

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES



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

THÈME :

***LES PARAMÈTRES DE LA FERTILITÉ
CHEZ LES BREBIS***

Présenté par :

***Mr: Louddi Nacer**

***Mr: Megharbi Abdelkader**

Encadre par :

*** Pr: Zidane Khaled**

Année universitaire : 2018 – 2019

Remerciment

Au nom du dieu clément et miséricordieux

Nous remercions Mr **Zidane khaled** professeur a l'instituts
nationale vétérinaire

qui nous a encadrer durant la préparation de ce projet.

Nos remerciements les plus sincères a tous les enseignants
de l'instituts au prés desquels nous avons trouvé conseils et
encouragements tout au long de notre cursus.

Nous remercions chaleureusement :

Tout le personnel de l'école nationale vétérinaire, agents de
sécurise, femmes de ménage, techniciens informatiques,
bibliothécaires, audiovisuel, magasiniers, chauffeurs, qui
nous ont jamais refuse leurs services.

DEDICACES

Je dédie ce travail en signe de reconnaissance,

A ceux aux quels je dois ma réussite. Aux personnes les plus chères dans ce monde, à mes parents, fatima et Ghalem

Ma tante Saliha

pour leur amour, leur dévouement et leur soutien tout au long de ces longues années d'étude.

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude.

A mes frères : youcef. Iberahim. Mimouna. Chaimaa

A toute ma famille et spécialement mes grands parents

A mes amis (es) : kadi. Sadek. Sidali sidahmed radouane rhiade amine yassine. Aissa. Zakiet

A tout mes collègues de l'institut nationale des sciences vétérinaires :

A tout mes collègues de promotions 5ème Année

tous ceux que je n'ai pas cité, tous ce qui par leur présence à mes cotés ont été d'une valeur inestimable, ils se reconnaîtront, qu'ils trouvent et je l'espère, ici l'expression de mon immense estime et affection.

LOUDDI NACER

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail...

A, à ma mère "Kenza" qui m'a chaleureusement aidé,

Que dieu la protège

A mes chères sœurs.. Soundos.. Mariem.

À mes frères. Youness et Med qui ont su me donner

de précieux conseils et aide

A toute la famille spécialement ma tante Zahia

A tous mes amis. Nacer. Azziz. Hamide. Sofiane ...etc

A, mes camarades qui ont tant donné pour que nous achevions ce travail,

A mn père Dahmane et Mes grands parents

A tous, les étudiants

A tous ceux que j'aime,

MEGHARBI ABDELKADER

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de l'appareil reproducteur chez la brebis.....	02
Figure 2 : Appareil génital de la brebis en vue externe (à gauche) et en vue interne (à droite).....	03
Figure 3 : Profil hormonal durant les différentes phases du cycle ovarien chez la brebis.....	04
Figure 4 : Schématisation de l'activité sexuelle saisonnière chez la brebis (Castonguay 2012).....	09
Figure 5: Interactions hormonales chez la brebis : (A.) durant la saison de reproduction et (B.) lors de l'anoestrus Saisonnier.....	10
Figure 6 : Coupe sagittale de cerveau de mouton : perception de la photopériode et synthèse de mélatonine (Malpaux et al. 1996).....	10
Figure 7 : Modèle pour la régulation photopériodique du cycle annuel de reproduction chez la brebis (Malpaux et al. 1996) h/j : nombre d'heures d'éclairement par jour.....	11
Figure 8 : Cycle normal après l'introduction du bélier (d'après Castonguay 2012).....	13
Figure 9 : Cycle court après l'introduction du bélier (d'après Castonguay 2012).....	14
Figure 10. Régression de la mortalité de la naissance au sevrage (60 j) sur le poids à la naissance d'agneaux de mères Finnish Landrace (F), Targhee (T), Suffolk (S) et de race composite (C2) ajustée pour l'année, le sexe, l'âge de la mère et la taille de portée : a) mortalité totale (TMW) ; b) mortalité périnatale (PRM) ; c) mortalité postnatale (PTM).....	27
Figure 11 : Dispositif permettant la collecte du sperme des béliers reproducteurs au Centre d'Insémination Artificielle (Le Bourguet, Vabres l'Abbaye (12)).....	39

Figure 12 : Machine permettant le conditionnement de la semence en paillettes dans le laboratoire du Centre d'Insémination Artificielle (Le Bourguet, Vabres l'Abbaye (12)).....40

Figure 13 : Répartition de l'activité d'IA ovine en fonction du type de production au cours de l'année 2006 (Source ANIO) (Fatet et al. 2008)42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Prolificité moyenne des principales races inscrites au programme d'évaluation génétique canadien GenOvis.....	19
Tableau 2 : Prolificité moyenne de la femelle ovine selon son âge, chez des brebis Arcott Canadien, Outaouais et Rideau, ainsi que leurs croisements...	22
Tableau 3 : Taux de mortalité à 91 jours d'agneaux de différents types de naissance allaités artificiellement de la naissance à 21 jours d'âge.....	25
Tableau 4 : Performances de croissance des triplets en bas âge et sur la période de croissance globale.....	29
Tableau 5 : Part de l'insémination artificielle en élevage ovin selon le type de production (d'après Dispositif génétique : chiffres clés ruminants 2016, France Génétique Elevage, 2017).....	42

SOMMAIRE :

*Remercîment	
*Dédicace	
*Listes des figures	
*Listes des tableaux	
*Introduction	01
*Synthèse bibliographique	02
I/- Rappels sur la reproduction chez la brebis	02
A. Anatomie de l'appareil reproducteur	02
B. Physiologie de la reproduction	03
1. Cycle œstral	03
a. Définition de l'œstrus	04
b. Caractéristiques et étapes du cycle œstral	04
c. Régulation hormonale du cycle oestral	05
i. Complexe hypothalamo-hypophysaire	05
ii. Hormones hypothalamo-hypophysaires	05
iii. Hormones sexuelles stéroïdiennes	06
iv. Autres hormones	06
*Chapitre n° I : Fertilité	08
1-1 Facteurs influençant la fertilité	08
1-1-1 Saisonnalité de la reproduction	08
1-1-2 Puberté	12
1-1-3 Méthodes de lutte	12
1-2 Désaisonnement	12

1-2-1 Effet bélier	12
1-2-2 Photopériode artificielle	14
1-2-3 Mélatonine	15
1-3 Alimentation	15
1-4 Poids corporel	16
1-5 Age des brebis	16
1-6 Type génétique sur la fertilité	17
*Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ	18
1. Moyens d'influencer la prolificité	18
1.1. Génétique	18
1.2. Traitements hormonaux	19
1.3. Alimentation et état de chair	20
1.4. Saison de reproduction	21
1.5. Âge et parité	21
1.6. Effet du mâle	22
2. Effets de la prolificité	22
2.1. Poids à la naissance des agneaux	22
2.2. Mortalité des agneaux	24
2.3. Croissance des agneaux	28
2.4. L'alimentation des agneaux	33
2.5. Classification des carcasses	33
2.6. L'alimentation des brebis	34
2.7. Temps de travail	35
2.8. Densité d'élevage	35

3. CONCLUSION	36
4. OBJECTIFS DE RECHERCHE	37
*Chapitre n° III : LA FÉCONDITÉ	38
Fécondation	38
1- Mise en place de la semence mâle	38
1-1 Accouplement	38
1-2 Insémination artificielle	38
a- Production des doses de semence et réalisation de l'insémination artificielle	38
b- Importance de l'insémination artificielle en élevage ovin	41
2- Migration des gamètes dans les voies génitales femelles	43
*Les REFERENCES	44/45/47

INTRODUCTION

Introduction:

INTRODUCTION :

EN ALGÉRIE, LE CHEPTEL OVIN REPRÉSENTE LA PLUS GRANDE RESSOURCE ANIMALE, IL EST ESTIMÉ À PLUS DE 19 MILLIONS DE TÊTES DONT 10 MILLIONS DE BREBIS REPRODUCTRICES (MADR, 2006). L'ÉLEVAGE OVIN, MALGRÉ SON IMPORTANCE ÉCONOMIQUE ET SOCIALE, EST MAL CONDUIT, TANT EN ORGANISATION TECHNIQUE QU'EN FONCTIONNEMENT DE SES SYSTÈMES DE PRODUCTION CAR LA MAJORITÉ DES ÉLEVÉURS MÈNENT LEURS TROUPEAUX EN REPRODUCTION DURANT LA CONTRE SAISON (JUN, JUILLET ET AOUT) AFIN DE POUVOIR BÉNÉFICIER DES REPOUSSES DE VÉGÉTATION AUX PREMIÈRES PLUIES D'OCTOBRE. LES MÉTHODES DE CONTRÔLE ET DE MAÎTRISE DE LA REPRODUCTION, PERMET DE CHOISIR LA PÉRIODE DE MISE-BAS ET D'OPTIMISER LA TAILLE DE LA PORTÉE (CHEMINEAU *ET AL.*, 1996). ELLES SE RÉPARTISSENT EN DEUX CATÉGORIES, L'UNE DE NATURE HORMONALE ET L'AUTRE PAR L'EFFET BÉLIER. L'INDUCTION ET LA SYNCHRONISATION DES CHALEURS CHEZ LES BREBIS PAR L'UTILISATION DE LA PMSG (PREGNANT MARE SERUM GONADOTROPHINE) EST FRÉQUEMMENT ASSOCIÉE À UN TRAITEMENT PRÉLIMINAIRE AUX PROGESTAGÈNES BASÉ SUR LA MISE EN PLACE D'UNE ÉPONGE VAGINALE IMPRÉGNÉE DE FGA (FLUOROGESTONE ACETATE) (CASTONGUAY, 2006).

L'IMPORTATION D'ANIMAUX SÉLECTIONNÉS, EN PROVENANCE DES ZONES TEMPÉRÉES, EST UNE VOIE INTÉRESSANTE POUR L'AMÉLIORATION RAPIDE DE CERTAINS CARACTÈRES DE PRODUCTION QUI FONT DÉFAUT AUX ANIMAUX DES ZONES TROPICALES. IL CONVIENT CEPENDANT DE PRENDRE GARDE AUX DIFFICULTÉS D'ADAPTATION DE CERTAINES RACES AUX CONTRAINTES DE L'ENVIRONNEMENT TROPICAL. DANS LES CONDITIONS DE CUBA LES BREBIS SUFFOLK ONT DES DIFFICULTÉS DE REPRODUCTION, PUISQUE PLUS DE LA MOITIÉ DES FEMELLES DES TROUPEAUX D'ÉLEVAGE DE CETTE RACE, NE METTENT PAS BAS TOUS LES ANS.

Synthèse

bibliographique

Synthèse bibliographique

I/- Rappels sur la reproduction chez la brebis

L'utilisation des différentes méthodes de diagnostic de gestation chez la brebis nécessite au préalable une bonne connaissance de l'anatomie de l'appareil reproducteur ainsi que de la physiologie de la reproduction et de la gestation chez cette espèce.

A. Anatomie de l'appareil reproducteur

L'appareil génital de la brebis est situé dans la partie caudale de la cavité abdominale (Figure 1). Il est très proche anatomiquement de celui de la vache. Il est composé de quatre parties principales : la vulve, le vagin, l'utérus et les ovaires (Figures 1 et 2)

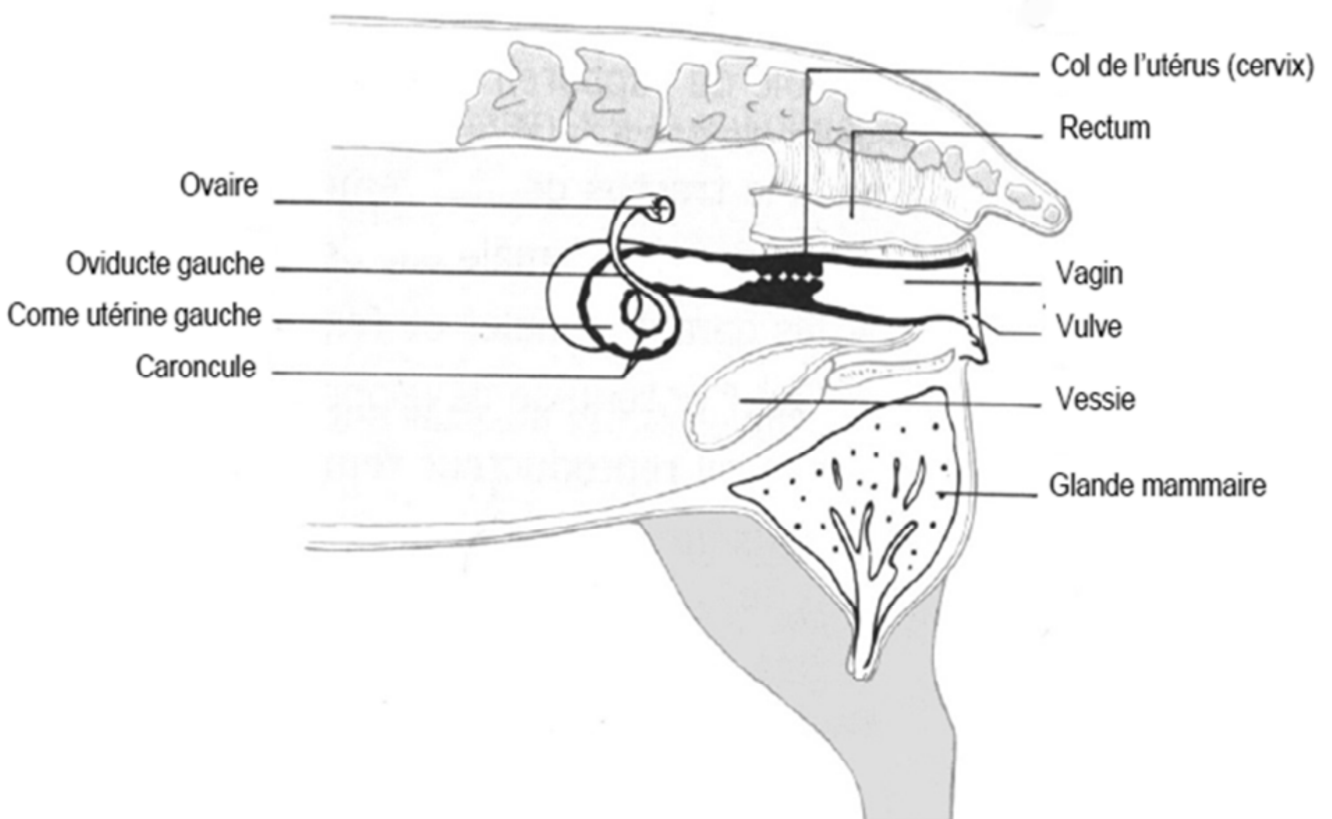


Figure 1 : Localisation de l'appareil reproducteur chez la brebis.

Synthèse bibliographique

L'utérus est de type *bipartitus*, c'est-à-dire qu'il est composé d'un corps court et de deux Longues cornes. Chez la brebis le col de l'utérus est formé par cinq à sept plis fibreux imbriqués les uns dans les autres (Figure 2). Cette caractéristique anatomique propre à la brebis constitue un inconvénient majeur pour la réalisation d'inséminations artificielles (IA). En effet, ces nombreux replis de la muqueuse cervicale rendent très difficile le passage du col de l'utérus à l'aide de la sonde d'insémination.

