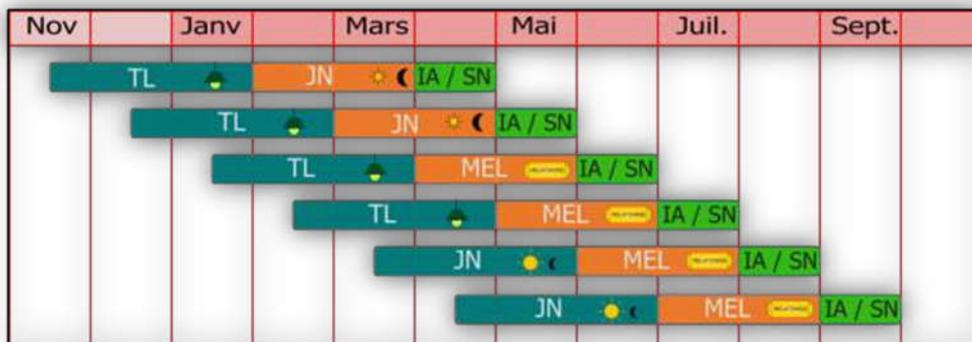


Figure 24: Traitements photopériodiques adaptés aux différentes périodes de reproduction. TL = traitement lumineux – JN = jours naturels - MEL = mélatonine – IA = insémination animale – SN = saillie naturelle.

**▀ Protocole PhotINRA (méthode des flashes)**

Chez les caprins, il existe une phase dite photosensible (période de sensibilité des animaux à la lumière), située 16 à 17 heures après l'aube. L'éclairement de cette période fait percevoir un jour long aux animaux (Chemineau *et al.*, 1996).

Le principe de la méthode dite des « flashes lumineux » consiste d'abord à fixer l'aube par un éclairage artificiel entre 6 et 9 heures du matin par exemple. Entre 16 heures et 20 heures les animaux sont à nouveau sous une lumière artificielle. Puis, une autre phase de lumière artificielle est appliquée aux animaux entre 22 et 24 heures, correspondant à la phase photosensible (Figure 27). Entre 20 h et 22 h, le bâtiment doit être complètement dans l'obscurité, autrement la photopériode serait trop longue. Aucune étude expérimentale n'a validé la durée de cette phase obscure actuellement préconisée.

Les résultats de ce traitement étant variables entre élevages, ce traitement est uniquement conseillé pour la monte naturelle seulement.

**3.1.2. La phase « jours courts »****▀ Durée d'efficacité**

Il faut respecter une durée de 50 à 70 jours pour la phase des « jours courts ». Un état réfractaire à la stimulation des Jours Courts se met en place environ 100 à 110 après le premier jour court (Lincoln et Ebling, 1985 ; Corre et Chemineau, 1993).

**▀ Simulation des Jours Courts par implant de mélatonine**

On rappelle que la mélatonine est une substance naturellement produite la nuit, par la glande pinéale. Elle est l'hormone qui transmet l'information photopériodique. Un traitement hormonal avec la mélatonine en quantité suffisante permet de mimer des jours courts pour le système nerveux de l'animal, même s'il est soumis à une photopériode naturelle longue (Malpaux *et al.*, 1995 ; Chemineau *et al.*, 1996). Le dispositif actuellement disponible est sous forme d'implant sous-cutané contenant 18 milligrammes de mélatonine (Figure 28). Il induit une augmentation plasmatique de mélatonine, sans modifier la production naturelle par la glande pinéale. La libération continue permet une concentration sanguine efficace (supérieure à 50 % du taux nocturne endogène) du pendant au moins 60 jours (Malpaux *et al.*, 1995).

Chez certains individus, l'hormone est encore libérée 100 jours après la pose (Abecia *et al.*, 2011). Actuellement, l'implant de mélatonine est disponible sous une seule forme commerciale (Melovine®, Céva) qui ne dispose pas d'AMM (Autorisation de Mise sur le Marché) pour les caprins. Un seul implant est préconisé pour les femelles alors que pour les boucs il faut prévoir 3 implants (Arranz *et al.*, 1995 ; Chemineau *et al.*, 1996). D'après les

recommandations du laboratoire, les boucs doivent être implantés sept jours plus tôt que les chèvres. Puis, ils sont mis au contact des femelles 49 jours après l'implantation pour obtenir un effet bouc (Figure 29 et Tableau III) (Ceva Santé Animale, n.d.).

#### ▀ Simulation des jours courts par obscurcissement du bâtiment

Le principe est de laisser passer la lumière dans le bâtiment d'élevage pendant 8 à 10 heures seulement (Brice, 2003). Toutes les entrées de lumière (fenêtres, portes, plaques translucides du toit...) doivent être bâchées. L'exposition à la lumière est prévue entre deux moments fixes, par exemple entre 8 heures et 16 heures. Pour apporter le jour, les portes et les fenêtres sont grandes ouvertes. La durée de la période des jours courts est au minimum de 70 à 90 jours en bâtiments obscurs (Brice, 2003).

Cette technique est applicable seulement dans des bâtiments fermés, que l'on peut facilement bâcher pour créer l'obscurité. Ces installations sont contraignantes : les périodes éclairées ne sont généralement pas compatibles avec les horaires de travail. L'aménagement d'un tel bâtiment est coûteux et peut avoir des conséquences sur les conditions d'ambiance du bâtiment (par exemple une mauvaise ventilation).

L'efficacité de cette technique n'est pas démontrée en élevages et la mise en application est très variable selon les éleveurs. Cette pratique est très peu utilisée dans les élevages caprins en France (Pellicer-Rubio et *al.*, 2009) et non recommandée.

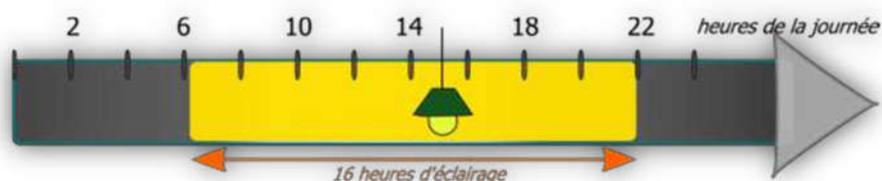


Figure 25 : Protocole Jours Longs : 16 heures d'éclairage continu.

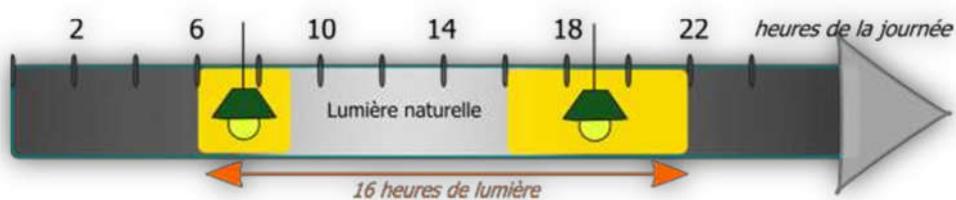


Figure 26: Protocole Jours Longs : 16 heures consécutives de lumière incluant la lumière naturelle.

