



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida



Université Saad
Dahleb-Blida 1-

Projet de fin d'études en vue de l'obtention du

Diplôme de Docteur Vétérinaire

Méthodes hormonales de contrôle de la reproduction chez les brebis

Présenté par :

Nedjraoui Ahcene et Belhadj Mohamed Ramzi

Devant le jury :

Président :	LAFRI M.	Professeur	I.S.V., USDBlida
Examinatrice :	BOUKERT R.	M.C.B.	I.S.V., USDBlida
Promoteur :	FERROUK M.	M.C.A.	I.S.V., USDBlida
Co-Promotrice :	BOUKENAOUI-FERROUK N.	M.C.A.	I I.S.V., USDBlida

Année : 2020-2021

Remerciements

Tout d'abord nous remercions Dieu le tout puissant qu'il nous a donné la santé, la volonté, et le courage d'effectuer ce travail

Nos remerciements s'adressent particulièrement à **Monsieur FERROUK M.**, Maitre de Conférences, pour avoir accepté de diriger notre travail, pour son suivi attentif qu'il trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Nos remerciements s'adressent aussi à **Madame BOUKNAOUI- FERROUK N.**, Maitre de Conférences, pour avoir co-diriger notre travail, qui malgré ces lourdes tâches n'a cessé de nous m'encourager et de nous guider par ces conseils, son aide, et surtout pour sa gentillesse

A Monsieur LAFRI M., Professeur, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.
Hommage respectueux.

A Madame BOUKERT R., Maitre de Conférences, qui nous a fait l'honneur de participer au jury et d'examiner notre travail.
Sincères remerciements

Résumé

L'objectif de notre travail est réaliser une synthèse bibliographique sur les principales méthodes hormonales disponibles pour contrôler la reproduction des brebis, à savoir les traitements de synchronisation des chaleurs à base de progestérone ou de progestagènes, de prostaglandines et ou d'association d'hormones. Les hormones naturelles ou de synthèse utilisées sont impliquées dans le contrôle hormonal du cycle sexuel. Les traitements utilisant la progestérone ou ses analogues de synthèse, présentés sous différentes forme (CIDR, éponge vaginal) sont basées sur leurs effets mimétiques de l'action de la progestérone naturellement synthétisée par le corps jaune au cours de la phase lutéale du cycle sexuel. Le traitement utilisant les prostaglandines permet une régression du corps jaune en induisant une phase folliculaire et l'ovulation. L'eCG (équine chorionic gonadotropin) largement utilisé en fin de traitement permet d'améliorer la croissance folliculaire, la fertilité et la prolificité. Par ailleurs, la découverte des propriétés de la mélatonine sur le contrôle de l'activité saisonnière de reproduction a permis de mettre au point une nouvelle méthode de contrôle de la reproduction chez les races saisonnières.

L'efficacité de ces traitements hormonaux de contrôle de la reproduction dépend notamment de la race, l'âge, l'état nutritionnel des animaux et de la saison en particulier.

Mots clés : Hormones, traitements, synchronisation, cycle sexuel, brebis.

ملخص

الهدف من عملنا هو وصف الطرق الهرمونية الرئيسية المتاحة للتحكم في التكاثر في النعاج ، أي علاجات التزامن الحراري القائمة على البروجسترون أو البروجستاجينات والبروستاجلاندين و / أو توليفات الهرمونات. تشارك الهرمونات الطبيعية أو الاصطناعية المستخدمة في التحكم الهرموني في الدورة الجنسية. العلاجات باستخدام البروجسترون أو نظائره الاصطناعية ، المقدمة في أشكال مختلفة (مسيطر عليها ، الإسفنج المهبلي) تعتمد على آثارها المحاكية لعمل البروجسترون الذي يتم تصنيعه بشكل طبيعي بواسطة الجسم الأصفر خلال المرحلة الأصفرية من الدورة الجنسية. يسمح العلاج باستخدام البروستاجلاندين بتراجع الجسم الأصفر عن طريق إحداث مرحلة جرابية والتبويض. يُحسّن جهاز ECG المستخدم على نطاق واسع (موجهة الغدد التناسلية المشيمائية الخيول) في نهاية العلاج من نمو الجريبات والخصوبة والتكاثر. بالإضافة إلى ذلك ، فإن اكتشاف خصائص الميلاتونين في التحكم في النشاط التناسلي الموسمي قد جعل من الممكن تطوير طريقة جديدة للتحكم في التكاثر في السلالات الموسمية.

تعتمد فعالية هذه العلاجات الهرمونية للتحكم في التكاثر بشكل خاص على السلالة والعمر والحالة التغذوية للحيوانات والموسم على وجه الخصوص.

الكلمات المفتاحية: الهرمونات ، العلاجات ، التزامن ، الدورة الجنسية ، الأغنام

Abstract

The aim of our study was to describe the main hormonal methods available to control reproduction in ewes, namely estrus synchronization treatments using progesterone or progestagens, prostaglandins and or hormones combinations. The natural or synthetic hormones used were involved in the hormonal control of the sexual cycle. Treatments using progesterone or its synthetic analogues, presented in different forms (CIDR, vaginal sponge) were based on their mimetic effects of the progesterone action, naturally synthesized by the corpus luteum during the luteal phase of the sexual cycle. Treatment using prostaglandins allows a regression of the corpus luteum, an induction of a follicular phase and ovulation. The widely used eCG (equine chorionic gonadotropin) at the end of treatment improves follicular growth, fertility and prolificacy. In addition, the discovery of the properties of melatonin on the control of seasonal reproductive activity has made it possible to develop a new method of controlling reproduction in seasonal breeds.

The effectiveness of these reproductive control hormonal treatments depends in particular of the breed, age, nutritional status of the animals and the season in particular.

Keywords : Hormones, treatments, synchronization, sexual cycle, ewes.

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Résumés	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1
Chapitre I : Anatomie de l'appareil génital	
I. Anatomie de l'appareil génital de la brebis	2
I.1. Ovaires	2
I.2. Oviducte	3
I.3. Utérus.....	3
I.4. Vagin	5
I.5. Vulve	5
Chapitre II : Physiologie de la reproduction chez la brebis	
I. Physiologie de la reproduction	6
I.1. Saisonnalité de la reproduction	6
I.2. Contrôle du cycle annuel de reproduction	7
II. Folliculogénèse.....	8
II.1. Phase de multiplication.....	8
II.2. Phase de croissance	9
II.3. Phase de maturation.....	10
III. Cycle sexuel.....	10
III.1. Phases du cycle sexuel	10
III.1.1. Phase folliculaire	10
III.1.2. Phase lutéale.....	11
III.2. Régulation hormonale du cycle sexuel	12
III.2.1. Gonadolibérine	12

III.2.2. Hormones hypothalamo-hypophysaire	13
III.2.3. Hormones ovariennes.....	13
III.2.4. Prostaglandines.....	14
Chapitre III : Méthodes hormonales de contrôle de la reproduction	
I. Méthodes hormonales de synchronisation des chaleurs.....	15
I.1. Principe	15
I.2. Intérêts.....	15
II. Traitements à base de progestérone et progestagènes.....	16
II.1. Produits utilisés.....	16
II.2. Mode d'action	16
II.3. Modes d'administration.....	16
II.3.1. Traitements à base de progestérone.....	16
II.3.1.1. Voie intra-vaginale : Controlled Internal Drug Release	16
II.3.1.1.1. Protocole de traitement	17
II.3.1.1.2. Réalisation pratique	18
II.3.1.1.3. Efficacité du traitement	19
II.3.1.2. Voie intramusculaire	19
II.3.2. Traitements à base de progestagène	19
II.3.2.1. Voie intra- vaginale : Acétate de fluorogestone.....	19
II.3.2.1.1. Protocole de traitement	19
II.3.2.1.2. Réalisation pratique.....	21
II.3.2.1.3. Efficacité du traitement	22
II.3.2.2. Voie orale : Acétate de mélangestrol	22
II.3.2.3. Voie sous cutané : Norgestomet.....	23
III. Traitements à base de prostaglandines.....	23
III.1. Produit utilisé.....	23
III.2. Mode d'action.....	23
III.3. Protocole de traitement	24
III.3.1. Injection unique	24

III.3.2. Injections répétées	24
III.4. Efficacité du traitement	25
IV. Traitement combiné progestagènes et prostaglandine	25
V. Traitement GnRH - PG - GnRH	26
VI. Traitement à base de mélatonine	26
VI.1. Produit utilisé.....	27
VI.2. Mode d'action.....	27
VI.3. Protocole du traitement.....	27
Conclusion.....	30
Références bibliographiques	31

Liste des figures

Figure 1 : Représentation schématique de l'appareil génital in situ de la brebis	2
Figure 2 : Représentation schématique d'une coupe transversale d'un ovaire présentant différents stades de développement des follicules	3
Figure 3 : Appareil génital de la brebis	4
Figure 4 : Saisonnalité de la reproduction chez la brebis	6
Figure 5 : Action directe de la photopériode sur le cycle hormonal sexuel des brebis	7
Figure 6 : Représentation schématique des changements dans la sécrétion de la mélatonine selon la saison et la durée du jour	8
Figure 7 : Illustrations schématiques de trois (a) et quatre (b) vagues de croissance des follicules ovariens antraux durant le cycle œstral chez la brebis	Erreur ! Signet non défini.
Figure 8 : Variations hormonales au cours du cycle sexuel chez la brebis	10
Figure 9 : Evolution du corps jaune chez la brebis	12
Figure 10 : Régulation hormonale du cycle sexuel	13
Figure 11 : Dispositif intravaginal de CIDR	17
Figure 12 : Protocole et principe d'action du CIDR	18
Figure 13 : Photos de mise en place (a) et du retrait (b) de l'applicateur du CIDR	18
Figure 14 : Protocole et principe d'action de l'éponge FGA	20
Figure 15 : Photos de mise place (a) et de retrait (b) de l'éponge de FGA	21
Figure 16 : Protocole et principe d'action du MGA	22
Figure 17 : Réponse ovarienne à l'administration d'une seule PG à différents stade du cycle œstral	24
Figure 18 : Protocole de synchronisation des chaleurs par les PG	25
Figure 19 : Protocole Ovsynch de synchronisation des chaleurs	26
Figure 20 : Application d'implant sous- cutané à l'aide d'un pistolet	27
Figure 21 : Protocole de traitement à base de mélatonine associé à l'effet bélier	28

Liste des tableaux

Tableau 1 : Méthodes d'utilisation des éponges de FGA pour la synchronisation des chaleurs 21

Tableau 2 : Résumé des caractéristiques des principaux traitements pharmacologiques disponibles pour contrôler la reproduction chez les petits ruminants 29

Liste des abbreviations

eCG: Equine chorionic gonadotropin

FSH : Follicle stimulating hormone

GnRH : Gonadotropin-releasing hormone

LH : Luteinizing hormone

P4: Progesterone

PG : Prostaglandine

Introduction

En Algérie, l'élevage ovin représente une ressource animale importante et occupe une place importante dans l'économie nationale. De part son effectif, estimé à 28 millions de tête (FAO, 2021), il constitue le premier fournisseur de viande rouge (Bencherif, 2011). Son mode d'élevage est de type semi-extensif avec une productivité limitée qui peut être améliorée par l'utilisation de traitements hormonaux en matière de reproduction en particulier.

Du fait que les ovins présentent des cycles saisonniers de reproduction, plusieurs méthodes de contrôle de la reproduction des petits ruminants ont été développées au cours de ces dernières décennies (Abeica et al, 2011). Certaines d'entre elles impliquent soit une manipulation environnementale (contrôle de la photopériode) ou l'utilisation de l'effet bélier en fin de période d'anoestrus saisonnier. Les autres méthodes sont basées sur l'utilisation des hormones impliquées dans la régulation du cycle sexuel pour synchroniser les chaleurs (progestérone, progestagènes, prostaglandines) ou sur l'utilisation de la mélatonine pour modifier le schéma annuel de reproduction.

L'utilisation de ces méthodes hormonales de contrôle de la reproduction permet de synchroniser les chaleurs et les ovulations, de grouper les agnelages sur une courte période favorable de l'année, de mieux organiser le travail, d'améliorer la productivité et la prolificité, des animaux et enfin d'améliorer le niveau génétique des animaux par une large utilisation de l'insémination artificielle (Dudouet, 2012).

L'objectif de notre travail est de réaliser une synthèse bibliographique sur les principales méthodes hormonales disponibles pour contrôler la reproduction des brebis, à savoir les traitements de synchronisation des chaleurs à base de progestérone ou de progestagènes, de prostaglandines, d'association d'hormones, et le traitement de contrôle de la reproduction par utilisation d'implant de mélatonine associé ou non à l'effet bélier pour améliorer la productivité des brebis.