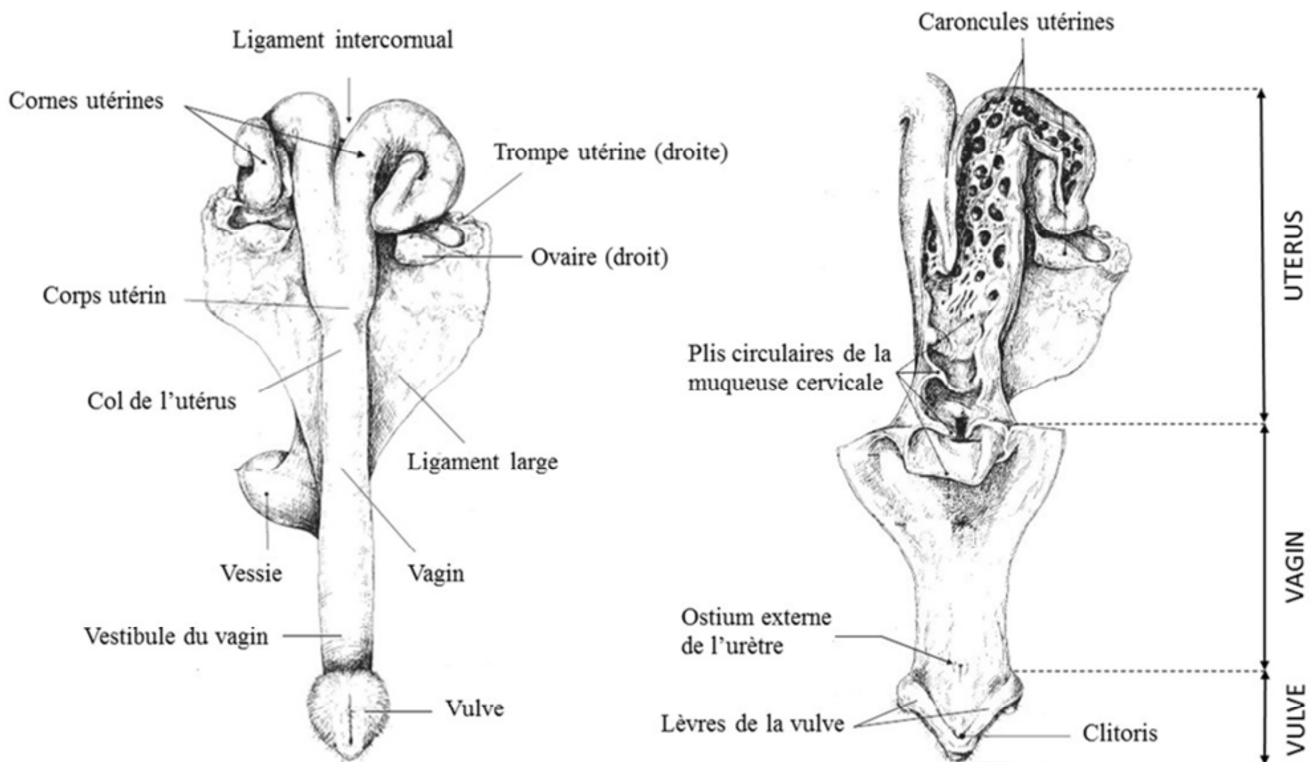


Figure 2 : Appareil génital de la brebis en vue externe (à gauche) et en vue interne (à droite)

B. Physiologie de la reproduction

La brebis est une espèce polyoestrienne saisonnière à « jours courts » et à ovulation spontanée. Il est important de connaître ces particularités propres à cette espèce concernant la reproduction afin d'améliorer les performances reproductives et donc la rentabilité d'un troupeau.

1. Cycle œstral

Chez la femelle, le cycle œstral correspond à la succession périodique de modifications morphologiques, histologiques et hormonales au niveau de l'appareil reproducteur entre deux œstrus consécutifs. On observe également des modifications cycliques du comportement.

Synthèse bibliographique

a. Définition de l'œstrus

L'œstrus, ou chaleurs, correspond à la période durant laquelle la femelle accepte le mâle et où sa fertilité est maximale. Les manifestations comportementales des chaleurs sont dues à une forte concentration sanguine d'œstrogènes au moment de cette période d'œstrus. Cependant, contrairement à la vache, les signes de chaleurs sont discrets chez la brebis (Henderson, Robinson 2007). En effet, lorsqu'elle est en chaleurs, la brebis est réceptive au bélier et s'immobilise à son approche en agitant la queue latéralement et accepte le chevauchement. Elle peut également présenter une vulve légèrement hypertrophiée et congestionnée avec éventuellement un écoulement de mucus translucide (Montmeas et al. 2013). L'œstrus dure en moyenne 36 heures mais cette durée varie selon l'âge et la race de l'animal (Henderson, Robinson 2007; Castonguay 2012).

Chez la brebis, comme chez la plupart des mammifères domestiques, l'ovulation est spontanée (Henderson, Robinson 2007). Elle est définie comme la rupture du follicule dominant au niveau de l'ovaire qui libère alors un ovocyte fécondable. L'ovulation a lieu entre 20 et 40 heures après le début de l'œstrus, soit vers la fin des chaleurs (Castonguay 2012). Chez les races prolifiques, deux à trois ovulations ont lieu lors de chaque œstrus. Le taux d'ovulation dépend d'un grand nombre de facteurs tels que la race, l'âge, l'état de santé et l'état corporel de la brebis, mais également de la saison et des conditions environnementales (Henderson, Robinson 2007; Castonguay 2012).

b. Caractéristiques et étapes du cycle œstral

Le cycle œstral de la brebis dure en moyenne 16-17 jours mais cette durée peut varier de 14 à 18 jours selon la race, l'âge, l'individu et la période de l'année (Henderson, Robinson 2007; Castonguay 2012; Montmeas et al. 2013). Par convention, le jour 0 est défini arbitrairement comme le jour du début des chaleurs.

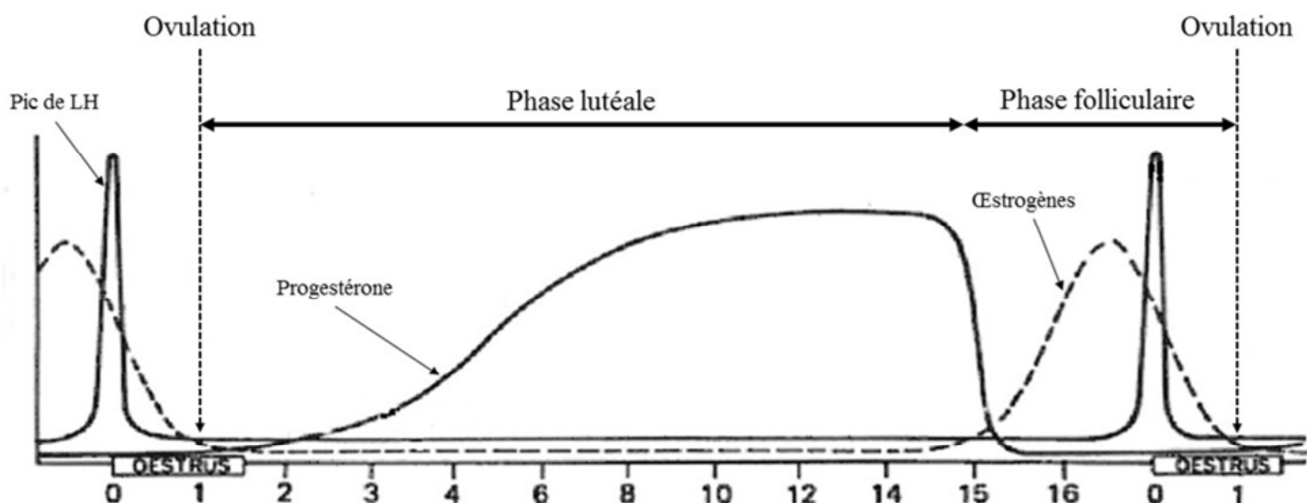


Figure 3 : Profil hormonal durant les différentes phases du cycle ovarien chez la brebis

Synthèse bibliographique

Au niveau ovarien, le cycle se divise en deux phases (Figure 3). La phase folliculaire a une durée de 3 à 4 jours et correspond à la phase de croissance terminale du ou des follicules dominants destinés à ovuler. Durant cette période, les follicules sécrètent des œstrogènes qui sont responsables de l'apparition de l'œstrus. De plus, l'augmentation de la concentration en œstrogènes induit un pic d'hormone lutéinisante (LH) suivi 24 heures plus tard de l'ovulation. Après l'ovulation et sous l'action lutéotrope d'une hormone hypophysaire, la LH, le follicule qui vient d'ovuler devient un corps jaune qui est actif et sécrète de la progestérone pendant 14 jours. Débute alors la seconde phase du cycle : la phase lutéale. A la fin du cycle et en l'absence de fécondation, la sécrétion d'une hormone lutéolytique, la prostaglandine F2 α (PGF2 α), par la muqueuse utérine, entraîne la régression du corps jaune et donc l'arrêt de la sécrétion de progestérone. C'est la lutéolyse. On observe alors une reprise de l'activité ovarienne et le début d'un nouveau cycle (Castonguay 2012; Montmeas et al. 2013).

Chez les ruminants, les cycles œstraux débutent au moment de la puberté et se poursuivent toute la vie. Il n'y a interruption des cycles œstraux que lors de la gestation, de la période postpartum, de l'anoestrus saisonnier ou d'anoestrus pathologiques.

c. Régulation hormonale du cycle oestral

La fonction de reproduction est régulée par différentes hormones sécrétées par le complexe hypothalamo-hypophysaire, les ovaires et l'utérus (Montmeas et al. 2013).

i. Complexe hypothalamo-hypophysaire

L'hypophyse est une petite glande située ventralement à l'encéphale. Elle est constituée d'une partie glandulaire, l'antéhypophyse ou adénohypophyse, et d'une expansion de l'encéphale, la posthypophyse ou neurohypophyse.

L'hypophyse est reliée à l'hypothalamus par la tige hypophysaire qui contient un réseau de capillaires sanguins appelé « système porte » hypothalamo-hypophysaire.

L'hypothalamus est une région du troisième ventricule de l'encéphale. Il est composé de cellules neurosécrétrices qui synthétisent des neurohormones libérées dans le sang au niveau du système porte.

ii. Hormones hypothalamo-hypophysaires

Les hormones hypothalamo-hypophysaires sont sécrétées de manière pulsatile. L'augmentation de leur concentration sanguine est due à une augmentation de la fréquence des « pulses ».

La gonadolibérine (GnRH) est une hormone de nature peptidique sécrétée par l'hypothalamus. Elle stimule la sécrétion par l'antéhypophyse de deux hormones

Synthèse bibliographique

gonadotropes, l'hormone folliculo-stimulante (FSH) et la LH, qui atteignent les ovaires par voie sanguine.

La fréquence des pulses de GnRH dépend d'un grand nombre de stimuli provenant à la fois du milieu intérieur (hormones, système immunitaire...) et du milieu extérieur (photopériode, stress...).

La FSH est une hormone de nature glycoprotéique synthétisée par l'antéhypophyse. Chez la femelle, elle permet le développement des ovaires et la croissance folliculaire. Elle stimule également la synthèse d'œstrogènes par les follicules pré-ovulatoires.

La LH est également une hormone de nature glycoprotéique sécrétée par l'antéhypophyse. Chez la femelle, elle permet la maturation des follicules ovariens en synergie avec la FSH. Elle induit également l'ovulation et permet la mise en place du corps jaune et de son activité sécrétoire.

iii. Hormones sexuelles stéroïdiennes

La progestérone et les œstrogènes sont des hormones stéroïdiennes produites par les Ovaires et essentielles à la fonction de reproduction. Ces hormones agissent à la fois sur le complexe hypothalamo-hypophysaire et sur l'appareil reproducteur.

La progestérone est synthétisée par le corps jaune cyclique, par le corps jaune gestatif et également par le placenta chez certaines espèces comme la brebis. Elle permet la mise en place et le maintien de la gestation en bloquant l'ovulation et en rendant le milieu utérin favorable à la croissance et au développement de l'embryon. La progestérone à forte dose exerce un rétrocontrôle négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

Les œstrogènes sont sécrétés par les follicules ovariens en croissance et induisent la Manifestation du comportement d'œstrus. L'augmentation de leur concentration en l'absence de progestérone entraîne un pic de LH puis l'ovulation 24 heures plus tard (Figure 3).

En effet, à forte dose les œstrogènes exercent un rétrocontrôle positif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire et donc sur la synthèse de GnRH, de FSH et de LH. A l'inverse, à faible dose et en présence de progestérone ils exercent un rétrocontrôle négatif sur ce même complexe, en particulier sur la sécrétion de FSH.

iv. Autres hormones

L'ocytocine est une hormone peptidique sécrétée par la neurohypophyse mais également en grande partie par le corps jaune chez les ruminants. Elle stimule les contractions utérines et l'éjection du lait ainsi que la sécrétion de PGF2 α par l'utérus.

La PGF2 α est une hormone lipidique appartenant à la famille des prostaglandines.

Synthèse bibliographique

Elle est synthétisée par de nombreuses cellules sécrétrices présentes dans presque tous les tissus de l'organisme où elle possède des rôles multiples. Dans la fonction de reproduction, ses actions sont les suivantes (Montmeas et al. 2013) :

- Elle a un effet lutéolytique et entraîne la régression du corps jaune quand celui-ci est sensible aux prostaglandines (période réfractaire durant les cinq premiers jours suivant l'ovulation). Elle peut ainsi être utilisée chez les femelles cyclées pour la maîtrise des cycles sexuels. Cependant, elle ne peut pas être utilisée chez la brebis pour induire la mise-bas ou un avortement car le placenta prend le relais du corps jaune dans la production de progestérone indispensable au maintien de la gestation.

- Elle a un effet utérotonique en entraînant des contractions du myomètre. Elle peut être utilisée pour aider à la vidange de l'utérus en post-partum, bien que cette action utérotonique soit de courte durée.

Chez les brebis cyclées, l'utérus commence à sécréter de manière pulsatile de la $\text{PGF}_2\alpha$ autour du 14ème jour du cycle œstral. Cette hormone atteint le corps jaune par voie sanguine ou lymphatique et est responsable de la lutéolyse.

Chapitre n° I :

La

Fertilité

Chapitre n I : Fertilité

Chapitre n° I : Fertilité

La fertilité peut se définir comme la capacité de se reproduire, ce qui correspond chez la femelle à la capacité de produire des ovocytes fécondables.

La fertilité est la capacité d'un couple à assurer la formation d'un zygote. L'incapacité de cette fonction est appelée l'infertilité (transitoire ou définitive) ou stérilité. La fertilité est calculée à partir de nombre de femelle mettant bas par rapport au nombre de brebis mises au bélier pendant une période fixée. Elle est en général exprimée en pourcentage. Par conséquent on distingue :

La fertilité réelle = (nombre de brebis plaines / nombre de brebis mise à la lutte)*100.

La fertilité apparente = (nombre de brebis agnelant / nombre de brebis mise à la lutte)*100.

La fertilité varie avec la race, la saison, l'âge, l'alimentation, les méthodes conduites de troupeau et les conditions d'élevage.

1-1 Facteurs influençant la fertilité

1-1-1 Saisonnalité de la reproduction :

La brebis est une espèce polyoestrienne saisonnière « à jours courts » (Henderson, Robinson 2007), ce qui signifie qu'elle présente une succession d'œstrus pendant une période particulière de l'année (Figure 4) (Castonguay 2012). Dans l'hémisphère nord et pour la majorité des races ovines, la saison normale de reproduction a lieu de septembre à janvier et les agneaux naissent donc au printemps. Le reste de l'année correspond à une période de repos sexuel, on parle aussi d'anoestrus saisonnier (Vaillancourt, Lefebvre 2003; Castonguay 2012).

La plupart des brebis étant sensibles au facteur saison, la fertilité du printemps et du début de l'été est en générale faible. Cela impose l'utilisation de méthodes complémentaire afin d'augmenter la fertilité en dehors de la saison de reproduction. Les méthodes les plus économiques et les plus efficaces sont fondées sur les traitements hormonaux. Une fertilité moyenne de 70à80% après saillie naturelle est considérée comme normale à bonne en automne, et comme à très bonne au printemps. Chez les races moins strictement saisonnées, on distingue des différences de la fertilité suivant la période de lutte (BERNEY ,1979 et HAFEZ ,1968)

Chapitre n I : Fertilité

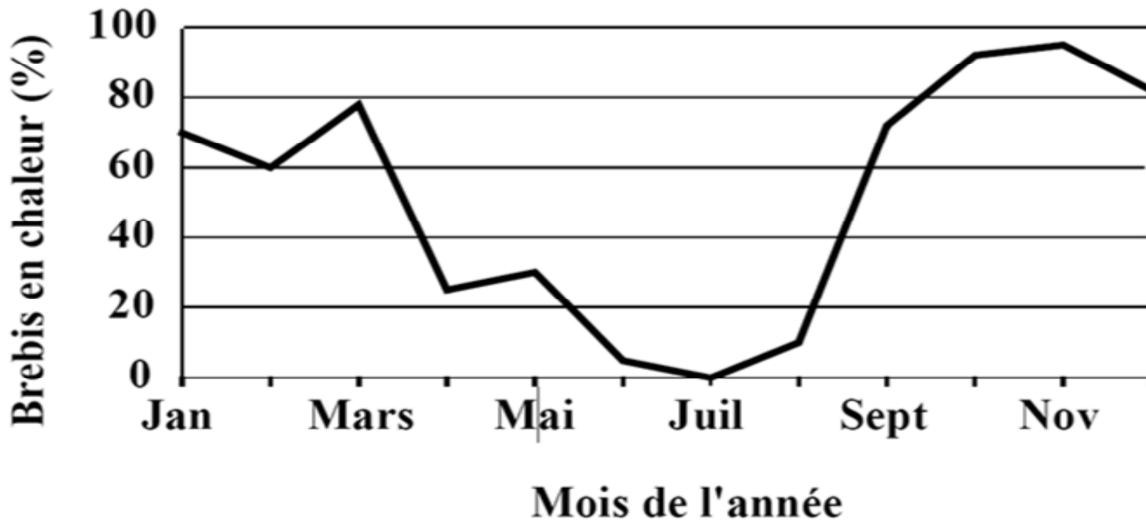
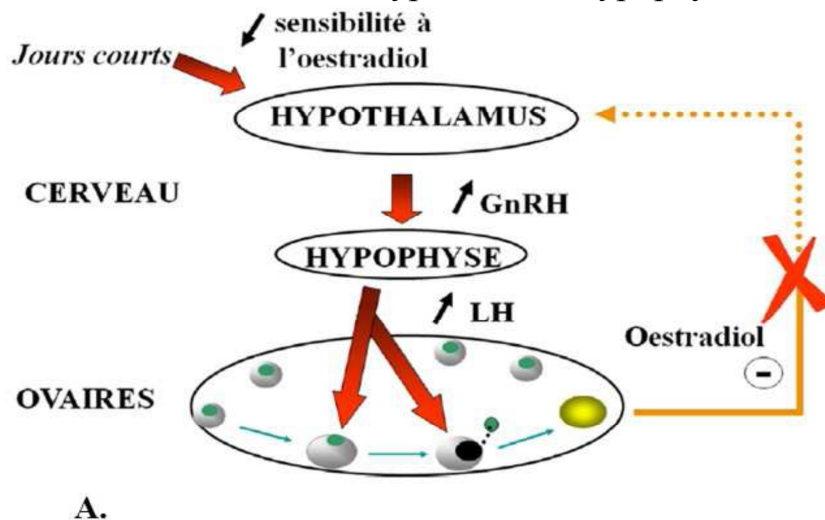