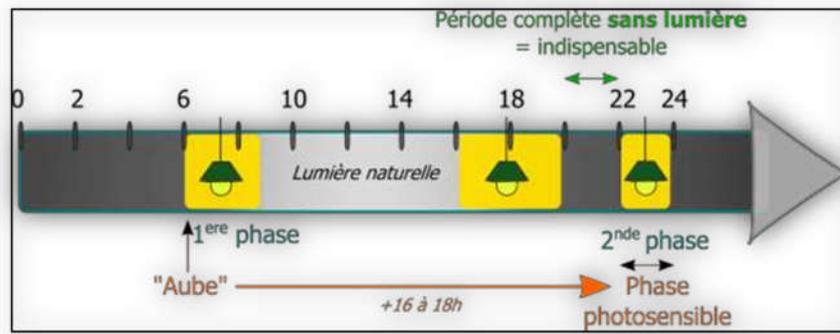


Figure 27: Protocole Jours Longs : méthode PhotINRA (Chemineau et al., 1992).

| Chèvre    | Chevrette | Bouc       |
|-----------|-----------|------------|
| 1 implant | 1 implant | 3 implants |

Tableau III : Mélatonine : posologie en fonction du sexe et de l'âge chez les caprins pour un implant de 18 mg (Brice, 2003).



Figure 28: Pose d'un implant de mélatonine (en sous-cutanée, à la base de l'oreille).

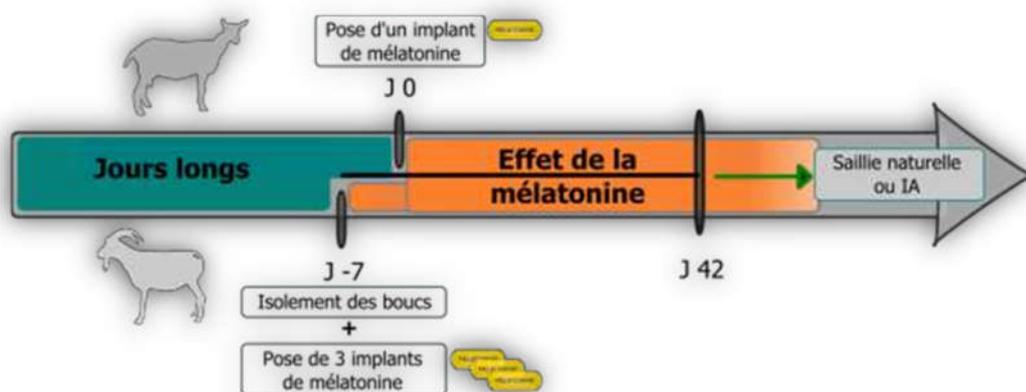


Figure 29 : Planning du traitement avec la mélatonine en association à l'effet mâle (Ceva Santé Animale, n.d.).

#### **4. L'association du traitement photopériodique avec le traitement hormonal de synchronisation**

##### **4.1. Le protocole**

Le traitement photopériodique adapté à la période de reproduction choisie, est appliqué aux animaux (Figure 30).

Le protocole hormonal de synchronisation associant éponges de FGA et eCG est commencé environ 30 jours après la fin du traitement lumineux. L'objectif est d'inséminer 40 jours après la fin du traitement lumineux (UNCEIA et Capri-IA, 2004).

La dose d'eCG habituellement recommandée peut être abaissée de 100 UI, les autres caractéristiques du protocole hormonal restent les mêmes. L'insémination est alors prévue 43 heures  $\pm$  2 heures après le retrait de l'éponge (UNCEIA et Capri-IA, 2004).

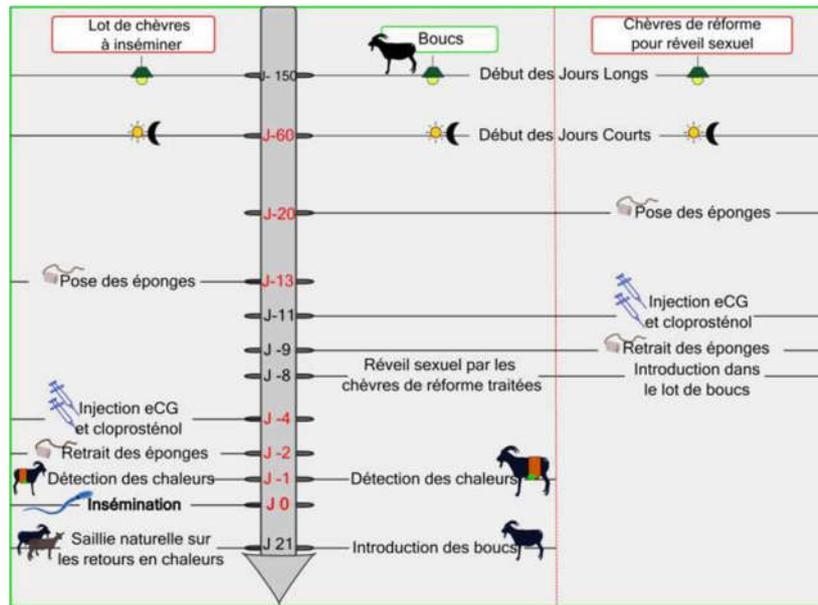
Les boucs rendus sexuellement actif par le désaisonnement sont introduits dans le lot de chèvres 3 semaines après l'IA, afin de féconder les femelles à nouveau en chaleur.

#### **5. L'association du traitement photopériodique et de l'effet bouc**

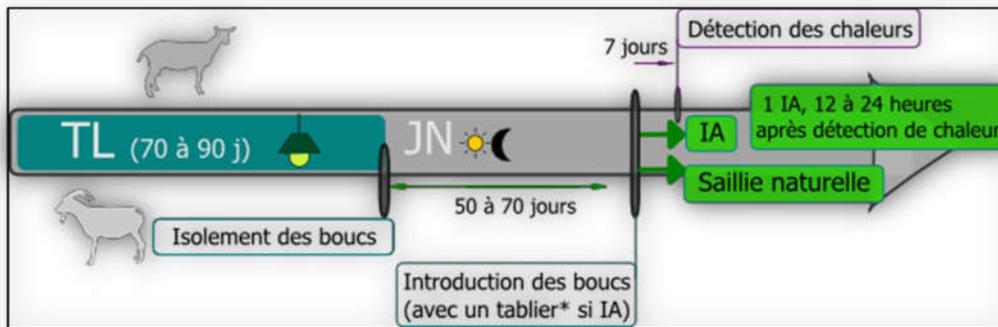
##### **5.1. Le protocole**

Les femelles et les mâles sont tout d'abord soumis à un traitement photopériodique adéquat (Figure 31). Au début de la phase « jours courts », les boucs sont séparés des femelles.

Les boucs sont ensuite introduits au milieu des chèvres entre 50 et 70 jours après la fin de la phase « des jours longs » (Chemineau et *al.*, 1996). Si le délai entre l'introduction du mâle et la fin de la transition JL/JC est trop long, les chèvres deviennent cyclées d'elles-mêmes. Par conséquent l'effet bouc n'est pas efficace pour synchroniser les œstrus.



