



Université Mohamed Khider de Biskra  
Entrez votre faculté  
Entrez votre département

# MÉMOIRE DE MASTER

Sciences de la nature et de la vie  
Sciences agronomiques  
Production et nutrition animale

Réf. : Entrez la référence du document

---

Présenté et soutenu par :  
**Krabia Meriem**

Le : mardi 28 juin 2022

## **Maitrise de la reproduction chez femelles des ruminants. Synthèse bibliographique**

---

### **Jury :**

Mme. BOUKHALFA HH	Pr	Université de Biskra	Président
Mme. FARHI K	Pr	Université de Biskra	Examineur
Mme. DEGHTOUCHE K	Pr	Université de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2021 - 2022

## Remerciements

Tout d'abord, je remercie dieu tout puissant de nous avoir accordé la connaissance et qui nous a donné la volonté, le courage et la patience de finir ce travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon Directeur de mémoire

**Madame DAGNOUCHE KAHRAMANE**

Je la remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé. J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté à me rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.

Je la remercie les Joris Mme **FARHI K** et Mme **BOUKHALFA HH**

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

Je remercie mes frères, et sœurs

Pour leur encouragement. Je remercie très spécialement **Fath**, et **mon marée Jhide Tagrarte** qui ont toujours été là pour moi.

Enfin, je remercie tous mes Amis que j'aime Pour leur sincère amitié et confiance, et à qui je dois ma reconnaissance et mon attachement. À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.

## Dédicace

A mon grand Frère **Fath**, l'homme le plus cher A mes yeux :  
Malgré un travail très prenant, tu as toujours su être là lorsque j'avais besoin de toi. Si je suis allée si loin dans mes études, c'est aussi grâce à toi. Merci de m'avoir encouragé à « aller tout droit ».

A mon cher mari **Jaheed** :

Qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A Mon Encadreur:

A mes Parents : **OTHMANE ; KHADRA**

A mon cher Frère : **Moussa**

Je suis très fier de toi et de toutes les belles choses que tu fais,

A mes cher sœurs : **Nouera, Nadia ; Warda ; Cherifa.**

Merci d'avoir toujours cru en moi. Merci d'être là... Si proche de moi.

A la femme de mon frère : **Bushra et Karima**, merci pour votre grand soutien

A mes Frères : **Noradine ; Mohamed**

A mon oncle : **Bhloli**

A mes chères amies, merci d'avoir gardé notre amitié.

A toute la promotion de génétique et reproduction animale.

A toute ma famille,

A tous ceux que j'aime de près ou de loin.

## sommaire

---

### Liste de figure

<b>Figure 1</b>	<b>Localisation du tractus reproducteur de la femelle</b>	<b>4</b>
<b>Figure 2</b>	<b>Coupe transversale d'un ovaire présentant différents stades de développement des follicules</b>	<b>6</b>
<b>Figure 3</b>	<b>Variations hormonales lors d'un cycle sexuel chez la brebis</b>	<b>7</b>
<b>Figure 4</b>	<b>Régulation hormonale du cycle sexuel</b>	<b>8</b>
<b>Figure 5</b>	<b>Migration de l'œuf et du jeune embryon de l'oviducte vers l'utérus au début de la gestation</b>	<b>9</b>
<b>Figure 6</b>	<b>les quatre générations de la reproduction animale</b>	<b>25</b>

## sommaire

Introduction .....	1
<b>Chapitre I : Anatomie et physiologie de l'appareil reproducteur des femelles des ruminants</b>	
I.1. Anatomie de l'appareil reproducteur chez les femelles des ruminants .....	3
I.1.1. La voie génitale .....	3
I.1.1.1. La volve .....	3
I.1.1.2. le vagin .....	3
I.1.1.3 Le col de l'utérus .....	4
I.1.1.4 L'utérus.....	4
I.1.1.5. L'oviducte .....	5
I.1.2. Les ovaires .....	5
I.1.2.1. Physiologie de la reproduction chez la femelle.....	5
I.1.2.2. production des ovules .....	5
I.1.2.3. L'ovulation .....	6
I.1.2.4. le cycle sexuel.....	7
I.1.2.5. La fécondation .....	8
I.1.2.6. La gestation.....	9
<b>Chapitre II : Les facteurs affectant les performances de reproduction chez les ruminants</b>	
II.1. Localisation géographique .....	11
II.2. Race .....	11
II.3. Age .....	12
II.4. La nutrition.....	12
II.5. L'environnement .....	13
II.6. la génétique .....	14
II.7. la production litière .....	15
II.8. la détection des chaleurs.....	15
II.9. La politique d'insémination post-partum .....	16
<b>Chapitre III : Maitrise de la reproduction chez les ruminants</b>	
<b>III.1. synthèse sur les travaux réalisés chez les brebis et les chèvres.....</b>	<b>19</b>
III.1.1. Méthodes hormonales .....	19
III.1.2. Méthodes zootechniques.....	21
III.1.2.1.L'effet male .....	21
III.1.2.2. Le flushing... ..	22
III.1.2.3. Les traitements photopériodiques.....	23
<b>III.2. Synthèse sur les travaux réalisés chez la vache.....</b>	<b>24</b>
III.2.1. Première génération : l'insémination artificielle.....	25
III.2.2. Deuxième génération : la transplantation embryonnaire .....	25
III.2.3. Troisième génération : la fécondation in vitro.....	26.
III.2.4. Quatrième générations : clonage somatique et transgèneèse .....	27.
Conclusion.....	30.

### Introduction

La reproduction et la survie des espèces sont liées à la coordination de divers mécanismes qui engendrent la production de gamètes, un comportement sexuel spécifique conduisant à l'accouplement et à la rencontre des gamètes, et *in fine* au développement d'embryons viables (Lamrani, 2008). Depuis le début des années 50, l'insémination artificielle a connu un développement rapide et une diffusion universelle qui en a fait la technique de reproduction la plus répandue dans le monde, pour les bovins laitiers tout particulièrement.

Le transfert embryonnaire, seconde génération de ces biotechnologies Thibier (1990), est apparu sur le terrain quelques trente ans plus tard, autour des années 1975. Il connaît aussi un développement mondial (Thibier, 1999).

Les biotechnologies de l'embryon sont l'ensemble des techniques mises au point à partir des connaissances de base acquises sur le développement de l'embryon. Leur essor est récent et encore à bien des égards modeste. Elles se sont développées chez les mammifères domestiques à partir des années 80, d'abord dans l'espèce bovine où la reproduction des animaux était, depuis déjà trente ans, largement organisée autour de l'insémination artificielle. Chez cette espèce, l'embryon a d'abord été produit exclusivement *in vivo* après stimulation hormonale des femelles donneuses. Ce mode de production a permis le développement de la technologie du transfert d'embryons associée à leur congélation. Plus récemment, une deuxième génération de technologies est apparue qui s'appuie sur la production d'embryons en culture, après maturation et fécondation *in vitro* d'ovocytes prélevés sur l'animal vivant. (Colleau, 1998).

L'ensemble des travaux concordent et autorisent à conclure que la sécurité sanitaire peut et doit être une des qualités majeures associées aux embryons produits par fécondation *in vitro*, et par les méthodes issues des différentes biotechnologies.

Dans la présente étude nous avons essayé d'élaborer une synthèse sur les travaux réalisés portant sur la maîtrise de la reproduction chez les ruminants afin d'améliorer les performances de reproduction et par conséquent la rentabilité des exploitations.

**Chapitre I : Anatomie et physiologie  
de l'appareil reproducteur des  
femelles des ruminants**

## **I.1. Anatomie de l'appareil reproducteur chez les femelles des ruminants**

L'appareil génital des ruminants est situé dans la cavité abdominale ; il peut être divisé en six parties principales. Les différents organes reproducteurs chez la brebis comprennent les ovaires, oviductes, l'utérus, le Cervix, le vagin et la vulve.

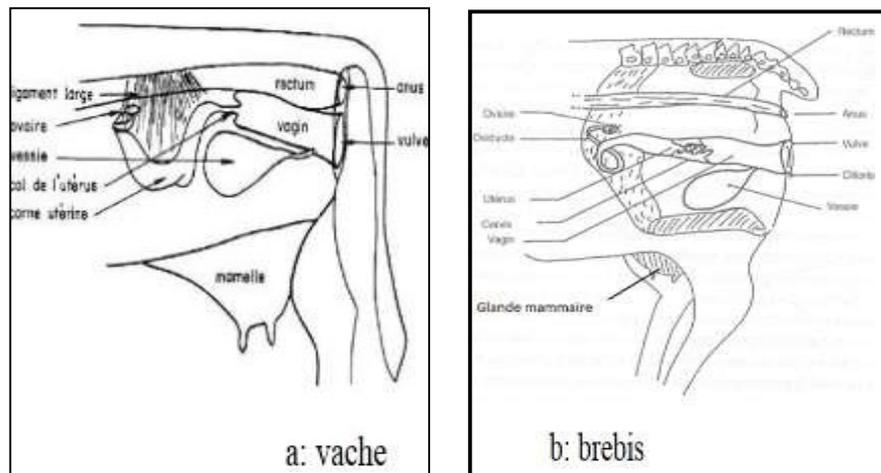
### **I.1.1. Les voies génitales**

#### **I.1.1.1 La vulve**

La vulve est la partie commune de l'appareil urinaire et génital. On peut distinguer l'orifice externe de l'urètre provenant de la vessie s'ouvrant dans la partie ventrale, qui marque la jonction entre la vulve et le vagin (Castonguay, 2018), la longueur du vestibule est d'environ le quart de celle du vagin. Chez la brebis la longueur du tractus génital de l'extrémité postérieure du cervix au pavillon est de 38cm (Seddar, 2017).