Figure 4 : Schématisation de l'activité sexuelle saisonnière chez la brebis (Castonguay 2012)

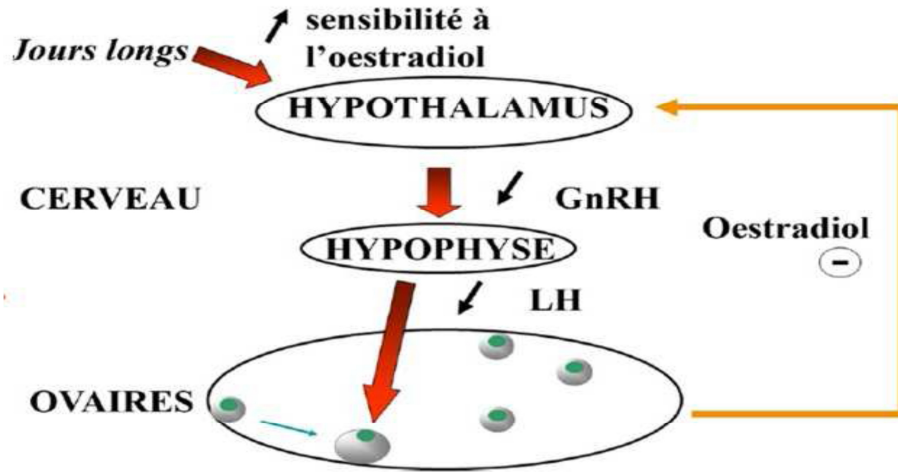
Chez les ovins, comme chez la plupart des espèces saisonnières, la durée d'éclairage journalière, aussi appelée photopériode, constitue le principal stimulus extérieur responsable de la saisonnalité de la reproduction (Malpaux et al. 1989). Les variations de l'activité sexuelle résultent des changements de sécrétion des hormones gonadotropes (FSH et LH) sous l'influence de la GnRH. La photopériode est responsable de ces variations de la fréquence des pulses de GnRH selon deux mécanismes complémentaires (Malpaux et al. 1996; Castonguay 2012).

Le premier mécanisme est dépendant des œstrogènes. En effet, on observe une modification de la sensibilité de l'hypothalamus aux œstrogènes selon la saison. En saison Sexuelle, le rétrocontrôle négatif des œstrogènes sur la sécrétion de GnRH est faible alors qu'il est très intense en saison de repos sexuel (Figure 5).

Selon le même principe, le bélier présente également une saisonnalité de la reproduction par modification de la sensibilité de l'axe hypothalamo-hypophysaire à la testostérone.



Chapitre n I : Fertilité



B.

Figure 5: Interactions hormonales chez la brebis : (A.) durant la saison de reproduction et (B.) lors de l'anoestrus Saisonnier

Le second mécanisme est indépendant des oestrogènes et fait intervenir une hormone appelée mélatonine (Montmeas et al. 2013). La mélatonine est une hormone protidique synthétisée principalement par la glande pinéale, ou épiphyse, uniquement pendant la nuit (Henderson, Robinson 2007). Sa durée de sécrétion et donc sa concentration dans le sang augmentent lorsque la photopériode diminue. L'oeil perçoit un stimulus lumineux qui est transmis par voie nerveuse jusqu'à la glande pinéale où il est transformé en signal endocrinien par la synthèse de mélatonine (Figure 6).

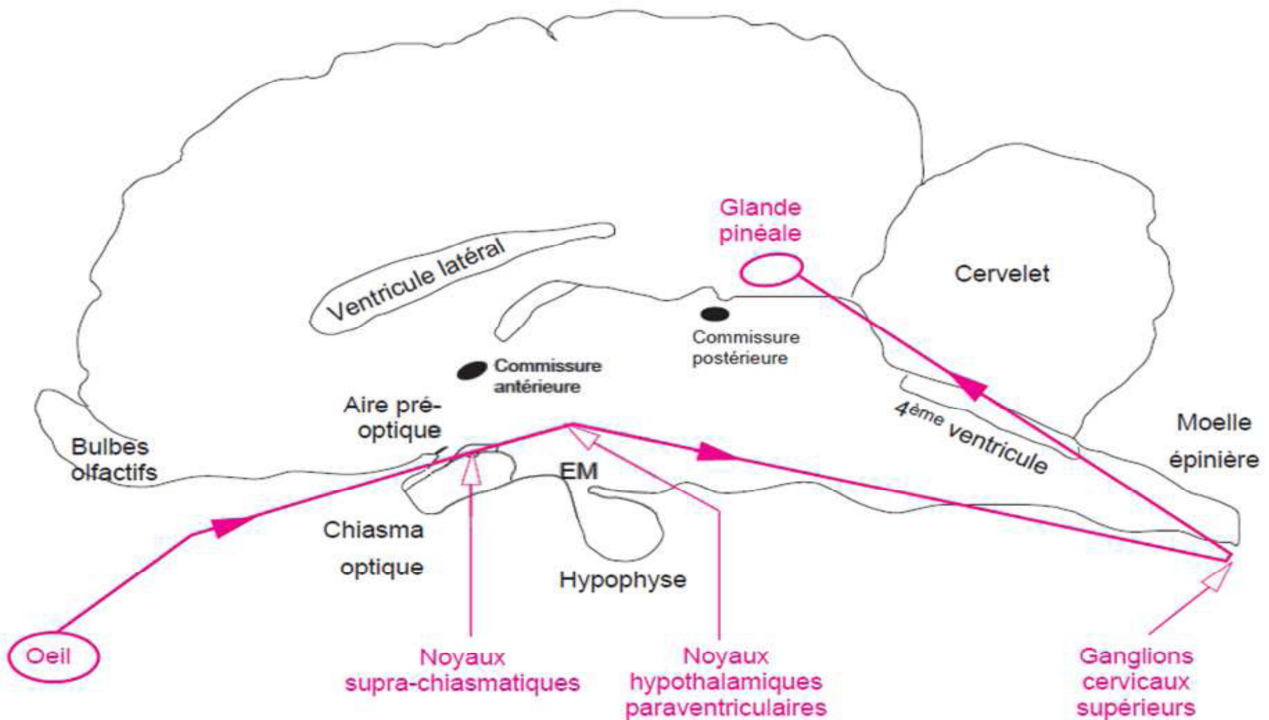


Figure 6 : Coupe sagittale de cerveau de mouton : perception de la photopériode et synthèse de mélatonine (Malpoux et al. 1996)

Chapitre n I : Fertilité

La mélatonine stimule la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus mais son effet est indirect et les mécanismes sont mal connus. De plus, cet effet n'est pas immédiat. Il a lieu 40 à 60 jours après le changement de rythme de sécrétion de la mélatonine, autrement dit après le début du changement de la photopériode (raccourcissement des jours) (Montmeas et al. 2013). Les variations annuelles de la photopériode sont responsables de l'alternance d'une saison sexuelle et d'une saison de repos sexuel chez la plupart des espèces. Cependant, il semble qu'un rythme endogène de reproduction existe chez chaque individu même en l'absence d'informations ou de changements photopériodiques. Le rôle de la photopériode semble donc être de synchroniser ce rythme chez tous les animaux et sur une période égale à un an (Malpaux et al. 1996).

Les jours longs inhibent l'axe hypothalamo-hypophysaire et donc l'activité des gonades. A l'inverse, les jours courts stimulent l'activité sexuelle. Cependant, l'initiation de la saison sexuelle ne résulte pas seulement de la diminution de la photopériode après le solstice d'été. Il faut également une exposition préalable de la brebis à une période pendant laquelle la durée des 31 jours est croissante, le printemps (Figure 7). Les jours longs n'ont donc pas seulement un effet inhibiteur sur la fonction de reproduction. Ils ont également un rôle crucial dans la mise en place d'un processus interne qui aboutira à l'apparition de l'activité sexuelle en automne (Malpaux et al. 1989).

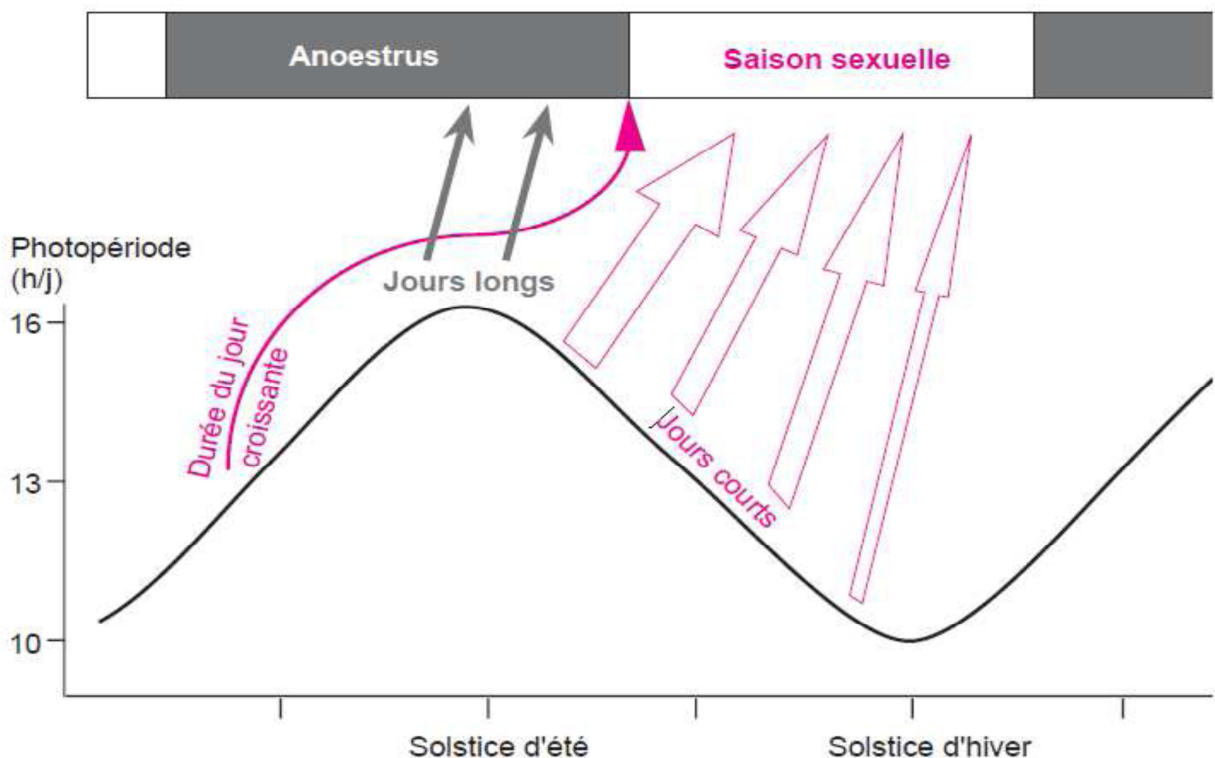


Figure 7 : Modèle pour la régulation photopériodique du cycle annuel de reproduction chez la brebis (Malpaux et al. 1996)

h/j : nombre d'heures d'éclairage par jour

Chapitre n I : Fertilité

Dans les régions tempérées, la période de reproduction des brebis est donc définie principalement par la photopériode mais d'autres facteurs comme l'alimentation, la température extérieure, la région (altitude et latitude), l'âge et la race de l'animal peuvent également influencer la saison et la durée de la reproduction chez les ovins (Henderson, Robinson 2007).

1-1-2 Puberté :

La puberté est définie comme l'âge à partir duquel l'individu devient apte à produire des gamètes fécondants et donc à se reproduire. Pour la femelle, cela correspond à l'apparition du premier œstrus, appelé aussi chaleurs. Chez les ovins, les agnelles atteignent leur puberté en moyenne vers l'âge de 6 mois. Cependant, cet âge peut varier de 5 à 15 mois selon de nombreux facteurs comme la race, des facteurs génétiques, l'environnement, l'alimentation, la vitesse de croissance et surtout la saison de naissance. En effet, une agnelle née à la fin de l'hiver ou au printemps atteindra sa puberté lors de la saison normale de reproduction, c'est-à-dire en automne de la même année, vers l'âge de 7 ou 8 mois. Les agnelles nées plus tardivement n'atteindront généralement leur puberté que l'année suivante, vers l'âge de 12 à 15 mois (Castonguay 2012; Dudouet 2016).

1-1-3 Méthodes de lutte :

Le mode lutte influe sur la fertilité d'une brebis (TURRIES, 1977). la lutte libre donne des résultats faibles par contre la lutte en main. Où la lutte en lots, assure une meilleure fertilité, un bon groupage des agnelages, la possibilité d'améliorer les troupeaux. La technique la plus utilisée est la technique (3 agnelages en 2 ans). Ce système est fondé sur la durée de gestation de la brebis (5 mois environ) et sur la présence d'un anoestrus de lactation. Cette technique consiste à diviser le troupeau en deux (2) lots, est à introduire des béliers tous les 4 mois. 3 mois après la dernière période d'agnelage. Les males sont laissée avec les brebis pendant 30 à 50 jours, puis de façon à ce que les accouplements et les agnelages se déroulent sur trois (3) périodes de l'année.

1-2 Désaisonnement

1-2-1 Effet bélier :

Les glandes cutanées des ovins produisent une matière grasse, appelée suint, qui contient notamment des phéromones. Chez les béliers, ces phéromones ont une action immédiate sur les brebis en anoestrus et qui n'ont pas été au contact d'un mâle depuis au moins un mois en déclenchant l'apparition des chaleurs dans un délai de 18-25 jours après

Chapitre n 1 : Fertilité

l'introduction du bélier. C'est ce qu'on appelle « l'effet bélier ». En effet, on observe chez ces brebis une augmentation des pulses de LH, ce qui stimule la croissance folliculaire et donc la production d'œstrogènes et par conséquent le pic de LH pré-ovulatoire. Les brebis vont finalement ovuler deux ou trois jours après l'introduction du bélier. Cependant, l'ovulation n'est pas accompagnée de manifestations de l'oestrus, on parle de « chaleurs silencieuses » (Henderson, Robinson 2007; Castonguay 2012).

48 Dans la moitié des cas environ, la formation d'un corps jaune fonctionnel suite à l'ovulation sera suivie d'un cycle œstral d'une durée normal et les brebis exprimeront leurs chaleurs autour du 18ème jour après l'introduction du bélier (Figure 8).

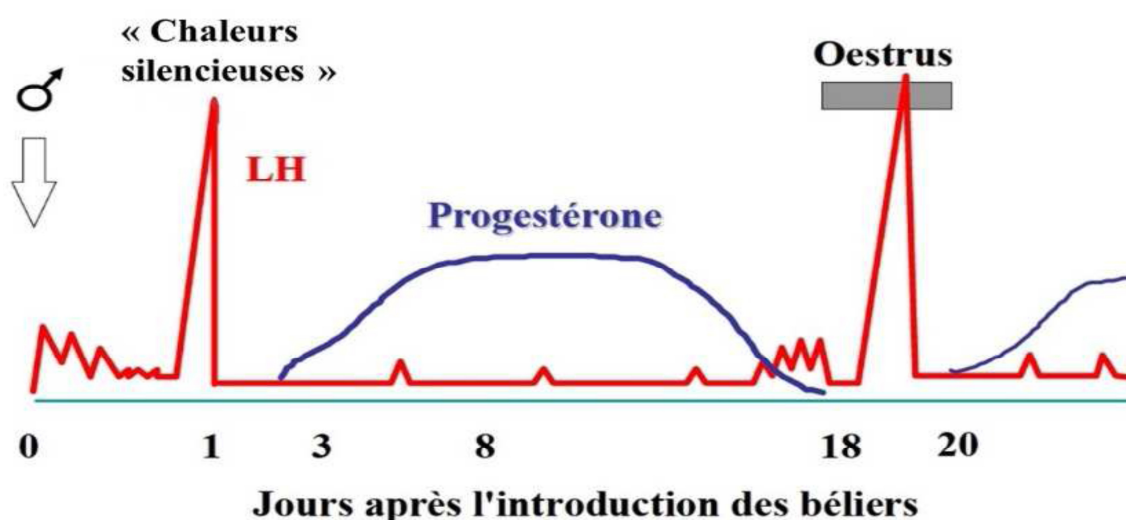


Figure 8 : Cycle normal après l'introduction du bélier (d'après Castonguay 2012)

Chez l'autre moitié des brebis, on observe d'abord un cycle court dû à la formation d'un corps jaune non fonctionnel suite à l'ovulation. Ce corps jaune dégénère rapidement (6-7 jours après l'ovulation) et permet ainsi la survenue d'une deuxième ovulation qui n'est toujours pas accompagnée de manifestations de chaleurs. Puis comme dans le cas précédent, les brebis présenteront une période d'oestrus 17 jours plus tard, autrement dit autour du 25ème jour après l'introduction du bélier (Figure 9).