**Figure 30 :** Rétroplanning pour le protocole associant le traitement photopériodique et le traitement hormonal de synchronisation » ; exemple pour une mise à la reproduction avant le mois de mai.



**Figure 31 :** Planning pour le protocole associant le traitement photopériodique et l'effet bouc ; exemple pour une mise à la reproduction avant le mois de mai. (TL : traitement lumineux – JN : jour naturels) - \* Le tablier est marqueur selon la méthode de détection de chaleurs choisie.

## 6. Le traitement photopériodique associé au traitement progestatif (sans eCG et sans cloprosténol) et à l'effet mâle

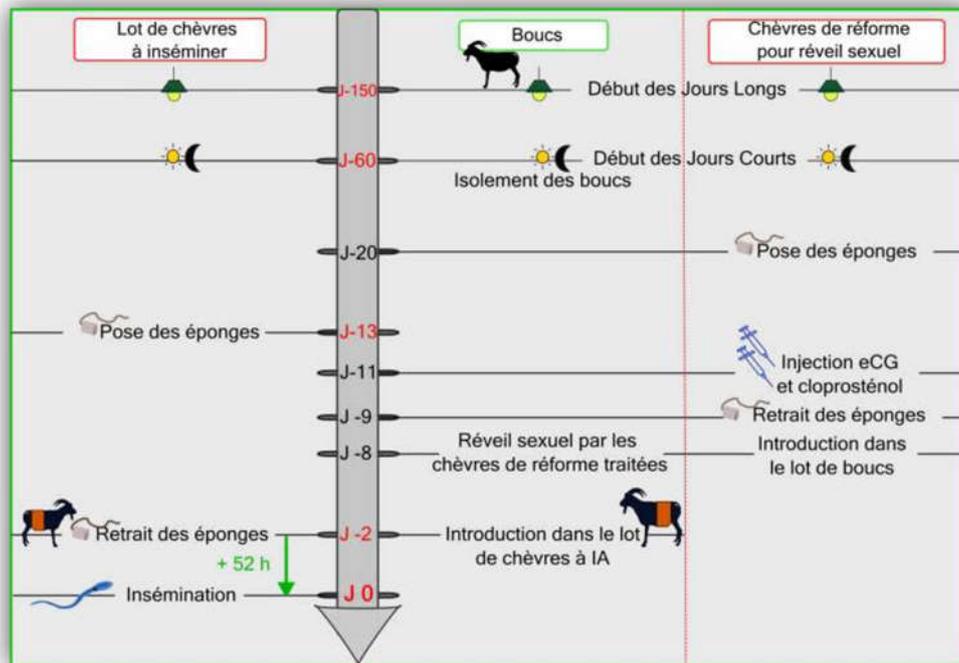
### 6.1. Le protocole

Les animaux sont préparés à la reproduction par le traitement photopériodique approprié (Figure 32). 40 à 50 jours après le début des « Jours Courts », une éponge vaginale de FGA est mise en place sur l'ensemble du lot de chèvres désaisonnées. Les éponges sont laissées pendant 11 jours.

Les boucs ardents sont introduits au milieu des femelles, le jour du retrait de l'éponge vaginale. Les mâles sont équipés préalablement d'un tablier muni d'un harnais marqueur.

Dans le protocole validé par l'INRA, l'IA est fixée à 52 heures après le retrait de l'éponge sans détection de chaleurs (Pellicer-Rubio et *al.*, 2009).

Il faut noter que la saillie naturelle n'a pas d'intérêt après ce type de protocole. En effet, dans ce cas l'ajout de progestagènes ne semble pas améliorer les résultats de fertilité en contre-saison. On observe seulement une fécondation plus précoce puisque les ovulations fécondantes ont lieu dans les 3 jours qui suivent l'introduction du bouc au lieu du 8<sup>ème</sup> jours sans éponge de FGA (Brice, 2001 ; Pellicer-Rubio et *al.*, 2007).



**Figure 32:** Rétroplanning pour le protocole associant le traitement photopériodique, la pose d'une éponge de FGA et l'effet bouc ; exemple pour une mise à la reproduction avant le mois de mai.

### 1. Traitement hormonal de synchronisation

La quasi-totalité des chèvres répondent au traitement, quel que soit le moment de l'année. Entre 24 et 72 heures après le retrait de l'éponge, 98.1 % des femelles montrent des signes de chaleurs (acceptation du chevauchement) (Baril et *al.*, 1993). Chez les nullipares (moyenne de 7.5 mois d'âge), les résultats obtenus sont similaires : 98 % des chevrettes ovulent (Bocquier et *al.*, 1998). En saison sexuelle, sans eCG, plus de 70 % des femelles sont synchronisées avec un délai d'apparition de l'œstrus plus tardif et plus variable (Baril et Saumade, 2000).

#### ■ Synchronisation de l'œstrus et des ovulations

Les œstrus sont synchronisés et détectés en moyenne 33,0 heures après le retrait de l'éponge (Freitas et *al.*, 1997). Malgré cette bonne synchronisation, il persiste une grande variabilité du moment d'apparition de l'œstrus entre les individus, soit entre 12 à 72 heures après le retrait de l'éponge (Baril et *al.* 1993). Des essais testant le changement du dosage de FGA ou la forme d'application n'ont pas montré de réduction de cette variabilité (Freitas et *al.*, 1997; Chemineau et *al.*, 1999).

Les ovulations apparaissent en moyenne 52,5 heures après le retrait de l'éponge (Figure 50), sur un intervalle de 12 à 24 heures.. Le délai entre le pic de LH et l'ovulation est plutôt constant, soit 22 heures en moyenne (18 heures – 24 heures). Néanmoins, l'écart entre le retrait de l'éponge et le pic de LH est variable entre les individus (Freitas et *al.*, 1997).

#### ■ La cyclicité selon la saison

Les chèvres en anœstrus profond répondent très bien au protocole. Néanmoins chez ces dernières, ce traitement ne permet pas d'entraîner une cyclicité ovarienne. Les chèvres qui ne sont pas gestantes après l'ovulation induite ne pourront l'être à nouveau qu'à la reprise de la cyclicité en saison sexuelle.

#### ■ L'apparition d'anticorps anti-eCG

Les chèvres développent des anticorps anti-eCG après plusieurs traitements hormonaux de synchronisation. Le taux d'anticorps est d'autant plus élevé que la chèvre a reçu un nombre important de traitements avec eCG (Roy et *al.*, 1995). L'intensité et la durée de la réponse immunitaire varient entre les animaux. Cette variabilité individuelle est basée sur le polymorphisme génétique du complexe majeur d'histocompatibilité de type II (CMH II) (Maurel et *al.*, 2003). Ces anticorps sont à l'origine d'œstrus plus tardifs et d'une diminution de la proportion de chèvres venant en chaleur (Baril et *al.*, 1996 ; Drion et *al.*, 2001). Le pic-pré-ovulatoire de LH est retardé ainsi que le moment de l'ovulation (Drion

et *al.*, 2001). L'apparition des anticorps a donc un impact sur les résultats de fertilité après une insémination prévue 43 heures après le retrait de l'éponge car les ovulations sont trop tardives par rapport au moment de l'IA. Un seul traitement avec eCG par femelle et par an est recommandé (Chemineau et *al.*, 1999).