Chapitre I :

Anatomie de l'appareil génital

I. Anatomie de l'appareil génital de la brebis

La connaissance anatomique de l'appareil génital est indispensable pour certaines interventions notamment pour la pose d'éponge vaginale et l'insémination. Chez la brebis, l'appareil génital comprend des ovaires, des oviductes, l'utérus, le cervix, le vagin et la vulve (Figure 1) (Dudouet, 2012).

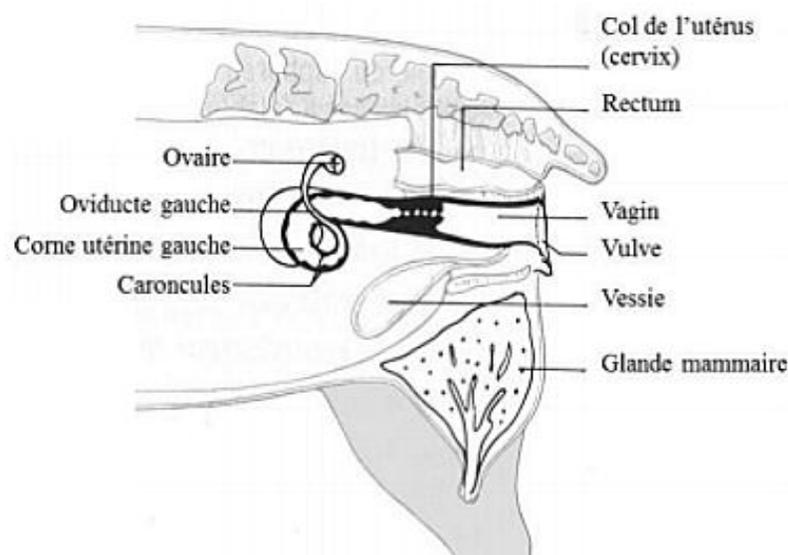


Figure 1 : Représentation schématique de l'appareil génital in situ de la brebis (Bonnes et al, 1988)

I.1. Ovaires

Les ovaires, au nombre de deux (droit et gauche), sont suspendus dans la cavité abdominale par le ligament large. Le poids de chaque ovaire compris entre 3 et 5 g, varie en fonction de la saison de reproduction et de la phase du cycle œstral (Baril, 1993 ; Leborgne et al, 2013).

La structure interne de chaque ovaire, en coupe longitudinale, est composée de deux zones (Figure 2) :

- d'une zone médullaire, en position centrale, composée de tissu conjonctif, de nerfs et de vaisseaux sanguins et lymphatiques.
- d'une zone corticale, constituée par le stroma ovarien composé de tissu conjonctif et de différents types de follicules ovariens en développement (Baril, 1993 ; Leborgne et al, 2013).

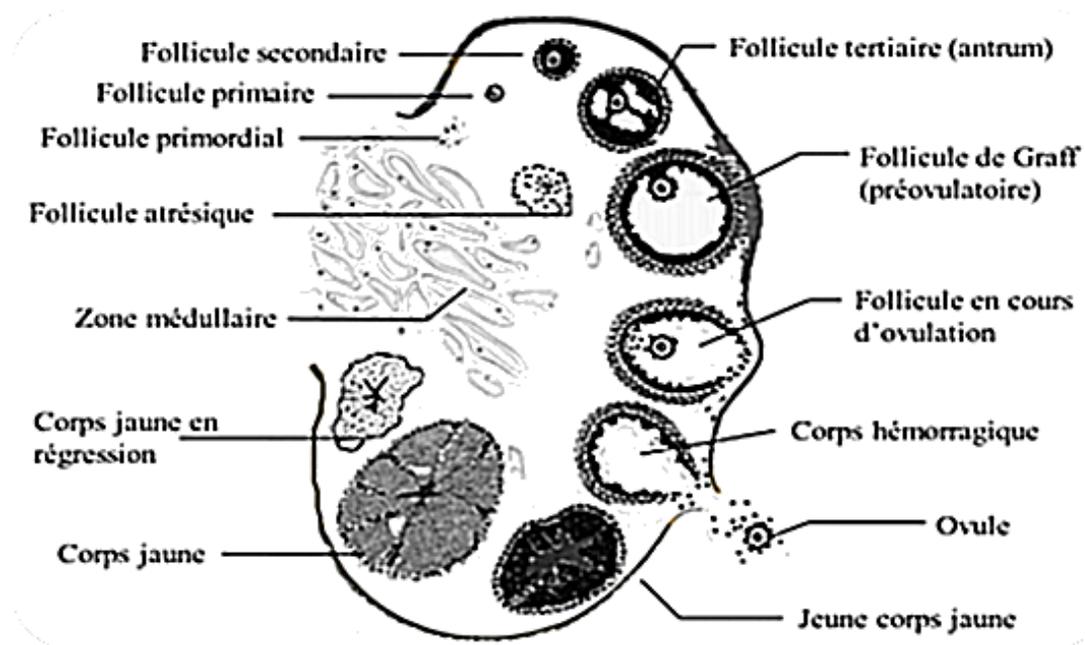


Figure 2 : Représentation schématique d'une coupe transversale d'un ovaire présentant différents stades de développement des follicules (Bonnes et al, 1988)

1.2. Oviducte

C'est un organe tubulaire, circonvolutionné de 15 à 19 cm de long, qui recueille l'ovule et le conduit vers la corne utérine correspondante. Il comprend trois parties (Leborgne et al., 2013) :

- Pavillon : est le lieu de capture de l'ovule libéré par l'ovaire lors de l'ovulation.
- Ampoule : est la partie la plus longue et la plus large de l'oviducte et correspond au lieu de la fécondation.
- Isthme : est la partie la plus courte et la plus étroite de l'oviducte qui est directement relié à la corne utérine correspondante par la jonction utéro-tubaire (Leborgne et al., 2013).

1.3. Utérus

L'utérus constitue l'organe de la gestation et par conséquent, il assure le développement du fœtus. Il comprend (Figure 3) :

- Deux cornes utérines d'une longueur d'environ 10 à 15 cm et d'une largeur de 10 mm.
- D'un corps utérin, issu de la fusion des cornes utérines sur une longueur de 1 à 2 cm.
- D'un col utérin ou cervix, constitue le lien entre le vagin et l'utérus. Il est formé d'environ 5 à 7 anneaux cervicaux fortement imbriqués les uns dans les autres et a une longueur de 4 et 10 cm.

Du côté du vagin, le cervix se termine par un repli de tissu fibreux appelé os cervical. Le cervix joue un rôle de barrière contre les infections en isolant l'utérus du vagin et de l'environnement extérieur.

La paroi des cornes est formée de trois tissus :

- Une muqueuse ou endomètre qui joue un rôle primordial dans la survie et le développement du fœtus pendant la gestation.
- Une musculuse ou myomètre, formée de fibres musculaires lisses dont leurs contractions sont impliquées dans le transport des spermatozoïdes vers l'oviducte et dans l'expulsion du ou des fœtus au moment de l'agnelage (Derivaux, 1988 ; Leborgne et al., 2013).
- Une séreuse ou adventice assure la jonction de l'utérus avec le ligament large.

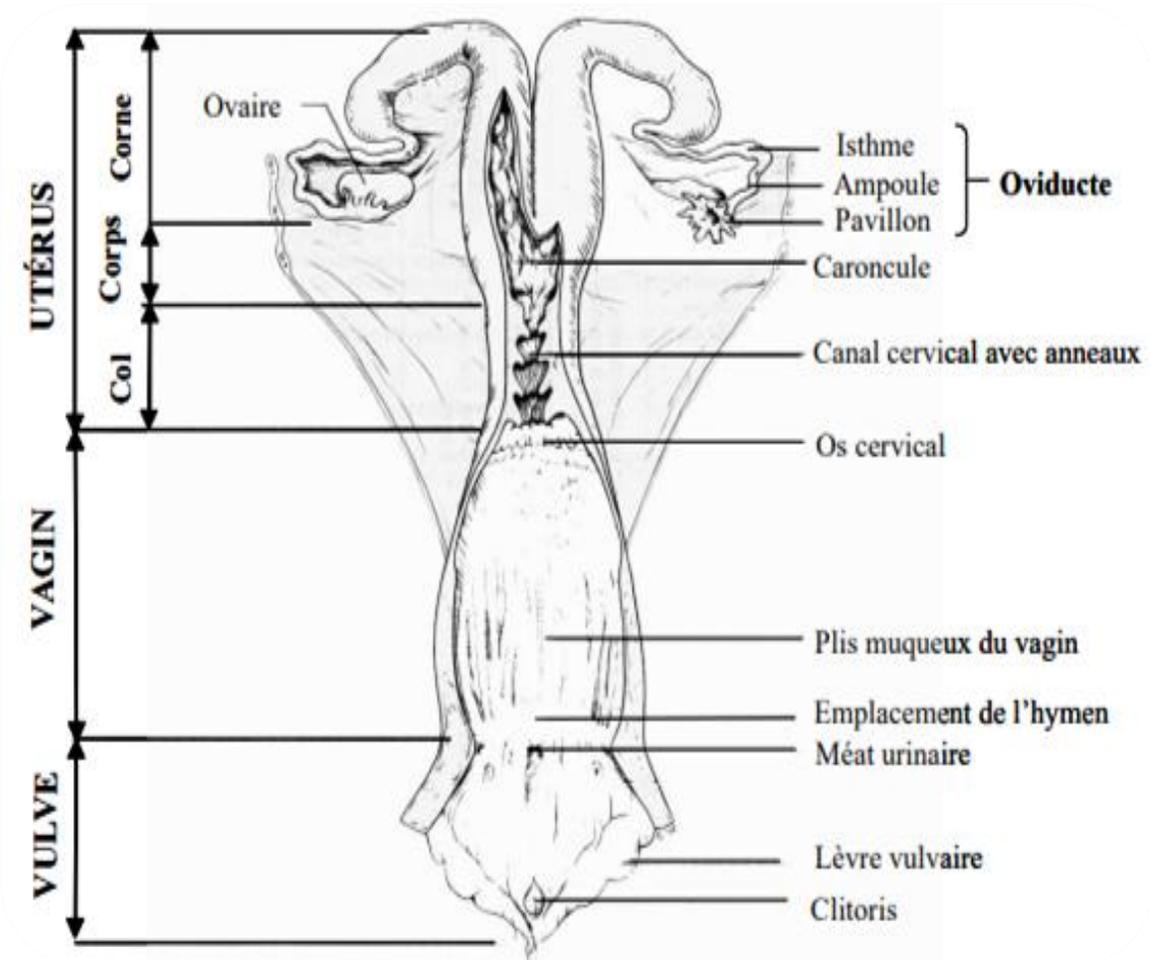


Figure 3 : Appareil génital de la brebis (Bonnes et al., 1988)

I.4. Vagin

Le vagin, d'une longueur de 10 à 14 cm, est très irrigué. Son apparence intérieure change en fonction du stade du cycle œstral. Chez une brebis en œstrus, le vagin renferme un liquide plus ou moins visqueux sécrété par le col utérin et sa muqueuse devient congestionnée suite à une augmentation de son irrigation sanguine. Chez l'agnelle, une mince membrane obstrue partiellement le vagin correspondant à l'hymen. Elle est perforée lors du premier accouplement (Leborgne et al., 2013).

I.5. Vulve

C'est la partie commune de l'appareil urinaire et génitale. Elle est formée par le vestibule vaginal et l'orifice vulvaire délimité par les lèvres ; la longueur de vestibule est d'environ le quart de celle du vagin. Le clitoris de la brebis est court. On note aussi l'existence de glandes de Bartholin dont la sécrétion lubrifiante facilite l'accouplement (Dudouet, 2012 ; Leborgne et al., 2013).

Chapitre II :
Physiologie de la reproduction
chez la brebis

I. Physiologie de la reproduction

L'activité sexuelle se manifeste par le fait que les brebis viennent régulièrement en chaleurs tous les 17 jours en moyenne. Le cycle sexuel représente l'intervalle entre deux chaleurs consécutives (Dudouet, 2012). A la puberté, la femelle commence à présenter des cycles sexuels qui représentent l'ensemble des modifications structurales et fonctionnelles de l'appareil génital à intervalle régulier, interrompu seulement pendant la gestation ou la période qui suit la mise bas (post-partum) et pendant l'anoestrus saisonnier (Mbayahaga, 2001 ; Vaillancourt et al., 2003)

I.1. Saisonnalité de la reproduction

Chez les ovins, la reproduction a un caractère saisonnier caractérisé par l'alternance d'une période de repos sexuel (printemps et en été) et d'une période d'activité sexuelle (automne et hiver) (Figure 4) (Rosa et Byant, 2003).