#### **I.1.1.2.Le vagin**

C'est un conduit musculo-membraneux entièrement logé dans la cavité pelvienne son extrémité antérieure s'insère autour du col de l'utérus ; en ménageant un cul-de-sac plus profond dorsalement et entouré de indes chez la vache (Joe et al., 2004).C'est l'organe d'accouplement, il s'étend du col de l'utérus à la vulve ou sinus uro-génital. Chez la vache Le vagin est lisse et sans muscle. Il libère un mucus bactéricide et qui facilite les passages du fœtus et du pénis. D'une longueur moyenne de 30 cm et d'une largeur qui ne dépasse pas 5 à 6 cm (Hanzen, 2010).Chez la brebis, a une longueur de 10 à 14 cm, son apparence intérieure change en fonction du stade du cycle sexuel. Lorsqu'une brebis est en chaleurs, le vagin contient un fluide plus ou moins visqueux, sécrété par le col de l'utérus, et sa muqueuse prend une coloration rougeâtre, causée par l'augmentation de l'irrigation sanguine (Khiati, 2013).



**Figure 1.** Localisation du tractus reproducteur de la femelle (Cirad, 2009).

### I.1.1.3 Le col de l'utérus

Le col de l'utérus est la liaison entre le vagin et l'utérus. Il se termine par un pli de tissu fibreux .c'est ce qu'on appelle l'os cervicale, le cou est très différent d'un animal à l'autre, son rôle est d'isoler le vagin, et donc sa structure externe limite la possibilité d'infection (Castonguay, 2018). Chez la vache le col utérin est long (de 8 à 10 cm), étroit, à paroi dure et épaisse (Gilles, 2006 ; Christine et al, 2013). Chez la brebis, le col de l'utérus est formé par de nombreux anneaux cartilagineux (5 à 7). Le canal cervical proprement dit est donc très sinueux et impossible à franchir lors de l'IA par voie cervicale (Dudouet, 2003).

### I.1.1.4. L'utérus

L'utérus bipartite de la vache est caractérisé par ses cornes, longues de 35 à 45 cm. Chacune d'elles est large de 3 à 4 cm à sa base et de 5 à 6 mm à son extrémité ovarique. Le corps est plus court (3 à 4 cm). La paroi s'amincit en s'éloignant du corps. Le col est quant à lui long d'une dizaine de centimètres et de 4 à 6 cm de diamètre. Les cornes sont incurvées en spirale, en direction ventrale, avec un bord libre fortement convexe. Elles s'adosent longuement par leurs bases. Elles sont unies par deux ligaments interzonaux superposés, le ventral plus étendu que le dorsal. Ces ligaments représentent les principales pièces d'accroches lors de la rétraction de l'utérus pendant l'examen transrectal. Le col est quant à lui peu discernable extérieurement, isolé du corps

par un léger rétrécissement. Il est pourtant très facilement repérable à la palpation lors de l'examen transrectal de par sa consistance très ferme (Buathier,1990).

#### **I.1.1.4. L'oviducte (trompes de Fallope)**

Encore appelé trompe utérine ou salpinx ou trompe de Fallope, il constitue la partie initiale des voies génitales femelles. Il reçoit l'ovocyte, s'y déroule la fécondation et les premiers stades (J1 à J4 de gestation) du développement de l'embryon. Très flexueux, l'oviducte a une longueur de 30 cm chez la vache et un diamètre de 3 à 4 mm. Il se compose d'un infundibulum s'ouvrant sur la bourse oxalique, L'oviducte comporte une séreuse, une musculuse et une muqueuse (Hanzen, 2015-2016), chez brebis l'oviducte est d'une longueur de 10 à 20 cm (Michaud, 2006).

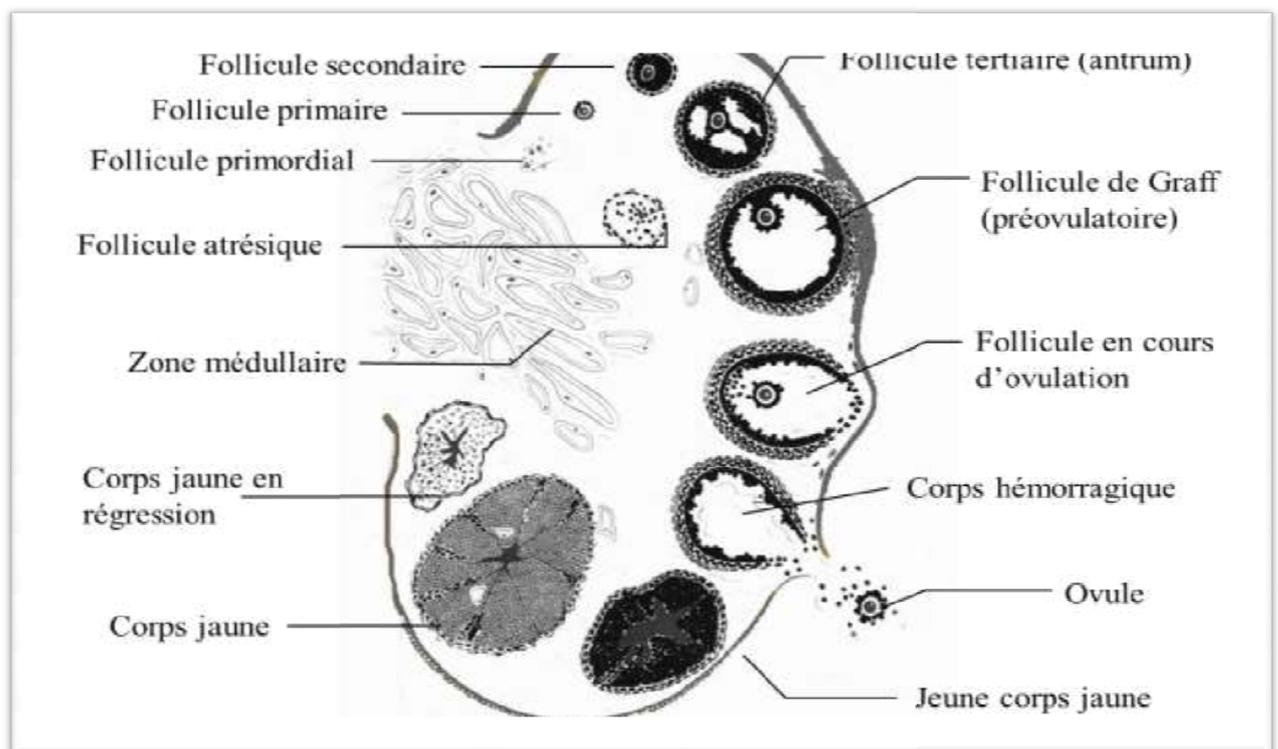
#### **I.1.2. Les ovaires**

Les deux ovaires sont situés dans la cavité abdominale, à l'arrière immédiat des reins chez les ruminants. De forme ovoïde et aplatie d'un côté à l'autre chez la vache ; et en forme de haricot chez la brebis. Chaque ovaire est appendu au ligament large qui, à son niveau, se dédouble pour former une Bourse ovarique (Montmeas, 2013). L'ovaire est le siège de l'ovogenèse et de la folliculogenèse. Le poids individuel de chaque ovaire dépend de la saison et du moment du cycle oestrien : il est compris entre 3 et 5g, avec 2 cm de longueur et 1 cm d'épaisseur, chez la brebis (Castonguay, 2018), et 10-20 g chez la vache où l'ovaire droit est plus lourd que l'ovaire gauche.

### **I.2. Physiologie de la reproduction chez la femelle**

#### **I.2.1. Production des ovules**

Les ovaires contiennent des centaines de milliers de petites structures sphériques appelées follicules qui sont déjà tous présents à la naissance de la femelle. Ces follicules de développement, qui sont à différents stade contiennent tous un ovule, c'est-à-dire un œuf potentiellement fécondable (Castonguay . ,2018).



**Figure 2 :** Coupe transversale d'un ovaire présentant différents stades de développement des follicules (Bonnes et al. ,1988).