## **2. Les intérêts et les limites du protocole hormonal de synchronisation des ovulations**

### **■ Les intérêts**

Avec ce protocole, la synchronisation des ovulations est compatible avec une saillie par insémination animale, 43 heures après retrait de l'éponge pour l'ensemble des chèvres traitées. Cela en fait son principal intérêt.

Il est applicable toute l'année, avec de bons résultats de reproduction (Fatet et *al.*, 2011). Etabli depuis de nombreuses années, il permet d'obtenir des taux de fertilité de 60 à 65 % en insémination animale, dans les troupeaux français. Ainsi c'est une technique permettant le désaisonnement de la reproduction et de la production laitière.

Par ailleurs, la réponse au traitement hormonal est satisfaisante sur des chevrettes pré-pubères (Bocquier et *al.*, 1998).

### **■ Les limites**

En anœstrus profond, les femelles non fécondées sur l'ovulation induite, ne manifestent pas d'autres chaleurs ensuite. Il faut alors attendre la saison sexuelle pour la reprise de la cyclicité ovarienne. L'apparition d'anticorps anti-eCG retarde l'apparition de l'œstrus et diminue les résultats de fertilité à l'IA. Cependant, les conséquences de l'apparition des anticorps anti-eCG sont limitées en saillie naturelle.

De part l'utilisation d'hormones, c'est un protocole qui n'est pas autorisé en Agriculture Biologique et dans certains cahiers des charges d'AOC.

Enfin, la mise en place du protocole de synchronisation demande à l'éleveur un grand nombre d'interventions par animal.

## **3. La réponse des femelles à l'effet bouc**

Après effet mâle, deux pics de mises-bas sont généralement observés, cela correspond à deux pics de fécondations après l'introduction des mâles. Le pic préovulatoire de LH et l'ovulation sont observés 20 heures et 2,5 jours en moyenne respectivement, après l'introduction du bouc.

La première ovulation est accompagnée d'un comportement d'œstrus dans 60 % des cas (Chemineau 1989 ; Chemineau et *al.* 2006). Généralement, plus de 85 % des chèvres ovulent pendant les périodes de transition de saison (Chemineau et *al.* 2006). Cependant cette première ovulation est très souvent infertile.

La première ovulation induite est suivie :

- Soit d'une phase lutéale de durée normale,
- Soit d'une phase plus courte marquée par une lutéolyse précoce. .

En effet plus de 75 % des chèvres expriment ensuite un cycle œstral court (5 à 7 jours) (Chemineau, 1989). Il n'en reste pas moins que le taux de cycles courts est variable avec la profondeur de l'ancestrus, la condition corporelle des chèvres et leur alimentation (Chemineau et *al.*, 2006). Le cycle court est suivi d'une deuxième ovulation, qui est toujours associée à l'expression d'un œstrus (vers le 7<sup>ème</sup> jour après l'introduction du bouc).

Finalement la cyclicité normale s'installe (Chemineau, 1989 ; Chemineau et *al.*, 2006).

#### **4. Les facteurs de variation de l'effet mâle**

##### **■ L'isolement**

Habituellement, on estime qu'il faut que les femelles soient séparées des mâles au moins trois semaines avant l'introduction d'un bouc. Selon certaines observations, le fait d'échanger les mâles présents avec les chèvres par de nouveaux boucs ardents, induit une reprise de la cyclicité chez les femelles (Véliz et *al.*, 2006). Les femelles sont sensibles à l'arrivée de mâles non familiers.

##### **■ La durée et la nature du contact**

Une durée de 15 jours minimum est suffisante (Véliz et *al.*, 2002 ; Bedos et *al.*, 2010). Le point important est le maintien d'une stimulation quotidienne. Alors que certaines observations suggèrent qu'un contact continu est indispensable pour obtenir une bonne réponse des femelles, d'autres tendent à dire que la présence permanente ne paraît pas nécessaire. En fait, des études réalisées au Mexique montrent que la présentation du bouc par intermittence, 4 heures par jour induit l'œstrus chez 80 % des femelles (races peu saisonnées) (Delgadillo et *al.*, 2009 ; Bedos et *al.*, 2010). Néanmoins, en France ces résultats ne sont pas obtenus avec les races Saanen ou Alpine, l'origine de ces différences n'a pas encore été étudiée à ce jour (Fatet, 2012). Par ailleurs, le contact physique complet entre mâles et femelles donne de meilleurs résultats comparativement à un contact limité par une barrière ou un couloir (Chemineau, 1989).

##### **■ La cyclicité des chèvres et saison**

La réponse des femelles pendant la saison sexuelle est très mauvaise, car les ovulations sont inhibées par la présence de corps jaunes cycliques. Cependant les effets ne sont pas nuls. La présence du bouc semble avoir une influence sur la distribution des œstrus parmi les chèvres cyclées (Delgadillo et *al.*, 2009).

La réceptivité des chèvres à l'effet mâle est dépendante du degré de saisonnalité. Pour des races très saisonnées, comme les races Saanen et Alpine en France, la réceptivité se situe au moment des périodes de transition entre anœstrus profond et cyclicité (Figure 56). Plus on s'éloigne de la saison, plus la fréquence des cycles courts est importante (Chemineau, 1989). Néanmoins, pour des races peu saisonnées sous latitude subtropicale les résultats sont différents.

Un bouc rendu actif sexuellement par un traitement photopériodique permet d'induire des chaleurs en période d'anœstrus profond (Delgadillo et *al.*, 2006, 2009). Enfin pour les races très peu saisonnées (ex : Chèvre naine créole), l'effet mâle est efficace à tout moment de l'année.

#### ■ **Activité sexuelle des mâles et ratio mâle/femelle**

La qualité du stimulus donné par le mâle est le facteur déterminant pour une réponse ovulatoire efficace. Plus la libido est élevée, plus la proportion de femelles ovulant est haute. Les boucs stimulés par des femelles en œstrus avant leur utilisation améliorent la qualité de leur comportement sexuel (Walkden-Brown et *al.*, 1993b). Par ailleurs, lorsque l'activité sexuelle du bouc est très bonne, le ratio mâle/femelle peut être diminué jusqu'à 1:40 sans effet sur la réponse des femelles (Carrillo et *al.*, 2011).

### **5. Les intérêts et les limites**

#### ■ **Les intérêts**

L'effet bouc est une technique d'induction et de synchronisation des ovulations. C'est une méthode sans hormone, efficace et avec un faible coût pour obtenir un groupage des mises bas. La période de mises-bas est avancée, c'est une technique de désaisonnement modérée.

La fertilité obtenue est acceptable après un effet mâle (88 % pour la chèvre Alpine, sur saillie naturelle en août) (Chemineau, 1989).

#### ■ **Les limites**

Les cycles courts et l'existence de deux pics d'ovulation fécondante ne permettent pas une synchronisation suffisante des chaleurs pour pratiquer l'IA à un moment prédéterminé. Cependant, associé à d'autres méthodes de maîtrise du cycle œstral, l'effet mâle peut être conjugué plus facilement à une insémination animale.

