

**Francis Goulet**

**INFLUENCE DE LA RÉDUCTION DE L'INTERVALLE POST-PARTUM SUR  
LES PERFORMANCES REPRODUCTIVES DES BREBIS DURANT LA  
CONTRE-SAISON SEXUELLE.**

Mémoire  
présenté  
à la Faculté des études supérieures  
de l'Université Laval  
pour l'obtention  
du grade de maître ès sciences (M.Sc.)

Département des sciences animales  
FACULTÉ DES SCIENCES DE  
L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION  
UNIVERSITÉ LAVAL

NOVEMBRE 2000



## Résumé

En contre-saison sexuelle, la réduction de l'intervalle entre l'agnelage et la saillie (IPP) de 90 jours à 75 jours (saillies synchronisées : MAP + PMSG) semble diminuer la fertilité et la prolificité des brebis croisées primipares à dominance Lacaune (Expérience 1) mais ne montre pas d'effet chez les brebis croisées multipares à dominance Suffolk (Expérience 2). Aucun impact n'a été remarqué quant au pourcentage de brebis en oestrus à la saillie synchronisée dans les deux expériences. Chez les primipares et les multipares, les saillies réalisées à 90 jours PP ont permis d'augmenter significativement la condition corporelle des brebis comparativement aux saillies réalisées à 75 jours PP. Bien que le poids des brebis à la saillie n'ait pas été différent entre les deux traitements, la variation de poids a été significativement plus élevée pour le traitement de 90 jours PP. La réduction de l'intervalle PP n'a pas affecté le poids à la naissance et la croissance des agneaux dans les deux expériences.

Francis Goulet, agr.

Dr. François Castonguay

## **EFFET DE LA RÉDUCTION DE L'INTERVALLE POST-PARTUM SUR LES PERFORMANCES REPRODUCTIVES DES BREBIS DURANT LA CONTRE-SAISON SEXUELLE.**

### **Résumé long**

L'objectif de ce projet était d'évaluer les impacts de la réduction de l'intervalle post-partum (IPP) sur la productivité annuelle des brebis dans un système commercial de trois agnelages en deux ans. Les résultats présentés sont ceux de la première phase réalisée en contre-saison sexuelle. À Sawyerville, deux expériences sont conduites dans un troupeau commercial durant une période de 8 mois (1999). Quarante-vingt une brebis croisées primipares (expérience 1) et 143 brebis croisées multipares (expérience 2) ont été sélectionnées durant la période d'agnelages de l'hiver 1999. Chacune des brebis était traitée avec une éponge de progestagène (médroxyprogestérone acetate) pour une période de 14 jours et recevaient une injection de 600 U.I. de PMSG (pregnant mare' serum gonadotrophin) pour coordonner les deux traitements : saillies à 75 jours PP (SPPI) et saillies à 90 jours PP (LPPI). Les brebis des deux expériences ont été sélectionnées à l'agnelage précédent pour avoir un poids (BW) une condition de chair (CS) et un âge similaire. Elles ont été réparties aléatoirement dans les deux traitements.

Dans l'expérience 1, l'allongement de l'intervalle entre l'agnelage et la saillie ( LPPI vs. SPPI) a permis d'augmenter significativement la CS ( $P < 0.05$ ), mais pas le poids des brebis à la saillie. Les brebis des deux traitements ont présenté des taux d'œstrus synchronisés élevés (92.3% vs. 97.5% pour SPPI et LPPI respectivement) similaires. À l'agnelage, le taux de fertilité total (64.1% vs. 80.0%) ainsi que le taux de fertilité provenant de l'œstrus synchronisé (61.5% vs. 80.0%) montrent de fortes tendances à être plus élevés ( $P = 0.11$  et  $P = 0.06$ , respectivement) pour les brebis du traitement LPPI.

L'allongement de l'intervalle PP tend ( $P=0.13$ ) également à améliorer le taux de prolificité (1.75 vs. 2.00). Dans l'expérience 2, la cyclicité a été évaluée entre le 30<sup>e</sup> jour PP et la saillie à l'aide des niveaux de progestérone plasmatique. Aucune brebis n'a présenté de cyclicité continue durant la période de prélèvements. Bien que l'augmentation de l'intervalle PP ait permis d'obtenir un état de chair plus élevé à la saillie ( $P<0.01$ ), le poids des brebis a été semblable. La proportion de brebis qui ont présenté un oestrus synchronisé (78.3% vs. 88.7%) n'a pas été différente. L'augmentation de l'intervalle PP n'a pas permis d'améliorer le pourcentage de fertilité total (43,3% vs. 41,9%) et le taux de prolificité (1,75 vs. 1,88). En conclusion, l'augmentation de l'intervalle PP de 75 jours PP à 90 jours PP dans un troupeau commercial tend à améliorer la productivité des brebis croisées primipares, mais pas chez des brebis multipares croisées en contre-saison sexuelle.