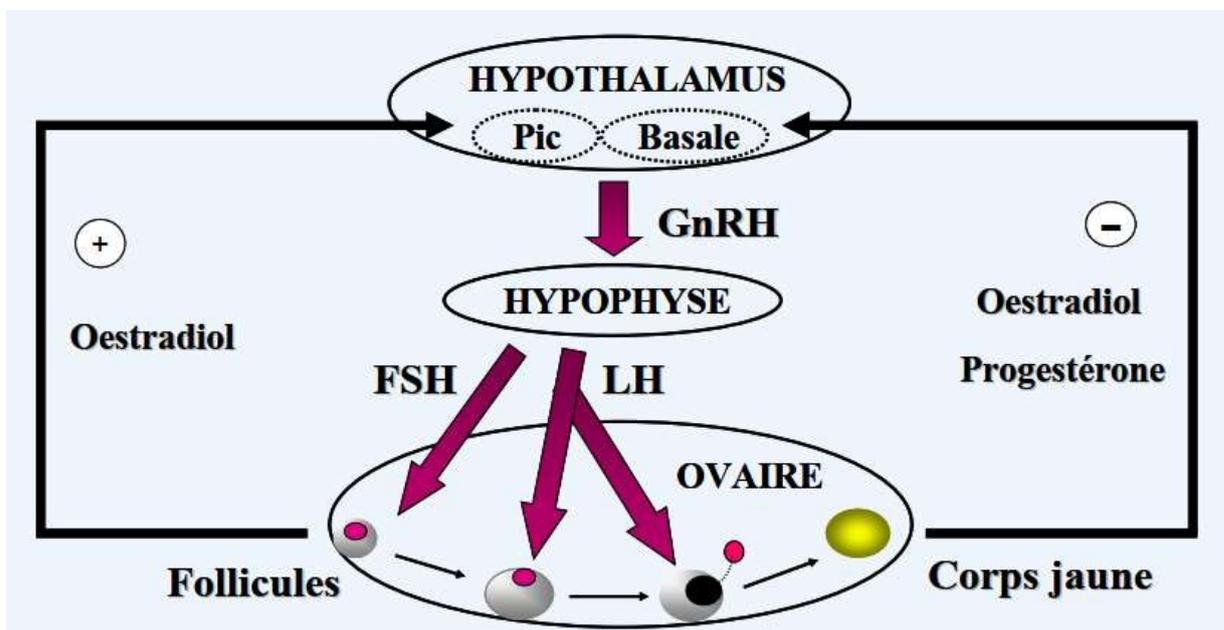
### I.2.2. L'ovulation

Correspond à la libération d'un ou plusieurs gamètes femelles (ovocyte ou ovule) prêt à être fécondé, après rupture du follicule mûr ou de GRAAF à la surface de l'ovaire. Elle s'accompagne d'importants changements parmi lesquels la maturation du complexe ovocyte cumulus se traduisant par la reprise de la méiose de l'ovocyte et l'expansion du cumulus qui l'entoure ainsi que la modification du profil de sécrétion des stéroïdes se traduisant par une diminution brutale des niveaux sériques d'œstrogènes et d'androgènes au profit de la progestérone (Bridges et Fortune, 2007). Après l'ovulation, le follicule subit des transformations morphologiques et fonctionnelles qui conduisent à l'apparition du corps jaune (Deroba, 1991). Le corps jaune s'observe donc à l'emplacement du follicule de De Graaf ayant ovulé. Il est constitué de cellules lutéiniques qui sont colorées par un pigment orangé, la lutéine. Ces cellules lutéiniques dérivent des cellules de la granulosa et de la thèque interne, et sont des cellules sécrétrices de progestérone. Le corps jaune a une forme sphérique ou ovoïde, avec un diamètre de 20 à 25 mm chez la vache (Montmeas, 2013) et 2 à 3 mm chez la brebis (Baril et al. 1993).



La séquence d'événements physiologiques qui génère le cycle sexuel dépend des interactions entre plusieurs hormones sécrétées par le cerveau (LH ; FSH ; GNRH) et les ovaires (œstradiol) (figure 3).

La GNRH agit en stimulant la glande pituitaire pour qu'elle libère la FSH dans la circulation sanguine, dont le rôle est de stimuler la croissance des follicules et d'assurer la maturation des ovules pour les rendre aptes à la fécondation. Les follicules plus gros sur les ovaires produisent l'hormone œstradiol cette dernière entraînant une augmentation de LH et donc l'ovulation des ovules matures. (Castonguay, 2018)



**Figure 4:**Régulation hormonale du cycle sexuel. (Castonguay., 2018).

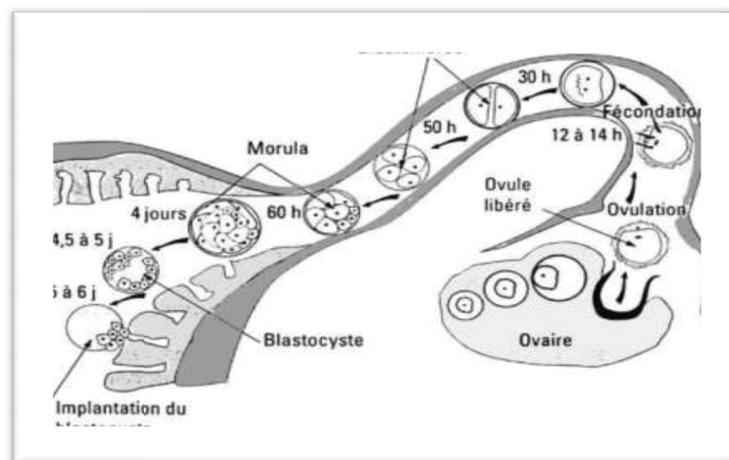
#### I.2.4. La fécondation

La fécondation est la fusion du gamète mâle avec le gamète femelle. Cette fusion aboutit à la formation d'une cellule unique : l'œuf ou zygote. Cet œuf va subir très rapidement des divisions cellulaires, on parle alors d'embryon. Chez les mammifères, la fécondation a lieu dans l'ampoule de l'oviducte (Montmeas et al, 2013). La fécondation est

donc précédée par la libération de l'ovule : c'est la ponte ovulaire ou ovulation et la libération des spermatozoïdes ou éjaculation. La rencontre des deux gamètes s'opère à l'issue d'une insémination naturelle appelée aussi accouplement ou à l'issue d'une insémination artificielle (Gayrard, 2008).

### I.2.5. La gestation

La gestation correspond à la période de la vie de la femelle qui s'écoule entre la fécondation et la mise bas. L'évènement essentiel de la gestation est la fécondation qui est la transformation de l'ovocyte en œuf, suite à la fusion avec le spermatozoïde. A la suite de la fusion des deux membranes nucléaires, l'œuf entre immédiatement en division et donne naissance à deux cellules filles; dès cet instant, le produit de la conception ou conceptus est appelé embryon, qui y restera jusqu'à ce que l'ensemble des tissus de l'organisme se mette en place; et dès que les tissus sexuels les plus tardifs apparaissent, l'embryon est devenu un fœtus (Bonnes et al., 1988). Le contact entre la mère et l'embryon, et entre la mère et le fœtus ensuite, est assuré par le placenta qui représente une barrière anatomique entre systèmes circulatoires de la mère et du fœtus (Sousa et al., 2002).



**Figure 5 :** Migration de l'œuf et du jeune embryon de l'oviducte vers l'utérus au début de la gestation (Brice et a, 1995).

**Chapitre II : Les facteurs affectant  
les performances de reproduction  
chez les ruminants**

La reproduction saisonnière du mouton implique sans doute un rythme circadien endogène. Elle possède donc une base génétique. Cependant, plusieurs facteurs extérieurs interviennent dans la détermination du début et de la fin de la saison sexuelle. Ces facteurs sont la localisation géographique d'origine de l'animal et celle où il se trouve, la race, l'âge, la lactation, la nutrition et l'environnement. On comprendra donc ainsi aisément qu'il est difficile d'établir des limites fixes qui détermineraient le début et la fin de la saison sexuelle de chaque race. En effet, trop de facteurs entrent en ligne de compte (Castonguay, 2018).

### II.1. Localisation géographique

Généralement, les races d'origine tropicale ont une saison de reproduction plus longue que celles provenant des zones tempérées ou nordique. Certaines races font cependant exception à cette règle, comme la Dorset, la Romanov, la FinishLand race et la Mérinos (et ses races dérivées), qui sont reconnues pour avoir une longue saison sexuelle. De plus, la latitude à laquelle se trouve une race, peu importe sa latitude d'origine, influence la longueur de sa saison sexuelle « naturelle ». Généralement, elle diminue avec l'augmentation de la latitude (du sud au nord). Ainsi, les sujets d'une race donnée transportés à une nouvelle latitude « adopteront » un nouveau schéma de reproduction plus typique de la nouvelle région. Cette notion est donc importante lors de l'évaluation des performances de races provenant d'autres pays. Il faut se rappeler qu'une fois arrivée ici, cette race s'adaptera à son nouvel environnement et les qualités qu'elle possédait dans son pays d'origine pourraient être partiellement perdues une fois l'acclimatation aux nouvelles conditions complétée (Castonguay, 2018).

### II.2. Race

Toutes les races de moutons présentent une période d'inactivité sexuelle. Cette période varie en longueur et en intensité en fonction des races. Certaines sont donc naturellement plus « dessaisonnées » que les autres. Une certaine proportion des brebis de ces races parvenant même à maintenir leur cycle sexuel durant presque toute l'année. De façon générale, les races à viande ont un an œstrus plus long et plus profond et sont donc moins dessaisonnées que les races prolifiques ou maternelles. Les variations de l'intensité de l'an œstrus entre les races pourraient être la résultante d'une différence de sensibilité à la rétroaction négative de l'œstradiol pendant la période an œstrale. De plus, les races ne répondraient pas de la même façon aux variations de photopériode (Castonguay., 2018).