L'effet mâle non couplé à une méthode de désaisonnement est cependant restreint aux périodes de transition repos-activité sexuelle. C'est finalement peu avantageux vis-à-vis du prix du lait. Enfin, la préparation du mâle doit être rigoureuse, en n'oubliant pas de stimuler son activité sexuelle. C'est pourquoi, l'effet bouc est une technique qui se prévoit et

qui se prépare quelques semaines à l'avance.

### **6. Les réponses des animaux aux traitements de la photopériode**

La manipulation de la photopériode permet de s'affranchir de la saisonnalité des caprins et de rendre possible la reproduction en contre-saison

L'application d'un traitement lumineux suivi de la pose d'un implant de mélatonine permet d'induire une activité sexuelle et de la maintenir pendant deux mois. En moyenne, 3 à 4 cycles ovulatoires peuvent se succéder (Chemineau *et al.*, 1989).

Chez la chèvre Alpine, les ovulations spontanées débutent environ 80 jours après la transition « Jours longs – Jours Courts » et s'arrêtent 35 jours après le « passage Jours Courts » – « Jours Longs » (Chemineau *et al.*, 1989 ; Malpaux *et al.*, 1995). Finalement, un désaisonnement associé un effet bouc permet d'obtenir une fertilité et une prolificité proches de celles obtenues en saison sexuelle sur saillie naturelle.

Sans effet bouc, les performances restent relativement élevées (Chemineau *et al.*, 1996 ; Pellicer-Rubio *et al.*, 2007).

Après une stimulation sexuelle à contre-saison, la resynchronisation avec la photopériode naturelle ne semble pas immédiate. Elle revient progressivement, mais la cyclicité sexuelle reste perturbée (Delgadillo *et al.*, 2002 ; Zarazaga *et al.*, 2011). Par ailleurs, un retour en anœstrus est observé 90 jours après la pose de l'implant de mélatonine (Brice, 2003).

Concernant les chevrettes, peu d'informations sont publiées. Le traitement de désaisonnement et l'effet mâle sont efficaces pour déclencher la puberté des chevrettes nées pendant la saison sexuelle. La fertilité après saillie naturelle est environ de 67 % (Gateff *et al.*, 2003). Selon Papachristoforou *et al.*, 2007, la mélatonine associée à l'effet mâle donne des résultats comparables à ceux obtenus en saison sexuelle. La mélatonine aurait des effets bénéfiques sur la fertilité et la prolificité des agnelles, mais chez les chevrettes, cela n'a pas été vérifié.

#### **■ Les effets secondaires**

Le traitement lumineux a un impact légèrement positif sur l'ingestion alimentaire et la production laitière en début de lactation (Brice, 2003).

Une chute de poils est parfois constatée dans quelques élevages. Naturellement, la mue saisonnière est observée à la fin du printemps (Rouyet *et Badinand*, 2002 ; Brice, 2003).

Les traitements lumineux auraient également un impact sur les femelles gestantes. Les conséquences apparaissent sur les chevrettes nées de ces gestations : l'arrivée de la puberté est décalée plus tard (d'après une étude sur 4 chèvres Saanen soumises à 20 heures de

lumière quotidiennes au cours des deux derniers mois de gestation ; Deveson et *al.*, 1992).

## **7. Les intérêts et les limites**

### **7.1. Les intérêts**

C'est une méthode d'induction et de maintien de l'activité sexuelle des caprins à contre-saison. La saison de reproduction peut être facilement avancée de 1 mois et ½ avec uniquement la mélatonine. Une cyclicité sexuelle est induite sur 2 mois au moins. Combinée à un traitement hormonal de synchronisation, cette méthode permet d'assurer une fécondation sur retour en chaleur et d'améliorer les résultats de fertilité globale par rapport au traitement hormonal de synchronisation utilisé seul.

La mise en œuvre des jours longs et la pose d'implant sont des manipulations simples à réaliser. De plus, les traitements recommandés sont efficaces à condition d'une bonne application des protocoles.

### **7.2. Les limites**

#### **▀ Limites pour la conduite de troupeau**

Un désaisonnement précoce entraîne un retour en repos sexuel après 2 à 3 mois d'activité sexuelle. De plus, la resynchronisation de l'activité sexuelle avec la saison de reproduction est perturbée. Si l'utilisation des boucs est prévue en saison, il ne faut désaisonner qu'une partie du groupe de mâles.

Pour les élevages où deux lots de chèvres ont des périodes de mises-bas différentes, les deux groupes sont conduits dans deux bâtiments séparés. En effet il ne faut pas imposer le programme lumineux à l'ensemble de la chèvrerie.

Une certaine rigueur de la part de l'éleveur dans l'application des protocoles est requise pour obtenir de bons résultats. L'inconvénient majeur du traitement lumineux, est la contrainte donnée aux horaires de travail. Certains éleveurs n'étant pas conscients de l'importance des phases obscures, ne respectent pas les protocoles. D'autre part, il faut mentionner l'impossibilité pour les élevages certifiées Agriculture Biologique d'avoir recours à la mélatonine ; un désaisonnement précoce est envisageable pour ces élevages.

#### **▀ Limites économiques**

L'aménagement des bâtiments pour le traitement lumineux et les implants de mélatonine représentent un coût non négligeable. Il existe des contraintes alimentaires au désaisonnement puisqu'il faut prévoir un stock de fourrage de bonne qualité pour l'automne et l'hiver, qui sont les périodes de fortes productions laitières. Cela peut apporter un coût supplémentaire (méthode de stockage des fourrages, recours à des concentrés...) (Guinamard, 2003). Avec le désaisonnement, les risques de dérive sont

importants. Les conséquences économiques d'une mauvaise gestion de la reproduction ont des impacts conséquents : lactations écourtées, mises-bas étalées (organisation du travail plus difficile), réformes précoces, taux de renouvellement élevé... (Guinamard, 2003)

### **L'association du traitement photopériodique avec le traitement hormonal de synchronisation**

L'intérêt principal de ce protocole est pour la réalisation de l'IA à contre-saison. La fertilité totale du troupeau est augmentée par la fécondation sur un ou deux retour(s) en chaleur. La reproduction hors saison peut être facilement planifiée. Cependant, ce n'est pas un protocole compatible avec des conduites d'élevage interdisant l'emploi d'hormones.

### **L'association du traitement photopériodique et de l'effet bouc**

En saillie naturelle, les boucs préparés pour l'effet mâle sont ainsi prêts pour la reproduction. Il faut prévoir un sexe ratio un peu plus petit qu'en saison sexuelle, soit 1 bouc pour 10 femelles. Ils sont laissés avec les chèvres pendant au moins 45 jours. Un groupage de chaleurs est observé sur 3 jours. Le taux de femelles ovulant est très élevé, toujours supérieur à 90 %. Le taux de mise-bas en monte naturelle est supérieur à 80 %. L'activité ovarienne persiste au moins sur deux cycles (Brice, 2001 ; Pellicer- Rubio *et al.*, 2007). Cependant, la réponse à l'effet mâle est variable entre les élevages. Après le marquage, l'insémination est effectuée dans les 12 à 24 heures qui suivent. La détection des chaleurs est biquotidienne sur une période de 3 jours au moins.