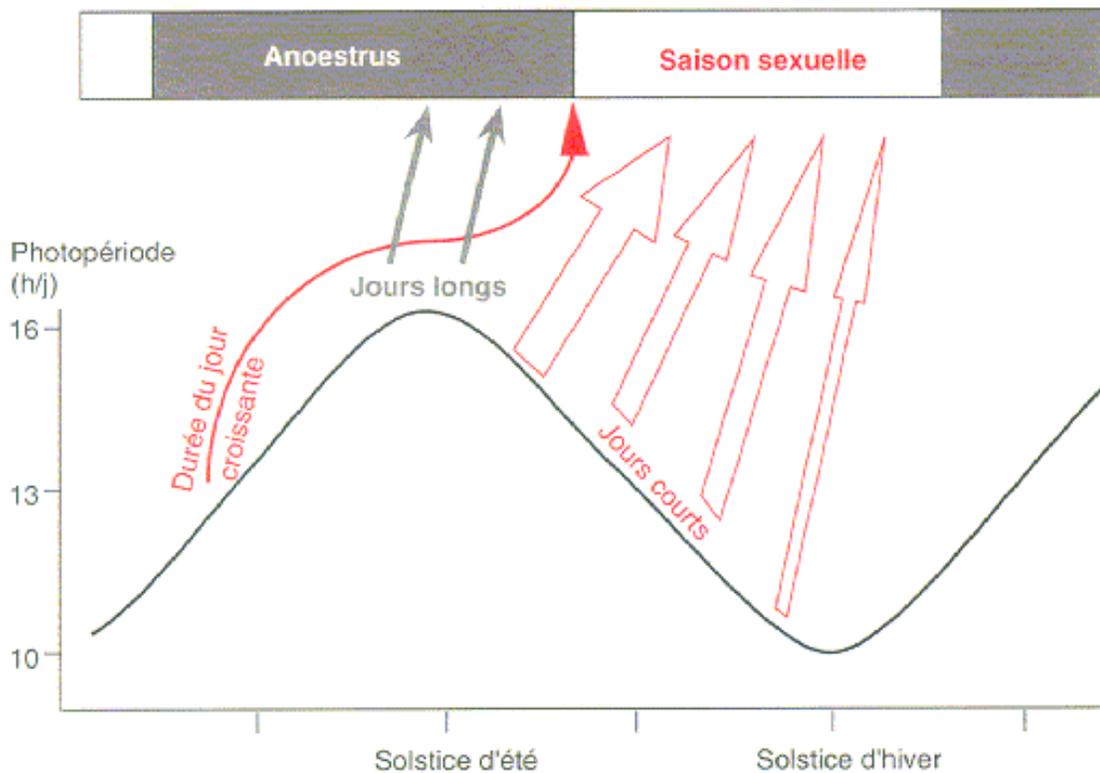


Figure 4 : Saisonnalité de la reproduction chez la brebis (Malpaux et al., 1996)

La période de repos sexuel est caractérisée, chez la brebis, par l'établissement d'un état d'anoestrus, le plus souvent associé à l'absence d'ovulation. En revanche, la saison sexuelle est caractérisée par la succession de cycles œstraux à intervalle régulier de 17 jours (Rosa et Byant,

2003). Ce rythme saisonnier de reproduction est dépendant de la durée du jour ou photopériode (Malpaux et al., 1996 et 1999 ; Rosa et Byant, 2003). Dans l'hémisphère nord, le déclenchement de l'activité sexuelle se fait quand les jours se raccourcissent vers la fin de l'été (Lassoued, 2011). Dans les régions tempérées, les latitudes augmentent et les saisons de reproduction sont limitées à l'automne et l'hiver. Autour de l'équateur, dans les régions tropicales et subtropicales, les ovins se reproduisent toute l'année et la saison est moins marquée. Dans ces régions, les facteurs extérieurs (climat, alimentation, stimuli sociaux) sont modulateurs de la reproduction (Lassoued, 2011).

I.2. Contrôle du cycle annuel de reproduction

L'information photopériodique est perçue par la rétine et transmise par la voie nerveuse à la glande pinéale où la lumière est traduite en un cycle quotidien de sécrétion de mélatonine (Figure 5). Cette dernière est caractérisé par des sécrétion élevées la nuit et faibles pendant la journée (Figure 6) (Malpaux et al., 1999). La durée de la sécrétion nocturne de la mélatonine reflétant la durée de la nuit, régule la sécrétion pulsatile de l'hormone de libération des gonadotrophines (GnRH) par l'hypothalamus. La mélatonine est donc une substance clé qui module la reprise ou l'arrêt de l'activité sexuelle de la reproduction. L'administration de longue durée de la mélatonine induit l'activité sexuelle chez les brebis pinéalectomisées. Au contraire, une administration de courte durée de mélatonine à des brebis pinéalectomisées entraîne la perception de jours longs et inhibe l'activité sexuelle (Chemineau, 1992).

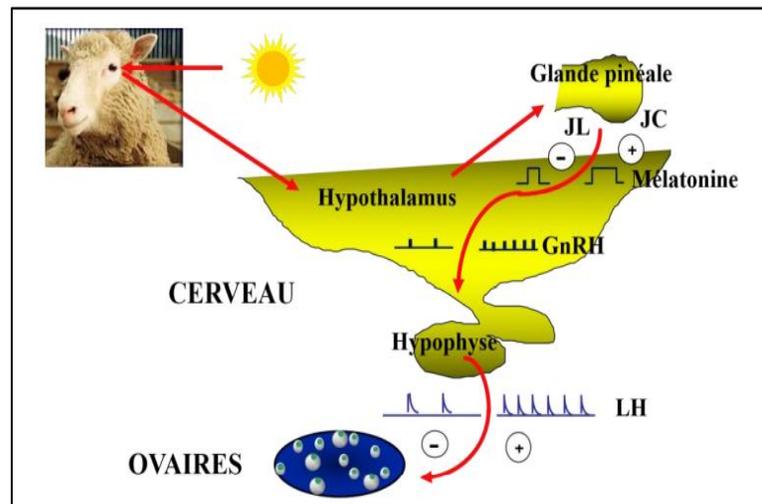


Figure 5 : Action directe de la photopériode sur le cycle hormonal sexuel des brebis (Castonguay, 2018)

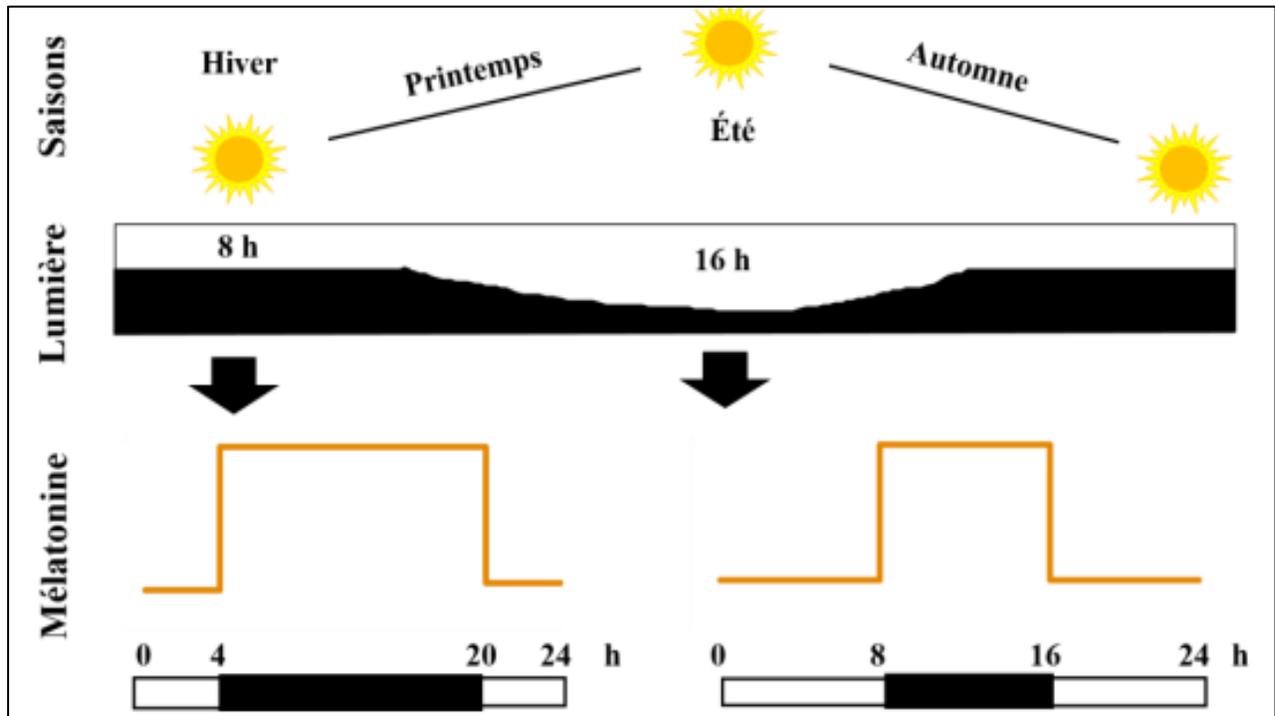


Figure 6 : Représentation schématique des changements dans la sécrétion de la mélatonine selon la saison et la durée du jour (Chemineau et al., 1992)

II. Folliculogénèse

La folliculogénèse correspond à l'ensemble des processus par lesquels un follicule primordial évolue vers un follicule mûr prêt à ovuler. Le développement des follicules se fait en trois phases : Phase de multiplication, phase de croissance et phase de maturation (Leborgne et al., 2013).

II.1. Phase de multiplication

A 35 jours d'âge fœtal chez la brebis, les cellules germinales se différencient en ovogonies, ces dernières se multiplient et forment un stock limité de follicules primordiaux (environ 50000 follicules) constitués d'ovocytes bloqués en prophase I de la méiose jusqu'à la puberté (Baril et al., 1993).

II.2. Phase de croissance

Après constitution d'une réserve ovarienne de follicules primordiaux, cette dernière subit deux de mécanismes, l'un conduisant à l'apoptose ovocytaire durant la vie fœtale et l'autre conduisant au développement folliculaire. Chez la brebis, très peu de follicules atteindront finalement l'ovulation, d'environ 50 à 200 follicules au maximum (Fair, 2003).

Au cours d'un cycle inter-ovulatoire, la croissance folliculaire se fait sous forme de vagues folliculaires. Il y a généralement 3 ou 4 vagues d'émergence de follicules par cycle inter-ovulatoire (Figure 7). Chaque vague folliculaire comprend un recrutement, une phase sélection et de dominance. Au cours de la dernière vague de croissance folliculaire, soit entre le 13^{ème} et 15^{ème} jour du cycle, un nombre important de follicules à antrum de 2 mm de diamètre sont recrutés (McGee et Hsueh, 2000). A la fin de cette phase de recrutement, certains follicules sont sélectionnés et poursuivent leur croissance, les autres follicules s'atrophient, c'est la phase de sélection. Un ou plusieurs follicules sélectionnés poursuivent leur croissance jusqu'à leur maturation finale, c'est la phase de dominance (Seekallu et al., 2010).

Chez la brebis, plusieurs études ont montré l'absence d'identification réelle d'une forte dominance, par rapport à celle observée dans l'espèce bovine, à l'exception de celle exercée par le follicule préovulatoire (Ravindra et al., 1994 ; Bartlewski et al., 2011).

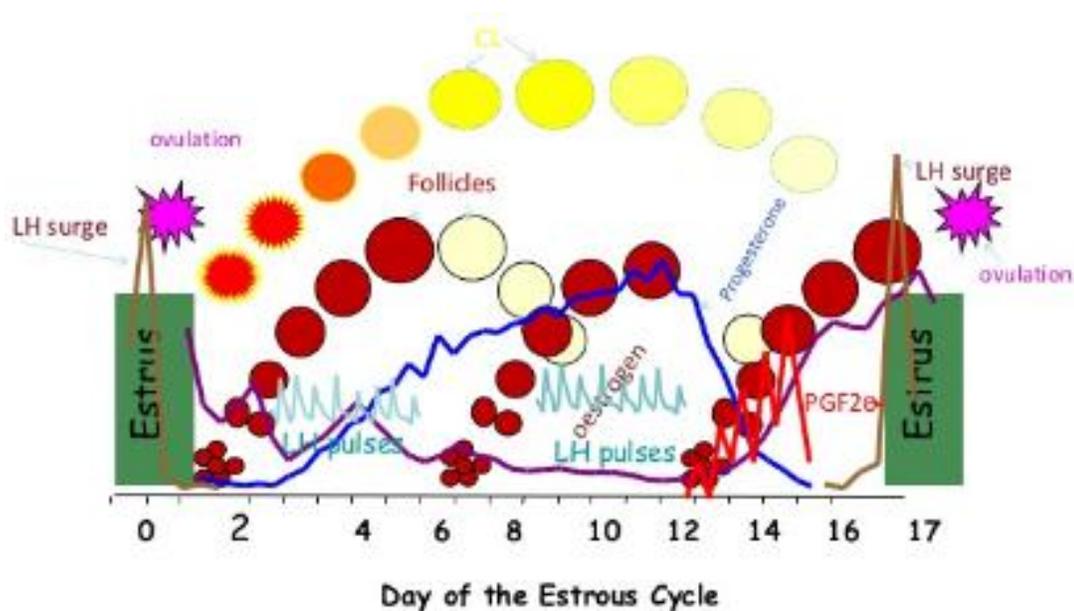


Figure 7 : Illustration schématique de développement de trois vagues de croissance des follicules ovariens antraux durant le cycle œstral chez la brebis (Mekuriaw, 2014)

II.3. Phase de maturation

Durant la phase de maturation, les follicules ovariens augmentent de taille et l'ovocyte subit des modifications cytologiques et métaboliques qui lui permettent d'être reconnu et pénétré par les spermatozoïdes (Paulini et al., 2014). Les follicules deviennent aussi sensibles aux hormones gonadotrophiques, qui est une condition préalable à la croissance et à la maturation folliculaire. Après la puberté, les follicules de De Graaf entrent dans l'étape préovulatoire durant laquelle la méiose continue en métaphase II et le follicule est prêt à ovuler (Campbell et al., 1995).