### II.3. Âge

A mesure qu'augmente l'âge au vêlage, l'involution utérine ralentit. Une involution utérine tardive s'accompagne plus souvent d'écoulement vulvaire anormal, juste après le vêlage, ainsi que d'an œstrus, de pyrométrie et de kystes ovariens un peu plus tard. Ces anomalies s'accompagnent d'un prolongement de l'intervalle entre le vêlage, de retour en œstrus, de la première saillie et de la conception (Etherington *et al*, 1985). L'intervalle vêlage-première saillie est plus long ( $P < 0,05$ ) chez les vaches âgées que chez les plus jeunes. L'intervalle vêlage-première saillie est plus étroitement associé avec l'âge que le rendement laitier (Stevenson *et al*, 1983). En général, les vaches âgées ont de faibles performances de reproduction. Toutefois, les vaches en seconde lactation ont des performances de reproduction égales à celles des vaches en première lactation. Les vaches en troisième lactation et plus ont de faibles taux de conception et de longs intervalles vêlage-premières chaleurs que celles qui sont dans les premières lactations (Hillers *et al*, 1984). Les vaches à leur deuxième parité ont plus de chance de concevoir que les vaches primipares (Maizona *et al*, 2004). Les bovins âgés ont tendance à avoir moins de condition corporelle que les bovins plus jeunes. Les primipares sont plus susceptibles que les vaches adultes à l'échec de reproduction (Manuel *et al*, 2000). La saison de reproduction est moins longue pour les agnelles que pour les brebis matures. Évidemment, le début de la première saison sexuelle pour les agnelles dépendra principalement de leur saison de naissance et de leur développement corporel (Castonguay, 2018).

### II.4. Nutrition

La fonction de reproduction est une composante animale clef de la productivité des systèmes d'élevage (Keisler et Lucy, 1996 ; Mohajer et al, 2010). Chez la brebis : un bon état corporel stimule le développement de l'ovaire, le taux de l'ovulation, le taux de fécondation et diminue la mortalité embryonnaire ; et le niveau d'alimentation pendant et après de la lutte (Fuhsing) influence la fertilité et la prolificité ; (Kendall et al., 2004; Hassoun et Bocquer, 2007; Chafri et al., 2008). une forte

malnutrition peut empêcher l'apparition des chaleurs ; (Blache et al., 2006).l'alimentation des brebis en lactation détermine leur capacité de production laitière et donc lacroissance des jeunes (Butler, 2003 ; Friggens, 2003 Vandiest et Pelerin, 2003; Titi et al., 2008;Deghnouche, 2011; Titaouine, 2015). Chez la vache, les variations saisonnières de pluviométrie se traduisent par des variations de ladisponible alimentaire à la fois en quantité et en qualité. Parmi les causes d'infertilité, l'alimentationoccupe une place importante Lorsque 15 % des vaches d'un troupeau laitier sont encornée an œstrus 40 à 50 jours après vêlage, une origine alimentaire doit être suspectée (Enjalbert, 2002).

Les erreurs d'alimentation sont fréquemment à l'origine des difficultés de reproduction. Leurs conséquences dépendent du stade physiologique de la vache au moment où elles se produisent (Gilbert *and al*, 2005). Tous les éléments nutritifs (par exemple, eau, énergie, protéines, minéraux, vitamines) devraient être fournis quotidiennement en quantités suffisantes pour répondre aux besoins des vaches gestantes et maintenir des performances optimales de la vache et du veau (Robert *and al.*, 1996). Les génisses qui ont une ration alimentaire de niveau faible, manifestent moins les chaleurs et ont un mauvais taux de conception (30%) par rapport à celles dont le niveau de la ration alimentaire est modéré (62%) ou élevé (60%) (Dziuk*and al*, 1983).

### **II.5. Environnement**

L'environnement a un effet important sur la saison sexuelle.La température et l'humidité doivent être prises en considération lors des accouplements horsaison. Des températures élevées et un taux d'humidité élevé durant le temps de reproduction peuvent réduire les chances de survie des embryons ainsi que la qualité du sperme ce qui aura pour effet de réduire le nombre d'agneaux produits, Selon (Claire et al .,2003) les conséquences d'un

stress lié à la chaleur sur la fonction de reproduction sont multiples et peuvent s'exprimer à plusieurs niveaux, impliquant à la fois les sécrétions des hormones hypothalam-hypophysaires, la dynamique de croissance folliculaire et le développement embryonnaire et fœtal. Ces effets peuvent être expliqués à la fois par une augmentation de la température corporelle au moment des fortes chaleurs, induisant des modifications de comportement et l'altération de l'environnement utérin, ainsi que par une réduction de l'ingestion et l'augmentation du déficit énergétique, se traduisant par des effets négatifs à plus long terme sur la croissance folliculaire, la qualité des ovocytes et les résultats de reproduction

## II.6. La génétique

Il existe chez les bovins une corrélation entre la fécondité des mâles et celles de leurs descendants aussi bien mâles que femelles. Ainsi, la sélection des taureaux sur les critères de fertilité améliore indirectement la fertilité des vaches (Bruyas *and al.* 1993). Il est important de prendre en considération le poids, la taille ainsi que l'âge, car les génisses qui vêlent à l'âge de 24 mois mais qui ont un défaut ou excès en stature et en poids, ne produiront pas de lait selon leur potentiel génétique (Etherington *and al.* 1991). Saillir les génisses à un jeune âge a été généralement rapporté à un raccourcissement de l'intervalle entre génération et donc, accélère l'amélioration

génétique (Lin *and al*, 1986). La précision de l'évaluation génétique dépend de l'héritabilité de chaque trait, mais l'héritabilité de la plupart des traits de fertilité (par exemple, l'intervalle vêlage, l'intervalle vêlage saillie fécondante, le taux de gestation) sont assez faibles ( $P < 0,05$ ), en raison d'importantes contributions des facteurs non génétiques, tels que les différences entre les vaches, l'insémination et les protocoles de gestion (Kakogawa *and al*, 2006). Certaines variations dans les valeurs de la littérature peuvent être dues à des différences dans la souche de la race (Nielsen *and al*, 2003). Même si l'héritabilité des caractères fonctionnels comme la fertilité est faible (5%), l'éleveur a intérêt à prendre en compte dans ses accouplements des taureaux bien indexés sur ce caractère (Gilbert *and al*, 2005 ; Ghoribi2010/2011)

### **II.7. La production laitière**

Les études relatives aux effets de la production laitière sur les performances et les pathologies de la reproduction sont éminemment contradictoires. Le manque d'harmonisation relative aux paramètres d'évaluation retenus n'est pas étranger à cette situation. Celle-ci est également déterminée par des relations complexes existantes entre la production laitière et la reproduction influencée l'une comme l'autre par le numéro de lactation, la gestion du troupeau, la politique de première insémination menée par l'éleveur, la nutrition et la présence de pathologies intercurrentes (Hanzen, 1994). Une étude dans des élevages de bovins laitiers au Nord-est des Etats Unis, a montré qu'une augmentation de 4,5 kg dans la production laitière entre deux tests successifs par rapport à la première saillie était associée à une réduction dans le taux de conception. Dans cette même étude, une période de production laitière de plus de 305 jours, était également associée avec une diminution du taux de conception. Toutefois, davantage d'analyses ont indiqué que les facteurs associés avec le rendement laitier peuvent être responsables de la baisse du taux de conception plutôt que du rendement laitier. Ces facteurs comprennent la perte de l'état d'embonpoint avec un bilan énergétique négatif et une forte concentration de protéines brutes dans la ration des fortes productrices (Etherington *and al*, 1991). Il apparaît que la mise à la reproduction des génisses à un jeune âge, réduit le rendement de la lactation par diminution de la production moyenne journalière, plutôt que le nombre de jours de lactation (Lin *and al*, 1986 ; Ghoribi, 2010/2011)

### II.8. La détection des chaleurs

Une augmentation du taux de détection de l'œstrus est associée à des intervalles vèlage conception courts (Kinsel *and al.* 1998). La performance de production de vaches laitières d'un troupeau influence la rentabilité ; un bon taux de détection de chaleur et de conception permet des opportunités pour le contrôle de la gestion (Gröhn *and al.*, 2000). Les facteurs ayant le plus grand potentiel d'influence sur l'intervalle vèlage conception dans la moyenne du troupeau ont été les taux de détection de l'œstrus et le taux de conception (Kinsel *and al.*, 1998). Les faibles concentrations d'œstradiol le jour de l'œstrus, sont fortement corrélées avec la survenue de subi-œstrus, rendant ainsi la détection de l'œstrus chez les vaches à haut rendement encore plus difficile (Roche, 2006). En outre, le taux de détection de chaleur et le court intervalle post-partum avant la première insémination peuvent être associés à la fertilité (Hwa *and al.*, 2006). Les vaches ayant une forte ingestion de matière sèche ont une plus grande probabilité d'expression de l'œstrus à la première ovulation et une probabilité de gestation élevée dans les 150 jours de la lactation (Westwood *and al.*, 2002). L'expression et la détection d'œstrus avec un faible taux de conception, semblent être des problèmes majeurs. Ceci peut être une combinaison de facteurs englobant l'an œstrus, l'incapacité à exprimer l'œstrus avec ovulation, le défaut de gestion de détection d'œstrus et les petits groupes sexuellement actifs. Le taux de conception est seulement de 30 à 40%, en raison de détection d'œstrus faux positif et donc, une insémination à un stade incorrect du cycle (Esslemont *and al.*, 2003) ; quand le bilan énergétique est négatif (par exemple une baisse de la condition corporelle (Loeffler *and al.*, 1999) et lors de stress dû à la chaleur et/ou à de fortes incidences de mortalité embryonnaire ou fœtale (Santos *and al.*, 2004). Un problème sérieux, dans la détection des chaleurs ou la décision de retarder le délai de la première saillie a été remarqué chez 42% des vaches dont l'intervalle vèlage-première saillie dépasse 90 jours (O'Connor *and al.*, 1985). La détection des chaleurs constitue un des facteurs les plus importants de fécondité mais de fertilité puisqu'en dépend l'intervalle entre le vèlage et la première insémination.