### **Les intérêts et les limites**

Avec des mâles et des femelles bien préparés, les ovulations et la cyclicité ovarienne peuvent être induites en période d'anœstrus avec une très bonne réponse des femelles (Chemineau *et al.*, 1996 ; Flores *et al.*, 2000 ; Pellicer-Rubio *et al.*, 2007).

C'est une méthode alternative aux utilisations des hormones (seulement pour un protocole sans mélatonine). Le groupage relatif des chaleurs peut amener à utiliser l'insémination animale, en se basant sur la détection des chaleurs. Cependant, c'est très contraignant pour l'éleveur (détection des chaleurs biquotidienne pendant une semaine) et pour l'inséminateur.

D'autre part il faut souligner la limite liée au sexe ratio élevé. Il faut posséder suffisamment de mâle pour assurer l'effet bouc et un roulement des mâles tous les jours.

En saillie naturelle, le traitement photopériodique est pratiquement indissociable de l'effet mâle ; sinon l'activité ovulatoire n'est pas déclenchée chez toutes les femelles (Chemineau *et al.*, 1989).

### **8. Le traitement photopériodique associé au traitement progestatif (sans eCG et sans cloprosténol) et à l'effet mâle**

L'objectif est de bénéficier de l'effet mâle en contre-saison comme dans le protocole précédent tout en s'affranchissant des conséquences liées à l'apparition des cycles courts. En effet, une imprégnation avec des progestatifs de synthèse ou naturels annule l'apparition des cycles courts (Brice, 2001 ; López-Sebastian et *al.*, 2007a ; Pellicer-Rubio et *al.*, 2008). Le mode d'action n'est pas encore vraiment élucidé (Chemineau et *al.*, 2006). L'apparition des chaleurs se concentre entre le 2ème et 4ème jour versus entre le 6ème et 11ème jour sans l'ajout de progestagènes (Brice, 2001).

L'insémination animale à temps fixe est possible sans faire de détection de chaleurs et de bons résultats de fertilité sont obtenus, ils sont similaire à ceux obtenus avec le traitement hormonal classique (López-Sebastian et *al.*, 2007b ; Pellicer-Rubio et *al.*, 2008, 2009).

C'est un traitement de synchronisation utilisant moins d'hormones (absence d'eCG et de cloprosténol) que le protocole hormonal classique de synchronisation.

Ce protocole a été validé par l'INRA il y a seulement quelques années, il est encore peu appliqué en élevage. De plus, les résultats restent encore variables entre les élevages (Brice, 2001). Avec la présence des progestagènes, ce protocole n'est cependant pas satisfaisant pour les éleveurs en Agriculture Biologique et pour certaines AOC.

#### **Les intérêts et les limites**

Les ovulations et la cyclicité ovarienne peuvent être induites en période d'anœstrus avec une très bonne réponse des femelles.

Les progestatifs augmentent la synchronisation des ovulations fertiles induites par effet mâle : 95 % des chèvres ont un pic ovulatoire de LH sur 24 heures.

## Conclusion

---

L'espèce caprine présente quelques spécificités anatomiques et physiologiques concernant sa fonction de reproduction dont le système reproducteur est en étroite relation avec les facteurs environnementaux, alimentaires, génétiques et sanitaires.

L'une de ses caractéristiques physiologiques est la saisonnalité de la reproduction, liée à des mécanismes physiologiques particuliers régulant le cycle sexuel et l'expression des chaleurs au cours de l'année. Une bonne compréhension des mécanismes de la physiologie de la reproduction est donc un préalable indispensable.

Différents protocoles sont disponibles pour maîtriser la saisonnalité des caprins.

Certaines de ces techniques sont bien connues par les éleveurs depuis des années comme le traitement hormonal de synchronisation qui peut être utilisé en dehors de la saison de reproduction, Ce traitement induit un seul cycle artificiel à n'importe quel moment de l'année et il permet ainsi une induction et une synchronisation de l'œstrus et une ovulation.

Cependant, pour avoir de bons résultats, il est recommandé de bien conserver les éponges et les hormones à l'abri de la lumière et de l'humidité. et de bien respecter leur date d'utilisation.

Dans l'objectif de réduire ou supprimer les hormones exogènes, l'effet mâle et les manipulations de la photopériode par un traitement lumineux et/ou utilisation de la mélatonine prennent de plus en plus place dans les protocoles pour permettre de contourner les contraintes de la saisonnalité. Cependant, l'effet mâle ne peut donc pas être utilisé en saison sexuelle car les femelles sont cycliques. Il ne peut pas être non plus réalisé seul en contre saison pendant la période d'œstrus profond

Il peut être associé à un traitement progestatif où il remplace l'injection de PMSG et limite ainsi l'utilisation d'hormones exogènes. Néanmoins, les résultats de fertilité attendus ne sont pas toujours présents.

Cette diversité des techniques disponibles est nécessaire pour répondre à la variété des systèmes d'élevage et des objectifs de production pour s'adapter au marché et pour prendre en compte un mode de production spécifique. Néanmoins, les causes d'échec de la mise à la reproduction peuvent être liées à l'animal lui-même et/ou une mauvaise application des protocoles

En fin, en se basant sur toutes ses informations d'ordre théorique acquises durant cette étude bibliographique, nous souhaiteront réaliser à l'avenir des travaux pratiques sur les méthodes de maîtrise de l'activité sexuelle de la chèvre de race locale afin de développer ses performances reproductives.

## Références bibliographique

Abecia, J.A., Forcada, F., González-Bulnes, A., 2011. Pharmaceutical Control of Reproduction in Sheep and Goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 27, 67–79.

AGUER D. La reproduction dans l'élevage caprin. I encuentro nacional sobre produccion de ovinos y capri- nos 1981 Metepec, Etat de Mexico, Mexique du 27 au 31 juillet.

Amoah, E.A., Gelaye, S., Guthrie, P., Rexroad, C.E., 1996. Breeding season and aspects of reproduction of female goats. *Journal of Animal Science* 74, 723–728.

Arranz, J.M., Lafriffoul, G., Guerin, Y., Chemineau, P., 1995. Maitrise de la production spermatique des béliers par des traitements associant lumière et l'utilisation de mélatonine. *Renc. Rech. Ruminants* 2, 22–28.

Evans, A., 2003. Characteristics of Ovarian Follicle Development in Domestic Animals. *Reproduction in Domestic Animals* 38, 240–246.

Badis A., Laouabdia-Sellami N., Guetarni D., Kihal M. et Ouzrout R. 2006. Caractérisation phenotypique des bacteries lactiques isolées à partir du lait cru de chèvre de deux population caprines locale « Arabia et Kabyle ». *Sci. Tech.* 23 : 30-37.