III. Cycle sexuel

Le cycle sexuel dure en moyenne 17 jours et comprend deux phases, phase folliculaire et phase lutéale (Figure 8) (Rosa et Bryant, 2003).

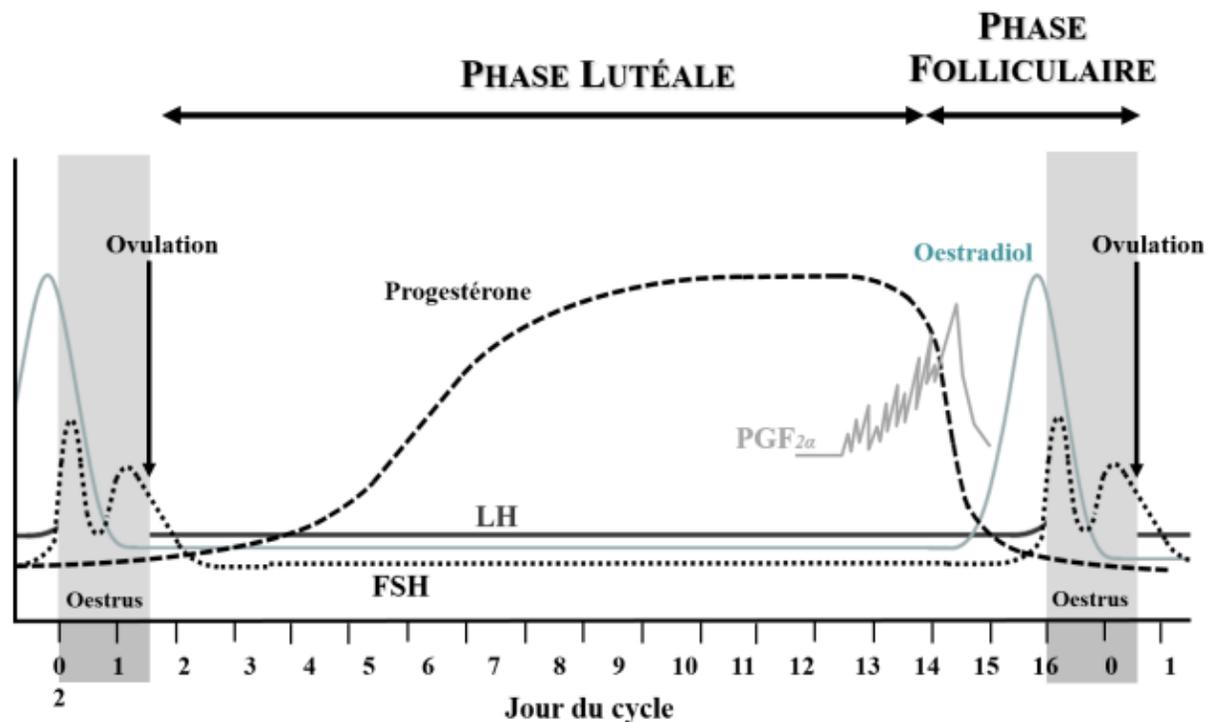


Figure 8 : Variations hormonales au cours du cycle sexuel chez la brebis (Castonguay, 2018)

III.1. Phases du cycle sexuel

III.1.1. Phase folliculaire

La durée moyenne de cette phase est de 3 à 4 jours, elle comprend deux périodes :

- **Pro-œstrus**

Il correspond au développement et à la maturation folliculaire, suivi par une différenciation au niveau de l'ovaire d'un ou de plusieurs follicules mûrs, appelés aussi follicules de DeGrâaf (Brice et al., 1995). Elle dure en moyenne 2 à 3 jours chez la brebis et correspond à la phase de croissance accélérée et finale du follicule.

- **Œstrus**

L'œstrus ou chaleurs est la phase de maturation et de déhiscence du follicule dominant, correspondant à l'ovulation. La durée moyenne est de 30 à 36 heures ; cette durée varie avec le nombre d'ovulation et l'âge (Vaillancourt et Lefebvre, 2003). Chez les antenaises, la durée moyenne des chaleurs est plus courte que celle des adultes (Dudouet, 2012).

L'œstrus est discret et caractérisé par une légère congestion de la vulve et un très faible présence de mucus au niveau de la commissure inférieure de la vulve (Vaillancourt et Lefebvre, 2003).

III.1.2. Phase lutéale

La phase lutéale débute après l'ovulation, par l'action de la LH sur les cellules de la granulosa du ou des follicule(s) ayant ovulé(s), qui se transforment en cellules lutéales formant ainsi le corps jaune. Ce dernier produit de la progestérone. En absence de fécondation, la phase lutéale est interrompue au bout de 13 à 14 jours et un nouveau cycle s'installe (Niswender et al., 2000). Elle comprend 2 phases :

- **Metoestrus**

C'est la phase de formation du corps jaune et le début de son activité sécrétoire. Chez la brebis, sa durée est d'environ 2 jours (Vaillancourt et Lefebvre, 2003 ; Dudouet, 2012).

- **Dioestrus**

Il correspond à la phase de maturation fonctionnelle du corps jaune et se termine par le début de la lutéolyse ; sa durée varie entre 8 et 13 jours chez la brebis ((Vaillancourt et Lefebvre, 2003; Dudouet, 2012).

Au cours de la phase lutéale, le développement du corps jaune se déroule en trois étapes (Figure 9) :

- Etape de lutéogenèse : transformation du follicule en corps jaune

- Etape lutéotrophique : sécrétion de la progestérone par le corps jaune
- Etape de lutéolyse : c'est la lyse du corps jaune en absence de fécondation.

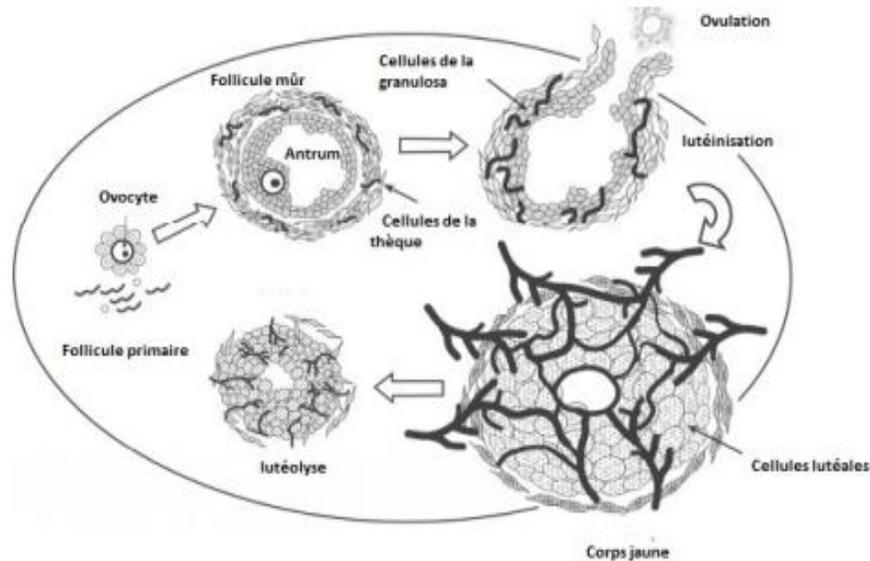


Figure 9 : Evolution du corps jaune chez la brebis (Stouffer et Hennebold, 2006)

III.2. Régulation hormonale du cycle sexuel

La régulation hormonale du cycle sexuel est sous le contrôle des hormones de l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien.

III.2.1. Gonadolibérine

La gonadolibérine ou GnRH (Gonadotropin-Releasing Hormone) synthétisée et libérée par l'hypothalamus induit la libération des deux hormones hypophysaires, FSH (Follicle Stimulating Hormone) et LH (Luteinizing Hormone). La FSH provoque la croissance d'un ou plusieurs follicules ovariens (Figure 10). Ces follicules sécrètent des œstrogènes qui sont à l'origine des modifications anatomiques, physiologiques et comportementales observées au cours de l'œstrus. Quand les œstrogènes atteignent un certain seuil, ils exercent un rétrocontrôle positif sur l'hypothalamus induisant alors la libération hypophysaire de LH. Le pic de LH provoque l'ovulation et la formation du corps jaune. Le corps jaune synthétise et libère au niveau sanguin la progestérone qui exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus pour inhiber la libération de GnRH et empêcher la croissance terminale de nouveaux follicules et l'ovulation. En fin de cycle sexuel et dans le cas de non fécondation, la prostaglandine F2 α (PGF2 α) produite par l'utérus

provoque la régression du (ou des) corps jaune(s) et la diminution brutale du taux de progestérone et un nouveau cycle sexuel s'installe (Arbouche, 2011 ; Bartlewski et al,2011).

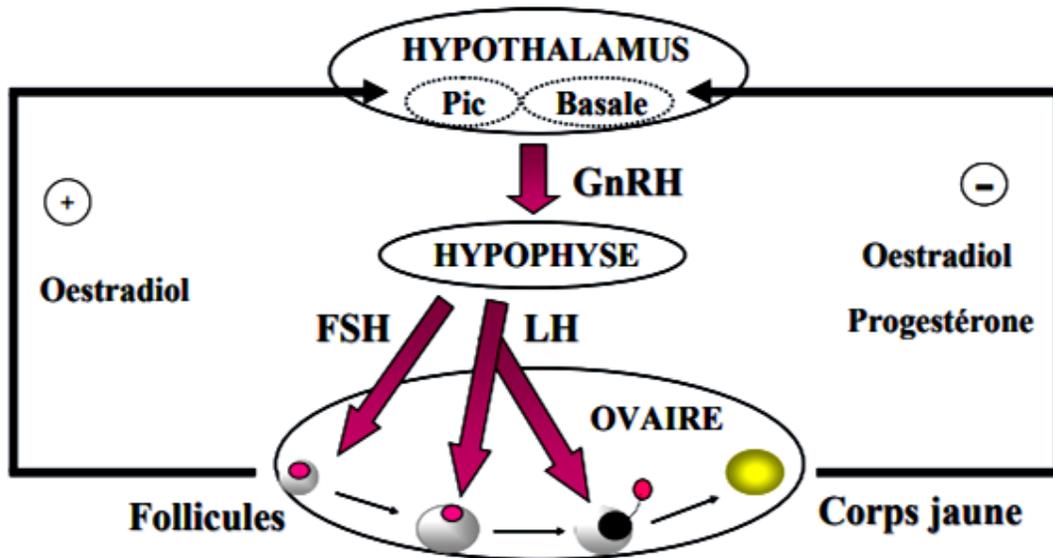


Figure 10 : Régulation hormonale du cycle sexuel (Castonguay, 2018)

III.2.2. Hormones hypothalamo-hypophysaire

Les hormones hypophysaires, LH et la FSH sont deux protidiques sécrétées par les cellules gonadotropes de l'antéhypophyse.

- FSH provoque la croissance et la maturation folliculaire. Elle favorise la multiplication des cellules de la granulosa (Saumande, 1991).
- LH stimule la maturation du follicule de De Graaf et provoque l'ovulation. Mais seule, elle n'est pas efficace. Elle n'est active que si le follicule est développé et possède des récepteurs à LH. Ces derniers augmentent sous l'influence de la FSH. La LH induit la lutéinisation. Elle agit sur les cellules thécales en stimulant la stéroïdogénèse (Saumande, 1991).