Chapitre n I : Fertilité

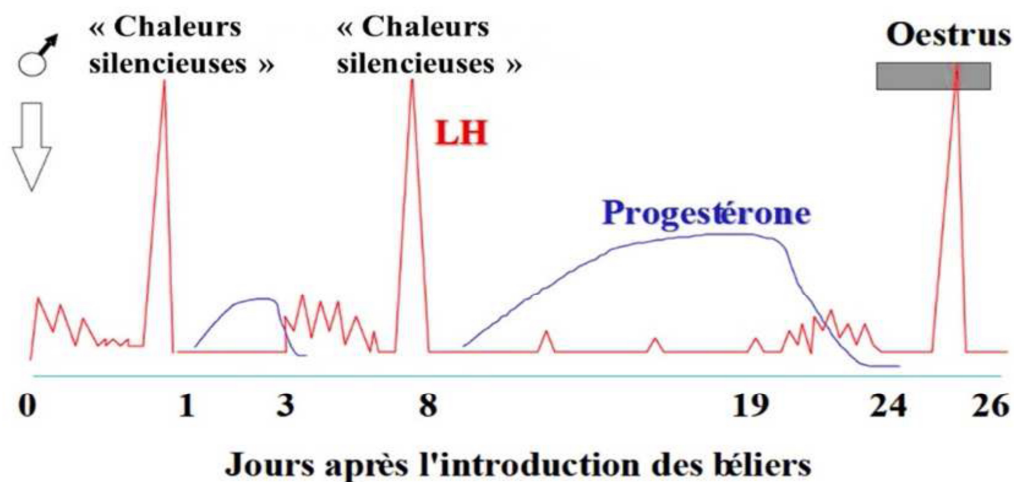


Figure 9 : Cycle court après l'introduction du bélier (d'après Castonguay 2012)

1-2-2 Photopériode artificielle :

Comme nous l'avons vu précédemment, les variations annuelles de la durée du jour déterminent, en majeure partie, le début et la fin de la saison de reproduction chez les ovins (Castonguay 2012). Ainsi, des modifications de la durée d'éclairement quotidienne permettent d'induire la reprise de l'activité de reproduction à un moment de l'année où elle est naturellement diminuée. Le principe général de cette méthode consiste à soumettre les animaux à une photopériode artificielle de « jours longs » suivie d'une période de « jours courts ». C'est cette alternance jours longs/jours courts qui stimule l'activité sexuelle des animaux. Notons qu'il existe une grande variété de programmes lumineux.

Le principal avantage de cette technique est de permettre une activité sexuelle intense en contre-saison pendant une période prolongée avec un bon taux de fertilité. De plus, cette technique a l'avantage d'être simple et peu coûteuse. Cependant, elle présente aussi certains inconvénients tels que la rigueur dans l'application du protocole et l'adaptation des bâtiments. L'utilisation d'un programme de photopériode artificielle est une méthode utilisable uniquement en élevage ovin de type intensif. En effet, il est nécessaire de contrôler toutes les sources de lumière afin de maintenir le niveau d'éclairement souhaité dans la bergerie (Vaillancourt, Lefebvre 2003).

Un traitement photopériodique peut également être utilisé chez les béliers, notamment dans les centres d'insémination, pour maintenir la production spermatique et la qualité de la semence tout au long de l'année (Chemineau et al. 1992; Castonguay 2012).

Il est aussi possible d'utiliser un traitement photopériodique afin d'avancer la puberté des agnelles nées à l'automne afin de les mettre à la reproduction dès le printemps suivant

Chapitre n I : Fertilité

vers l'âge de 7-8 mois. En temps normal, ces agnelles nées à l'automne n'atteignent leur maturité sexuelle qu'à l'automne suivant, vers l'âge de 12-15 mois (Castonguay 2012).

1-2-3 Mélatonine :

Le traitement à base de mélatonine pour modifier la saison de reproduction en espèce ovine est la suite logique de l'utilisation de programmes de photopériode artificielle, dans le sens où il permet de supprimer le surcoût d'un élevage exclusivement en bâtiment.

Comme nous l'avons vu précédemment, la mélatonine est une substance naturelle, synthétisée et sécrétée par la glande pinéale, qui informe l'organisme sur les variations de la durée d'éclairement journalière. L'administration de mélatonine exogène modifie la perception photopériodique d'un animal en simulant une situation de jours courts, et ce, même si les yeux de l'animal perçoivent des jours longs, ce qui est généralement le cas au printemps et en été lorsque l'on souhaite induire une activité sexuelle à contre-saison, et qu'il est impossible de maintenir les animaux dans un local fermé (Chemineau et al. 1992). Ainsi, pour modifier artificiellement la durée d'éclairement perçue par l'animal, la mélatonine peut être administrée quotidiennement par voie orale ou par voie parentérale. Il existe également des implants sous cutanés et des bolus intra-ruminaux qui permettent un relargage continu de mélatonine dans l'organisme (Castonguay 2012).

1-3 Alimentation

Les brebis maintenues dans des systèmes extensifs sont dépendantes des variations alimentaires (pâtures en bon état ou non). De faible niveau d'énergie en période de reproduction peuvent entraîner une baisse des performances en raison d'une chute du taux d'ovulation et d'une augmentation de la mortalité embryonnaire.

La distribution d'une ration plus énergétique sur une courte période, 3 à 4 semaines avant l'accouplement, connu sous le nom de (flushing), permet une augmentation du nombre d'agneaux nés et, par conséquent, de la productivité. La fertilité peut être augmentée de 50% si on apporte 400g de concentrer par jours à des brebis sous alimentées (THERIER, 1975).

Par contre un jeûne de 3 jours en cette période diminuera la fertilité de 10% (THERIEZ, 1975). IL est alors indispensable de ne pas diminuer les apports alimentaires lors des premières semaines de lutte mais, bien au contraire de veillez à ce que les brebis saillies soient alimentées en conséquences.

Chapitre n I : Fertilité

Par alimentation intensive on entend une augmentation des aliments et de la teneur en Éléments nutritifs des rations. Elle a pour but d'augmenter le taux d'ovulation et ainsi le taux d'agnelage. La réaction à l'alimentation intensive dépend de l'âge de la brebis (une brebis plus mature aura une réaction plus grande qu'une brebis de un an), de sa race, de l'état corporel et du stade de la saison de reproduction. La réaction la plus marquée survient au début et à la fin de la saison de reproduction; l'alimentation intensive est moins efficace pendant la période de pointe de la saison de reproduction pour augmenter le pourcentage d'agnelage. L'alimentation intensive est surtout bénéfique pour les brebis maigres qui n'ont pas encore récupéré du stress de la lactation précédente.

L'alimentation intensive consiste habituellement à fournir aux brebis des pâturages frais, des suppléments de fourrage, ou jusqu'à 454 g (une livre) de grains par brebis par jour, selon le stress lié à l'environnement (temps de l'année), la disponibilité des fourrages et l'état corporel des brebis. L'alimentation spéciale commence d'habitude au moins de 2 à 4 semaines après le début de la saison de reproduction. On veut ainsi s'assurer que l'embryon est bien fixé sur la paroi de l'utérus, réduisant le nombre de morts embryonnaires précoces. L'alimentation intensive ne doit pas durer trop longtemps, une période d'alimentation riche et prolongée est onéreuse sans raison. Il faut éviter le surconditionnement pendant la gestation, ainsi que des diminutions spectaculaires ou prononcées des quantités d'aliments qui sont donnés. Une quantité normale de grains serait d'environ 230 à 454 g (½ à 1 lb) de grains mélangés par brebis par jour.

1-4 Poids corporel

L'importance du poids de la brebis à la saillie a fait l'objet de différentes études (COOP., 1962 et, THERIEZ, 1975) notamment. Le faible poids vif de la brebis à la saillie est fréquemment lié à une malnutrition, donc à un développement insuffisant de l'utérus (PRUD'HON, 1971).

Une relation directe existe entre (la fertilité et la prolificité) d'un troupeau et son état général avant la lutte, (THERIEZ, 1975). Il ressort des travaux de (COOP, 1962), réalisés en Nouvelle Zélande que chez les brebis la fertilité est supérieure à 90% tant que le poids vif moyen est au dessus de 40kg, elle diminue par contre rapidement si le poids devient inférieur à 40kg, et n'est plus que 50% à 30kg.

1-5 Age des brebis

La fertilité augmente avec l'âge de la brebis (PRUD'HON, 1971). Elle atteint son maximum à l'âge de 5 à 6 ans, puis elle décroît. Le taux de fertilité au cours de la carrière des brebis se caractérise par un résultat assez faible lors de la première campagne de reproduction par rapport à celui observé chez les adultes (BOUIX, 1985).

Chapitre n I : Fertilité

REEVE et ROBERTSON (1973) indiquent que le nombre d'agneaux nés augmente avec l'âge des brebis bien que cette augmentation varie d'une race à l'autre. Cette constatation a été confirmée par (FORREST et BICHARD, 1974), qui ont rapporté que la stérilité diminue avec l'âge. Elle été respectivement de 44%, 7%et 5% pour les âgées de 1, 2ans et plus de 2 ans. L'effet de l'âge est en corrélation positive avec celui du poids vif (PRUD'HON, 1971), Leurs effets sont souvent associés.

1-6 Type génétique sur la fertilité :

D'après la littérature, il existe des différences raciales pour la fertilité, cependant, des valeurs précises, spécifiques aux différentes races ovines ne sont pas données. Ceci est du vraisemblablement à la faible respectabilité de ce caractère (PURSER, 1965 cité par TURRIES, 1977). Les performances de fertilité diffèrent nettement selon le type génétique, avec des résultats très mauvais 26% pour les brebis LAGUNE (race rustique), acceptable pour les RAMANOV 65% et remarquable pour les croisés de la première génération, la supériorité des croisés (*FI*) est due a l'effet hétérosis du génotype de la mère (BOUIX, 1985).

Chapitre n° II :

LA

PROLIFICITÉ

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

La prolificité est le nombre d'agneaux nés par brebis mettant bas. Elle mesure l'aptitude d'une brebis à avoir une grande taille de portée, c'est un critère à faible héritabilité La prolificité = (nombre d'agneaux nés / nombre de brebis agnelant) *100. La prolificité varie largement en fonction des mêmes facteurs que la fertilité (la race, la saison, l'âge, l'alimentation...etc.).

1- Moyens d'influencer la prolificité :

1-1 Génétique :

**Races et croisements*

La majorité des races ovines présentes en Amérique du Nord donnent naissance à un ou deux agneaux. Cependant, quelques-unes, dites prolifiques, ont des tailles de portées majoritairement supérieures à deux, ce qui implique un taux d'ovulation élevé. Les mécanismes physiologiques par lesquels les brebis prolifiques atteignent de hauts taux d'ovulation varient selon la race. Le nombre d'ovules recrutés et le taux d'atrésie des follicules sont parmi les facteurs qui affectent le taux d'ovulation final et donc la prolificité (Castonguay *et al.*, 1990).

Au Québec, les deux races à haute prolificité les plus populaires sont l'Arcott Rideau et la Romanov (Tableau 1). L'Arcott Rideau est une race synthétique développée par Agriculture et Agroalimentaire Canada dans les années 1970 et 1980 (Shrestha et Heaney, 2003). Cette race connaît présentement une forte augmentation de popularité en Ontario et au Québec et elle est utilisée en croisement avec un bélier terminal pour la production d'agneaux de marché ou avec un bélier de race maternelle pour la production d'hybrides prolifiques. De son côté, la Romanov est principalement utilisée en croisements avec une race maternelle pour la production d'hybrides prolifiques étant donné son faible gabarit en race pure. En croisant des races de brebis peu prolifiques avec des races de béliers hautement prolifiques, il est possible d'augmenter la taille de portée de 50 à 100 %, et ce, à partir de prolificités de départ de 1,2 à 1,6 agneau par brebis (Fahmy, 1996a). Ceci s'avère être un moyen rapide et efficace pour augmenter la prolificité globale d'un troupeau, tout comme l'introduction de sujets prolifiques hybrides ou de race pure.

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

Race	Nb agneaux nés/agnelage
Dorset	1,51
Suffolk	1,52
Hampshire	1,53
Polypay	1,85
Arcott Rideau	2,48
Romanov	2,97

**Sélection intra-race*

Un autre moyen d'augmenter la prolificité d'un troupeau est d'inclure ce caractère dans la stratégie de sélection génétique de l'élevage. Cependant, l'héritabilité du caractère « taille de portée » est relativement faible avec des valeurs généralement en dessous de 0,20 (Fahmy, 1990; Okut *et al.*, 1999; Welsh *et al.*, 2003; Janssens *et al.*, 2004). L'augmentation de la taille de portée par la sélection génétique est donc possible, mais à long terme seulement. De plus, la sélection sur la prolificité mène à une plus grande variabilité de la taille de portée (SanCristobal-Gaudy *et al.*, 2001).

**Gènes majeurs*

Des gènes uniques contrôlant la prolificité ont été découverts au cours des dernières années. D'abord, Piper et Bindon (1990) ont découvert au début des années 1980 que la très grande prolificité des brebis Mérinos Booroola était due à un gène majeur. Chaque copie du gène « FecB » augmente le taux d'ovulation de 1,0 à 1,5, ce qui se traduit par une augmentation de la taille de portée de 0,75 à 1 agneau chez les races à prolificité faible ou modérée (Piper et Bindon, 1987 cités par Purvis et Hillard, 1997). Un autre gène majeur a été mis en évidence chez la race Romney (Davis *et al.*, 1991). Une copie du gène « FecI » augmente le taux d'ovulation et la taille de portée de 1,0 ovule et 0,6 agneau, respectivement (Purvis et Hillard, 1997). Depuis ces premières découvertes, d'autres gènes majeurs contrôlant la prolificité ont été identifiés chez plusieurs autres races (Fahmy, 1996b).

1-2 Traitements hormonaux :

Il est possible d'influencer la taille de portée en agissant sur les hormones impliquées dans la régulation du taux d'ovulation. Certains auteurs ont travaillé sur l'immunisation active contre l'inhibine. L'inhibine est une hormone sécrétée par l'ovaire qui supprime la sécrétion pituitaire de la FSH (*hormone folliculo-stimulante*) sans affecter la sécrétion de

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

LH (*hormone lutéinisante*). Ainsi, l'immunisation contre une préparation enrichie à l'inhibine a permis d'augmenter le taux d'ovulation de brebis Mérinos de 1,61 à 1,87 lors d'un premier essai et de 1,40 à 2,87 lors d'un deuxième essai (O'Shea *et al.*, 1984). La taille de portée a aussi été augmentée. L'immunisation active contre l'androsténedione (hormone sécrétée par l'ovaire et stimulant la sécrétion des hormones hypophysaires) a aussi permis de stimuler la sécrétion des hormones hypophysaires ainsi que l'activité ovarienne. Le taux d'ovulation et la prolificité s'en sont trouvés augmentés (Bonnes *et al.*, 1991).

La ECG (*Equine Chorionic Gonadotrophine*), anciennement appelée PMSG (*Prégnant Mare Serum Gonadotrophine*), est une gonadotrophine extraite du sérum de juments gestantes. Elle est utilisée dans les traitements de synchronisation ou d'induction des chaleurs en combinaison avec un traitement de progestagènes comme celui de l'éponge vaginale ou du CIDR5. Injectée au retrait de l'éponge vaginale ou du CIDR, elle stimule le développement des follicules ovariens. À dose plus élevée, la ECG augmente le taux d'ovulation. L'effet de la ECG sur la taille de portée varie selon le niveau de prolificité de la race, de la saison de l'année (saison sexuelle vs anoestrals) et de la dose (Janssens *et al.*, 2004). En plus d'augmenter la taille de portée moyenne, l'administration de ECG en augmente la variance (Janssens *et al.*, 2004). L'induction hormonale chez les races prolifiques peut entraîner une baisse de la taille de portée moyenne tout en augmentant la variance (Janssens *et al.*, 2004).