## **Avant-propos**

Suite à la réalisation de cette étape de ma vie, je tiens particulièrement à remercier toutes les personnes qui m'ont supporté. Tout particulièrement mon directeur à la maîtrise, le Dr. François Castonguay, pour sa confiance, pour ces judicieux conseils et pour la passion du mouton qu'il a su alimenter en moi. En soi, il est une des raisons pour laquelle j'espère travailler encore plusieurs années à l'amélioration d'une production aussi passionnante que celle du mouton. Je tiens également à remercier le Dr. Jacques Dufour pour ses conseils lors de la planification de l'expérience. Des sincères remerciements doivent être faits à Monsieur Marie-Antoine Roy et Madame Diane Duranleau des Bergeries Malvibois et Newport pour leur appui ainsi qu'à tout leur personnel. Un merci particulier à Monsieur André Charest du Ministère de l'Agriculture et des Pêcheries du Québec (MAPAQ) de Rock-Forest pour ces judicieux conseils. Remerciements à Intervet pour la PMSG (Folligon) et au CORPAQ pour le financement de ce projet.

Merci enfin à Isabelle et à ma famille qui m'ont supporté pendant ces deux années, et merci aussi à mes amis qui ont permis de rendre la réalisation de cette maîtrise agréable.

## Table des matières

RÉSUMÉ .....	I
RÉSUMÉ LONG.....	II
AVANT-PROPOS.....	IV
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
LISTE DES FIGURES .....	IX
CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE .....	3
2.1. ENDOCRINOLOGIE DE L'ŒSTRUS .....	3
2.2. L'INTERVALLE POST-PARTUM.....	4
2.3. FACTEURS QUI AFFECTENT L'ANOESTRUS EN DÉBUT DE PÉRIODE PP .....	4
2.3.1. ENDOCRINOLOGIE EN PÉRIODE POST -PARTUM.....	5
2.3.1.1. Production et sécrétion de la LH.....	6
2.3.1.1.1.Sécrétion hypothalamique de GnRH et sensibilité de la glande hypophysaire à la GnRH.....	7
2.3.1.1.2.Effets de l'œstradiol.....	9
2.3.1.1.3. Effets du corps jaune de la dernière gestation sur l'axe hypothalamo-hypophysaire.....	11
2.3.1.1.4.Effet des hormones thyroïdiennes.....	11
2.3.1.2.Production et sécrétion de FSH.....	12
2.3.1.3.Croissance folliculaire.....	12
2.3.2. INVOLUTION UTÉRINE.....	14

2.3.3.	FONCTIONS LUTÉALES ANORMALES.....	16
2.3.3.1.	Support gonadotrophine inadéquat et/ou inhabilité du corps jaune à répondre aux gonadotrophines .....	16
2.3.3.2.	Relâchement prématuré de PGF <sub>2</sub> ? .....	18
2.3.3.3.	Sensibilité du corps jaune à la PGF <sub>2</sub> ? .....	19
2.3.4.	FACTEURS QUI AFFECTENT L'INTERVALLE POST-PARTUM.....	20
2.3.4.1.	Effets de la saison .....	20
2.3.4.2.	Effets des races .....	23
2.3.4.3.	Effets de l'allaitement.....	24
2.3.4.3.1.	Durée de l'allaitement .....	25
2.3.4.3.2.	Fréquence des allaitements .....	29
2.3.4.3.3.	Rôle de la prolactine .....	29
2.3.4.4.	Influence de la nutrition et de la condition corporelle .....	31
2.3.4.4.1.	Influence de la nutrition .....	31
2.3.4.4.2.	Influence de la condition corporelle.....	34
2.3.4.4.3.	Interaction entre la nutrition et la condition corporelle .....	39
2.3.4.5.	Effets de l'âge et de la parité.....	41
2.3.4.6.	Traitements de désaisonnement (éponge vaginale) .....	42
2.4.	SYSTÈMES D'AGNELAGES ACCÉLÉRÉS.....	43
2.5.	CONCLUSIONS ET HYPOTHÈSES DE TRAVAIL.....	45
2.6.	BIBLIOGRAPHIE DE LA REVUE DE LITTÉRATURE.....	50
CHAPITRE 3 INFLUENCE OF LAMBING-TO-REBREEDING INTERVAL ON ANESTROUS SEASON EWE REPRODUCTIVE PERFORMANCE .....		
3.1.	INTRODUCTION .....	73
3.2.	MATERIALS AND METHODS.....	74

3.2.1.	Animals and Management .....	74
3.2.2.	Experimental design.....	75
3.2.3.	Measurements .....	76
3.2.4.	Statistical analysis .....	77
3.3.	RESULTS.....	77
3.3.1.	Experiment 1 : Primiparous ewes .....	77
3.3.2.	Experiment 2 : Multiparous ewes .....	78
3.4.	DISCUSSION .....	80
3.4.1.	Estrous cyclicity during postpartum interval .....	80
3.4.2.	Estrous induction .....	80
3.4.3.	Fertility and prolificacy.....	81
3.4.4.	Lamb performance .....	85
3.4.5.	Overall productivity .....	85
3.5.	CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS.....	85
3.6.	BIBLIOGRAPHY .....	86
ANNEXES		
.....		102