### II.9. La politique d'insémination post-partum

L'obtention d'une fertilité et d'une fécondité optimales, dépend du choix et de la réalisation par l'éleveur d'une première insémination au meilleur moment du post-partum. En effet, la fertilité augmente progressivement jusqu'au 60ème jour du post-partum, se maintient entre le 60ème et le 120ème jour puis diminue par la suite (Hanzen, 1994). Il y a une tendance pour les taux de conception rapportés (59%),

d'être faibles dans les troupeaux qui débutent la saillie des vaches après 40 jours post-partum (Schermerhorn *et al*, 1986).

# **Chapitre III : Maitrise de la reproduction chez les ruminants**

### III.1. Synthèse sur les travaux réalisés chez la brebis et la chèvre

#### III.1.1. Méthodes hormonales

Dans leur étude Pellicer-Rubio et al. (2009), ont rappelé, espèce par espèce, les principes et objectifs des différentes stratégies de maîtrise de la reproduction mises en place dans des élevages conventionnels.

Le traitement hormonal d'induction et de synchronisation de l'œstrus et de l'ovulation est la technique de choix pour l'application de l'IA. En effet, la synchronisation hormonale des chaleurs est associée à l'IA dans plus de 80% des cas. En dehors du cadre de l'IA, ces traitements sont utilisés comme technique de déraisonnement et/ou pour obtenir un bon groupage de mises bas.

Les traitements utilisés en France par les éleveurs consistent à administrer un progestagène de synthèse (éponge vaginal imprégnée d'acétate de fluorogestone: FGA) suivi par une injection d'ECG (choriogonadotropine équine).

En outre, chez la chèvre, du coprostérol (un analogue de synthèse de la prostaglandine  $F2\alpha$ ) est aussi Co-administré avec l'ECG. Ces traitements induisent une ovulation environ 66 h, chez la brebis, et 55 h, chez la chèvre, après le retrait des éponges (Baril *et al* 1993).

Ces traitements hormonaux sont très efficaces à n'importe quelle période de l'an œstrus saisonnier, aussi bien qu'en saison sexuelle et quel que soit le stade physiologique de la femelle hors gestation. Ils assurent une très bonne synchronisation des ovulations, de l'ordre de 12-24 h, et par conséquent une très bonne synchronisation des mises bas après fécondation par monte naturelle ou par insémination artificielle. Dans le cas de l'IA, la très forte synchronisation des ovulations induites permet d'obtenir des résultats de fertilité satisfaisant sa près une seule IA à un moment prédéterminé et sans détection des chaleurs : 55 h après le retrait de l'éponge chez la brebis, 43 h à 45 ha près retrait chez la chèvre. De ce fait ,la synchronisation hormonale des ovulation sa favorisé le développement de l'IA et augmenté l'efficacité des schémas de sélection (David *et al* 2008, Fatetet *al* 2008 cité par Pellicer-Rubioet al., 2009).

Khiati, (2013) a présenté une contribution à l'évaluation des potentialités reproductives de la brebis de race Rembi. Dans la première partie de son essai, il a évalué l'effet des traitements hormonaux sur les paramètres de reproduction de la brebis de race Rembi pendant la période de faible activité sexuelle et a permis d'obtenir, avec le

traitement de synchronisation des chaleurs par les éponges vaginales imprégnées de progestagène (40 mg de FGA) associée à différentes doses de PMSG, une augmentation non significative des taux de fertilité, de fécondité et de prolificité. Le meilleur taux de fertilité est obtenu avec une dose de 300 UI de PMSG (86,2%), par contre le meilleur taux de fécondité et de prolificité (121% et 152%, respectivement) sont obtenus avec la dose de 500 UI de PMSG.

Dans la deuxième partie de cette étude, le traitement de synchronisation des chaleurs associé à la PMSG a permis d'obtenir de courts intervalles entre « Retrait d'éponge – Apparition des Chaleurs » de 37h31 min et 32h24 min avec les doses respectives de 300 et 500 UI de PMSG contre 40h56 sans PMSG.

Dans la dernière partie, la production d'embryons *in vivo*, après un traitement de superovulation à base de FSH/LH et PMSG, suivi d'un transfert embryonnaire par laparotomie s'est effectuée avec succès chez cette race, malgré que la technique par laparoscopie semble être plus facile et sans traumatisme.

Lurette et al. (2016), ont rapporté dans leur article de synthèse que les stratégies de maîtrise de la reproduction mises en œuvre par les éleveurs sont notamment pour objectifs : l'optimisation de la fertilité, de la fécondité et de la taille de portée (prolificité) ; le choix de la période et de la fréquence des mises bas, le groupage des mises bas (adaptation de la production à la demande des marchés, gestion des besoins alimentaires par rapport aux ressources disponibles, organisation du travail et gestion du troupeau...) ; la diminution des périodes improductives (avancement/synchronisation de la puberté, reproduction à contre-saison, diminution de la durée de l'an oestrus *postpartum*) ; l'amélioration génétique des caractères de production et des caractères fonctionnels via les schémas de sélection et l'utilisation de l'Insémination Artificielle (IA) (Fatetet *al.*, 2008). À ce jour, la reproduction des brebis et des chèvres hors saison sexuelle peut-être obtenue en utilisant différentes pratiques: des traitements hormonaux d'induction et de synchronisation des chaleurs et des ovulations, des traitements photopériodiques (basés sur le contrôle de la durée d'éclairage journalière), « l'effet mâle » (pratique d'élevage basée sur les interactions sociales entre les mâles et les femelles), ou une combinaison de ces pratiques (Pellicer-Rubio *et al.*, 2009). En outre, la détection des chaleurs est nécessaire pour les éleveurs qui font le choix de l'IA ou de la lutte en main, en l'absence de traitement hormonal d'induction et de synchronisation des chaleurs et des ovulations. En fin, chez la chèvre laitière, les lactations longues et les mises bas tardives sont des stratégies de conduite du troupeau qui peuvent également être mises en œuvre pour gérer la saisonnalité. Ainsi, le recours à des lactations longues permet le « recalage » de chèvres sur le reste du troupeau (alternative à la réforme anticipée de chèvres en échec de reproduction, recalage de primipares, dont les mises bas sont habituellement plus tardives, avec le troupeau adulte), le maintien dans le troupeau de bonnes chèvres laitières mais avec des problèmes de reproduction et l'étalement de la production laitière (Bossiset *al.*, 2008, Pellicer-Rubio *et al.*, 2009 cité par Lurette et al., 2016).

### **III.1.2. Méthodes zootechniques**

#### **III.1.2.1. L'effet mâle**

L'effet mâle est une ancienne pratique d'élevage qui consiste à stimuler l'activité ovulatoire d'une femelle qui est au repos sexuel par la simple introduction de mâles sexuellement actifs dans leur environnement. Les béliers et les boucs, *viades* signaux sensoriels (notamment olfactifs), vont ainsi pouvoir réactiver l'axe hypothalamo-hypophysio-gonadique de la brebis ou de la chèvre hors saison sexuelle. Or l'utilisation de

l'effet mâle en élevage est freinée par un certain nombre de verrous techniques et organisationnels. Par exemple, il est nécessaire d'avoir un bâtiment spécifique pour les mâles afin d'assurer la séparation des sexes pendant les mois qui précèdent la mise en œuvre de l'effet mâle. De plus, la gestion et la manipulation des mâles (qu'il faut en nombre suffisant) est considérée comme contraignante et nécessitant un investissement supplémentaire (coût d'entretien des mâles et main-d'œuvre). Les résultats techniques sont fortement variables entre bassins, mais aussi au sein d'un même bassin. Ils peuvent être améliorés lors que les mâles et les femelles sont soumis en parallèle à des traitements photopériodiques pour stimuler leur activité sexuelle. L'association aux traitements lumineux est par ailleurs conseillée, notamment chez des races très saisonnées comme les races caprines laitières Saanen et Alpine. Malgré tout, les résultats techniques d'une reproduction par effet mâle restent très variables (Pellicer-Rubio *et al.*, 2007). En effet, même si l'effet mâle peut apporter une amélioration de la fécondité en contre-saison, le degré de synchronisation des ovulations obtenu est moindre par rapport à la synchronisation hormonale (Maton *et al.*, 2014 ; Pellicer-Rubio *et al.*, 2008 et 2016). Cette différence d'efficacité suffit à limiter l'utilisation de l'IA après effet mâle. Actuellement, la pratique de l'effet mâle est généralement utilisée pour la monte naturelle (lutte libre ou lutte en main) (Pellicer-Rubio *et al.*, 2009 cité par Lurette *et al.*, 2016).

### III.1.2.2. Le flushing

Chez la brebis, le poids vif avant la lutte, reflet de l'état nutritionnel moyen du troupeau, a une influence déterminante sur le taux d'ovulation, la fertilité et la prolificité. De plus, la prise de poids avant la lutte est un facteur d'amélioration des performances de reproduction. Le flushing consiste à augmenter temporairement le niveau énergétique de la ration, de façon à compenser les effets d'un niveau alimentaire insuffisant ou d'un mauvais état corporel. En pratique, l'apport de 300 g de concentré supplémentaire par brebis et par jour, quatre semaines avant et trois semaines après la lutte permet d'augmenter le taux d'ovulations et de réduire la mortalité embryonnaire (Hanzen, 2009).

L'action de l'alimentation se manifeste aux différentes périodes de la vie productive, principalement pendant les 2 à 3 semaines qui précèdent et qui suivent la saillie. La lutte des brebis est une période privilégiée qui conditionne l'obtention d'une bonne fertilité et d'une bonne prolificité (Thibier, 1984).