1-3 Alimentation et état de chair :

À l'intérieur d'une même race, il semble ne pas y avoir de relation claire entre la prolificité et le poids de la brebis (Michels *et al.*, 2000; Gaskins *et al.*, 2005). D'un autre côté, l'état de chair peut avoir un effet sur la prolificité, surtout durant la période qui entoure la saillie. Si l'alimentation des brebis est insuffisante, il y a un risque de diminuer le taux d'ovulation (O'Callaghan et Boland, 1999). Chez les femelles dont les réserves corporelles sont limitées, une augmentation relativement courte de l'apport énergétique durant la période précédant la saillie permet d'augmenter le taux d'ovulation par l'augmentation de la sécrétion des gonadotrophines (O'Callaghan et Boland, 1999). Généralement, il est recommandé d'appliquer une suralimentation (*flushing*) aux brebis ayant une cote de chair entre 2,5 et 3,0 (sur une échelle de 5) avant la saillie. Une suralimentation qui débute trois semaines avant le début de la saillie et se poursuit trois autres semaines après devrait donner les résultats escomptés. Les brebis ayant une cote de chair supérieure ne répondront pas au traitement, car leur système reproducteur est déjà à son plein potentiel et même qu'une alimentation exagérément élevée pourrait nuire à la qualité des embryons (O'Callaghan et Boland, 1999).

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

1-4 Saison de reproduction :

Le taux d'ovulation et, subséquemment, la taille de portée varient avec la saison de reproduction (Notter et Copenhaver, 1980a; Hall *et al.*, 1986; Gabina, 1989; Fahmy, 1990; María et Ascaso, 1999). En général, le nombre d'agneaux nés par brebis par agnelage serait abaissé d'un tiers à un demi-agneau lors des agnelages d'automne de brebis adultes (Notter, 2002). Aussi, les mâles auraient une meilleure libido ainsi qu'une qualité de la semence supérieure en saison sexuelle (Derycke *et al.*, 1990), ce qui contribuerait à augmenter la taille de portée des femelles accouplées en saison sexuelle (Sormunen-Cristian et Suvela, 1999). Cependant, l'utilisation de la plupart des techniques artificielles de désaisonnement (éponges/CIDR avec eCG, photopériode) permet aussi à la brebis d'avoir un taux d'ovulation en contre-saison se rapprochant de celui qu'elle a normalement en saison sexuelle.

1-5 Âge et parité :

Le nombre d'agneaux nés augmente avec l'âge et la parité des femelles (Notter et Copenhaver, 1980a; Gabina, 1989; Hall *et al.*, 1994; María et Ascaso, 1999; Gardner *et al.*, 2007). La prolificité s'améliorerait avec l'âge des brebis, résultat d'un taux d'ovulation plus élevé, d'une plus grande capacité de l'utérus et d'une amélioration des autres caractères maternels reliés à la reproduction (Fahmy, 1990). Cependant, il est difficile de discerner l'effet de l'âge de celui de la parité. Dans une étude de Shrestha et Heaney (1992), les brebis de deux ans et plus ont été plus prolifiques et fécondes comparativement aux primipares. Les prolificités étaient de 2,0, 2,8, 2,9 et 3,0, pour les brebis de un, deux, trois et quatre ans et plus, respectivement. Dans une autre étude, Shrestha *et al.* (1992) sont arrivés au même constat (Tableau 2). Chez les races Targhee, Suffolk et Polypay, la prolificité différait selon l'âge des brebis (Notter, 2000) qui variait d'un à plus de huit ans.

La brebis obtient ses tailles de portées les plus élevées généralement entre quatre et huit ans. En comparaison à la prolificité maximale atteinte par chaque race de l'étude, les brebis d'un an avaient entre 0,47 et 0,69 agneau né par agnelage en moins (Notter, 2000). Généralement, à un âge autour de huit ans et plus, on observe un déclin de la taille de portée (Dickerson et Glimp, 1975; Notter, 2000).

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

Tableau 2.. Prolificité moyenne de la femelle ovine selon son âge, chez des brebis Arcott Canadien, Outaouais et Rideau, ainsi que leurs croisements

Âge de la femelle (mois)	N	Prolificité
8	1115	1,6 _a
16	894	2,3 _b
24	633	2,5 _c
32	481	2,5 _c
≥ 40	456	2,6 _c

1-6 Effet du mâle :

Puisque ce sont les femelles qui donnent naissance à la progéniture, il est généralement assumé que l'amélioration de ce paramètre passe par la sélection des femelles. Cependant, la qualité de la semence et l'activité hormonale diffèrent selon les mâles, entraînant des moyennes de taille de portée différentes selon les mâles. Dans une étude chez la souris, les mâles ayant donné les plus grandes tailles de portée sont aussi ceux ayant donné les meilleurs taux de gestation (Schilling *et al.*, 1968). Chez le mouton, Shrestha *et al.* (1983) ont relevé trois études où les béliers influençaient la prolificité (Parker et Bell, 1966; Newton et Betts, 1968; Turner, 1969). Le mâle agirait surtout sur la proportion des ovules fécondés. L'effet d'une forte libido serait plus important pour des brebis avec un taux d'ovulation élevé puisque la maturité des ovules est plus variable. Une brebis saillie à plusieurs reprises par un bélier aurait donc plus de chances d'obtenir une plus grande proportion de ses ovules fécondée. Ainsi, certains béliers pourraient améliorer la prolificité des femelles auxquelles ils seront accouplés.

2- Effets de la prolificité :

Une variation de la prolificité n'est pas sans effet secondaire puisque plusieurs paramètres zootechniques sont influencés par la taille de portée. Comme ces paramètres peuvent eux aussi agir sur les résultats économiques de l'entreprise, il est important de les identifier et de chiffrer les relations qu'ils ont avec la taille de portée.

2-1 Poids à la naissance des agneaux :

L'utérus possède une capacité limitée pour la gestation. Ainsi, à mesure que la taille de la portée augmente, le poids à la naissance individuel des agneaux diminue (Wang et Dickerson, 1991a; Shafto *et al.*, 1996; Freetly et Leymaster, 2004; Gootwine, 2005; Gardner *et al.*, 2007). Ce constat reflète la capacité physiologique de la mère à nourrir adéquatement les produits de la conception, la capacité physique de la mère à porter plusieurs agneaux, les forces mécaniques différentes selon l'emplacement dans l'utérus et

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

la génétique du fœtus (Gardner *et al.*, 2007). En fait, la croissance du fœtus est contrôlée par l'interaction entre le fœtus et l'environnement maternel (Gootwine, 2005).

Un placenta de jumeaux tend à avoir moins de cotylédons par fœtus que la plupart des fœtus simples (Alexander, 1974). Le nombre de cotylédons est plus élevé pour un placenta de jumeaux que pour celui d'un agneau unique (90,91 et 61,73, respectivement), mais exprimé par fœtus, le nombre de cotylédons est plus faible pour les agneaux jumeaux que les simples (Dwyer *et al.*, 2005). Le poids moyen des cotylédons du placenta de jumeaux est d'environ 30 % plus important que celui d'agneaux uniques. Il y a donc une compensation, mais celle-ci n'est pas complète (Alexander, 1974). Ceci est en accord avec les résultats de Dwyer *et al.* (2005) qui ont observé des poids de cotylédons par fœtus de 103,66, 74,71 et 40,62 g pour les simples, doubles et triples, respectivement. En plus, une augmentation du nombre de fœtus portés par la mère mène au déclin du nombre et du poids de cotylédons par fœtus (Rhind *et al.*, 1980; Greenwood *et al.*, 2000). Il est généralement admis que la taille du placenta a une forte influence sur le poids à la naissance (Alexander, 1974). Ainsi, la croissance du fœtus peut être limitée dans de plus petits placentas puisque ceux-ci mènent à un apport réduit en nutriments au fœtus en croissance ainsi qu'à un transfert plus lent des déchets métaboliques du fœtus vers la circulation maternelle (Gootwine, 2005). Il a aussi été montré que des fœtus d'un même génotype vont atteindre un poids plus élevé s'ils sont dans l'utérus d'une femelle de race de grande taille que d'une de petite taille (Gootwine, 2005). La variance du poids à la naissance des agneaux diminue à mesure que la taille de portée augmente, ce qui peut être expliqué par la réduction de l'espace utérin disponible par agneau chez les grandes portées (Gardner *et al.*, 2007). 41 Aussi, le poids à la naissance des agneaux est très sensible à la nutrition de la mère durant la gestation, particulièrement en fin de gestation (Alexander, 1974). Les agneaux de portées multiples s'en trouvent doublement affectés puisque la brebis portant plusieurs fœtus abaisse généralement sa consommation volontaire de matière sèche (CVMS). La relation entre la prolificité et le poids à la naissance des agneaux est différente selon les races (Gootwine, 2005). Les moyennes obtenues à partir des données recueillies dans l'étude de Gootwine (2005) et dans quelques autres montrent que les poids des jumeaux, triplets, quadruplets et quintuplets représentent généralement 82, 68, 61 et 54 % du poids des agneaux nés simples, respectivement.

Le poids à la naissance des mâles est en moyenne plus élevé de 7 % que celui des femelles (Heaney *et al.*, 1982a, b, c; Nawaz et Meyer, 1992; Shrestha et Heaney, 1992; Shrestha *et al.*, 1992; Shrestha *et al.*, 1996; Berger et Schlapper, 1998). Dans ces études, la différence moyenne de chaque population varie de 3 % à 11 %. Cette différence tendrait à s'amenuiser chez les tailles de portée plus élevées (Fogarty *et al.*, 1992).

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

L'âge des femelles a également un effet sur le poids à la naissance des agneaux. Ainsi, le poids à la naissance des agneaux provenant de brebis de deux ans est plus faible d'environ un demi-kilogramme que celui des brebis plus âgées (Everett-Hincks et Dodds, 2008). Finalement, il a également été montré que le poids à la naissance augmente avec l'état de chair des brebis (Everett-Hincks et Dodds, 2008).

2-2 Mortalité des agneaux :

**L'effet du type de naissance et d'allaitement*

Le taux de mortalité des agneaux varie avec le type de naissance. Pour la mortalité à la naissance ou périnatale (trois premiers jours de vie), certains auteurs ont observé un taux de mortalité plus élevé pour les agneaux nés simples que pour ceux nés doubles (Gardner *et al.*, 2007; Sawalha *et al.*, 2007). La différence était d'environ 1 à 2 %. Notter et Copenhaver (1980b), quant à eux, n'ont pas noté de différence tandis que Maria et Ascaso (1999) ont obtenu des taux de mortalité de 5 et 17 % pour les agneaux nés simples et doubles, respectivement. Les triplets auraient un taux de mortalité d'approximativement 10 % de plus que les jumeaux (Notter et Copenhaver, 1980b; María et Ascaso, 1999; Gardner *et al.*, 2007; Sawalha *et al.*, 2007; Everett-Hincks et Dodds, 2008). Selon les études, l'écart varie de 5 % à 23 %. En ce qui concerne les quadruplets, Gardner *et al.* (2007) ont observé un taux de mortalité périnatal de 11 % plus élevé que pour les triplets. Dans l'étude de Vesely et Peters (1981), les taux de mortalité durant la période de la naissance au sevrage étaient de 15,5 %, 19,8 % et 32,7 % pour les naissances simples, doubles et triples, respectivement. Pour la même comparaison, Sormunen-Cristian et Suvela (1999) ont quant à eux obtenu des taux de mortalité à 150 jours de 11,8 %, 6,4 % et 13,5 %, respectivement. Shrestha et Heaney (1992) ont observé des taux de mortalité à 91 jours de 15 %, 16 %, 27 %, 32 % et 32 % pour les agneaux provenant de naissances simples, doubles, triples, quadruples et quintuples, respectivement. L'effet du type de naissance sur la mortalité des agneaux serait moindre chez les races prolifiques. Par exemple, chez la race Romanov, le taux de mortalité des agneaux à 30 jours demeure relativement stable d'un à quatre agneaux (environ 9 %), mais augmente abruptement à près de 16 % pour les portées de cinq agneaux (Theriez, 1991). L'interaction de la taille de la portée avec la race a aussi été observée par Gama *et al.* (1991). Par exemple, les données de leur étude montraient que le taux de mortalité des agneaux nés simples était supérieur pour les agneaux provenant de brebis Finnish Landrace (race prolifique) que pour ceux provenant de brebis de race Dorset (race non prolifique) alors que c'était le contraire pour les agneaux nés triples.

L'augmentation de la mortalité chez les portées triples peut être expliquée par le fait que les agneaux issus de portées multiples reçoivent moins de soins de la part de leur mère vu

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

leur nombre, en plus de recevoir une quantité réduite de colostrum (Theriez, 1991). De fait, les agneaux nés triples prennent plus de temps avant de téter que les nés simples et doubles (Dwyer et Morgan, 2006). Cet effet a été observé en isolant l'effet du type de naissance de celui du poids à la naissance.

En comparant les corrélations phénotypiques entre le taux de survie des agneaux et le poids à la naissance (0,20) ou le type de naissance (-0,17), Welsh *et al.* (2003) en sont venus à la conclusion que ni le poids à la naissance ni le type de naissance n'expliquaient individuellement la totalité de la diminution de la survie des agneaux. En incluant le poids à la naissance dans le modèle, Fogarty *et al.* (1992) sont aussi arrivés au constat que l'effet du type de naissance était réduit, mais demeurait significatif. D'un autre côté, lorsqu'ajusté pour le poids à la naissance, le taux de mortalité au sevrage est semblable pour les agneaux nés simples, doubles ou triples (Gama *et al.*, 1991). Ceci a été observé chez les races Finnish Landrace, Dorset et Suffolk. Aussi, l'effet de la taille de portée sur la mortalité serait plus important chez les agneaux de faible poids que sur les agneaux de poids élevé (Theriez, 1991).

Il est difficile de distinguer les effets des nombres d'agneaux nés et élevés. En effet, les résultats précédemment cités confondent les deux effets. L'étude de Shrestha *et al.* (1992) nous permet de croire que le nombre d'agneaux élevés n'explique pas à lui seul les différences de taux de mortalité entre les agneaux de diverses tailles de portée. En effet, cette étude présente des taux de mortalité à 91 jours obtenus sur un bon nombre d'agneaux de différents types de naissance, mais tous allaités artificiellement. Les taux de mortalité étaient supérieurs pour les agneaux nés triples par rapport à ceux nés simples ou doubles (Tableau 3). Aussi, le taux de mortalité des agneaux nés quadruples était supérieur à celui des triples, puis les quintuples et plus avaient un taux supérieur à celui des quadruples. Évidemment, le poids à la naissance différent pour chaque type de naissance influençait lui aussi les taux de mortalité de cette étude.

Type de naissance	n	Poids à la naissance (kg)	Taux de mortalité (%)
1	609	4,49	16a
2	2146	3.78	16a
3	2050	3.21	28b
4	862	2.80	35c
≥ 5	399	2.46	45d

^{a,b,c,d} Pour une même colonne, les moyennes n'ayant pas la même lettre sont différentes à P<0,05

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

La mortalité est parfois plus élevée pour les agneaux élevés artificiellement. Une compilation de données sur des agneaux nés sur trois ans à l'Institut de Recherche Animale d'Ottawa a montré que les agneaux élevés artificiellement avaient un taux de survie à 70 jours inférieur à celui des agneaux élevés sous la mère (75 vs 89 %, respectivement) (Peters et Heaney, 1974). Les taux de survie en allaitement artificiel peuvent être très élevés si les conditions sont optimales. Ainsi, Berger et Schlapper (1994) ont observé un taux de survie de la naissance au sevrage supérieur à 99 % sur un total de 420 agneaux lorsqu'ils étaient allaités artificiellement. De plus, dans une étude menée au Québec (Cameron, 2004), aucun des 60 agneaux élevés artificiellement n'est mort avant le sevrage tandis que deux des 53 agneaux élevés sous la mère sont morts.

**L'effet du poids à la naissance*

Théoriquement, chez les mammifères, il existe un poids à la naissance optimal auquel les naissances sans complications sont maximisées. Autour de ce poids optimal existe un écart dans lequel le poids à la naissance s'écarte de son optimum, mais demeure adéquat (Gardner *et al.*, 2007). Ainsi, les agneaux de poids à la naissance élevé ou bas ont des taux de survie inférieurs à celui des poids moyens (Everett-Hincks et Dodds, 2008). Quelques auteurs présentent des courbes de taux de mortalité ou de survie en fonction du poids à la naissance des agneaux (Alexander, 1974; Notter et Copenhaver, 1980b; Fogarty *et al.*, 1992; Sawalha *et al.*, 2007). Aussi, Gama *et al.* (1991) ont présenté ensemble les courbes de mortalités totale, périnatale et postnatale. Ces courbes, présentées à la Figure 10, permettent de voir que les agneaux de faible poids sont vulnérables autant durant les 24 premières heures de vie que jusqu'au sevrage.