## Liste des tableaux

TABLE 3.1 DATA AT LAST LAMBING BEFORE EXPERIMENT FOR PRIMIPAROUS (EXP.1) AND MULTIPAROUS (EXP 2.) EWES. ....	92
TABLE 3.2 WEIGHT AND BODY CONDITION AT BREEDING FOR PRIMIPAROUS EWES MATED AT 75 OR 90 D POSTPARTUM.....	93
TABLE 3.3 REPRODUCTIVE PERFORMANCES IN PRIMIPAROUS EWE MATED AT 75 D PP (SPPI) OR 90 D PP (LPPI). ....	94
TABLE 3.4 WEIGHT AND BODY CONDITION AT MATING AND WEANING FOR PRIMIPAROUS EWES MATED AT 75 OR 90 D POSTPARTUM.....	95
TABLE 3.5 WEIGHT AND BODY CONDITION AT BREEDING FOR MULTIPAROUS EWES MATED AT 75 OR 90 D POSTPARTUM.....	96
TABLE 3.6 REPRODUCTIVE PERFORMANCES IN MULTIPAROUS EWE MATED AT 75 D <b>PP</b> (SPPI) OR 90 D PP (LPPI).....	97
TABLE 3.7 WEIGHT AND BODY CONDITION AT MATING AND WEANING FOR MULTIPAROUS EWES MATED AT 75 OR 90 D POSTPARTUM.....	98

## Liste des figures

- FIGURE 1. REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DES PRINCIPAUX FACTEURS  
INFLUENÇANT LA FERTILITÉ APRÈS LA MISE-BAS CHEZ LA VACHE  
(ADAPTÉE DE SHORT ET AL., 1990).....5
- FIGURE 2. RELATION ENTRE L'INTERVALLE ENTRE LE VÊLAGE ET L'ŒSTRUS ET  
LA CONDITION CORPORELLE SELON LE NIVEAU NUTRITIONNEL CHEZ  
LA VACHE (ADAPTÉ DE SHORT ET AL., 1990) .....40



# Chapitre 1

## Introduction

La production ovine est un secteur de l'agriculture en plein développement au Québec. L'augmentation constante du nombre de producteurs et du nombre de personnes qui s'intéressent à celle-ci en est témoin. Bien que cette production suscite de l'attention, il n'en reste pas moins qu'elle reste une production agricole comme les autres qui doit offrir un produit aux goûts du consommateur tout en diminuant les coûts d'opération. L'intensification de la production observée depuis quelques années vise à améliorer la situation économique précaire des entreprises et régulariser leur mise en marché. Pour le producteur, l'objectif prioritaire est simple : augmenter le nombre de kilogrammes d'agneau produits par brebis en production tout en diminuant les charges encourues par cette intensification. Cet accroissement de productivité est principalement fonction de deux paramètres : le nombre d'agneaux obtenus par agnelage et de la fréquence des agnelages. C'est de la fréquence des agnelages dont il est question dans l'atteinte de l'objectif de trois agnelages et deux ans.

Mathématiquement, il est possible d'obtenir un intervalle entre les agnelages de 8 mois (trois agnelages en deux ans), soit 240 jours qui sont décomposés en 145 jours de gestation, entre 50 et 60 jours de lactation, 7 jours de tarissement et une période entre 33 et 43 jours de récupération avant l'accouplement. Ces deux dernières périodes, bien que déjà considérées comme courtes, sont souvent réduites dans l'espoir d'une possible amélioration de la productivité par une augmentation de la fréquence des agnelages. Par contre, il ne faut pas oublier que la rentabilité économique de la reproduction n'est pas seulement une question de temps, mais également de performances.

Plusieurs facteurs dont la saison, la race, l'âge, la condition corporelle, la nutrition et la lactation interagissent les uns avec les autres pour influencer la fertilité et la prolificité lors de la saillie durant la période post-partum (PP). Bien que difficile à différencier les

uns des autres dans leurs impacts, chacun de ces facteurs semble avoir une influence plus ou moins grande.

L'aspect saisonnier de la reproduction chez l'espèce ovine permet de croire que l'intervalle PP est aussi important sinon plus que dans certaines autres espèces. En effet, dans l'atteinte d'une production répartie sur l'ensemble de l'année, les producteurs ovins du Québec utilisent plusieurs méthodes de désaisonnement en période de contre-saison sexuelle. Étant donné les coûts élevés reliés à l'utilisation de certaines de ces méthodes, il devient impératif pour le producteur de connaître l'intervalle PP idéal pour intervenir et espérer les meilleures performances reproductives.

Au cours des dernières décennies, nombreux sont les articles qui ont été publiés pour faire la lumière sur l'ancêtre de la période PP chez plusieurs espèces animales. Ce projet réalisé sur l'intervalle PP chez la brebis résume l'ensemble de ceux-ci pour évaluer les impacts de la réduction de cette période sur les performances reproductives. Elle est divisée en plusieurs sections. Une première rapporte les résultats obtenus dans diverses recherches à travers le monde quant à la longueur de l'anoestrus post-partum. La seconde présente l'endocrinologie du cycle oestral normal pour mieux comprendre les modifications qui suivent l'agnelage. Par la suite, une section est entièrement consacrée à l'anoestrus post-partum. À l'intérieur de cette dernière, plusieurs sujets sont abordés dont l'endocrinologie PP, l'involution utérine, la présence de cycles courts, et l'impact de plusieurs facteurs sur l'anoestrus et l'infertilité générale. Une section rapporte les résultats techniques obtenus dans des systèmes de reproduction accélérée et une dernière section fait état des hypothèses et des conclusions de cette revue. Il est important de mentionner que l'objectif de cette revue de littérature n'est pas de détailler avec précision des paramètres tels que l'effet de la nutrition ou de lactation sur la fertilité, mais d'évaluer les impacts de plusieurs facteurs sur l'intervalle PP et sur les performances reproductives des brebis dans un système de trois agnelages en deux ans.