Le «flushing», maintenu assez longtemps après la fécondation, permet d'accroître le taux d'ovulations et par conséquent la prolificité car il évite une augmentation du taux de mortalité embryonnaire dû à un taux d'ovulation accru. Chez les animaux ayant un état corporel moyen ou bas, l'accroissement progressif de l'alimentation de brebis au cours des semaines qui précèdent la lutte où le «flushing» doit débiter au plus tard 17 jours avant le début de la lutte et se poursuivre 19-20 jours après l'introduction des brebis.

Dans une étude menée en (2015), Boudechiche et al , ont réalisé une substitution d'un concentré à base de caroube entière à un concentré à base d'orge, distribués à cinquante brebis, réparties aléatoirement en deux lots: un lot témoin ayant reçu une complémentation à base d'une ration R1 constituée de 30 % son de blé et de 70 % d'orge en grains au flushing puis au streaming, et un lot expérimental qui a reçu un concentré R2 à base de 30 % de son de blé et de 70 % de caroube entière. L'impact de cette complémentation a été évalué par les notes d'état corporel (NEC) à la lutte et à la mise bas, les performances de reproduction ainsi que la croissance des agneaux. Les NEC ont été significativement identiques entre les deux lots à la lutte (3,33 vs. 3,48) et à la mise bas (2,87 vs. 2,94). De même, les vitesses de croissance ont été significativement similaires ( $p > 0,05$ ). Ainsi, les compléments énergétiques (orge vs. caroube) peuvent se substituer.

### III.1.2.3. Les traitements photopériodiques

Dans les pays tempérés, chez les petits ruminants, les jours courts stimulent l'activité sexuelle tandis que les jours longs l'inhibent. Cependant, le maintien d'une durée d'éclairage constante (longue ou courte) n'est pas à même de maintenir un état d'an œstrus ou d'activité sexuelle permanente. Seule donc, une alternance de périodes de jours longs (et/ou l'administration de mélatonine) permet de maîtriser l'activité sexuelle et donc d'avancer la période de reproduction voire de l'induire en contre-saison, l'objectif étant d'induire une activité ovarienne cyclique de 2 à 3 cycles consécutifs pour avoir une fertilité comparable à celle observée pendant la saison sexuelle (Hanzen, 2009).

De façon schématique, les jours longs (du printemps et de l'été) sont inhibiteurs de la reproduction, alors que les jours courts (de l'automne et de l'hiver) la stimulent. Un signal de «jour long » efficace est observé avec 16 h d'éclairage journalier. Un signal de «jour court » efficace est observé avec 8-12 h d'éclairage journalier. Sur cette base, les traitements photopériodiques consistent à soumettre les animaux à des jours longs pendant l'hiver suivis par des jours courts pendant le printemps-été. Ces traitements permettent ainsi de stimuler l'activité sexuelle des mâles et des femelles encontre-saison (période de

printemps-été). En pratique, les jours longs sont appliqués facilement dans les bâtiments d'élevage avec de la lumière artificielle, de façon à assurer 16 h d'éclairage journalier pendant au minimum 60 jours. Ensuite, si la phase de jours courts démarre avant la mi-mars, il est possible de profiter des jours courts naturels, sinon il sera nécessaire d'associer un traitement hormonal à base de mélatonine qui est administré sous forme d'implant par voie sous-cutanée (Chemineau *et al.*, 1996 cité par Lurette *et al.*, 2016). L'administration de mélatonine peut aussi être nécessaire lorsque certaines pratiques d'élevage interfèrent avec le traitement de jours courts (éclairage dans le bâtiment pendant la surveillance des mises basses, les heures de traite, la repousse de l'aliment...). La fréquence d'utilisation des traitements photopériodiques dépend fortement des bassins de production. Bien qu'il s'agisse de protocoles qui se développent de plus en plus en élevage caprin, leur utilisation demeure faible en élevage ovin. De plus, ces traitements lumineux, lorsqu'ils sont utilisés seuls, ne permettent pas une synchronisation du troupeau suffisante pour utiliser l'IA. De ce fait, en élevage caprin, ils sont associés à la synchronisation hormonale de l'œstrus et de l'ovulation ou à l'effet mâle (Pellicer-Rubio *et al.*, 2009 cité par Lurette *et al.*, 2016).

### III.2. Synthèse sur les travaux réalisés chez la vache

Le développement des Biotechnologies de la Reproduction Animale (BRA) s'est concrétisé au cours de la seconde moitié du XXe siècle. En raison de leur impact économique important dans la gestion des troupeaux, les techniques ont progressé rapidement, et leur champ s'est élargi depuis la maîtrise de la semence animale (donc des gamètes mâles, jusqu'à celle des embryons et des gamètes femelles). Particulièrement innovant, ce secteur s'est développé dans le monde entier, mais selon des proportions liées au développement économique de leur région ou leur continent ; il concerne essentiellement les mammifères, mais aussi les volailles, les poissons, voire les abeilles.

L'évolution des Biotechnologies de la Reproduction Animale BRA est classiquement décrite en quatre générations, comme l'illustre la figure ci-dessous. Conjointement à la troisième génération s'est aussi mis en place, à la fin du XXe siècle, le sexage de la semence, bovine notamment.

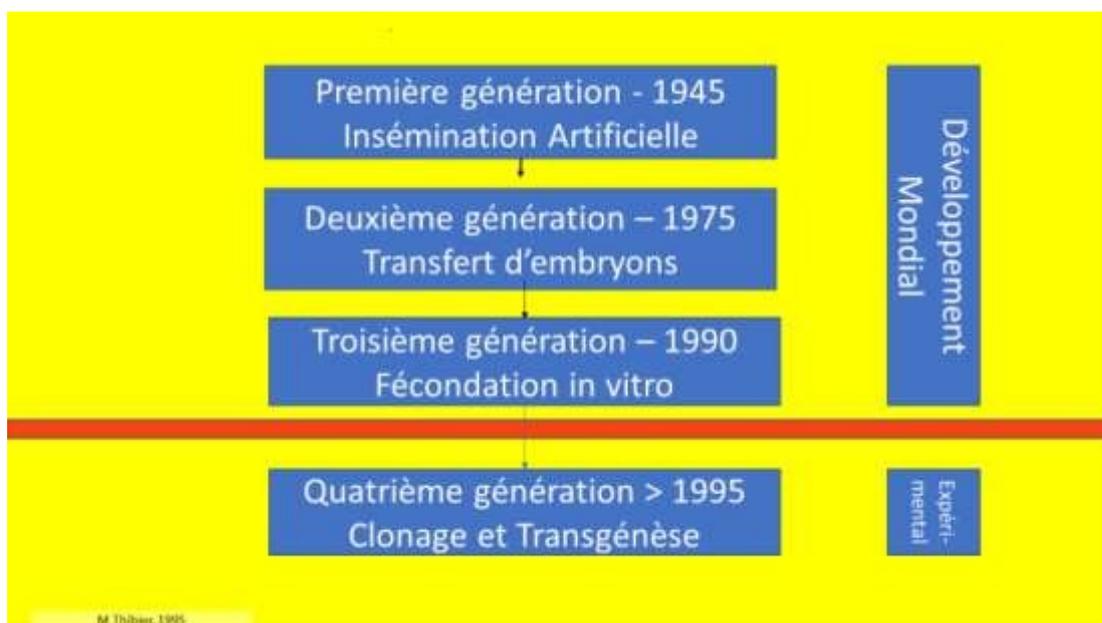


Figure 7: Les quatre générations de la reproduction animale (Thibier, 1995).

### III.2.1. Première génération : l'insémination artificielle

L'insémination artificielle des animaux est la plus ancienne de ces Biotechnologies ; elle est aussi, et de loin la plus répandue dans le monde. Les premiers essais méthodiques d'insémination chez les espèces domestiques ont débuté dans les années 1935-1939 sous l'initiative de chercheurs (le soviétique Milovanov, et les français Le tard et La palud), puis en France par Robert Cassou (Thibier, 2019).

La technologie de l'insémination artificielle est basée sur des principes biologiques qui ne modifient ni l'intégrité génique ni le patrimoine génétique des gamètes avant et après la fécondation dans le tractus génital femelle. Bien qu'elle soit moins développée chez les bovins allaitants, plusieurs millions d'inséminations dans l'espèce bovine, sont cependant réalisées chaque année en particulier en France. Ainsi on peut constater que plus de 90 % du lait et plus de 60 % de la viande bovine produits et consommés sont issus d'animaux nés d'insémination artificielle. Sa vocation première était d'améliorer les performances zootechniques, elle a cependant également largement contribué à améliorer l'état sanitaire du cheptel et à préserver le patrimoine génétique des populations animales dans lesquelles elle a été utilisée.

Pour des raisons essentiellement économiques, son développement chez les petits ruminants est beaucoup plus limité (Thibier, 1999).

### III.2.2. Deuxième génération : la transplantation embryonnaire

Cette deuxième génération de brebis en qu'essentielle actuellement pour assurer le progrès génétique, la technique de Transfer embryonnaire, qui consiste à produire plusieurs embryons chez une femelle de haute valeur génétique, puis à les transférer sur des femelles receveuses dont la valeur génétique est faible, est moins importante en termes de nombre d'interventions réalisées chaque année (inséminations artificielles, collecte d'embryons et transferts) et de produits qui en sont issus.