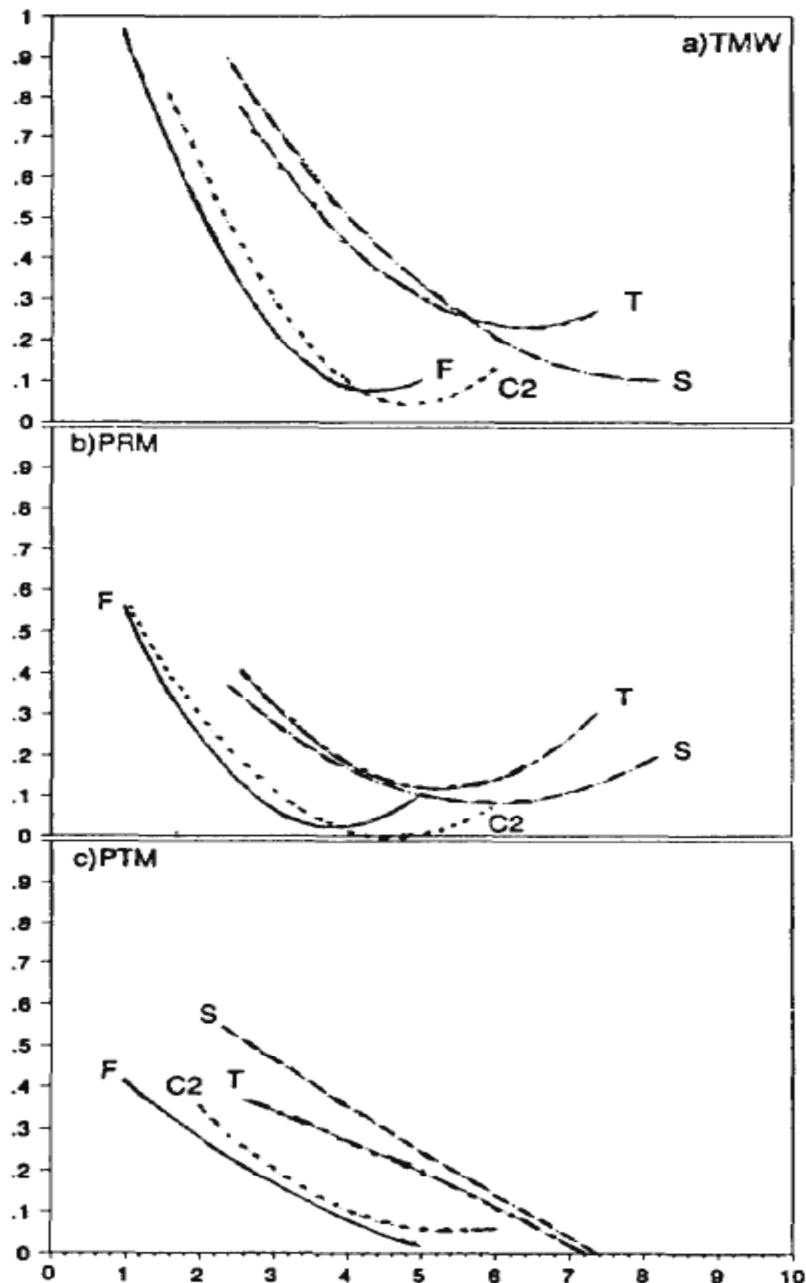


Figure 10. Régression de la mortalité de la naissance au sevrage (60 j) sur le poids à la naissance d'agneaux de mères Finnish Landrace (F), Targhee (T), Suffolk (S) et de race composite (C2) ajustée pour l'année, le sexe, l'âge de la mère et la taille de portée : a) mortalité totale (TMW) ; b) mortalité périnatale (PRM) ; c) mortalité postnatale (PTM).

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

Plusieurs raisons peuvent expliquer les taux de mortalité plus élevés pour les agneaux de faible poids à la naissance. D'abord, les agneaux plus légers sont plus lents à téter que les agneaux plus lourds à la naissance (Dwyer et Morgan, 2006). Gama *et al.* (1991) ont aussi observé que les petits agneaux ayant survécu le premier jour après la naissance étaient incapables de se battre pour le lait maternel et étaient plus susceptibles de mourir d'inanition. Ceci représente un double désavantage puisque les plus petits agneaux ont également tendance à avoir de plus petites réserves d'énergie par unité de poids vif comparativement aux plus gros agneaux (Alexander, 1974). De plus, les petits agneaux ont un ratio surface sur poids plus grand que les gros agneaux. Ainsi, les petits agneaux doivent dépenser plus d'énergie par unité de poids que les gros agneaux, autant pour dissiper la chaleur en conditions chaudes que pour produire de la chaleur en conditions froides (Alexander, 1974). À tout cela, il faut ajouter que le thymus des petits agneaux est particulièrement petit, ce qui entraînerait une réponse immunitaire déficiente (Alexander, 1974).

**L'effet du sexe*

Certains auteurs ont noté une différence entre les taux de mortalité des agneaux mâles et des femelles. Habituellement, lorsqu'une différence est observée, les mâles ont un taux de mortalité plus élevé que celui des femelles (Southey *et al.*, 2003, 2004; Sawalha *et al.*, 2007). Seuls Nawaz et Meyer (1992) ont noté des taux de mortalité inférieurs pour les mâles par rapport aux femelles. Aussi, quelques auteurs n'ont pas observé de différence significative (Notter et Copenhaver, 1980b; Vesely et Peters, 1981; Shrestha et Heaney, 1992). Il est donc difficile de conclure en une différence de taux de mortalité pour le sexe des agneaux.

2-3 Croissance des agneaux :

**L'effet du nombre d'agneaux allaités sur leur croissance*

L'influence du poids à la naissance sur le taux de croissance combinée à la plus faible quantité de lait disponible par agneau dans les portées nombreuses se répercute sur le taux de croissance des agneaux. D'abord, Lindahl *et al.* (1972) ont observé une régression positive (analyse de la covariance) de 19,8 g/j de GMQ (0 à 102 jours) par kilogramme de poids à la naissance. Dans le même sens, Theriez (1991) a noté que lors des six premières semaines d'allaitement, le GMQ augmente de 24 g pour chaque augmentation d'un kilogramme de poids à la naissance. Finalement, Morgan *et al.* (2007) ont observé que pour une augmentation d'un kilogramme de poids à la naissance, le taux de croissance de la naissance au sevrage (12 semaines) était augmenté de 7,2 g/j.

Les types de naissance et d'allaitement (nombre d'agneaux allaités par une même brebis) expliquent la majorité de la variation dans la vitesse de croissance des agneaux (Morgan

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

et al., 2007). Les agneaux nés et élevés doubles ont une croissance de la naissance au sevrage (12 semaines) plus lente que les nés doubles élevés simples (Morgan *et al.*, 2007). Dans la même étude, les agneaux élevés simples, peu importe leur type de naissance, avaient un taux de croissance semblable. Cependant, pour Shrestha et Heaney (1992), le poids des agneaux nés doubles et élevés doubles n'a pas été différent des agneaux nés doubles et élevés simples, autant à 56 qu'à 91 jours d'âge. À 56 jours, le poids des agneaux nés doubles représentait environ 90 % du poids des agneaux nés simples. Selon Theriez (1991), ce n'est que dans le cas de l'allaitement triple que le potentiel laitier devient un facteur limitant des performances de la portée.

L'étude de Gallo et Davies (1991) a montré que, malgré une consommation plus grande par les triplets de concentrés distribués à la dérobée (à partir du 14^e jour), leur GMQ plus faible et leur poids plus faible à 35 jours par rapport à ceux élevés doubles montrent que l'absorption de plus de concentrés n'est pas suffisante pour compenser la plus faible disponibilité de lait par agneau. Le GMQ des agneaux nés et élevés triples est demeuré plus faible que celui de ceux nés et élevés doubles, et ce, de 35 jours à l'atteinte du poids d'abattage (35 à 38 kg). Cette même tendance se retrouve dans l'étude québécoise de Roy *et al.* (1999) réalisée avec des brebis Arcott Outaouais. Cette étude a montré un poids au sevrage (42 jours) de 8,5 kg pour les agneaux de portées élevées triples et de 12,0 kg pour ceux de portées élevées doubles. Aussi, dans une étude de Sormunen-Cristian et Jauhiainen (2001), les triplets ont eu un GMQ inférieur de 70 g/j à celui des jumeaux sur une période allant de la naissance à 42 jours. Une revue faite par Gallo et Davies (1988) présente des études comparant les taux de croissance des agneaux de portées triples à ceux de portées doubles. Ces études montrent une tendance selon laquelle les agneaux nés triples auraient un GMQ en bas âge équivalant environ 80 % celui des agneaux nés doubles (Tableau 4). Cette même proportion serait d'environ 90 %, lorsque calculée sur la croissance globale des agneaux (Tableau 4).

Tableau 4. Performances de croissance des triplets en bas âge et sur la période de croissance globale

Source	Taux de croissance des triplets (g/j)		Taux de croissance des triplets en proportion de celui des jumeaux (%)	
	Bas âge	Globale	Bas âge	Globale
Nikolaev et Magomedov, 1976		184 (180) ^z		0,88
Kovnerev, 1974	201 (21)	183 (100)	0,82	0,90
Peart <i>et al.</i> , 1972	194 (28)	211 (84)	0,80	0,89
Peart <i>et al.</i> , 1975	204 (28)	252 (84)	0,74	0,84
Gallo et Davies, 1988	290 (35)	293 (100)	0,80	0,91
Loerch <i>et al.</i> , 1985	185 (42)		0,88	
Loerch <i>et al.</i> , 1985	199 (42)		0,83	

^z Les nombres entre parenthèses représentent l'âge (j) à la pesée à partir de laquelle a été calculé le taux de croissance.

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

Puisque la différence de GMQ s'amenuise avec le temps, nous pouvons conclure qu'un gain compensatoire survient après le sevrage, mais que celui-ci ne serait pas suffisant pour combler l'écart de poids vif obtenu en bas âge. Ces résultats sont conséquents avec ceux obtenus par Notter et Copenhaver (1980b) et par Shafto *et al.* (1996).

Puisque la croissance des agneaux en bas âge découle directement de la quantité de lait consommée, il est pertinent de s'intéresser à la relation entre la production laitière des brebis et la taille de portée.

**L'effet du nombre de foetus sur la production laitière*

Il semble y avoir une relation positive entre le nombre de foetus porté par la brebis et le développement de la glande mammaire durant la gestation (Pollott et Gootwine, 2004). Cet effet serait probablement relié à la production foetoplacentaire de l'hormone placentaire lactogène (Schoknecht *et al.*, 1991). Cette hormone, sécrétée par l'endomètre, agit entre autres sur la mammogénèse. D'autres chercheurs ont émis l'hypothèse que le nombre de foetus porté par la brebis pourrait affecter le développement mammaire ainsi que la production laitière par le biais d'une surproduction d'oestrogènes produits par le placenta qui agiraient sur le développement mammaire (Orr et Treacher, 1994). Une expérience où les agneaux n'étaient pas élevés avec leurs mères après la naissance a montré une plus grande quantité de lait produite par les brebis ayant porté deux et trois agneaux par rapport aux brebis n'ayant porté qu'un seul agneau (Pollott et Gootwine, 2004). L'augmentation était d'environ 6 %. Il est difficile de conclure avec si peu d'expériences que la production laitière des brebis serait plus élevée pour celles ayant porté des triplets par rapport à celles ayant porté des jumeaux. De plus, l'étude de Rhind *et al.* (1992), cités par Orr et Treacher (1994), a montré qu'il n'y aurait pas d'effet significatif du nombre d'agneaux nés sur la production laitière de brebis allaitant ensuite des jumeaux.

**L'effet du nombre d'agneaux allaités sur la production laitière*

Les résultats sur la production laitière en fonction du nombre d'agneaux allaités (un, deux ou trois) sont variés. D'abord, l'étude de Sormunen-Cristian *et al.* (1997) a montré une augmentation de la production laitière des brebis de 37,5 % lorsque le nombre d'agneaux allaités passait d'un à deux. Les résultats des travaux d'Alexandre *et al.* (2001) vont aussi dans le même sens (augmentation de 26,4 %). Treacher (1985) a répertorié dans la littérature des augmentations (pas toujours significatives) de production laitière variant de 5 à 20 % pour les brebis allaitant des triplets par rapport à celles élevant des jumeaux. Aussi, Gallo et Davies (1988) ont effectué des comparaisons entre des brebis allaitant deux ou trois agneaux qui ont montré une faible augmentation de la production laitière à 20 jours de lactation (4,1 vs 4,3 kg/jour) et au jour 30 (3,7 vs 4,1 kg/jour). Cependant,

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

seules les valeurs à 30 jours présentaient une différence significative. Une étude subséquente des mêmes auteurs a montré une plus grande production laitière au jour 10 pour les brebis allaitant des triplets vs des jumeaux, mais pas de différence aux jours 20 et 30 (Gallo et Davies, 1991). Dans le même sens, Petit (1997) a montré, dans une expérience menée au Québec, que les brebis allaitant des triplets n'ont pas toujours une production laitière plus élevée. Lors d'une autre étude, une différence beaucoup plus marquée a été observée (Ricordeau *et al.*, 1990). Dans cette recherche française, la production laitière journalière moyenne du premier mois de lactation de brebis Romanov allaitant des jumeaux était de 1,7 à 1,8 kg tandis que celle des brebis allaitant des triplets variait de 2,3 à 2,5 kg, ce qui représente une augmentation de l'ordre de 32 %.

Cependant, les travaux de Alexandre *et al.* (2001) et de Pollott et Gootwine (2004) n'ont pas montré d'augmentation de la production laitière pour les brebis allaitant trois agneaux versus deux. Un résultat contradictoire a été obtenu au Québec lors de l'expérience de Roy *et al.* (1999) où la production laitière des brebis allaitant des triplets était de 7 % inférieure à celle des brebis allaitant des jumeaux.

Il semble donc que, généralement, la production laitière des brebis soit plus élevée pour celles allaitant deux agneaux que pour celles en allaitant un seul, mais que cette différence soit négligeable entre les brebis allaitant deux et trois agneaux. Il est à noter que malgré la possibilité que la production laitière puisse être plus élevée pour les brebis allaitant des triplets, globalement, la quantité de lait disponible par agneau demeure moins élevée pour les agneaux de portées triples (Peart *et al.*, 1975).

**En allaitement artificiel*

En gestion d'élevage traditionnel, un maximum de deux agneaux est laissé avec les mères en lactation. Pour celles donnant naissance à trois agneaux et plus, l'allaitement artificiel avec lactoreplaceur est la technique la plus utilisée comme solution pour l'élevage des agneaux surnuméraires⁶. Généralement, la technique consiste à séparer les agneaux excédentaires de leur mère environ 24 h après la naissance et à les alimenter avec un lait reconstitué.

Plusieurs auteurs ont observé des performances de croissance en présevrage semblables pour les agneaux allaités artificiellement et ceux laissés avec leur mère (Louca, 1972; Peters et Heaney, 1974; Gorrill *et al.*, 1990; Knight *et al.*, 1993; Gargouri *et al.*, 1993a; Gargouri *et al.*, 1993b; McKusick *et al.*, 1999; Cameron et Vachon, 2004). Malgré l'absence de différence significative entre les GMQ, Peters et Heaney (1974) ont noté une différence entre le poids à 35 jours des agneaux allaités artificiellement et ceux allaités sous la mère (9,7 vs 11,7 kg, respectivement). Les poids à la naissance moyens de ces deux groupes étaient respectivement de 4,1 et 4,2 kg.

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

Comme mentionné dans la section précédente, lorsque les agneaux sont élevés sous la mère, les agneaux élevés simples ont habituellement de meilleures performances de croissance que les doubles, de même que les doubles ont de meilleures performances que les triples. Ceci est probablement dû à la compétition pour le lait maternel (Heaney *et al.*, 1982a). Les auteurs n'auraient probablement pas observé ces différences en allaitement artificiel en raison de l'absence de compétition pour le lait. Dans une autre étude, les mêmes auteurs n'ont pas noté de différence entre les GMQ présevrage et les poids au sevrage (21 jours) des agneaux allaités artificiellement qu'ils soient nés simples, doubles, triples ou quadruples et plus (Heaney *et al.*, 1982c). Lors d'une expérience subséquente de Heaney et Shrestha (1987), les GMQ présevrage n'étaient pas différents selon les types de naissances, malgré un poids au sevrage plus élevé pour les agneaux nés simples. Dans la seconde expérience présentée dans l'article de Heaney et Shrestha (1987), les agneaux nés triples ont obtenu un GMQ présevrage en allaitement artificiel plus faible que ceux obtenus par les agneaux nés simples ou doubles. Les poids au sevrage diminuaient avec l'augmentation de la taille de portée. Une autre étude de Heaney *et al.* (1982b) va dans le même sens et rapporte un GMQ présevrage plus faible pour les agneaux nés quadruples que pour les nés doubles ou triples lors de la première expérience et plus faible que les doubles lors de la deuxième étude. Une autre étude a montré une baisse graduelle du poids au sevrage avec l'augmentation de la taille de portée d'un à cinq agneaux (Shrestha *et al.*, 1992). Il semble donc qu'en allaitement artificiel, les agneaux issus de grandes portées aient une croissance ralentie par rapport à ceux de portées moins nombreuses, mais que cette différence soit moins marquée qu'en allaitement naturel. Le sexe de l'agneau placé à l'allaitement artificiel peut influencer sa croissance. Ainsi, les agneaux mâles ont eu un GMQ présevrage plus élevé que les femelles dans l'étude de Heaney *et al.* (1982a). Dans celles de Shrestha *et al.* (1992) et de Sormunen-Cristian et Suvela (1999), les poids au sevrage des agneaux mâles ont été plus élevés. D'un autre côté, aucune différence significative n'a été notée entre les mâles et les femelles lors des études de Heaney *et al.* (1982b) et de Heaney *et al.* (1982c), autant pour le poids au sevrage que pour le GMQ de la naissance au sevrage. Cependant, le GMQ présevrage était toujours numériquement plus élevé pour les mâles. L'augmentation variait approximativement entre 3 à 11 % dans ces cinq études. La croissance de la naissance au sevrage semble donc plus élevée pour les mâles que pour les femelles lorsque les agneaux sont en allaitement artificiel.