## Chapitre 2

### Revue de littérature

#### 2.1. Endocrinologie de l'œstrus

La cyclicité de la brebis est contrôlée par un ensemble d'hormones qui interagissent les unes avec les autres. Ces relations hormonales permettent le contact entre les gonades sexuelles et le système hypothalamo-hypophysaire. Pour bien comprendre ce qui se passe en période post-partum et les impacts des changements hormonaux qui s'y déroulent, il est nécessaire de considérer les événements qui régulent normalement l'ovulation durant le cycle œstral de la brebis. Les événements préovulatoires se produisent durant les deux à trois jours de la phase folliculaire et incluent une chute de la progestérone, une augmentation de la fréquence de la sécrétion de LH (luteinizing hormone) supportée par une augmentation de la sécrétion de l'œstradiol, qui conduisent finalement au pic préovulatoire de LH. Le point de départ de cette phase est caractérisé par une baisse de la progestérone (destruction du corps jaune), hormone responsable de la diminution de la fréquence des sécrétions de LH durant la phase lutéale (Karsch et al., 1980). Ceci a pour conséquences d'augmenter la concentration plasmatique de LH permettant la maturation des follicules et de conduire à une augmentation progressive de la sécrétion de l'œstradiol nécessaire à la formation du pic de LH préovulatoire (Fraser and McNeilly, 1982). La formation de ce pic préovulatoire de LH est un événement critique pour que l'ovulation puisse se produire; s'il ne peut être formé, l'ovulation est bloquée.

La sécrétion de LH par l'hypophyse est contrôlée par la sécrétion de GnRH (gonadotropin releasing hormone) produit par l'hypothalamus (Karsch et al., 1997). La GnRH est une hormone protéique libérée par pulsation par l'hypothalamus. Cette hormone est transportée exclusivement par le système porte entre l'hypothalamus et l'hypophyse. Chacune des pulsations de LH est pratiquement toujours précédée d'une pulsation de GnRH (Clarke and Cummins, 1982; Crowder et al. 1982; Barrell et al., 1992).

Ainsi, pour que l'ovulation se produise, il est nécessaire que tous ces événements physiologiques se déroulent au bon moment et soient synchronisés. De plus, il est primordial que les conditions hormonales puissent favoriser l'établissement et le maintien de la gestation suite à la fécondation.

## **2.2. L'intervalle post-partum**

L'intervalle post-partum (IPP) est défini comme la période entre la parturition et la saillie fécondante. Après l'agnelage, la brebis a besoin d'une certaine période de temps pour que tous les mécanismes nécessaires à la gestation soient remis en place.

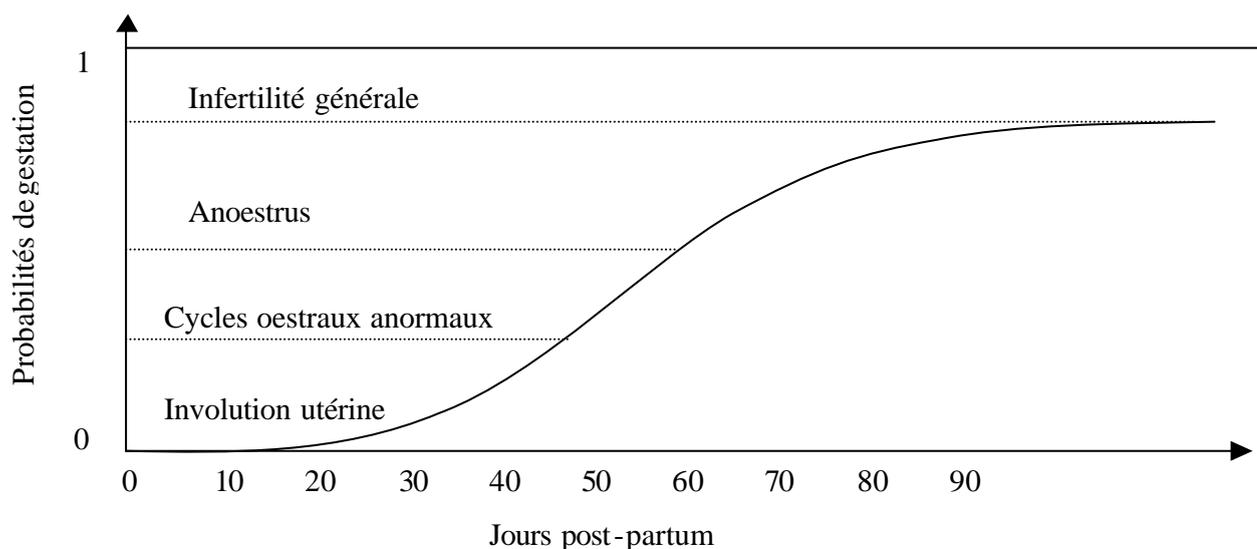
La longueur de l'anoestrus post-partum varie grandement selon la race, l'environnement où la recherche a été réalisée, la saison et plusieurs autres paramètres. Il est donc impossible de donner un intervalle PP exact à respecter sans connaître les facteurs de production en cause. Les résultats que l'on retrouve dans le tableau A1 (annexe 1) ont été tirés de nombreuses recherches réalisées depuis quelques années. Ils permettent de constater la variabilité qui existe entre les résultats, ainsi qu'une partie des facteurs de variation de l'intervalle entre l'agnelage et l'ovulation et/ou entre l'agnelage et le premier œstrus obtenus dans de nombreuses recherches.