Comme dans le cas de l'insémination artificielle, l'intégrité du génome n'est pas touchée lors de chacune des phases nécessaires à sa réalisation (production des gamètes, fécondation, développement embryonnaire *in vivo*) (Thibier, 1999).

Chez les bovins, les taux de gestation de ces embryons remis en place sont en moyenne de 60 % pour les embryons transférés à l'état frais, et de 50 % pour les embryons congelés. Une donneuse ayant été l'objet d'un traitement de superovulation donne ainsi naissance en moyenne à 3 veaux par intervention. Environ 36 000 transferts d'embryons bovins ont été faits en France en 2017, dont les deux tiers en races laitières et la moitié sous forme congelée. Dans le monde entier plus de 400 000 embryons bovins ont été transférés en 2017, dont plus de la moitié issue des pays d'Amérique du Nord, et environ un tiers d'Europe. Bien que le coût de tels transferts soit de 5 à 10 fois supérieures à celui d'une insémination animale, le succès de cette BRA provient d'avantages majeurs :

- génétique, par la disponibilité pour le propriétaire de la receveuse d'un animal génétiquement amélioré par ses deux composantes paternelle et maternelle (puisqu'il possède les 2n chromosomes, contrairement à la semence) ;
- et surtout sanitaire : la transplantation embryonnaire est le moyen le plus sûr d'échanges de gènes au plan sanitaire (Thibier, 2019).

### **III.2.3. Troisième génération : la fécondation *in vitro***

La production d'embryons par fécondation *in vitro* est une technique qui consiste à féconder des ovocytes par des spermatozoïdes en dehors du tractus génital. Elle n'a été maîtrisée qu'à partir du début des années 90. Elle a connu, depuis cette date, une évolution très rapide en raison des avantages qu'elle présente pour la gestion du progrès génétique, facteur économique majeur de productivité dans tous les grands pays d'élevage à travers le monde. Ainsi en Amérique du nord (USA, Canada) et en Europe (Hollande, Italie, Irlande),

plusieurs milliers d'embryons sont actuellement produits chaque année par fécondation *in vitro* (Guerrin et Gienne, 2016).

La production d'embryons *in vitro* comprend trois étapes successives : la maturation *in vitro* de l'ovocyte après son prélèvement dans le follicule (MIV), la fécondation *in vitro* (FIV), puis enfin la culture *in vitro* (DIV).

La première étape technique est la collecte des ovocytes chez un animal donneur (en général de qualité génétique supérieure). Il y a dans ce cas deux sources différentes :

- Le prélèvement par aspiration sous contrôle échographique, par ce qu'il est convenu d'appeler un *ovumpick up* (OPU) sur l'animal vivant. L'OPU peut être pratiqué chez le même animal tous les 8 à 10 jours, ainsi que pendant le premier trimestre de la gestation.
- Les provenances d'abattoirs, après abattage des femelles.
- Les étapes suivantes de la manipulation nécessitent un laboratoire hautement équipé, et sous maîtrise sanitaire drastique afin d'éviter toute introduction d'agents pathogènes dans le processus. Les traitements comprennent la capacitation des spermatozoïdes, la mise en présence des deux gamètes en milieu conditionné précis, puis la culture des embryons jusqu'au stade dit blastocyste, soit pendant 7 jours environ. La suite du processus est semblable à celui du transfert d'embryons fécondés *in vivo* (Thibier, 1999).

Parallèlement à sa mise au point et à la recherche d'une meilleure maîtrise technologique, la fécondation *in vitro* a fait l'objet de recherches très actives dans le but d'évaluer les risques sanitaires en particulier les risques de transmission et de dissémination des maladies animales, particulièrement surveillés en raison des échanges internationaux qui conduisent de nombreux pays à exporter ou à importer de la génétique notamment aujourd'hui sous forme d'embryons. En comparaison avec les échanges d'animaux vivants utilisés massivement pendant près de 50 ans, qui aboutissaient parfois à exporter des maladies animales en même temps que les animaux eux-mêmes, l'expédition de quelques milliers d'embryons est aujourd'hui une formalité simple, rapide, peu coûteuse et qui présente l'énorme avantage d'être beaucoup plus sûre au plan sanitaire.

A ce jour, l'ensemble des travaux concordent et autorisent à conclure que la sécurité sanitaire peut et doit être une des qualités majeures associées aux embryons produits par fécondation *in vitro* (Guerrin et Gienne, 2016).

---

### III.2.4. Quatrième génération : clonage somatique et transgénèse

Cette quatrième génération de BRA ne concerne désormais presque exclusivement que des activités de recherche ou de développement de molécules pharmacologiques.

Le clonage résulte de la reprogrammation nucléaire, après transfert d'un noyau de cellule somatique de l'individu à cloner, dans un ovocyte mûr préalablement énucléé. L'intérêt zootechnique de cette BRA est limité et, par exemple, seuls quelques centaines de bovins ont vécu à des fins zootechniques, notamment aux USA et au Brésil où quelques personnes fortunées se sont attachées à cloner chevaux ou bovins de très grande valeur. L'intérêt actuel du clonage est qu'il constitue un excellent modèle d'étude de la relation génome-épigénome (Thibier, 1999).

Le premier animal transgénique fut obtenu en 1982 par Palmite, chez la souris, qui exprimait très intensément le gène d'hormone de croissance du rat. Les travaux de transgénèse chez les animaux domestiques de la fin du XXe siècle et du XXIe (vaches, brebis ou porcs) ont consisté à intégrer dans le génome d'un embryon un gène étranger, dans le but de faire produire à l'animal domestique des molécules d'intérêt pharmaceutique ou médical, telles que l'alpha antitrypsine pour traiter l'emphysème pulmonaire, la transferrine, l'albumine humaine ou des facteurs de coagulation du sang pour soigner les hémophiles. Les techniques initiales sont toutefois extrêmement peu efficaces.

Une révolution est en cours avec le recours à la technique d'édition (ou de réécriture) dite *CRISPR-Cas9* : celle-ci permet d'intervenir de façon spécifique et précise sur un gène pour l'inactiver (ce qui n'est plus une transgénèse à proprement parler) ou le remplacer. Les mois et années à venir nous réservent sans doute quelques bonnes surprises telles que l'inactivation des gènes codant pour des récepteurs de virus de maladies animales, rendant ainsi les animaux insensibles à ces agents pathogènes, certains redoutables comme celui de la Fièvre Aphteuse ou de la peste porcine africaine.

Contrairement aux trois générations précédentes de BRA, le clonage somatique, la transgénèse et la réécriture du génome font l'objet d'une acceptation sociale variable selon les continents. C'est manifestement en Europe que la controverse est la plus vive (Thibi

# **Conclusion**

# Conclusion

---

## Conclusion

La synthèse des travaux réalisés sur la maîtrise de la reproduction et l'amélioration des performances reproductives des femelles des ruminants a fait l'objet de la présente étude.

La maîtrise des cycles sexuels des femelles des ruminants a connu au cours des deux décennies précédentes d'incontestables progrès. Dans ce travail ont été rappelées dans le premier chapitre les particularités anatomique et physiologique de l'appareil reproducteur des femelles des ruminants. Dans un second chapitre ont été abordés les facteurs affectant les performances de reproduction chez les ruminants, et dans le troisième et dernier chapitre ont été développées les différentes méthodes de maîtrise de la reproduction chez la brebis et la chèvre à savoir les méthodes zootechnique (l'effet male, le flushing, et les traitements photopériodiques) ; les méthodes hormonales ainsi que le développement des biotechnologies de la reproduction animale chez la vache.

### Références bibliographiques :

**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 pp.

**Brice G., Jardon C et Vallet A. 1995.** Le point sur la conduite de la reproduction chez les ovins. Eds. Institut de l'élevage, Paris, France. 79 pp.

**Bonnes G., Desclaude J., Drogoul C; Gadoud r. et AL.1988.** Reproduction des mammifères d'élevage (15-139).- paris : inrap.- 239p.- collection in rap.

**Bridges P., & Fortune J. 2007.** Régulation, action and transport of prostaglandines during the periovulatory période in cattle. *Moléculaire and cellular endocrinologie*, 263(1), 1-9.

**Bruyas J., Fieni F., et Teinturier D. 1993.** Le syndrome « repeat-breeding » : analyse bibliographique 1ère partie : étiologie. *Revue Méd. Vét.*, 144, 6, 385-398.

**Butler, W.R. 2003.** Energie balance Relationship with folliculaire développement ovulation and fertilité in postpartum d'Airy crows. *Live stock Production Science*, 83 :211-218.

**Chafri n. Mahouachi M., et Ben hamada M.,2008.** Effets du niveau alimentaire après mise bas sur le développement de la fonction reproductive chez l'agneau de race prolifique D'man : Développement testiculaire et déclenchement de la puberté. *Ranc. Reich. Ruminants*, 15, 394.

**Deroba T. 1991.** Follicllogenese et endocrinologie chez la vache gobra sur ovulée  
page 10

**Enjamber, F. 2002.** Relations entre alimentation et fertilité : actualités *Point Ve*, 33, (227), 46-50.

**Esslemont R. 2003.** The costs of poor fertilité and what to do about reducing them. *Cattle Practice* 2003; 11: 237-250.

**Etherington W., Marsh W., Fetrow J., Weaver L., Seguin B., and Rawson C. 1991b.** Dairy herd reproductive health management: evaluating dairy herd reproductive performance - part I. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.*, 13 (9): 1491-1503

**Etherington W., Martin S., Dohoo I.R. and Bosu W., K. 1985.** Interrelationships between température, âge at. Calvin, postpartum reproductive événements and reproductive performance in d'Airy crows: a path analysais. *Can. J. Comp. Med.*, 49: 254-260.