III.2.3. Hormones ovariennes

Chez la femelle, les deux principales hormones ovariennes sont les œstrogènes et la progestérone. Ce sont des hormones stéroïdiennes synthétisées à partir d'un précurseur commun, le cholestérol. Elles sont sécrétées non seulement par les ovaires, mais aussi par le placenta et les glandes surrénales (Castonguay, 2018).

- **Œstrogènes**, sécrétées par les follicules ovariens, ont pour rôle majeur de provoquer les chaleurs chez la femelle. De plus, les œstrogènes ont aussi une action sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. En effet, à forte dose, ils exercent un rétrocontrôle positif sur la production de GnRH, LH et FSH, alors qu'ils exercent un rétrocontrôle négatif sur ces mêmes hormones à faible dose (Castonguay, 2018).
- **Progestérone**, sous l'action de la LH, est sécrétée par le corps jaune. Elle exerce sur l'axe hypothalamo-hypophysaire un rétrocontrôle négatif; à forte dose, la progestérone bloque la décharge ovulatoire de LH, entraînant ainsi un blocage de la maturation folliculaire et de l'ovulation (Castonguay, 2018).

III.2.4. Prostaglandines

Les prostaglandines, c'est un groupe d'hormones lipidiques dont la plus importante pour la reproduction est la prostaglandine F2 α (PGF2 α). Cette hormone a plusieurs rôles en reproduction, dont le principal est la régression du corps jaune. Ce rôle lutéolytique est assuré la PGF2 α produite par l'utérus (Niswender et al., 2000).

Chapitre III :

Méthodes hormonales de contrôle de la reproduction

Plusieurs méthodes de contrôle de la reproduction des petits ruminants, utilisées dans le monde, ont été développées au cours des ces dernières décennies. Certaines d'entre elles impliquent soit un contrôle de la photopériode ou l'utilisation de l'effet bélier en fin de période d'anoestrus saisonnier. Les autres méthodes sont basées sur l'utilisation des hormones pour synchroniser les chaleurs (progestérone, progestagènes, prostaglandines) ou pour modifier le schéma annuel de reproduction (mélatonine) (Abecia et al., 2011).

I. Méthodes hormonales de synchronisation des chaleurs

I.1. Principe

Les connaissances acquises sur la régulation hormonale du développement folliculaire au cours du cycle œstral ont permis de mettre au point plusieurs méthodes de synchronisation des chaleurs. Leurs principes d'utilisation sont principalement les suivants :

- Blocage du retour normal de l'œstrus et de l'ovulation par l'utilisation de la progestérone ou des progestagènes.
- Raccourcissement de la phase lutéale par l'utilisation d'agents lutéolytiques

Il existe plusieurs types et combinaisons possibles de traitement de synchronisation des chaleurs. Par conséquent, seulement les principaux traitements seront présentés

I.2. Intérêts

La synchronisation hormonale des chaleurs présente plusieurs avantages et permet (Dudouet, 2012) :

- D'induire et de synchroniser les chaleurs et les ovulations
- Une mise à la reproduction précoce des agnelles
- De grouper les agnelages sur une courte période favorable de l'année pour une meilleure surveillance des naissances
- De mieux organiser le travail par une meilleure gestion technique du troupeau
- D'améliorer la productivité et la prolificité en réalisant trois agnelages en deux ans ;
- D'utiliser l'insémination artificielle, la transplantation embryonnaire pour améliorer le niveau génétique des animaux
- D'améliorer la rentabilité du troupeau.

II. Traitements à base de progestérone et progestagènes

II.1. Produits utilisés

La progestérone (P4) naturelle et les produits de synthèse, regroupés sous l'appellation de progestagènes, sont utilisés pour les traitements de synchronisation des chaleurs des brebis en saison et contre saison de reproduction. Les progestagènes utilisés sont représentés par (Ferney et Sere, 1973 ; Kausar, 2009):

- Acétate de médroxyprogestérone (MAP)
- Acétate de fluorogestone (FGA)
- Acétate de mélengestrol (MGA)
- Acétate Chlormadinone (CAP)

II.2. Mode d'action

L'administration de P4 ou un de ces analogues de synthèse permet de mimer l'action de la progestérone naturelle produite par le corps jaune au cours de la phase lutéale du cycle sexuel après l'ovulation. Ils sont responsables du contrôle de la sécrétion de LH par l'hypophyse. Par conséquent, le contrôle de la durée de vie du corps jaune ou la manipulation des concentrations de progestérone circulante permet la régulation de l'œstrus et de l'ovulation (Hansel, 1983).

II.3. Modes d'administration

La P₄ et les progestagènes peuvent être administrés grâce à différents supports par différentes voies.

II.3.1. Traitements à base de progestérone

II.3.1.1. Voie intra-vaginale : Controlled Internal Drug Release

Le dispositif controlled internal drug release (CIDR) a été développé en Nouvelle Zélande au cours des années 60. C'est un dispositif de diffusion vaginal en forme de «T» constitué d'un support inerte en nylon sur lequel est moulé un élastomère de silicone imprégné de progestérone (0,3 g ou 9 %) (Figure 11) (Castonguay, 2014).

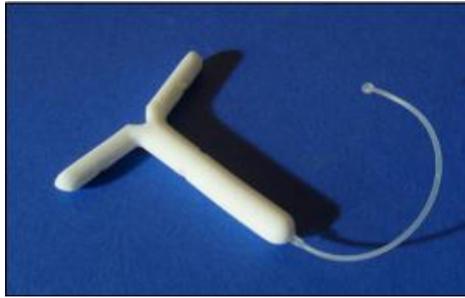


Figure 11 : Dispositif intravaginal de CIDR (Castonguay, 2018)

II.3.1.1. Protocole de traitement

Le traitement utilisant le CIDR consiste à imiter les conditions hormonales d'une phase lutéale d'un cycle sexuel normal (Figure 12). Après mise en place du CIDR pour une durée de traitement standard de 14 jours, ce dernier libère de la progestérone qui diffuse à travers la muqueuse vaginale pour se retrouver dans le sang de la femelle traitée. La progestérone exogène agit alors comme la progestérone endogène, elle bloque la sécrétion des hormones responsables de l'apparition des chaleurs et de l'ovulation (Gungor et al., 2009 ; Castonguay, 2014).

Au moment du retrait du CIDR, l'administration d'eCG, hormone produite par le placenta et extraite du sérum de la jument gravidе favorise la croissance des follicules ovariens et leurs ovulations (Ozyurtlu et al., 2010). Les chaleurs apparaissent en général 12 et 48 heures après retrait du dispositif et administration d'eCG (Figure 12) (Castonguay, 2013 ; Ozyurtlu et al., 2010). L'introduction des béliers reproducteurs avec un ratio d'un bélier pour 5 à 10 brebis est réalisée 24 à 30 h après retrait du CIDR (Castonguay, 2014). Le CIDR associé à une administration d'eCG au retrait permet de synchroniser les chaleurs des brebis cyclées et non cyclées.

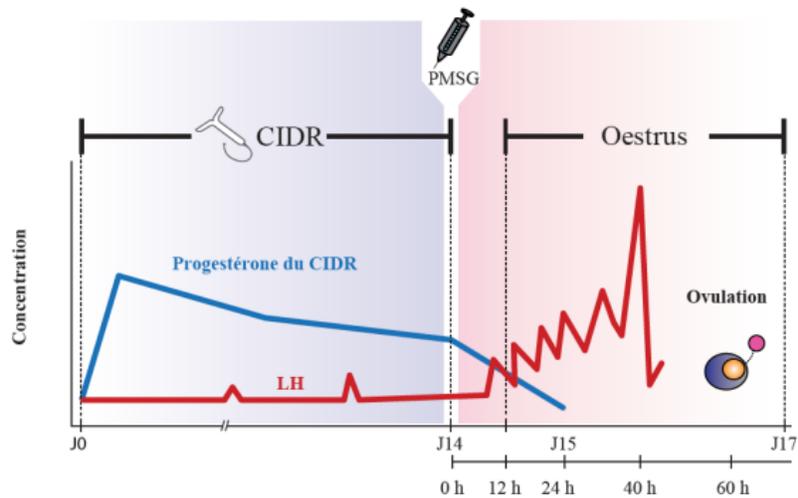


Figure 12 : Protocole et principe d'action du CIDR (Castonguay, 2018)

II.3.1.2. Réalisation pratique

La mise en place du CIDR (Castonguay, 2014) consiste à :

- Utiliser un applicateur propre et désinfecté après chaque application
- Replier les branches du dispositif et à l'introduire dans l'applicateur
- Introduire doucement l'applicateur légèrement lubrifié dans le vagin après nettoyage de la vulve
- S'assurer que la cordelette de retrait est libre et enfin presser la poignée de l'applicateur pour libérer le dispositif dans le vagin (Figure 13a) et retirer l'applicateur (Figure 13b).

Le retrait du dispositif doit être réalisé doucement. En cas de résistance, il faut utiliser le doigt ganté pour aider le retrait.

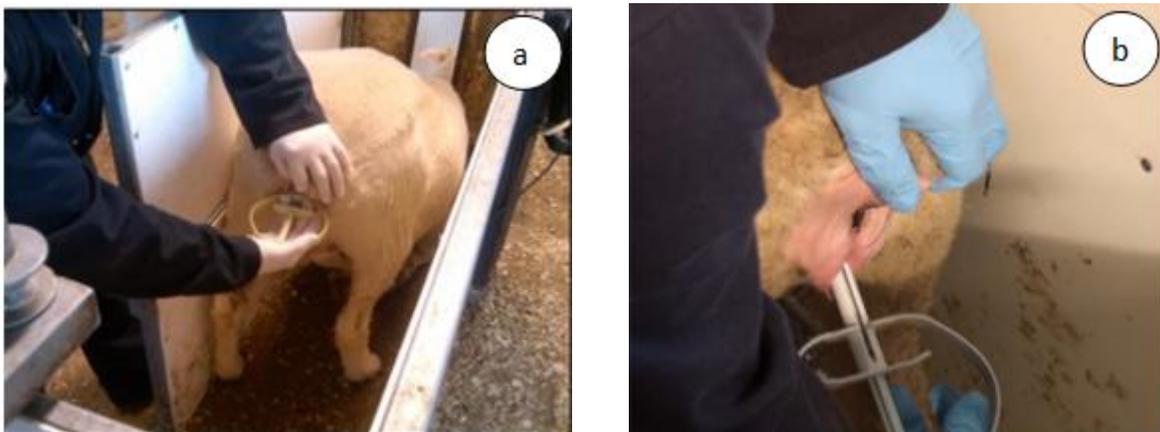


Figure 13 : Photos de mise en place (a) et du retrait (b) de l'applicateur du CIDR (Castonguay, 2014)

II.3.1.3. Efficacité du traitement

Le pourcentage de brebis détectées en œstrus dans les 72 heures après retrait des CIDR peut atteindre plus de 90 % (Castonguay, 2014 ; Swelum et al., 2015) avec un intervalle retrait du CIDR-début des chaleurs variant entre 30 et 39 heures (Yu et al., 2019). En saison sexuelle, le taux de fertilité obtenu varie de 65 à 75 % à l'œstrus induit. En contre-saison, les résultats peuvent être très variables, particulièrement en fonction des capacités de désaisonnement naturel des races et des croisements entre races. Généralement, le taux de fertilité à l'œstrus induit varie de 65 à 90 % avec très peu d'agnelages (5-10 %) provenant des retours en chaleurs selon le génotype des brebis (Thériault et al., 2014). Toutefois, plusieurs facteurs peuvent influencer les résultats de fertilité notamment la race, l'âge, la saison de l'année, l'état corporel des animaux (Castonguay, 2014).

II.3.1.2. Voie intramusculaire

La progestérone doit être administrée quotidiennement durant 14 jours consécutifs pour maintenir des niveaux sériques optimaux. Leur usage est fastidieux car l'administration doit être quotidienne pendant toute la durée d'inhibition du cycle sexuel (Vaillancourt et Lefebvre, 2003).

II.3.2. Traitements à base de progestagène

II.3.2.1. Voie intra- vaginale : Acétate de fluorogestone

La technique de synchronisation des chaleurs utilisant des éponges vaginales a été développée au début des années 1960 et elle est certainement la méthode la plus utilisée dans le monde pour contrôler le cycle sexuel chez les brebis (Castonguay, 2006). L'éponge vaginale est un produit en polyuréthane imprégnée de 20, 30 ou 40 mg d'acétate de fluorogestone (FGA) (Chronogest). Leur emploi peut être envisagé chez des femelles cyclées (saison sexuelle) et non cyclées (anoestrus saisonnier) en association ou non avec l'eCG et la PGF2 α (Hanzen, 2005).