La période PP est donc une période dont la longueur est variable en fonction de nombreux paramètres. Les sections suivantes tenteront d'apporter des explications aux différents résultats obtenus.

## **2.3. Facteurs qui affectent l'anoestrus en début de période PP**

Comme l'a montré la section 2.2., suite à la parturition, les brebis sont infertiles pour une période variable. Chez ces animaux, nombreux sont les facteurs qui affectent la reprise de la cyclicité et la fertilité. La figure suivante (figure 1), adaptée de Short et al. (1990), présente les relations qui existent entre la fertilité et la période PP chez la vache. Quatre principaux facteurs peuvent être identifiés à différents moments de la période PP : l'involution utérine, la présence de cycles courts, une période d'infertilité passagère et une

infertilité générale. Chez la brebis, outre l'aspect saisonnier qui affecte les résultats obtenus, les facteurs affectant la fertilité PP sont relativement les mêmes. Malgré qu'elles ne soient pas indiquées sur cette figure, les relations entre l'hypothalamus, l'hypophyse et les ovaires sont les premières qui doivent être remises en place suite à l'agnelage (Wise, 1990). L'involution des structures macroscopiques et microscopiques de l'utérus (involution utérine) se déroule simultanément dans cette première étape. Celle-ci sera suivie d'une période caractérisée par la présence de cycles courts qui ne permettront pas l'établissement de la gestation. La période d'infertilité passagère est, quant à elle, d'une durée très variable. Bien que les cycles soient redevenus normaux, l'établissement de la gestation est impossible. Elle est dépendante de plusieurs facteurs comme l'alimentation, la saison, la condition corporelle, l'âge des sujets et de nombreux autres. L'infertilité générale caractérise les brebis qui ne sont et ne seront pas fertiles après cette période.



**Figure 1.** Représentation schématique des principaux facteurs influençant la fertilité après la mise-bas chez la vache (adaptée de Short et al., 1990)

### 2.3.1. Endocrinologie en période post-partum

Il est déjà bien connu que l'intervalle PP est influencé par plusieurs paramètres, par contre

certaines bases endocrinologiques de l'inactivité ovarienne durant cette période sont encore peu comprises. Après la parturition en saison sexuelle, plusieurs événements s'enchaînent pour la restauration des fonctions de l'axe hypothalamo-hypophysaire-ovarien propices à l'ovulation chez la brebis. La restauration se déroule normalement dans un délai d'environ 35 jours (Nett, 1987). Elle se caractérise par la reconstitution du niveau de LH dans l'adénohypophyse (Moss et al., 1980), le renouvellement du niveau systémique de FSH (Schirar et al., 1990) et le retour de la cyclicité ovarienne (Schirar et al., 1989a). En contre-saison sexuelle, bien que ces événements soient présents, l'anoestrus post-partum se confond avec l'anoestrus saisonnier. L'impact de la saison sexuelle sera traité avec plus de précision dans la section 2.3.4.1..

### **2.3.1.1. Production et sécrétion de la LH**

L'inhabilité à générer des pulsations de LH à une fréquence similaire à celle observée durant la phase folliculaire du cycle œstral s'avère une cause importante de l'acyclicité en début de période PP (Clarke et al., 1984). En effet, au début de cette période, la sécrétion de LH est de 0.83 pulsation par période de 6 heures comparativement à 6.6 pulsations lorsqu'il y a cyclicité ovarienne (Wise, 1990). Cette augmentation de la sécrétion de LH est nécessaire à la croissance préovulatoire et au développement des follicules (Baird, 1978). L'augmentation de la LH permet aux follicules de devenir matures et, progressivement, d'augmenter la libération de l'œstradiol nécessaire au pic préovulatoire de LH (McNeilly et al., 1981).

Il est nécessaire de revenir à la gestation précédente pour bien comprendre les phénomènes hormonaux de la période PP. En effet, durant la gestation et au début de la période PP, l'hypophyse semble emmagasiner un minimum de LH (Moss et al., 1980; Crowder et al., 1982). À 120 jours de gestation, Scaramuzi et al. (1996) observent une inhibition complète de la sécrétion de la LH. Celle-ci serait sans aucun doute associée au fort taux de sécrétion des stéroïdes placentaires, spécialement la progestérone (Al-Gubory et al., 1989a). Tôt au début de la période PP, la diminution de la synthèse de l'ARNm pour les sous-unités de LH  $\beta$  et  $\gamma$  (Wise et al., 1985) serait la cause de ces modifications

hormonales. Selon Ford et al. (1979) et Restall et Starr (1977), une augmentation de la LH se produirait entre le jour 10 et 30 PP chez les brebis, ce qui indiquerait le retour graduel des fonctions pituitaires. Ces résultats ont été confirmés par Wise et al. (1985) qui mentionnent une augmentation constante du contenu en LH de l'hypophyse aux jours 2, 13 et 22 PP ( 2.2, 36.6, et 59.9 ng/ 10<sup>6</sup> cellules).

Plusieurs phénomènes agiraient sur cette diminution de l'emmagasinement et de la sécrétion de la LH en début de période PP. Parmi ceux-ci, la sécrétion de la GnRH, la sensibilité de l'hypophyse à la GnRH, les effets de l'œstradiol, ainsi que ceux du corps jaune et des hormones thyroïdiennes ont été étudiés au cours des dernières années pour mieux comprendre les phénomènes en cause.