Une fois les agneaux sevrés de l'allaitement artificiel, il ne semble pas y avoir de différence de croissance entre les agneaux des différents types de naissance (Lindhahl *et al.*, 1972; Heaney *et al.*, 1984).

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

2-4 L'alimentation des agneaux :

Les coûts totaux d'alimentation des agneaux augmentent évidemment avec une augmentation de la prolificité, principalement en conséquence de l'augmentation du nombre d'agneaux élevés. De plus, comme les agneaux issus de portées plus nombreuses ont généralement une croissance plus lente, la durée nécessaire à l'atteinte du poids d'abattage est allongée. Ces jours supplémentaires de croissance font aussi augmenter les coûts d'alimentation.

Un plus grand nombre d'agneaux placés à l'allaitement artificiel augmente aussi les coûts d'alimentation. Une étude de Cameron (2004) réalisée au Québec démontre qu'il faut environ 1,16 kg de poudre de lait par kilogramme de gain de poids pour alimenter un agneau sous allaitement artificiel (sevrage à 48 jours), ce qui est similaire à la valeur d'un kilogramme rapportée par Gorrill et al. (1990). Ainsi, jusqu'au sevrage, vers 28 jours d'âge, on peut calculer qu'un agneau consommera entre neuf et dix kilogrammes de poudre de lait. Berger et al. (2004) rapportent que les essais qu'ils ont menés sur environ 2 200 agneaux montrent qu'il faut, en moyenne, 8,2 kg de poudre de lait pour rendre les agneaux au sevrage à 30 jours. Il faut savoir qu'après 28 jours, l'agneau consomme de plus en plus de lait et donc, le coût de production de cet agneau grimpe en flèche.

2-5 Classification des carcasses :

Les études concernant les liens possibles entre le type de naissance et la qualité de la carcasse sont plutôt divergentes. D'abord, l'effet direct du type de naissance est très peu documenté. Une étude conclut que les types de naissance et d'allaitement ont seulement des effets limités sur le taux de gras des agneaux à poids vif constant (Amer *et al.*, 1999). Dans le même sens, Makarechian *et al.* (1978) ont statué que le type d'élevage n'influence pas le contenu en gras ou en maigre de la carcasse, malgré la différence de croissance présevrage entre les simples et les doubles. Les agneaux issus de portées de plus grandes tailles étant plus légers à la naissance, il est approprié de s'interroger sur l'effet du poids à la naissance sur la qualité de la carcasse. Une corrélation positive (0,30) a été observée entre le poids à la naissance et le pourcentage de maigre (Makarechian *et al.*, 1978). Celles avec le pourcentage d'os et avec le pourcentage de gras étaient respectivement de 0,34 et -0,37. Aussi, dans une étude chez le porc en croissance, ceux ayant un faible poids à la naissance ont montré une carcasse plus grasse que ceux avec un poids à la naissance plus élevé (Bee, 2007). Toutefois, toujours chez le porc, Bérard *et al.* (2008) n'ont pas observé de différence de déposition du gras entre des groupes de porcs ayant des poids faibles ou élevés à la naissance. Selon Theriez (1991), la production de carcasses à l'état d'engraissement homogène exige de réduire le poids à l'abattage des agneaux issus de portées multiples.

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

Cette affirmation est appuyée sur des résultats non publiés de Brelurut et Theriez selon lesquels le poids des carcasses d'agneaux abattus à état d'engraissement constant varie avec le poids à la naissance (600 g de carcasse de plus pour chaque kilogramme de poids à la naissance additionnel).

2-6 L'alimentation des brebis :

**L'effet du nombre de fœtus sur la consommation de la brebis*

Il est généralement accepté que la croissance de l'utérus et de son contenu durant les dernières semaines de gestation réduit le volume de la cavité abdominale, ce qui cause une diminution de la CVMS en fourrages (NRC, 1985; Sormunen-Cristian et Jauhiainen, 2001). Toutefois, les études sont nuancées quant à l'effet de la taille de la portée sur la consommation volontaire des brebis en fin de gestation. Orr et Treacher (1989) ont montré que la CVMS de matière sèche durant les six dernières semaines de gestation est de 86 et 81 % pour les brebis portant des jumeaux et des triplets, respectivement, par rapport à celles portant des simples. Par contre, les études précédentes de Foot et Russel (1979) et de Newton et Orr (1981) avaient pourtant montré que le nombre de fœtus n'avait pas d'influence significative sur la prise alimentaire de la brebis.

**L'effet du nombre d'agneaux allaités sur la consommation de la brebis*

Les auteurs ne sont pas unanimes quant à la relation entre la CVMS et le nombre d'agneaux allaités. D'abord, les études de Newton et Orr (1981), Bocquier *et al.* (1987), de Gallo et Davies (1988) et de Sormunen-Cristian et Jauhiainen (2001) n'ont pas montré de différence quant à la CVMS entre des brebis allaitant des jumeaux et des triplets. D'un autre côté, Sormunen-Cristian *et al.* (1997) ont observé que la CVMS des brebis allaitant un agneau a été la plus basse et que celle des brebis allaitant trois agneaux a été la plus élevée. Dans le même sens, les résultats de Roy *et al.* (1999) ont montré une consommation plus élevée de 0,14 kg/j MS d'ensilage pour les brebis allaitant des triplets comparativement aux brebis allaitant des doubles. Malgré cette consommation accrue pour les brebis allaitant les triplets, ces dernières ont subi une perte de poids de 2,8 kg durant la lactation tandis que les brebis allaitant les doubles ont gagné en moyenne 0,3 kg. Ceci confirme que les besoins sont plus élevés pour les brebis allaitant trois agneaux que pour celles en allaitant seulement deux. Le passage de deux à trois agneaux allaités pourrait donc légèrement augmenter la CVMS des brebis.

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

2-7 Temps de travail :

Puisqu'une des grandes contraintes de la production ovine est la grande demande en temps au moment des agnelages (Parker et Pope, 1983), il est attendu qu'une augmentation de la prolificité mène à une plus grande demande en main d'oeuvre. Les rares données concernant le temps de travail en production ovine qui ont été relevées dans la littérature concernent généralement des systèmes de production très différents des nôtres. De fait, le temps requis pour une brebis en système pastoral est très différent de celui pour un élevage intensif en bergerie. L'enquête réalisée lors de l'étude québécoise sur le coût de production de l'agneau (CECPA, 2007) a révélé que le nombre moyen d'heures travaillées par brebis par année s'élevait à 8,8, lorsque seules les heures relatives à l'atelier troupeau étaient considérées. Ce chiffre augmente donc lorsqu'on tient compte, par exemple, des heures relatives aux cultures. Une analyse des données recueillies lors de l'enquête n'a pas permis de relier le temps de travail à la productivité ou à la prolificité (Centre d'études sur les coûts de production en agriculture, 2008, communication personnelle). Certaines informations sont disponibles en ce qui concerne l'allaitement artificiel des agneaux surnuméraires. Ainsi, Cameron (2004) a établi lors d'une étude sur l'allaitement artificiel des agneaux au Québec qu'une heure par agneau était nécessaire pour la période allant de la naissance à 44 jours. Aussi, des auteurs au Wisconsin ont évalué que les trois premiers jours d'allaitement artificiel exigeaient dix minutes par jour pour chaque agneau et que pour les 25 autres jours, seulement deux minutes par jour étaient nécessaires par agneau, portant le total à 80 minutes (Berger et Schlapper, 1994).

2-8 Densité d'élevage :

Lorsque la prolificité est augmentée, il faut prévoir plus d'espace en bergerie pour les brebis en lactation (augmentation du nombre de brebis allaitant des doubles), pour l'allaitement artificiel et pour loger le plus grand nombre d'agneaux à l'engraissement. Pour des agneaux à l'engraissement (20 à 50 kg), faire passer la surface par agneau de 0,99 à 0,62 m² occasionne une baisse de 11 % de la consommation et de 14 % du GMQ (Horton *et al.*, 1991). Lors de l'étude de Gonyou *et al.* (1985), la baisse de gain a été de 10 % en faisant passer la surface par agneau de 0,48 à 0,32 m². Avec des résultats de cet ordre, il apparaît que la densité d'élevage a une incidence sur les performances de croissance des agneaux.

En lactation, les portées simples sont moins affectées par une réduction d'espace de 1,11 à 0,93 m² par brebis que les portées doubles (Arehart *et al.*, 1972). Chez les portées doubles à 0,93 m², il y a eu une plus grande incidence de mortalités des agneaux et des

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

brebis. De tels résultats suggèrent que les portées multiples devraient être placées dans des parquets à moindre densité que les portées simples et doubles.

Quelques sources présentent des recommandations sur les superficies par animal selon les stades de production. Ainsi, il est nécessaire de prévoir un espace pour l'allaitement artificiel, soit environ cinq agneaux par m². En lactation, pour des brebis avec un seul agneau, 1,5 m² serait suffisant et il faudrait augmenter de 0,5 m² pour chaque agneau supplémentaire élevé avec la mère.

3- CONCLUSION :

Plusieurs facteurs peuvent influencer la rentabilité d'une entreprise ovine. Selon plusieurs études, la prolificité a un effet déterminant. Cependant, il est difficile d'établir dans quelles mesures une augmentation de la prolificité permet au producteur d'améliorer réellement la rentabilité de son entreprise puisque cette augmentation du nombre d'agneaux nés a aussi des répercussions négatives sur plusieurs autres paramètres de production qui influencent la marge de profit comme le taux de croissance et la mortalité des agneaux, le coût des intrants (ex. aliments, poudre de lait...), les besoins en main-d'œuvre, etc. La simulation informatique s'avère donc un excellent outil pour comparer les résultats économiques de troupeaux présentant différents niveaux de prolificité. En effet, la simulation permet de faire ces comparaisons en évitant les frais et délais exorbitants qui seraient nécessaires pour réaliser une expérimentation capable de répondre à ce type de question. De plus, la simulation offre beaucoup de souplesse en permettant de valider les résultats selon différentes situations (contextes de prix, système de production...). Au Québec, malgré le fait que la recommandation d'utiliser des femelles plus prolifiques remonte aux années 1960 (Munro, 1961), il faut avouer que l'implantation tarde à se faire.

Une des principales raisons est qu'aucune étude n'a encore pu vraiment démontrer la rentabilité économique de ce type de brebis. Ainsi, compte tenu des changements économiques qui surviennent présentement ou qui pointent à l'horizon pour l'industrie ovine québécoise (coût des intrants, changements dans les programmes d'assurance stabilisation des revenus...), le recours à la brebis prolifique dans les élevages commerciaux est, plus que jamais, un élément clé pour la survie de plusieurs producteurs et de l'industrie tout entière. Cependant, avant de continuer à promouvoir l'utilisation de femelles plus prolifiques, il est impératif de démontrer précisément dans quelles mesures et sous quelles conditions elle pourra améliorer la rentabilité des élevages ovins.

Chapitre n° II : LA PROLIFICITÉ

4- OBJECTIFS DE RECHERCHE :

L'objectif général de cette recherche est de comparer, par simulations informatiques, la rentabilité de troupeaux ovins présentant différents niveaux de prolificité. De manière plus spécifique, le projet consiste à :

- 1) Bâtir un outil de simulation permettant de calculer l'impact d'un changement de prolificité sur les performances techniques et économiques de l'entreprise ovine, dans le contexte de production québécois (système de production accéléré);
- 2) Comparer les résultats techniques et économiques de troupeaux simulés avec des taux de prolificité de 1,5, 1,8, 2,1 et 2,4 agneaux nés par agnelage, tout en tenant compte de l'influence de la prolificité sur les autres paramètres zootechniques;
- 3) Valider les résultats obtenus selon différents contextes de production (rythme d'agnelage, fertilité moyenne, taux de mortalité des agneaux, taux de croissance des agneaux, prix des agneaux et des aliments).

Chapitre n° III :

LA

FÉCONDITÉ

Chapitre n° III : LA FÉCONDITÉ

Chapitre n° III : LA FÉCONDITÉ

La fécondité est le nombre d'agneaux nés par brebis accouplées ou inséminées dans un temps déterminé. On peut dire donc que la fécondité soit le produit de la fertilité de la prolificité. La fécondité = (nombre d'agneaux nés / nombre de femelle mises en reproduction) * 100.

Fécondation :

La fécondation correspond à la fusion des gamètes mâle (spermatozoïde) et femelle (ovocyte) aboutissant à la formation d'une cellule unique : l'oeuf ou zygote. Cet oeuf 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).

1- Mise en place de la semence mâle :

La fécondation nécessite au préalable la libération de l'ovocyte et le dépôt des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles soit de manière naturelle par accouplement, soit par insémination artificielle (IA).

1-1 Accouplement :

Lorsque la femelle est en oestrus, elle s'immobilise en présence d'un mâle et accepte le chevauchement. Lors de l'accouplement, aussi appelé lutte chez les ovins, l'éjaculation par le bélier permet le dépôt des spermatozoïdes dans le vagin contre le col de l'utérus (Montmeas et al. 2013).

1-2 Insémination artificielle

L'insémination artificielle (IA) consiste à récolter la semence mâle puis à la déposer dans les voies génitales femelles, sans qu'il y ait accouplement (Montmeas et al. 2013).

a- Production des doses de semence et réalisation de l'insémination artificielle

Les opérations réalisées sont différentes selon les espèces mais comportent des étapes communes. L'IA peut être divisée en deux grandes étapes, avec tout d'abord la réalisation de doses de semence mâle, puis la mise en place de cette semence dans les voies génitales femelles (Montmeas et al. 2013).

Chapitre n° III : LA FÉCONDITÉ

- La réalisation des doses de semence mâle comporte plusieurs étapes :

· **La collecte du sperme** : Elle est faite par un opérateur à l'aide d'un vagin artificiel lors du chevauchement par le bélier d'une brebis en chaleur. Le vagin artificiel doit posséder les mêmes caractéristiques de température, de volume et de consistance que les voies génitales femelles (Figure 11).



Figure 11 : Dispositif permettant la collecte du sperme des béliers reproducteurs au Centre d'Insémination Artificielle (Le Bourguet, Vabres l'Abbaye (12))

· **Le contrôle de la qualité du sperme** : Il permet d'éliminer les éjaculats de mauvaise qualité afin de garantir une bonne réussite de l'IA. On mesure le volume et la concentration de l'éjaculat, qui varient chez les béliers respectivement de 0,5 à 1,5 ml et de 3,5 à 4 milliards de spermatozoïdes par millilitre. On note ensuite de manière subjective la motilité massale de la semence (de 0 à 5) en observant une goutte de sperme au microscope.

· **La dilution du sperme** : Le taux de dilution est variable. Il est calculé en fonction de la qualité et de la concentration de l'éjaculat ainsi que du volume et de la concentration en spermatozoïdes souhaités pour chaque dose. Cette dilution permet de réaliser plusieurs

Chapitre n° III : LA FÉCONDITÉ

doses, et donc d'inséminer plusieurs femelles, à partir d'un seul éjaculat. Le milieu de dilution, à base de lait de vache écrémé, permet également d'assurer la survie des spermatozoïdes durant la durée de conservation de la dose.

· **Le conditionnement et la conservation en paillette** : La semence produite pour l'IA est conditionnée à l'aide d'une machine en paillettes de 0,25 ml contenant environ 400 millions de spermatozoïdes (Figure 12) (Fatet et al. 2008). La conservation peut se faire soit à des températures supérieures à 0°C, on parle de semence fraîche, soit par congélation dans l'azote liquide, on parle de semence congelée. En raison de la nécessité de pratiquer une IA intra-utérine pour la semence congelée, son utilisation reste très rare chez les ovins.