Baril, G., Leboeuf, B., Saumande, J., 1993. Synchronization of estrus in goats: The relationship between time of occurrence of estrus and fertility following artificial insemination. *Theriogenology* 40, 621–628.

Baril G., Saumade J., 2000. Hormonal treatments to control time of ovulation and fertility of goats. Presented at the 7. International Conference on Goats, Institut de l'Élevage et l'Institut National de Recherche Agronomique, Tours (FRA), pp. 400– 405.

Barone, R., 1996. Anatomie comparée des mammifères domestiques, tome 4. *Splanchnologie 2 : appareil uro-génital, foetus et ses annexes, péritoine et*

topographie abdominale. Vigot.

Bocquier, F., Leboeuf, B., Rouel, J., Chilliard, Y., 1998. Effet de l'alimentation et des facteurs d'élevage sur les performances de reproduction de chevrettes Alpines. *INRA Prod. Anim.* 11, 311–320.

Bedos, M., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Keller, M., Malpaux, B., Poindron, P., Delgadillo, J.A., 2010. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Horm Behav* 58, 473–477.

Brice, G., 2001. Maîtrise de la saisonnalité de la production laitière caprine par synchronisation des chaleurs sans traitement hormonal ou par un allongement de la durée de la lactation - Compte rendu n° 2013112.

Brice, G., 2003. Le désaisonnement lumineux en production caprine. 40 p.

Camp, J.C., Wildt, D.E., Howard, P.K., Stuart, L.D., Chakraborty, P.K., 1983. Ovarian activity during normal and abnormal length estrous cycles in the goat. *Biol Reprod* 28, 673–681.

Carrillo, E., Tejada, L.M., Meza-Herrera, C.A., Arellano-Rodríguez, G., Garcia, J.E., De Santiago-Miramontes, M.A., Mellado, M., Véliz, F.G., 2011. Response of sexually inactive French Alpine bucks to the stimulus of goats in oestrus. *Livestock Science* 141, 202–206.

Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., Delgadillo, J., 1987. Effects of tropical photoperiod on sexual activity of Alpine goats, in: *International Conference on Goats*, 4ème. Brasilia, p. 269.

Chemineau, P., 1989. L'effet bouc : mode d'action et efficacité pour stimuler la reproduction des chèvres en anoestrus. *Productions animales* 2, 97–104.

Chemineau, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., Guérin, Y., Ravault, J.P., Thimonier, J., Pelletier, J., 1992. Control of sheep and goat reproduction: Use of light and melatonin. *Animal Reproduction Science* 30, 157–184.

Chemineau, P., Delgadillo, J.A., 1994. Neuroendocrinologie de la reproduction

chez les caprins. *INRA Prod. Anim.* 7, 315–326.

Chemineau, P., Malpaux, B., Pelletier, J., Leboeuf, B., Delgadillo, J.A., Deletang, F., Pobel, T., Brice, G., 1996. Emploi des implants de mélatonine et des traitements photopériodiques pour maîtriser la reproduction saisonnière chez les ovins et les caprins. *Productions Animales* 9, 45–60.

Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M.-T., Lassoued, N., Khaldi, G., Monniaux, D., 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 417–429.

Chemineau, P., Bodin, L., Migaud, M., Thiéry, J., Malpaux, B., 2010. Neuroendocrine and Genetic Control of Seasonal Reproduction in Sheep and Goats. *Reproduction in Domestic Animals* 45, 42–49.

Constantinescu, G.M., 2001. Guide to regional ruminant anatomy based on the dissection of the goat, 1st ed. ed. Iowa State University Press, Ames.

Corre, S.L., Chemineau, P., 1993. Control of photoperiodic inhibition of luteinizing hormone secretion by dopaminergic and serotonergic systems in ovariectomized Ile-de-France ewes supplemented with oestradiol. *J Reprod Fertil* 97, 367–373.

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpaux, B., 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern Mexico.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpaux, B., 2002. Induction of Sexual Activity in Lactating Anovulatory Female Goats Using Male Goats Treated Only with Artificially Long Days. *J ANIM SCI* 80, 2780–2786

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernandez, H., Fernandez, I.G., 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 391–400.

.Deveson, S., Forsyth, I.A., Arendt, J., 1992. Retardation of pubertal

development by prenatal long days in goat kids born in autumn. *J Reprod Fertil* 95, 629–637.

Driancourt, M.A., 2001. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology* 55, 1211–239.

Drion, P., Ectors, F., Hanzen, C., Houtain, J.Y., Lonergan, P., Beckers, J.F., 1997. Régulation de la croissance folliculaire et lutéale : 2. ovulation, corps jaune et lutéolyse. *Le Point Vétérinaire* 28, 893–900.

Dyce, K.M., Sack, W.O., Wensing, C.J.G., 2002. *Textbook of Veterinary Anatomy*, 3rd ed. Saunders, Philadelphia (USA).

Fatet, A., Leboeuf, B., Freret, S., Druart, X., Bodin, L., Caillat, H., David, I., Palhière, I., Boué, P., Lagriffoul, G., 2008. L'insémination dans les filières ovines et caprines. *Renc. Rech. Ruminants* 15, 355–358.

Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez De La Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2000b. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod* 62, 1409–1414.

Freitas, V.J.F., Baril, G., Saumande, J., 1997. Estrus synchronization in dairy goats: use of fluorogestone acetate vaginal sponges or norgestomet ear implants. *Animal Reproduction Science* 46, 237–244.

Freitas, V.J., Lopes-Junior, E., Rondina, D., Salmito-Vanderley, C.S., Salles, H., Simplicio, A., Baril, G., Saumande, J., 2004. Puberty in Anglo-Nubian and Saanen female kids raised in the semi-arid of North-eastern Brazil. *Small Ruminant Research* 53, 167–172.

Gateff, S., Leboeuf, B., De Semery, C., Fouilland, C., Freleteau, M., Guillon, M.P., Jacquemet, C., Jenot, F., Raynaud, C., 2003. Maîtriser la reproduction des chevrettes à contre-saison, quels résultats avec le traitement lumineux et l'effet bouc ? *Renc. Rech. Ruminants* 10, 123–126.

Gelez, H., Fabre-Nys, C., 2004. The “male effect” in sheep and goats: a

review of the respective roles of the two olfactory systems. *Horm Behav* 46, 257–271.

Ginther, O.J., Kot, K., 1994. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. *Theriogenology* 42, 987–1001.

Gordon I., 1997. Controlled reproduction in sheep and goats. CAB International publ., UK.

Guessas B. 2007. Les potentialités métaboliques des bactéries lactiques isolées du lait cru de chèvre dans le bio-contrôle de *Staphylococcus aureus*. Thèse de Doctorat d'Etat. Université d'Oran. **148 pp**

Hafez, E.S.E., 1993. Reproduction in farm animals, 6th ed. Lea and Febiger, Philadelphia (USA). 573 p.

Hyttel, P., Sinowrtz, F., Vejlsted, M., 2010. Essentials of domestic animal embryology, 1st ed. Saunders Elsevier, China, 455 p.