### ***2.3.1.1.1. Sécrétion hypothalamique de GnRH et sensibilité de la glande hypophysaire à la GnRH***

Selon Scarammuzzi et al. (1996), la production de GnRH et la sensibilité de la glande pituitaire à la GnRH sont fortement inhibées durant la gestation chez la brebis ce qui résulterait en une diminution de la production et de l'emmagasinement de la LH par l'adénohypophyse au début de période PP. Des résultats similaires sont aussi rapportés chez la vache en début de période PP (Nett et al., 1987). L'augmentation de la fréquence des pulsations de GnRH entre les jours 3 et 21 PP chez la brebis (Wise et al., 1986a; Al-Gubory et al., 1989; Wise, 1990) correspond en effet à l'augmentation de LH dans l'hypophyse. Le nombre de pulsations de GnRH par période de 6 heures augmente significativement à partir du jour 3 PP ( $2.2 \pm 0.5$ ), au jour 7 PP et au jour 14 PP ( $3.6 \pm 0.2$  et  $3.9 \pm 0.4$  respectivement). Une augmentation additionnelle de la fréquence des pulsations de GnRH est remarquée au jour 21 PP ( $6.4 \pm 0.4$  pulses/6 heures) ainsi qu'une augmentation de l'amplitude des pulsations (Wise, 1990). Toujours selon ces mêmes auteurs, le nombre de pulsations observées à 21 jours PP en saison sexuelle serait similaire à celui remarqué durant la phase folliculaire du cycle oestral (Clarke et al., 1987).

Chez des brebis Mule, l'utilisation d'infusions répétées de GnRH en début de période PP a permis d'augmenter suffisamment la concentration de LH pour permettre un comportement oestral, la formation du pic préovulatoire de LH, l'induction de l'ovulation et des fonctions lutéales normales plus tôt en début de période PP (Fray et al., 1995). Des résultats similaires ont été rapportés par Mandiki et al. (1993) lors de l'injection de Buserelin (agoniste de la GnRH) entre les jours 10 et 20 PP. Ces observations suggèrent donc que la diminution de la fréquence des pulsations de LH relâchées durant la période PP sont attribuables, en partie, à une stimulation inadéquate de l'adénohypophyse par la GnRH.

Quant à la sensibilité de la glande hypophysaire à la GnRH, les résultats semblent fonction de la période où a été réalisée l'expérience. La sensibilité de la pituitaire à la GnRH est normalement rétablie dans les deux premières semaines PP chez des brebis qui ont agnelé au début de la saison de reproduction (Wright et al., 1980). Newton et al. (1989) rapportent en effet que des brebis qui reçoivent une injection de GnRH à 20 et 40 jours PP relâchent plus de LH que celles qui reçoivent une injection de GnRH à 5 jours PP. Cette période s'avère être plus longue en contre-saison sexuelle (Jenkin et al., 1977).

Malgré ces résultats, Moss et al. (1980) avaient préalablement démontré que l'habileté de la pituitaire à répondre à la GnRH ne changeait pas avec le temps après la parturition et que le nombre de récepteurs restait constant. Des résultats récents (Mandiki et al., 1993; Scarammuzzi et al., 1996) montrent également qu'à 8 jours PP et entre 10 et 20 jours PP, l'injection de GnRH provoque un relâchement de LH similaire à celui observé à 22 jours PP, ce qui permet de croire à une sensibilité complète de l'adénohypophyse à partir de cette période. La diminution de la réponse de l'hypophyse à la GnRH exogène durant le début de la période PP ne peut pas être, selon eux, attribuée à un nombre inadéquat de récepteurs pour la GnRH (Wright et al. 1981; Wright et al. 1983) ou à une diminution de l'affinité de la GnRH (Crowder et al. 1982; Karsh et al. 1997).

D'autres recherches ont également été réalisées au niveau des ovaires pour évaluer leurs effets sur la sensibilité de l'hypophyse à la GnRH. Turzillo et Nett (1997) ont fait des

expériences pour évaluer si l'inhibine produit par l'antrum des follicules augmente la concentration d'ARNm des récepteurs de la GnRH chez la brebis. Leurs résultats mettent en évidence le fait que l'inhibine ne régularise pas la production de récepteurs à GnRH.

L'hypothèse la plus probable serait donc que la faible quantité de LH emmagasinée par l'adénohypophyse durant la gestation et en début de période PP serait provoquée par une faible libération de GnRH. Bien que la sensibilité de l'hypophyse au relâchement de GnRH soit en cause à la fin de la gestation et au tout début de la période PP, il n'en reste pas moins que la quantité de LH disponible pour le relâchement durant cette période est très faible.