II.3.2.1.1. Protocole de traitement

Le principe d'action et le protocole de traitement de synchronisation des chaleurs par des éponges vaginales est comparable à celui du dispositif intravaginal CIDR (Figure 14) (Castonguay, 2009).

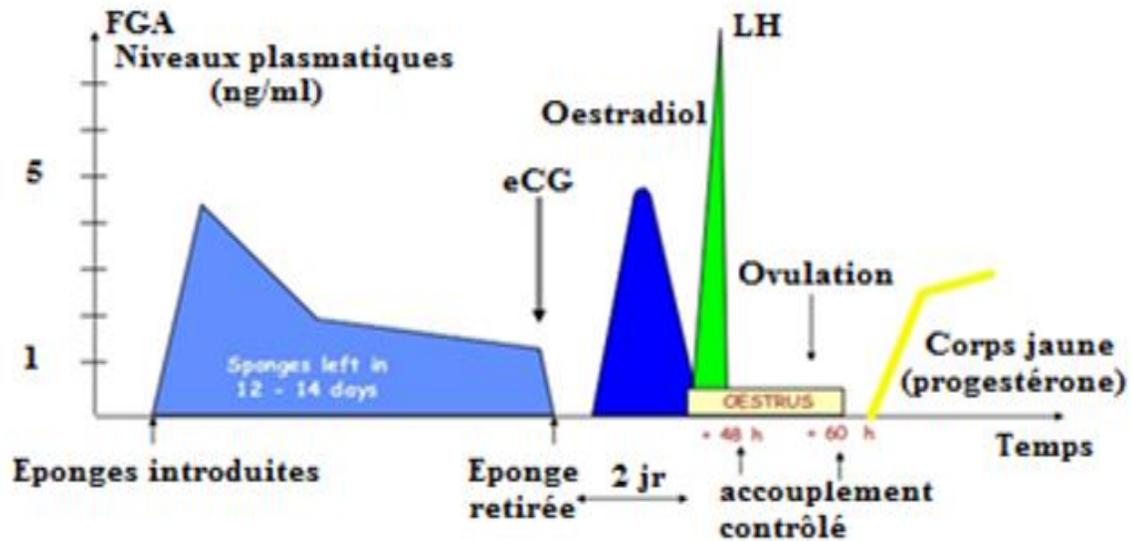


Figure 14 : Protocole et principe d'action de l'éponge FGA (Rekik, 2014)

Le traitement consiste à la mise place de l'éponge imprégnée de FGA dans le vagin pour une durée de 12 à 14 jours. Le progestagène libérée et absorbée par la muqueuse vaginale bloque la sécrétion des hormones responsables de l'apparition des chaleurs et de l'ovulation. Au retrait de l'éponge, une administration intramusculaire d'eCG est réalisée pour permettre une bonne reprise de l'activité ovarienne (phase folliculaire) qui mènera à l'œstrus, au déclenchement du pic de LH et à l'ovulation (Castonguay, 2009). Les chaleurs apparaissent 24 à 48 heures après retrait des éponges (Castonguay, 2009) et l'insémination est effectuée à 55 heures pour les brebis et 52 heures pour les agnelles (Leborgne et al, 2013) (Tableau 1). Le protocole détaillé de traitement et les paramètres de reproduction à respecter sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Méthodes d'utilisation des éponges de FGA pour la synchronisation des chaleurs
(Leborgne et al., 2013)

Paramètres	Saison sexuelle		Contre saison	
	Type d'éponge	Durée de pose	Type d'éponge	Durée de pose
Brebis	40 mg	14 jours	30 mg	12 jours
Agnelles (12 à 15 mois) (2/3 de son poids adulte)	40 mg	14 jours	40 mg	14 jours
Injection de PMSG (jour du retrait)	300 à 600 UI		400 à 700 UI	
Saillie naturelle ou IA	48 h et 60 h		48 h et 60 h	
Une seule IA (insémination)	Brebis 55 h Agnelle 52 h		Brebis 55 h Agnelle 52 h	
A chaque jour de lutte pour un bélier ne pas dépasser	10 brebis ou 7 à 8 agnelles		5 brebis ou 3 à 4 agnelles	
Intervalle de temps entre chaque lot synchronisé	3 à 4 jours		7 jours	
Intervalle minimum entre la dernière mise bas et la pose d'éponge	60 jours		75 jours	

II.3.2.1.2. Réalisation pratique

La méthode de la pose et du retrait de l'éponge (Figure 15) (Sagot, 2011) consiste à :

- asperger les éponges d'un spray d'antibiotique avant leur mise en place dans l'applicateur muni d'un mandrin pour pousser l'éponge au fond du vagin
- introduire l'applicateur déjà lubrifié dans le vagin et libérer l'éponge en retirant l'applicateur.
- retirer lentement l'éponge en tirant la ficelle vers bas.

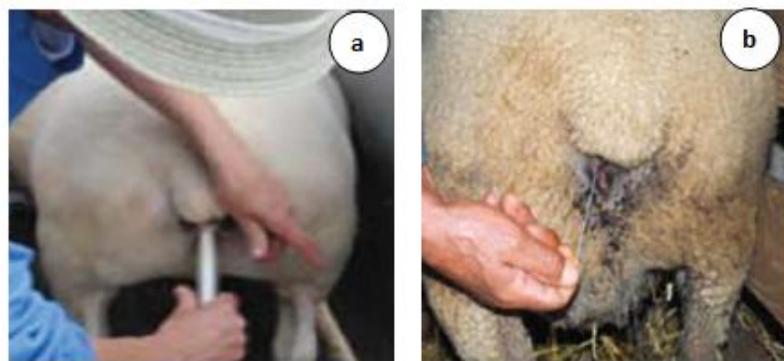


Figure 15: Photos de mise place (a) et de retrait (b) de l'éponge de FGA (Sagot, 2011)

II.3.2.1.3. Efficacité du traitement

Dans une analyse bibliographique rapportée par Castonguay (2018), les résultats d'efficacité du traitement de synchronisation à base d'éponge de FGA montrent un taux de brebis observées en œstrus dans les 3 jours après retrait des éponges de 90 % avec un taux de fertilité l'œstrus induit de 65 à 75 % en saison sexuelle et 50 à 65 % en contre-saison. Plusieurs facteurs peuvent influencer les résultats de fertilité notamment la race, l'âge, la saison de l'année, l'état corporel des animaux (Castonguay, 2018).

II.3.2.2. Voie orale : Acétate de mélangestrol

Le progestagène utilisé par voie orale, représenté par l'acétate de mélangestrol (MGA,) est utilisé comme additif alimentaire (Buckrell, 1998 ; Kennedy, 2008). Le MGA est distribué sous forme d'un prémélange à la farine de soja et servi à raison de 0,25 mg de MGA/tête/j répartie en 2 prises durant 10 à 12 jours en contre saison et pendant 14 jours en saison sexuelle (Figure 16) (Castonguay, 2018). Une administration d'eCG est réalisée 8 heures après la dernière distribution de MGA (Abecia et al., 2011). L'intérêt de cette forme de progestérone est sa facilité d'administration et son faible coût (Vaillancourt et Lefebvre, 2003).

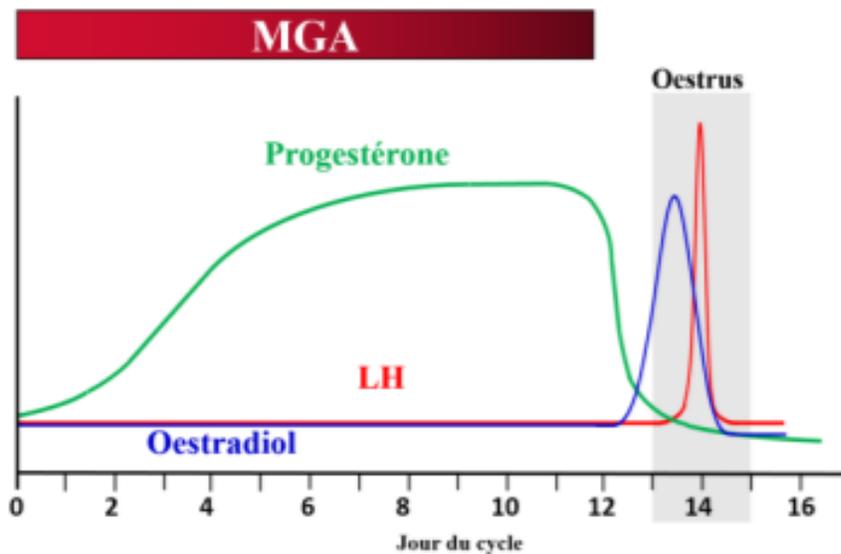


Figure 16 : Protocole et principe d'action du MGA (Castonguay, 2018)

Les résultats de reproduction obtenus après usage du MGA sont très variables. Le taux d'induction de l'œstrus en contre-saison de reproduction varie de 50 et 100 %. Des recherches menées au

Canada ont confirmé que le traitement de MGA permet d'induire un œstrus chez au moins 70 % des brebis traitées et souvent ce pourcentage est supérieur à 80% avec un taux de fertilité variant de 30 à 85 % (Castonguay, 2018). Les taux de gestation sont généralement en deçà de ceux obtenus par utilisation d'éponges vaginales ou des CIDR en contre saison de reproduction.

II.3.2.3. Voie sous cutané : Norgestomet

L'implant de norgestomet est appliqué en sous- cutané sur la face externe de l'oreille. Il est utilisé à la dose de 3mg pour une durée de 10 à 12 jours. Toutefois, le retrait de l'implant nécessite une légère incision de la peau à l'endroit de son insertion (Tsouli, 1985 ; Vaillancourt et Lefebvre, 2003).

III. Traitements à base de prostaglandines

III.1. Produit utilisé

Prostaglandine F2 α et ses analogues synthétiques (PG) ont été largement étudiés depuis leur découverte en 1970 comme un puissant agent lutéolytique. Les analogues de synthèse utilisés (cloprosténol, luprostiol et dinoprost) ont une activité lutéolytique plus importante que la molécule d'origine. Le dinoprost est lutéolytique à la dose de 20 mg. Pour le cloprosténol, une dose comprise entre 100 et 125 mg est recommandée par la plupart des auteurs selon Henderson, (1991). Du fait que les PG ne sont actives sur des corps fonctionnels, elles ne peuvent être utilisées que chez les brebis cyclées (saison sexuelle) pour induire et/ou synchroniser les chaleurs (Vaillancourt et Lefebvre, 2003).

III.2. Mode d'action

En présence d'un corps jaune mature, entre le 5^{ème} et le 14^{ème} jour du cycle sexuel, les PG provoquent une régression du corps jaune et une chute des taux de progestérone plasmatique. Par la suite, l'augmentation des quantités de gonadotropines sécrétées par l'hypophyse stimule les croissances folliculaires et l'apparition des chaleurs dans les 48 à 72 heures (Evans, 1987; Henderson, 1991). Par contre, en présence d'un corps jaune en développement ou immature, les PG n'ont aucun effet sur le corps jaune (Vaillancourt et Lefebvre, 2003).

III.3. Protocole de traitement

III.3.1. Injection unique

La réponse œstrale à une seule injection intramusculaire de PG est variable à cause de la grande différence du stade du cycle œstral et donc de la sensibilité du corps jaune et du stade développement folliculaire (Figure 17) (Vaillancourt et Lefebvre, 2003 ; Fierro, 2011). Par conséquent, le protocole de synchronisation des chaleurs d'un lot de brebis qui sont à différents stade du cycle œstral nécessite 2 injections de PG avec un intervalle de 7 à 12 jours (Yu et al., 2019).