Leboeuf, B., Delgadillo, J.A., Manfredi, E., Piacère, A., Clément, V., Martin, P., Pellicer, M., Boué, P., de Cremoux, R., 2008. Management of goat reproduction and insemination for genetic improvement in France. *Reprod. Domest. Anim* 43 Suppl 2, 379–385.

Lincoln, G.A., Ebling, F.J.P., 1985. Effect of constant-release implants of melatonin on seasonal cycles in reproduction, prolactin secretion and moulting in rams. *J Reprod Fertil* 73, 241–253.

López-Sebastian, A., González-Bulnes, A., Carrizosa, J.A., Urrutia, B., Díaz-Delfa, C., Santiago-Moreno, J., Gómez-Brunet, A., 2007a. New estrus synchronization and artificial insemination protocol for goats based on male exposure, progesterone and cloprostenol during the non-breeding season. *Theriogenology* 68, 1081–1087.

López-Sebastian, A., González-Bulnes, A., Carrizosa, J.A., Urrutia, B., Díaz-Delfa, C., Santiago-Moreno, J., Gómez-Brunet, A., 2007b. New estrus synchronization and artificial insemination protocol for goats based on male exposure, progesterone and cloprostenol during the non-breeding season.

Theriogenology 68, 1081–1087.

Lyngset, O., 1968. Studies on reproduction in the goat. I. The normal genital organs of the non-pregnant goat. *Acta Vet. Scand* 9, 208–222.

Malpaux, B., Maurice-Mandon, Daveau, A., Chemineau, P., 1995. Utilisation de la lumière et de la mélatonine pour la maîtrise de la reproduction des ovins et des caprins. *Renc. Rech. Ruminants* 2, 379–386.

Papachristoforou, C., Koumas, A., Photiou, C., 2007. Initiation of the breeding season in ewe lambs and goat kids with melatonin implants. *Small Ruminant Research* 73, 122–126.

Maurel, M.-C., Roy, F., Hervé, V., Bertin, J., Vaiman, D., Crihiu, E., Manfredi, E., Bouvier, F., Lantier, I., Boue, P., Guillou, F., 2003. Immune response to equine Chorionic Gonadotropin used for the induction of ovulation in goats and ewes. *Gynecol Obstet Fertil* 31, 766–769.

Medan, M.S., Watanabe, G., Sasaki, K., Sharawy, S., Groome, N.P., Taya, K., 2003. Ovarian Dynamics and Their Associations with Peripheral Concentrations of Gonadotropins, Ovarian Steroids, and Inhibin During the Estrous Cycle in Goats. *Biology of Reproduction* 69, 57–63.

Medan, M.S., Watanabe, G., Sasaki, K., Groome, N.P., Sharawy, S., Taya, K., 2005. Follicular and hormonal dynamics during the estrous cycle in goats. *J. Reprod. Dev.* 51, 455–463.

Pellicer-Rubio, M.-T., Leboeuf, B., Bernelas, D., Forgerit, Y., Pougard, J.L., Bonné, J.L., Senty, E., Chemineau, P., 2007. Highly synchronous and fertile reproductive activity induced by the male effect during deep anoestrus in lactating goats subjected to treatment with artificially long days followed by a natural photoperiod. *Animal Reproduction Science* 98, 241–258.

Pellicer-Rubio, M.T., Ferchaud, S., Freret, S., Tournadre, H., Fatet, A., Boulot, S., Pavie, J., Leboeuf, B., Bocquier, F., 2009. Available methods for the control of reproduction in domestic mammals and their interest for organic animal

production. / Les méthodes de maîtrise de la reproduction disponibles chez les mammifères d'élevage et leur intérêt en agriculture biologique. INRA Productions Animales, Numero Special: Elevage bio. 22, 255–270.

Petit, S., 2012. Dictionnaire des Médicaments Vétérinaires et des produits de santé animale (DMV).

Monniaux, D., Caraty, A., Clément, F., Dalbies-Tran, R., Dupont, J., Fabre, S., Gérard, N., Mermillod, P., Monget, P., Uzbekova, S., 2009. Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères. Inra Prod Anim 22, 59–76.

Restall, B.J., 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Animal Reproduction Science* 27, 305–318.

Robinson, J.E., Wayne, N.L., Karsch, F.J., 1985. Refractoriness to inhibitory day lengths initiates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biology of Reproduction* 32, 1024–1030.

Roy, F., Maurel, M.C., Combarous, Y., Briois, J., Pobel, T., Deletang, 1995. Etude de la réponse immunitaire observée chez les ovins et les caprins traités avec PMSG dans le cadre de l'insémination artificielle. *Renc. Rech. Ruminants* 2, 395–398.

Rouyet, M., Badinand, F., 2002. Résultats d'une enquête sur l'utilisation du photopériodisme en élevage caprin laitier. *Rencontres Recherches Ruminants* 9, 151.

Rubianes, E., Menchaca, A., 2003. The pattern and manipulation of ovarian follicular growth in goats. *Animal Reproduction Science* 78, 271–287.

Thibault, C., Levasseur, M.-C., 2001. La reproduction chez les mammifères et l'homme, Nouv. éd. entièrement refondue. ed. INRA ;Ellipses, Paris.

Véliz, F.G., Moreno, S., Duarte, G., Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous

females. *Anim Reprod Sci* 72, 197–207.

Walkden-Brown, S.W., Bocquier, F., 2010. Nutritional regulation of reproduction in goats. Presented at the International Conference on goats, France, pp. 389–395.

Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati, 1993b. The male effect in the Australian cashmere goat. 3. Enhancement with buck nutrition and use of oestrous females. *Animal Reproduction Science* 32, 69–84.

Zarazaga, L.A., Gatica, M.C., Celi, I., Guzmán, J.L., Malpaux, B., 2011. Artificial long days in addition to exogenous melatonin and daily contact with bucks stimulate the ovarian and oestrous activity in Mediterranean goat females. *Animal* 5, 1414– 1419.

## ***Résumé***

Dans le but de la préparation d'un projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire, une étude d'ordre bibliographique a été faite sur la maîtrise de l'activité sexuelle de la chèvre.

Elle a porté en premier lieu sur l'acquisition des principales caractéristiques anatomiques et physiologiques de l'appareil génital de la chèvre ce qui nous permettra en deuxième lieu de connaître le principe et le mécanisme des différentes méthodes de synchronisation des chaleurs appliquées chez l'espèce caprine.

A travers une étude bibliographique large, nous avons relevé plusieurs spécificités caprines.

- L'activité sexuelle de la chèvre est de type saisonnier ce qui montre que la fonction de reproduction est étalée seulement sur une seule période de l'année,
- Une diversité des techniques de synchronisation des chaleurs sont disponibles chez l'espèce caprine : Traitement hormonal, traitement photopériodique et l'effet mâle. Néanmoins chaque technique à ses avantages et ses inconvénients,
- Il est recommandé également de prendre des précautions dans la conservation et l'utilisation des matériaux adaptées à chaque technique.

Cette étude d'ordre bibliographique sera enrichie à l'avenir par la réalisation de travaux pratiques afin de tester en premier lieu ces techniques de reproduction et d'améliorer en deuxième lieu les performances reproductives de la chèvre de race locale.