### ***2.3.1.1.2. Effets de l'œstradiol***

Une des causes de la diminution du relâchement de la LH tôt en début de période PP pourrait également être due à une altération de la réponse de l'axe hypothalamo-hypophysaire provoquée par un effet négatif des oestrogènes (Legan et al., 1977) et/ou par une diminution des stimulations oestrogéniques (Scarammuzi et al., 1996). En effet, chez des brebis en période PP en saison sexuelle les résultats de Wright et al. (1981) et de Crowder et al. (1982) indiquent une augmentation de l'effet inhibiteur des œstrogènes sur le relâchement de LH. Les auteurs suggèrent qu'en anoestrus saisonnier et en anoestrus PP, il soit possible de supprimer la LH par une augmentation de l'inhibition par l'œstradiol. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Legan et al. (1977) en contre-saison sexuelle chez des brebis ovariectomisées. Ce sont les fortes concentrations d'œstradiol-17 $\beta$  et de progestérone qui pourraient ainsi affecter, en partie, la sécrétion de LH chez les brebis en début de période PP (Diekman et Malben, 1973). Wright et al. (1990) mentionnent comme hypothèse que la sensibilité de la glande hypophysaire à un effet négatif de l'œstradiol déclinerait avec l'augmentation de l'intervalle PP ce qui expliquerait le retour des fonctions endocrines. Cet effet de l'œstradiol à inhiber le relâchement de la LH a aussi été rapporté chez la vache (Price et Webb, 1988).

Contrairement à l'effet négatif de l'œstradiol, la régulation positive de la sécrétion de la

LH via l'action des œstrogènes ovariens est un constituant bien compris et essentiel aux fonctions ovulatoires chez la brebis. Même si elle n'est pas la seule hormone que régule le pic préovulatoire de LH, son rôle est majeur pour moduler le relâchement pulsatile de la LH (Karsch et al. 1984). Selon les expériences de Scaramuzi et al. (1996), la sécrétion d'œstradiol en saison sexuelle est restée faible aux jours 7 et 21 PP. Les résultats de Wright et al. (1990) indiquent en effet que l'augmentation du taux d'œstrogène plasmatique durant la période PP est en association avec l'augmentation de la concentration moyenne de LH et l'augmentation de la fréquence et de l'amplitude des pulsations de LH.

Il est démontré que le pourcentage de brebis répondant à une injection d'œstrogène par une sécrétion de LH augmente avec l'intervalle PP (Smart et al., 1994). Après la parturition, la réponse de la pituitaire à la GnRH est directement influencée par la somme et la distribution subcellulaire des récepteurs à œstradiol (Kamel et Krey, 1982). Les recherches de Wise et al. (1986b) rapportent que l'arrêt du cycle reproducteur chez la brebis en période PP se déroule durant le temps où la concentration des récepteurs cytotyriques pour l'œstradiol au niveau de l'hypophyse et de l'hypothalamus est au même niveau que celui retrouvé durant la gestation. C'est, selon eux, l'augmentation de ces récepteurs dans la glande pituitaire et dans l'hypothalamus à partir de 22 jours PP qui serait en grande partie responsable du début de la cyclicité chez les brebis.

Malgré que les sites d'action de l'œstradiol sur l'axe hypothalamo-hypophysaire restent encore mal compris, il est primordial de pouvoir faire une distinction entre la sensibilité de cet axe à cette hormone et sa disponibilité. En début de période PP, il semble que se soit une amplification de la sensibilité de l'hypothalamus à l'œstradiol similaire à celui observé en contre-saison sexuelle qui serait une des causes. Par contre, l'augmentation du taux d'œstrogènes plasmatique durant la période PP semble en association avec l'augmentation de la concentration moyenne de LH et l'augmentation de la fréquence et de l'amplitude des pulsations de LH. Une restauration des fonctions de chacune des composantes de la boucle entre l'hypothalamus et les ovaires semble donc nécessaire à la reprise de l'activité ovarienne au début de la période PP.

### ***2.3.1.1.3. Effets du corps jaune de la dernière gestation sur l'axe hypothalamo-hypophysaire***

Les travaux de Al-Gubory et al. (1989) sur l'effet de l'ablation du corps jaune à la mi-gestation sur les sécrétions subséquentes de la glande pituitaire apportent d'autres hypothèses quant aux faibles sécrétions de LH en début de période PP. Bien qu'ils montrent que la concentration basale et la fréquence des pulsations de LH aux jours 5, 10, 15 et 20 PP sont significativement plus élevées chez les femelles dont les corps jaunes ont été enlevés en fin gestation comparativement aux femelles témoins, ils rapportent que ce phénomène n'est pas relié à la présence de la progestérone, puisque celle-ci est restée indécélable durant les 20 premiers jours PP dans les deux groupes (témoin et traité). Il est maintenant évident que le corps jaune (Al-Gubory et al., 1994b) et le placenta (Al-Gubory et al., 1995) produisent des facteurs non-stéroïdiens qui inhiberaient l'activité aromatasase des cellules de la granulosa. Suite aux expériences de Al-Gubory et al. (1994b), des recherches sur des brebis ovariectomisées à la mi-gestation (Kaïs et al., 1997) ont été faites pour évaluer l'effet de la LH-RIF, un antagoniste de la GnRH normalement sécrété par le corps jaune, sur la diminution de la sensibilité à la GnRH au niveau de l'hypophyse. Par contre, celles-ci n'ont pas été en mesure de démontrer que la diminution de la réponse de la LH à la GnRH est causée par la présence ou l'absence du corps jaune.

Bien que certaines réponses manquent encore à la compréhension des effets du corps jaune sur le retour des fonctions endocrines, il semble évident que la présence de celui-ci en fin gestation affecte la durée de l'anoestrus PP. D'autres recherches seront nécessaires pour identifier et évaluer ces impacts.