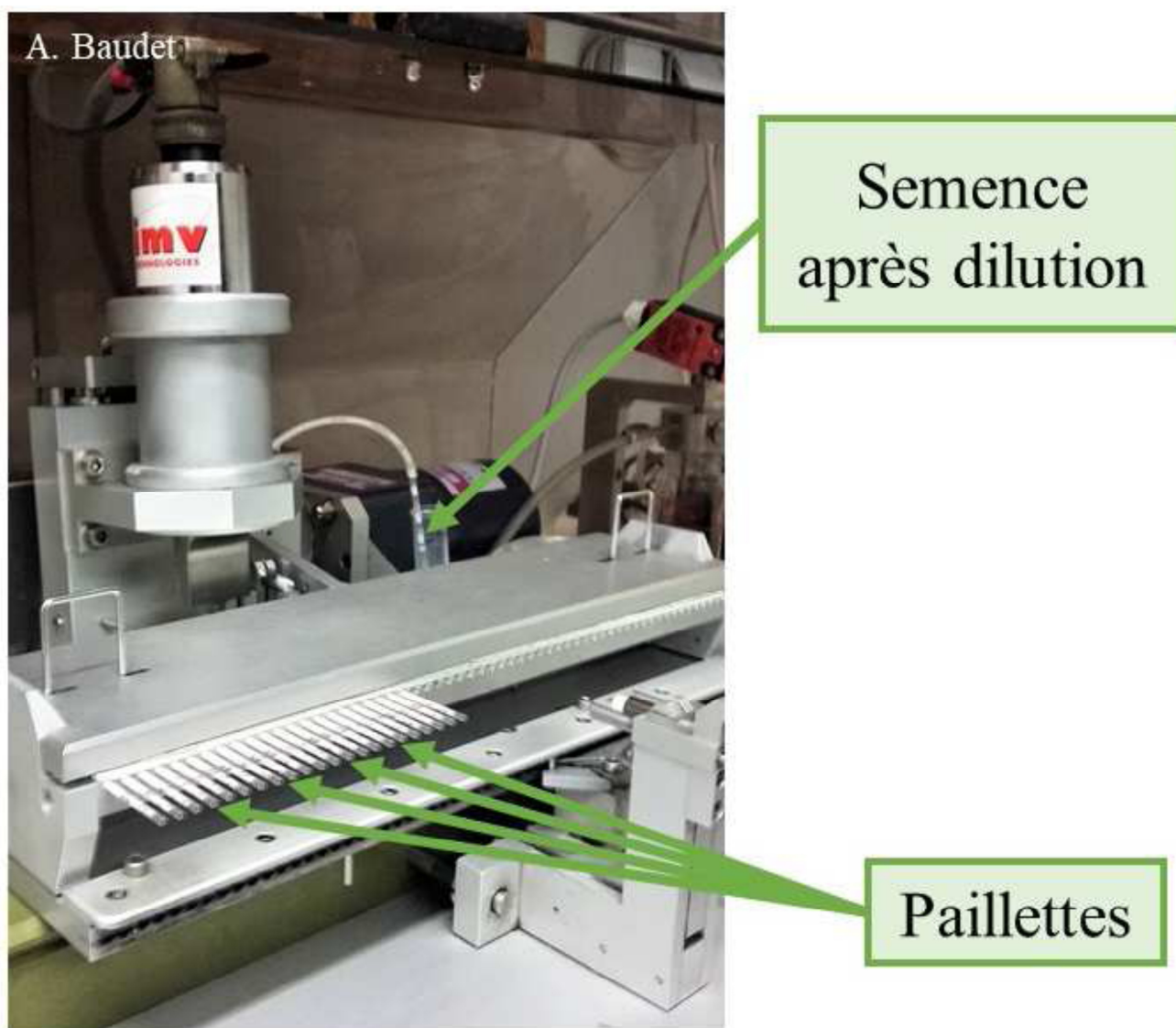


Figure 12 : Machine permettant le conditionnement de la semence en paillettes dans le laboratoire du Centre d'Insémination Artificielle (Le Bourguet, Vabres l'Abbaye (12))

Chapitre n° III : LA FÉCONDITÉ

- La **mise en place de la semence** est réalisée par un inséminateur qui dépose la semence le plus loin possible dans les voies génitales femelles. Chez les ovins, comme nous l'avons vu précédemment, l'anatomie du col de l'utérus rend impossible le dépôt de la semence au-delà du col de l'utérus. C'est cette particularité qui a conduit à l'utilisation quasi exclusive de semence fraîche pour l'IA (99% des IA (Fatet et al. 2008)). La semence est donc déposée à l'aide d'une canule dans le vagin à l'entrée du col. L'insémination des brebis doit être réalisée avec la semence fraîche au maximum 10 à 12 heures après la récolte du sperme (Fatet et al. 2008).

b- Importance de l'insémination artificielle en élevage ovin

En France, bien que moins utilisée qu'en élevage bovin, l'insémination artificielle (IA) possède un rôle très important pour la gestion de la reproduction et l'organisation des schémas de sélection génétique en élevage ovin. En effet, l'IA permet aux éleveurs d'avoir accès aux meilleurs reproducteurs tout en limitant les risques sanitaires. L'IA permet également une reproduction à contre-saison et donc des productions de lait ou d'agneaux réparties tout au long de l'année pour répondre aux besoins des filières. Cependant, l'IA présente des inconvénients sur le plan pratique. En effet, chez les ovins, elle nécessite obligatoirement au préalable la synchronisation des chaleurs. De plus, le coût des paillettes n'est pas négligeable pour l'éleveur, coût auquel s'ajoutent les frais de synchronisation des chaleurs. Enfin, en ovin lait, les taux de fertilité en IA sont souvent plus faibles, autour de 66% pour les brebis et 70% pour les agnelles, qu'en saillie naturelle où ils atteignent plus de 90% (Fatet et al. 2008).

Chez les ovins, l'activité d'IA est très saisonnée autant en élevage laitier qu'en élevage allaitant. En brebis laitière, presque 90% des IA sont réalisées de mai à septembre avec un pic important au mois de juin qui regroupe plus de 40% des IA (Figure 13) (Fatet et al. 2008).

Chapitre n° III : LA FÉCONDITÉ

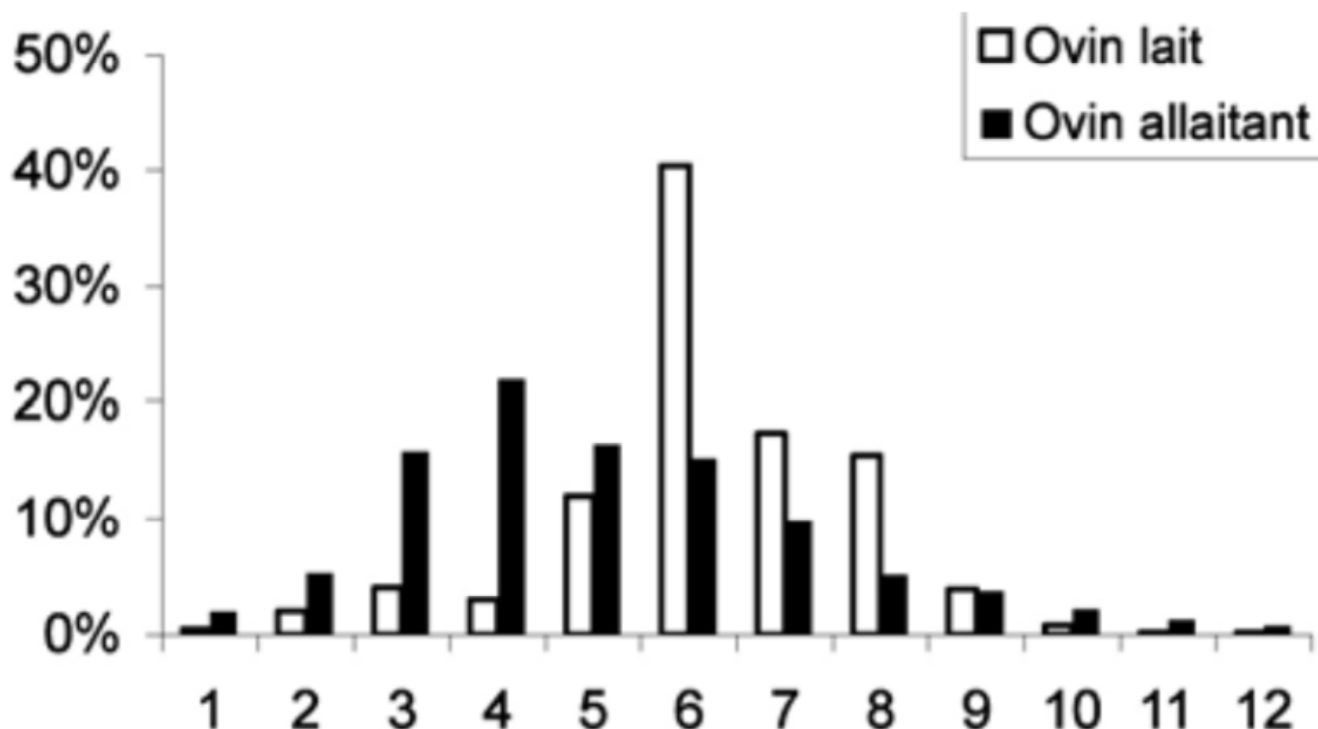


Figure 13 : Répartition de l'activité d'IA ovine en fonction du type de production au cours de l'année 2006 (Source ANIO) (Fatet et al. 2008)

Au cours de la campagne 2016, 816 850 brebis ont été inséminées ce qui représente seulement 15,8% du cheptel national contre 54,6% chez les vaches. La part de l'IA par rapport à la lutte est cependant très différente selon le type de production : 36,5% de brebis inséminées en races laitières pour seulement 8,2% en races allaitantes (Tableau 5).

Tableau 5 : Part de l'insémination artificielle en élevage ovine selon le type de production (d'après Dispositif génétique : chiffres clés ruminants 2016, France Génétique Elevage, 2017)

Type de brebis	Nombre d'IA	Cheptel national de brebis	Pourcentage d'IA
Laitières	504 322	1 380 000	36,5 %
Allaitantes	312 528	3 798 000	8,2 %
Total	816 850	5 178 000	15,8 %

L'insémination artificielle est très utilisée dans les régions laitières, particulièrement dans le bassin de Roquefort, où 414 538 brebis de race Lacaune ont été inséminées en 2016 ce qui représente 50,7% des inséminations ovines totales (France Génétique Elevage 2017). En élevage ovine, une seule IA est réalisée par brebis et les « retours » de chaleurs sont réalisés en monte naturelle. Les béliers sont introduits dans le troupeau 14 ou 15 jours après la date de l'IA afin qu'ils saillissent les femelles non fécondées lors de l'IA et qui reviennent donc en chaleurs environ 17 jours plus tard (Dudouet 2016).

Chapitre n° III : LA FÉCONDITÉ

2- Migration des gamètes dans les voies génitales femelles :

Chez les ovins, la migration des spermatozoïdes jusqu'au lieu de fécondation dure environ 9h et le maintien de leur pouvoir fécondant dans les voies génitales femelles est de 30 à 48h. Chez la brebis, l'ovulation se produit environ 32h après le début des chaleurs et l'ovocyte reste apte à être fécondé pendant 16 à 24h après l'ovulation (Montmeas et al. 2013). La durée de survie des gamètes dans le tractus génital femelle étant relativement courte, il faut contrôler le moment de l'ovulation et du dépôt de la semence mâle pour qu'il y ait fécondation, notamment lorsqu'on utilise l'insémination artificielle.

LES REFERENCES

- ANTONIAZZI, A. Q., WEBB, B. T., ROMERO, J. J., ASHLEY, R. L., SMIRNOVA, N. P.,
HENKES, L. E., BOTT, R. C., OLIVEIRA, J. F., NISWENDER, G. D., BAZER, F. W.
et
HANSEN, T. R., 2013. Endocrine Delivery of Interferon Tau Protects the Corpus Luteum from Prostaglandin F2 Alpha-Induced Luteolysis in Ewes. *Biology of Reproduction*. 2013. Vol. 88, n° 6, pp. 1-12.
- ATKINSON, Y. H., GOGOLIN-EWENS, K. J., HOUNSELL, E. F., DAVIES, M. J., BRANDON, M. R. et SEAMARK, R. F., 1993. Characterization of placentation-specific binucleate cell glycoproteins possessing a novel carbohydrate. Evidence for a new family of pregnancy-associated molecules. *Journal of Biological Chemistry*. 1993. Vol. 268, n° 35, pp. 26679-26685.
- AYAD, A., SOUSA, N. M., SULON, J., IGUER-OUADA, M. et BECKERS, J. F., 2007. Comparison of Five Radioimmunoassay Systems for PAG Measurement : Ability to Detect Early Pregnancy in Cows. *Reproduction in Domestic Animals*. 2007. Vol. 42, n° 4, pp. 433-440.
- BARBATO, O., SOUSA, N. M., DEBENEDETTI, A., CANALI, C., TODINI, L. et BECKERS, J. F., 2009. Validation of a new pregnancy-associated glycoprotein radioimmunoassay method for the detection of early pregnancy in ewes. *Theriogenology*. 2009. Vol. 72, n° 7, pp. 993-1000.
- BARONE, R., 2001. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4. Splanchnologie II. Appareil uro-génital. Foetus et ses annexes. Péritoine et topographie abdominale. 3ème édition. Paris : Vigot.
- BENYOUNES, A., LAMRANI, F., SULON, J., TAHAR, A. et BECKERS, J. F., 2008. Efficacité comparée de deux méthodes de diagnostic précoce de gravidité chez la brebis Ouled

- Djellal. European Journal of Scientific Research. 2008. Vol. 20, n° 2, pp. 362–373.
- BÉRIOT, M., TCHIMBOU, A. F., BARBATO, O., BECKERS, J. F. et SOUSA, N. M., 2014. Identification of pregnancy-associated glycoproteins and alpha-fetoprotein in fallow deer (Dama dama) placenta. Acta Veterinaria Scandinavica. 2014. Vol. 56, n° 4.
- BONNES, G., DESCLAUDE, J., DROGOUL, C., GADOUD, R., JUSSIAU, R., LE LOC'H, A., MONTMEAS, L. et ROBIN, G., 1988. Reproduction des mammifères d'élevage. Paris : Editions Foucher.
- BOSCOS, C. M., SAMARTZI, F. C., LYMBEROPOULOS, A. G., STEFANAKIS, A. et BELIBASAKI, S., 2003. Assessment of Progesterone Concentration Using Enzymeimmunoassay, for Early Pregnancy Diagnosis in Sheep and Goats. Reproduction in Domestic Animals. 2003. Vol. 38, n° 3, pp. 170-174.
- CHEMINEAU, P., MALPAUX, B., GUÉRIN, Y., MAURICE, F., DAVEAU, A. et PELLETIER, J., 1992. Lumière et mélatonine pour la maîtrise de la reproduction des ovins et des caprins. Annales de zootechnie. 1992. Vol. 41, pp. 247–261.
- DEL VECCHIO, R. P., SUTHERLAND, W. D. et SASSER, R. G., 1996. Bovine luteal cell production in vitro of prostaglandin E₂, oxytocin and progesterone in response to pregnancyspecific protein B and prostaglandin F₂ α . Journal of Reproduction and Fertility. 1996. Vol. 107, n° 1, pp. 131-136.
- DISKIN, M. G. et MORRIS, D. G., 2008. Embryonic and Early Foetal Losses in Cattle and Other Ruminants. Reproduction in Domestic Animals. 2008. Vol. 43, pp. 260-267.
- DUDOUE, C., 2016. La production du mouton. 4ème édition. Paris : Editions France Agricole.
- EDEY, T. N., 1967. Early Embryonic Death and Subsequent Cycle Length in the Ewe. Journal of Reproduction and Fertility. 1967. Vol. 13, n° 3, pp. 437-443.
- Amer, P. R., McEwan, J. C., Dodds, K. G. et Davis, G. H. 1999.** Economic values for ewe prolificacy and lamb survival in New Zealand sheep. Livest. Prod. Sci. **58**: 75- 90.
- CECPA. 2007.** Étude sur le coût de production des agneaux en 2006 au Québec, Lévis, Qc, 83 pp.
- Conington, J., Bishop, S. C., Waterhouse, A. et Simm, G. 2004.** A bioeconomic

approach to derive economic values for pasture-based sheep genetic improvement programs. *J. Anim. Sci.* **82**: 1290-1304.

CRAC. 1995. Code de pratiques recommandées pour le soin et la manipulation des moutons. Conseil de recherches agro-alimentaires du Canada, Ottawa, Ontario, 41 pp.

Demirören, E., Shrestha, J. N. B. et Boylan, W. J. 1995. Breed and environmental effects

on components of ewe productivity in terms of multiple births, artificial rearing and 8-month breeding cycles. *Small Ruminant Res.* **16**: 239-249.

Shrestha, J. N. B., Heaney, D. P. et Parker, R. J. 1992. Productivity of three synthetic Arcott sheep breeds and their crosses in terms of 8-mo breeding cycle and artificially reared lambs. *Small Ruminant Res.* **9**: 283-296.

Wang, C. T. et Dickerson, G. E. 1991. Simulation of life-cycle efficiency of lamb and wool production for genetic levels of component traits and alternative management options. *J. Anim. Sci.* **69**: 4324-4337.

White, D. H. 1984. Economic values of changing reproductive rates. Pages 371-377 dans *Reproduction in sheep*. D. R. Lindsay and D. T. Pearce (éds.). Australian academy of science, Canberra, AU.