**Baril G., Chemineau P., Cognié Y., Guérin Y., Leboeuf B., Orgeur P., Vallet J.C.1993.** Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. *Etude FAO Prod. Santé Anim.*, 83, 231p.

## Références bibliographiques

---

**Bossis N., Guinamard C., Caramelle-Holtz E., De Crémoux R. 2008.** Maîtrise de la saisonnalité, produire du lait au bon moment pour répondre aux attentes des entreprises et des éleveurs. Institut de l'Élevage Collection Résultats (CR n°120855816), mai 2008, 47p.

**Brice G, Leboeuf B, Boue P, Sigwald JP.** L'insémination artificielle chez les petits ruminants. *Le Point Vétérinaire*, **1997**,28,1641-1647.

**Castonguay C. 2018.** La reproduction chez l'ovin. *Département des sciences animales Pavillon Paul-Comtois, Université Laval Québec (Québec) G1V 0A6* Page 11/12

**Chemineau P, Cognié Y., Heyman Y.** Maîtrise de la reproduction des mammifères d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, hors série. **1996.** 5-15.

**David I., Robert-Granié C., Manfredi E., Lagriffoul G., Bodin L. 2008.** Environmental and genetic variation factors of artificial insémination succès in French dairy sheep. *Animal*, **2**, 979-986.

**Fatet A., Leboeuf B., Fréret 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. Rum.*, 355-358.

**Gilbert bonnes, Jeanine Desclaude, Carole Drogoul, Remont Gadoud, Roland Jussieu, Andre Lelouc'h, Louis Montmeas and Gisel Robin.** Reproduction des animaux d'élevage, **2005.** Educagri éditions, Dijon 2ème éd. ISBN : 978.

**Gröhn Y., and Rajala-Schultz P., 2000.** Epidémiologie of reproductive performance in dairy cows. *Anim Reprod Sci.* **2000** Jul 2; 60-61:605-14.

**Hanzen C. 1994.** Etude des facteurs de risque de l'infertilité et des pathologies puerpérales et du post-partum chez la vache laitière et la vache viandeuse. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade d'agrégé de l'enseignement supérieur. Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire.

**Hanzen Ch. 2009-2010.**Rappel anatomophysiologiques relatifs a la reproduction de la vache, article page 3

**Khiati, B.2013.** Étude des performances reproductives de la brebis de la race Rembi thèse univ Oran page35

**Hanzen Ch. 2015-2016.** La détection de l'œstrus chez les ruminants. [En ligne] accès internet page consultée le 1/05/2016

**Hassoun P., et Bocquer F. 2007.** Alimentation des bovines, ovins et caprins; Besoin des animaux-Valeurs des aliments. Tables INRA 2007. Ed. Quæ, 307p.

**Hillers J., S'enger P., Darlington R., and Fleming W., 1984.** Effects of production, sison, âge of crow, d'ays dry, and d'ays in Milk on conception to first service in large commercial dairy herds. *J., Dairy Sci.*, **67:** 861-867.86

## Références bibliographiques

---

- Hwa K., Hyun-Gu K. 2006.** Risk factor for de la yed conception in Korean dairy herds. *J. Vet. Sci.* 2006, 7(4), 381–385.
- Hwa K., Hyun-Gu K. 2006.** Risk factors for delayed conception in Korean dairy herds. *J. Vet. Sci.* 2006. 7(4), 381–385.
- Kinsel M., and Etherington W. 1998.** Factors affecting reproductive performance in Ontario dairy herds. *Theriogenology.* 1998 Dec; 50(8):1221-38
- Lin C., MacAllister A., Batra T., Lee A., Roy G., Vesely J., Wauthy J., and Winter K.A. 1986.** Production and reproduction of early and late bred dairy heifers. *J., Dairy Sci.*, 69:760-768 Etherington W.G., Martin S.W., Dohoo I.R. and Bos
- Loeffler S. H., de Vries M. J., and Schukken Y. H. 1999a.** The Effects of Time of Disease Occurrence., Milk Yield., and Body Condition on Fertility of Dairy Cows. *J., Dairy Sci* 82:2589–2604.
- lurette a., freret s., chanvallon a., experton c., frappat b., gatien j., dartois s., martineau c., le danvic c., ribaud d., fatet a., pellicer-rubio m.** La gestion de la reproduction en élevages ovins et caprins, conventionnels et biologiques : état des lieux, intérêt et acceptabilité de nouveaux outils dans six bassins de production en France. 2016., 29 (3), 163-184 *INRA Productions Animale.*
- Maizona D., Oltenacua P., Gröhn Y., Strawderman R., and Emanuelson U. 2004.** Effects of diseases on reproductive performance in Swedish Red and White dairy cattle. *Preventive Vétérinaire Médecine* 66 .2004. 113–126
- Maton C., Debus N., Lurette A., Guyonneau J.D., Viudes G., Tesniere A., Bocquier F. 2014.** Insémination animale sans hormone après détection automatisée des chevauchements chez la brebis. *Renc. Rech. Rum.* 21, 281-284.
- Montmeas L. 2013.** Les hormones de la reproduction, reproduction des animaux d'élevage. 3<sup>e</sup> édition. Educagri éditions, pp. 34–53.
- Nielsen H., Friggens N., Løvendahl P., Jensen J., and Ingvarsten K. 2003.** Influence of breed, parity, and stage of lactation on lactational performance and relationship between body fatness and live weight. *Livestock Production Science* 79 (2003) 119–133
- O'connor M.L., Baldwin R.S. and Adams R.S. 1985.** An integrated approach to improving reproductive performance. *J., Dairy Sci.*, 68 : 2806-2816.
- Pellicer-Rubio M., Leboeuf B., Bernelas D., Forgerit Y., Pougard J., Bonne J., 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. *Anim. Reprod. Sci.*, 98, 241-258

## Références bibliographiques

---

**Pellicer-Rubio T., Ferchaud S., Freret S., Urnadre S., Fatet A., Boulot S., Pavie J., Leboeuf B., Bocquier F.** Les méthodes de maîtrise de la reproduction disponibles chez les mammifères d'élevage et leur intérêt en agriculture biologique. **2009**. nra Prod. Anim.2009. 22 (3), 255-270

**Roche J., 2006a.** The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. Anim Reprod Sci. 2006 Dec; 96(3-4):282-96.

**Santos J., Thatcher W., Chebel R., Cerri R., and Galvao K. 2004.** The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. Anim Reprod Sci 2004; 82-83: 513-535.

**Schermerhorn E., Foote R., Newman S., and Smith R. 1986.** Reproductive practices and results in dairies using owner or Professional inséminateurs. *J., Dairy Sci.*, 69: 1673-1685.

**Stevenson J., Schmidt M., and Call E.1983.** Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks postpartum. *J., Dairy Sci.*, 66: 1148-1154.

**Thibier M.** Biotechnologies de la reproduction animale et sécurité sanitaire des aliments. **1999**. Paris AFSSA – Biotechnologie.

**Hanzen ch.** La maîtrise des cycles chez les petits ruminants.**2009-2010**

**Thibier M.** *Les nouvelles Biotechnologies de la reproduction.* In : Animal Reproduction. Proc régional séminal held by IFS, Niamey, Niger. IFS, Stockholm.**1995**.

**Westwood C., Lean I., and Garvin J. 2002.** Factors Influencing Fertility of Holstein Dairy Cows: A Multivariate Description. *J., Dairy Sci.* 85:3225–3237

## Résumé

---

### Résumé

Dans les années soixante, le recours massif à l'insémination artificielle permis d'organiser l'amélioration génétique des bovins laitiers. De nouvelles technologies sont apparues depuis, issues du progrès des connaissances sur la fécondation et le développement de l'embryon. Elles vont certainement contribuer à améliorer indirectement la qualité génétique des ruminants. Cette étude décrit les bases de plusieurs biotechnologies de la reproduction chez les femelles des ruminants : insémination artificielle, transplantation embryonnaire, fécondation in vitro, clonage ainsi que d'autres techniques réalisées chez la brebis et la chèvre.

**Mots clés :** reproduction, biotechnologie, ruminants.

### ملخص

في الستينيات ، أتاح الاستخدام المكثف للتلقيح الاصطناعي تنظيم التحسين الجيني لأبقار الألبان. ظهرت تقنيات جديدة منذ ذلك الحين ، نتجت عن تقدم المعرفة حول الإخصاب وتطور الجنين. من المؤكد أنها ستساهم بشكل غير مباشر في تحسين الجودة الوراثية للحيوانات المجتررة. تصف هذه الدراسة أساسيات العديد من التقنيات الحيوية الإنجابية في إناث المجترات: التلقيح الاصطناعي ، وزرع الأجنة ، والتلقيح في المختبر والاستنساخ وغيرها من التقنيات التي يتم إجراؤها في الأغنام والماعز

الكلمات المفتاحية: التناسل ، التكنولوجيا الحيوية ، المجترات

### Summary

In the 1960s, the massive use of artificial insemination made it possible to organize the genetic improvement of dairy cattle. New technologies have since emerged through the progress of knowledge on fertilization and embryo development. They will certainly help to indirectly improve the genetic quality of ruminants. This study describes the basics of several reproductive biotechnologies in

Ruminant females: artificial insemination, embryo transplantation, in vitro fertilization, cloning and other techniques performed in sheep and goats.

Keywords: reproduction, biotechnology, ruminants.