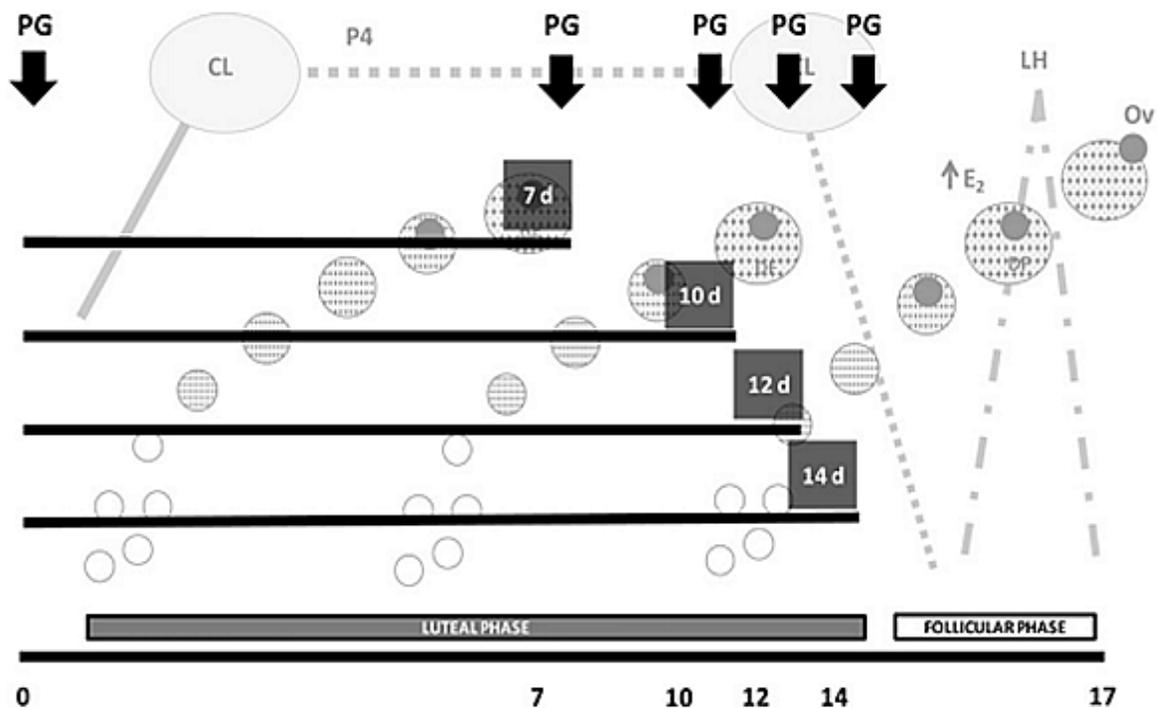


Figure 17 : Réponse ovarienne à l'administration d'une seule PG à différents stade du cycle œstral (Fierro, 2011)

III.3.2. Injections répétées

Chez les brebis, une double administration de PG avec un intervalle de 11 jours est préférée à un intervalle de 9 ou de 10 jours pour la synchronisation des chaleurs d'un lot de brebis ; les chaleurs apparaissent 53 heures en moyenne après la seconde injection de PG (Figure 18) (Thimonnier et Bosc, 1986). La fertilité après traitement avec la PG est variable et serait due entre autres à une

baisse trop rapide de la progestéronémie, à un développement anormal du follicule et du corps jaune (Barret et al., 2002).

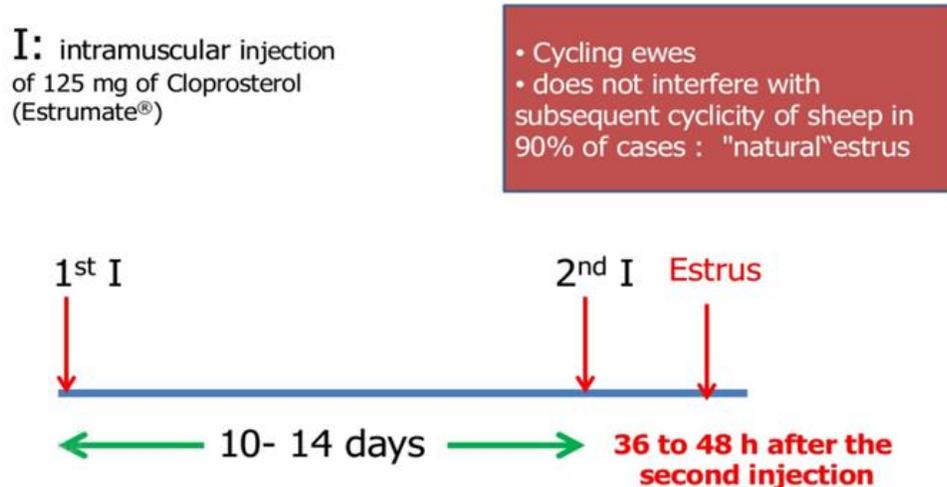


Figure 18 : Protocole de synchronisation des chaleurs par les PG (Rekik, 2014)

III.4. Efficacité du traitement

Les brebis synchronisées avec 2 injections PG à 14 jours d'intervalle associés à une administration d'eCG au moment de la 2^{ème} injection de PG améliore le taux de brebis en œstrus (77,8%), le taux de fertilité (71,4%) et la prolificité (2,1) par rapport aux brebis synchronisées sans eCG (73,0%, 42,1% et 1,7 respectivement) (Boland et al, 1978). Cependant, l'eCG n'a aucun effet avec un intervalle de 9 jours entre les 2 PG (Boland et al, 1978).

IV. Traitement combiné progestagènes et prostaglandine

La synchronisation de l'œstrus peut être obtenue par un traitement combinant les progestagènes et la PG chez les brebis cyclées. Le traitement consiste à une imprégnation progestéronique (éponge vaginale ou CIDR) pour une durée de 11 jours associée à une injection de PG 48 heures avant retrait du traitement et une administration d'eCG au moment du retrait du progestagène. Ce protocole peut être raccourci à 9 jours avec l'injection des PG au 7^{ème} jour après début du

traitement (Abecia et al., 2011). La fertilité après insémination avec de la semence congelée est améliorée par rapport aux protocoles classiques (61 vs 57%) (Abecia et al, 2011).

V. Traitement GnRH - PG - GnRH

Le protocole de traitement de synchronisation des vagues folliculaires et des ovulations Ovsynch (GnRH-PG-GnRH ou GPG) des brebis consiste en une injection de GnRH le 1^{er} jour du traitement (J0) pour induire l'ovulation du ou des follicules dominants, suivi par une injection de PG au 5^{ème} ou 7^{ème} jour (J5 ou J7) pour induire une régression des corps jaunes. Deux jours après administration de PG, une 2^{ème} injection intramusculaire de GnRH est réalisée pour induire une synchronisation des chaleurs et des ovulations. Les saillies peuvent être réalisées après détection des chaleurs (Figure 19) (Ashmawy, 2011 ; Yadav et al, 2020).

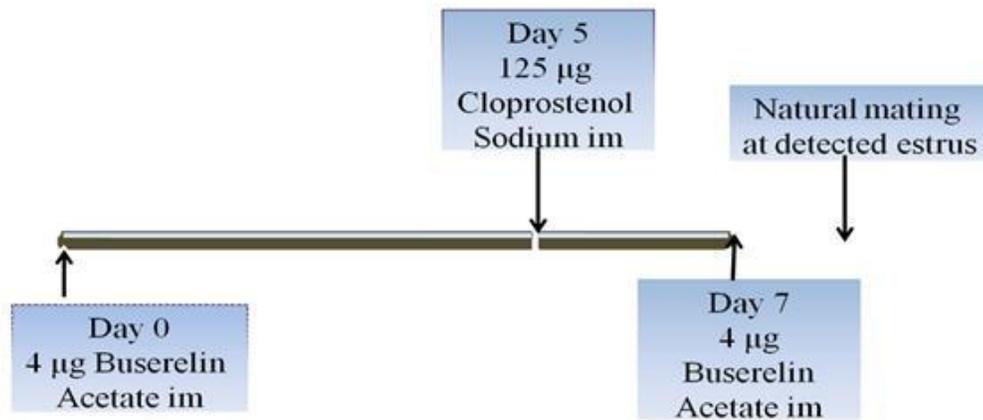


Figure 19 : Protocole Ovsynch de synchronisation des chaleurs (Yadav et al, 2020)

Les résultats de reproduction obtenus après utilisation du protocole GPG par différents auteurs sont controversés d'après Yadav et al. (2020).

VI. Traitement à base de mélatonine

La découverte de la mélatonine par Lerner en 1958 a ouvert un nouveau axe recherche en relation avec la saisonnalité de reproduction. En fait, la plupart des recherches liées à la mélatonine et à la glande pinéale au cours des 40 premières années après la découverte de l'hormone étaient liées aux propriétés de cette hormone pour réguler la reproduction chez les animaux à reproduction saisonnière. Des brebis recevant de la mélatonine une fois ou trois fois par semaine seulement,

déclenche leur activité ovulatoire à la même date que les témoins dans les pays tempérés ; en revanche, les femelles recevant cette même dose quotidiennement ou portant un implant sous-cutané permettant une libération constante, déclenchent leur activité un mois plutôt que les témoins (Ronayne, 1989).

VI.1. Produit utilisé

L'implant de mélatonine présente un poids de 20 mg et renferme 18 mg de mélatonine. L'implant est inséré en sous-cutanée à la base de l'oreille, à l'aide d'un pistolet muni d'une aiguille (Figure 20) (Staples, 1991). Son retrait n'est pas nécessaire car il est biodégradable.



Figure 20 : Application d'implant sous-cutané à l'aide d'un pistolet (Staples, 1991)

VI.2. Mode d'action

Les implants de mélatonine induisent des concentrations plasmatiques élevées de mélatonine pendant toute la journée, sans supprimer sa sécrétion endogène pendant la nuit. Ainsi, les implants provoquent une courte réponse journalière en allongeant la durée du signal de mélatonine. Les implants sont conçus pour maintenir des concentrations élevées de mélatonine plasmatique pendant au moins 60 jours (Malpaux, 1997), bien que la plupart d'entre eux continuent à libérer l'hormone pendant plus de 100 jours (Forcadaet al., 2002).

VI.3. Protocole du traitement

Le protocole de traitement à base de mélatonine est simple et moins exigeant. Dans un premier temps, chaque bélier séparé des brebis reçoit trois implants de mélatonine. Sept jours plus tard, les brebis du troupeau sont traitées de la même manière en utilisant un seul implant de mélatonine

par brebis (Figure 21). Les béliers vasectomisés ou munis de tablier sont mis au contact avec les brebis 40 jours après traitement des femelles. Les béliers reproducteurs sont introduits 14 jours après pour la lutte à raison d'un bélier pour 20 brebis (Abeica et al., 2011 ; Dudouet, 2012).

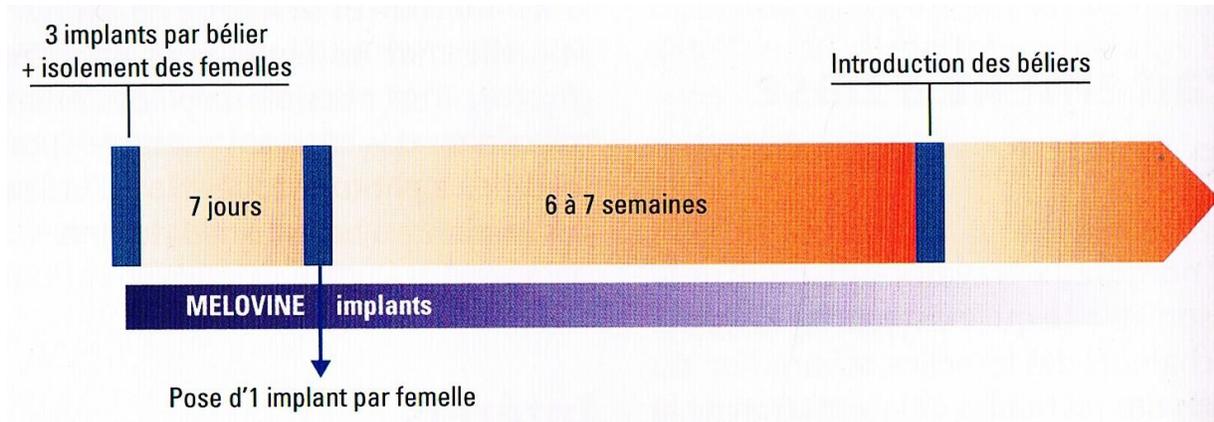


Figure 21 : Protocole de traitement à base de mélatonine (mélovine) (Dudouet, 2012)

Le traitement par des implants de mélatonine permet (Casao, 2010 ; Abeica et al., 2011) :

- D'avancer la saison sexuelle des brebis de 1,5 mois
- D'améliorer la fertilité des béliers
- D'améliorer la fertilité et le nombre d'agneaux produits de 15 à 30% en fonction de la race et du moment du début de traitement.

En résumé, les principaux protocoles hormonaux de contrôle de la reproduction chez les petits ruminants sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Résumé des caractéristiques des principaux traitements pharmacologiques disponibles pour contrôler la reproduction chez les petits ruminants (Abecia et al., 2011)

Hormones	Forme pharmaceutique	Voies d'administration	Dose	Saison	Moment d'introduction du mâle	Ratio mâle : femelle	Observations
Progestérone	CIDR	Intravaginale 12-14 j	0,35g	Toute l'année	36-48h après retrait du CIDR	1 : 5	Injection d'eCG en fin de traitement
Progestagènes	Eponge	Intravaginale 12-14 j	FGA : 20-40mg MPA : 60mg	Toute l'année	36-48h après retrait de l'éponge	1 : 5	Injection d'eCG en fin de traitement
	Acétate de mélangestrol	Dans l'alimentation 12-14 j	MGA 2,5 mg fractionné en 2 prises	Toute l'année	26-48h après arrêt de traitement	1 : 5	Injection d'eCG en fin de traitement
Prostaglandine ou analogues	Solution injectable	Intramusculaire	Coprostenol 125µg Lupostiol 7,5µg	Saison sexuelle	48h après injection	1 : 10	2 injections à 10 j d'intervalle
Mélatonine	Implant	Sous cutané (Oreille)	Bélier : 3 x 18 mg Brebis : 18 mg	En dehors de la saison sexuelle	48h après mise en place chez les brebis	1 : 20	Mâle séparé des femelles pour 45 jours avant introduction

Conclusion

Les méthodes hormonales de synchronisation des chaleurs proposées chez les ovins méthodes sont des outils utiles pour l'amélioration de la productivité et de la rentabilité des exploitations d'élevage. Les traitements à base de progestérone ou ses analogues de synthèse peuvent être utilisés à n'importe saison de l'année. Par contre, les traitements utilisant les prostaglandines ne peuvent être que chez les brebis cyclées, soit en saison de reproduction. L'utilisation d'implant de mélatonine associée à un effet bélier permet d'avancer la saison sexuelle, de grouper les chaleurs, d'améliorer la fertilité et la productivité en particulier chez les races ovines à saisonnalité marquée. Le choix du traitement à appliquer dépend principalement de la race, du système d'élevage, de la saison et enfin du coût du traitement.

Références bibliographiques

- Abecia, J., Forcada, F., González-Bulnes, A., 2011. Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. *Vet Clin Food Anim* 27, 67-79.
- Arbouche, Y., 2011. Effet de la synchronisation des chaleurs. Thèse de magister : Reproduction Animale. Université Ferhat Abbas, Sétif, 131p.
- Ashmawy, T.A.M., 2011. Timing ovulation in ewes treated with ovsynch different times of PGF2 α injection during the breeding season. *Iranian J App Anim Sci* 1, 23-30.
- Baril, G., Chemineau, P., Cognie, Y., Guerin, Y., Leboeuf, B., Orgeur, P., Vallet J.C., 1993. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. FAO. Production et santé animale, 111p.
- Barret, D.M.W., Bartlewski, P.M; Cook, S.J., 2002. Ultrassound and endocrine evaluation of the ovarian response to PGF2a given at different stages of the luteal phase in ewes. *Theriogenology* 58, 1409-1424.
- Bartlewski, P.M., Baby, T.E., Giffin, J.L., 2011. Reproductive cycles in sheep. *Animal Reproduction Science* 124, 259-268.
- Bencherif, S., 2011. L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne Évolution et possibilités de développement. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech), 269p.
- Boland, M.P., Lemainque, F., Gordon, IR., 1978. Comparison of lambing outcome in ewes after synchronization of oestrus by progestagens or prostaglandin treatment. *J Agric Sci Cambridge* 91, 765-766.
- Bonnes, G., Desclaude, J., Drogoul, C., Gadoud, R., Jussiau, R., Le Loc'h, A., Montméas, L. et Robin, G. 1988. Reproduction des mammifères d'élevage. Collection INRAP. Les éditions Foucher. 239 p.
- Brice, G., Jardon, C., Vallet, A.. 1995. Le point sur la conduite de la reproduction chez les ovins. Edition Institut de l'élevage, Paris, France. 79 p.
- Buckrell, B., McCutcheon, B., 1998. Melengestrol acetate (MGA). A new approach to managed breedings. *Ontario Sheep News*, 12, 21-22.
- Campbell, B.K., Scaramuzzi, R.J., Webb, R., 1995. Control of antral follicle development and selection in sheep and cattle. *Journal of reproduction and fertility Supplement* 49, 335-350.

- Casao, A., Vega, S., Palacin, I., Pérez-Pe, R., Laviñã, A., Quintín, FJ, Séville, E., Abecia, JA, Cebrián-Pérez, JA, Forcada, F., Muiñõ-Blanco, T., 2010. Effets des implants de mélatonine en dehors de la saison de reproduction sur la motricité du sperme et les paramètres de reproduction des béliers Rasa Aragonesa. *Reprod Domest Anim* 45, 425–432.
- Castonguay, F., 2006. Techniques d'induction des chaleurs. L'éponge vaginale. Fiche technique groupe de recherche sur les ovins. Agriculture et agroalimentaire. FSAA, Université Laval Canada, 12p.
- Castonguay, F. 2014. Induction et synchronisation des chaleurs avec le CIDR, Groupe de recherche sur les ovins, Département des sciences animales, FSAA, Université Laval, 16 p.
- Castonguay, F., 2018. La reproduction chez les ovins. Groupe de recherche sur les ovins, Département des sciences animales, FSAA, Université Laval, 145p.
- Chemineau, P., Malpaux, B.Y., Guérin, M. F., Daveau, A., Pelletier, J., 1992. Lumière et mélatonine pour la maîtrise de la reproduction des ovins et des caprins. *Annales de zootechnie* 41 (3-4), 247-261.
- Derivaux, J., 1971. Reproduction chez les animaux domestiques tome I. Editeur Derouaux, Liège, 157p.
- Derivaux, J., Ector, F., 1988. Reproduction chez les animaux domestiques. Editeur Derouaux 3^{ème} édition, 447p.
- Dudouet, C., 2012. La production du mouton. 3^{ème} édition, France Agricole, 330p.
- Evans, G., Maxwell, W.M.C I., 1987. Salamon's Artificial Insemination of Sheep and Goats. Eds. Butterworth. Sydney. Australie, 200p.
- Fair, T., 2003. Follicular ovocyte growth and acquisition of developmental competence. *Anim Reprod Sci* 78, 203-216.
- FAO (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) 2021, FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QA>,
- Ferney, J., Séré, A. 1973. La synchronisation de l'oestrus chez les ruminants. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 26(4), 61-69.
- Fierro, S., Olivera-Muzante, J., Gil, J., Viñoles, C., 2011. Effects of prostaglandin administration on follicular dynamics, conception, prolificacy and fecundity in sheep. *Theriogenology* 76,630–639.

- Forcada, F. Abecia, J.A., Zúñiga O., Lozano J.M., 2002. Variation in the ability of melatonin implants inserted at two different times after the winter solstice to restore reproductive activity in reduced seasonality ewes. *Australian Journal of Agricultural Research* 53(2), 167-173.
- Gungor, O., Ozyurtlu, N., Pancarci, S.M., Kaya, M., Zonturlu, A.K., Oral, H., Cetin, Y., Polat, B. 2009. Estrous synchronization with used CIDR-G devices in ewes during non-breeding season. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 15, 779-783.
- Hansel, W., Corvey E.M., 1983. Physiology of the oestrus cycle; *Journal of Animal Science*, 57(2), 404-424.
- Hanzen, Ch., 2005. La détection de l'oestrus et ses particularités d'espèces. <http://www.fmv.ulg.ac.be/oga/dloads/Doc1Notes/Ch03.doc>
- Henderson, D.C., 1991. The reproductive cycle and manipulation. In: Martin W.B, Aiken I.D. *Diseases of sheep*. 2^{ème} edition. Oxford: Blackwell Scientific publications.
- Kausar, R., Khanum, S. A., Hussain, M.K., Shah, M. S., 2009. Estrus synchronization with medroxyprogestérone acetate impregnated sponges in goats. *Pakistan Vet J* 29(1), 16-18.
- Kennedy, D, 2008. Reproduction en contre saison des ovins. Fiche technique n° 08-066.
- Lassoued, N., 2011. Méthodes de maîtrise de la reproduction ovine selon le système d'élevage. Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité. Zaragoza: CIHEAM/IRESA/OEP 97, 103-110.
- Leborgne, M.C., Tanguy, J.M., Foisseau, J.M., Selin, I., Vergonzanne, G., Wimmer, E., Montméas, L., 2013. Les ovins. In, *Reproduction des animaux d'élevage*, 3^{ème} édition, Educagri, 322-355.
- Malpaux B., Thierry J.C., Chemineau P., 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod Nutr Dev* 39, 355-366.
- Malpaux, B., Viguie, C., Skinner, D. C., Thiery J. C., Chemineau P., 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. *Brain Res Bull* 44, 431-438.
- Malpaux, B., Viguie, C., Thiery, J.C., Chemineau P., 1996. Contrôle photopériodique de la reproduction. *INRA Productions animales* 9, 9-23.
- Mbayahaga, J., 2001. Chapitre V : Performances de reproduction. In, *Le Mouton et la chèvre d'Afrique de l'Est: Performances de croissance, de reproduction et de production*. Presses universitaires de Namur, 91-94.

- Mcgee, E.A., Hsueh, A.J., 2000. Initial and cyclic recruitment of ovarian follicles. *Endocrine Review* 21, 200-214.
- Mekuriaw Z., 2014. Neuroendocrine control of reproduction in sheep. EIAR-DBARC-ICARDA-ILRI (LIVES)-FAO Training on Reproduction in Sheep and Goat, Debre Berhan, Ethiopia, 13-15 October 2014.
- Nilswender, G.D., Juengel, J. L., Silva, P.J., Rollyson, M.K., Mcintosh E. W. 2000. Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. *Physiological Reviews* 80, 1-29.
- Ozyurtlu, N., Kucukaslan, I. et Cetin, Y. 2010. Characterization of oestrous induction response, oestrous duration, fecundity and fertility in Awassi ewes during the nonbreeding season utilizing both CIDR and intravaginal sponge treatments. *Reprod Dom Anim* 45, 464-467
- Paulini, F., Silva, R.C., Rôlo, P., Lucci, C.M., 2014. Ultrastructural changes in oocytes during folliculogenesis in domestic mammals. *Journal of ovarian research* 7, 1-12.
- Ravindra, J.P., Rawling,s N.C., Evans, A.C., Adams, G.P., 1994. Ultrasonographic study of ovarian follicular dynamics in ewes during the oestrous cycle. *Journal of reproduction and fertility Supplement* 101, 501-509.
- Rekik, M., 2014. Control means for estrous cycle control in sheep. EIAR-DBARC-ICARDA-ILRI (LIVES)-FAO Training on Reproduction in Sheep and Goat, Debre Berhan, Ethiopia, 13-15 October 2014.
- Ronayne, E., 1989. The effect of frequency of administration of melatonin on the time of onset of the breeding season. In: anoestrus ewes. *Animal Reproduction Science* 13-24.
- Rosa, H., Bryant., M. 2003. Seasonality of reproduction in sheep. *Small Ruminant Research* 48, 155-171.
- Sagot, L., Pottier, E., 2011. Conduite de la reproduction : La pose et la dépose des éponges en images. Institut de l'élevage (IDELE), 2p
- Saumande, J., 1991. La folliculogenese chez les ruminants. *Rec Med Vet* 167, 205-218.
- Seekallu, S.V., Toosi, B.M., Grazul-Bilska, A.T., Rawlings, N.C., 2010. Markers of ovarian antral follicular development in sheep. *Reproduction* 140, 559-568.
- Staples, L.D., McPhee, S., Reeve, J., Williams A.H., 1991. Practical applications for controlled release Supplementing treated anoestrus dairy cows with progesterone does not increase conception rate. *N Z Vet J* 49, 8-12.

- Stouffer, R.L., Hennebold, J.D., 2006. Chapitre XXIII. Structure function and regulation of the corpus luteum. In: Knobil and Neill's physiology of reproduction. Elsevier Inc, 475-526.
- Swelum, A.A., Alowaimer. A.N. & Abouheif, M.A. (2015). Use of fluorogestone acetate sponges or controlled internal drug release for estrus synchronization in ewes: Effects of hormonal profiles and reproductive performance. *Theriogenology* 84(4), 498–503.
- Thériault, M., Demers-Caron, V., Castonguay, F. 2014. Le CIDR: un moyen efficace, mais pas infaillible, pour la reproduction des brebis en contre-saison. *Ovin Québec*, 14,27-32.
- Thimonnier, J., Bosc, M., 1986. Conception, réalisation et application des médicaments assurant la maîtrise de la reproduction. *GTV* 1, 7-14.
- Tsouli, M., 1985. La maitrise des cycles sexuels chez les bovins. Thèse Doct. Vét. ENMV, Sidi Thabet, Tunisie.
- Vaillancourt, D., Lefebvre, R., 2003. La gestion de la reproduction chez les petits ruminants : Le controle du cycle oestral. *Le medecin vétérinaire du québec* 33, 43-49.
- Yadav, V., Chandolia, R.K., Dutt, R., Bisla, A., Saini, G., Singh, G. and Ranga, L.C. 2020. Effect of ovsynch estrus synchronization protocol on fertility in crossbred ewes. *J Anim Res* 10, 543-549.
- Yu, X. J., Wang, J., Bai Y., 2019. Estrous synchronization in ewes: The use of progestogens and prostaglandins. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A - Animal Science* 1-12.