### ***2.3.1.1.4. Effet des hormones thyroïdiennes***

Dans une étude récente, Bekeova et al. (1995) ont apporté une nouvelle hypothèse concernant l'influence des hormones thyroïdiennes durant la période PP au printemps. En effet, selon eux, la diminution de la thyroxine et de la tri-iodotyronine durant certaines phases de la période PP en contre-saison sexuelle peut provoquer l'arrêt de la sécrétion

des gonadotrophines et des œstrogènes. Bien que les mécanismes impliqués n'aient pas encore été trouvés, ceci pourrait être une des causes de la diminution des activités sexuelles après l'agnelage chez la brebis.

Plusieurs autres articles relatent les effets des hormones thyroïdiennes sur la reproduction des ovins (Webster et al., 1991), par contre il semble que d'autres recherches seront nécessaires pour préciser les phénomènes impliqués.

### **2.3.1.2. Production et sécrétion de FSH**

La disponibilité de la FSH est un autre paramètre important à évaluer lorsqu'on parle de reprise de l'ovulation en période PP. En effet, après la parturition, l'augmentation rapide de la croissance folliculaire coïncide avec l'augmentation de la FSH (Al-Gubory et al., 1989; Schirar et al., 1990). Les travaux de Moss et al. (1980) rapportent que la concentration de FSH dans l'hypophyse tend à augmenter avec l'intervalle PP et paraît être restaurée en deçà de 2 semaines PP. Clarke et al. (1984) et Wallace et al. (1989a) obtiennent des résultats similaires puisque les concentrations plasmatiques de FSH observées à 14, 21 et 28 jours PP sont similaires à celles observées durant la phase miltéale chez la brebis cyclique (Wallace et al., 1985). Ces résultats sont encore plus conservateurs que ceux de Schirar et al. (1990) qui mentionnent que les concentrations sanguines de FSH sont revenues au niveau de celles observées durant un cycle oestral à 4 jours PP en saison sexuelle.

La production de FSH ne semble donc pas être un facteur limitatif après une certaine période au début de la gestation. En effet, toutes les recherches montrent qu'elle n'est plus restrictive très tôt en début de période PP.

### **2.3.1.3. Croissance folliculaire**

Le patron de croissance folliculaire durant la période anoestrale PP est le reflet des modifications endocriniennes entre l'agnelage et la remise en gestation. Comme il a été mentionné auparavant, la réduction de la fréquence des pulsations de LH durant cette

période a été rapportée comme étant la principale cause de l'absence d'ovulation (Wise, 1990). Durant la dernière partie de la gestation (140 jours), pratiquement tous les follicules de 1 mm et plus sont atrésiques (Al-Gubory and Martinet, 1986). Ceci semble le reflet du début de la période PP, puisque les plus gros follicules présents n'excèdent pas 2-3 mm de diamètre à ce moment (Al-Gubory and Martinet, 1986). Les résultats des travaux de Al-Gubory et al. (1989) démontrent que la présence de follicules de plus de 2 mm aussi tôt que 5 jours après la parturition est provoquée par l'augmentation de la fréquence et de l'amplitude de LH. Ces résultats sont en relation avec ceux obtenus par Bartlewski et al. (1998) sur des brebis en anoestrus saisonnier seulement. Ceux-ci rapportent que l'émergence périodique de vagues de follicules de grandes tailles (? 5 mm de diamètre) se produit en relation avec les sécrétions endogènes de FSH qui reprennent tôt en début de période PP (Schirar et al., 1990). Aux jours 5 et 17 PP chez la race Corriedale en saison sexuelle, on remarque la présence de follicules de taille entre 2 et 4 mm et de follicules de 4 mm et plus (Rubianes et Ungerfeld, 1993).

La sensibilité ovarienne semble être affectée durant la période PP. En effet, Fray et al. (1996) rapportent que les brebis Finn-Dorset durant les 4 premières semaines PP possèdent des follicules ovariens insensibles à une modeste mais prolongée élévation de la concentration de LH. Al-Gubory et Martinet (1986) ont présenté que les plus gros follicules durant cette période n'excédaient pas 2-3 mm. Par contre, lors de la réalisation d'une expérience sur la réponse folliculaire à un traitement d'hCG (human Chorionic Gonadotrophin) en contre-saison sexuelle, Driancourt et Avdi (1993) observent une induction d'ovulation plus élevée chez les brebis traitées à 30 jours PP comparativement à celles traitées à 60 jours PP (88% vs 59%). Les auteurs expliquent ce phénomène par les interactions entre la contre-saison sexuelle et la période PP qui interfèrent avec la production et la succession des vagues folliculaires chez certaines des brebis. Ceci a pour effet d'empêcher l'ovulation en réponse à la hCG.

Bien que durant les premières semaines PP la sensibilité des follicules à la LH ne semble pas totalement acquise, à partir d'une certaine période après l'agnelage, la croissance folliculaire ne semble donc plus être un facteur limitatif. Par contre, lorsque l'anoestrus

PP et saisonnier interagissent, il semble que la sensibilité des follicules pourrait être diminuée pour une période plus longue.

### ***2.3.2. Involution utérine***

Malgré que l'involution utérine ne soit pas directement en relation avec la longueur de la période PP, celle-ci représente une barrière temporaire à la fertilité chez la brebis en début de période PP (Kirakofe, 1980). En effet, malgré que l'œstrus et l'ovulation soient possibles après quelques semaines PP, la formation du placenta est quant à elle impossible. L'involution utérine de la brebis se définit comme le retour des conditions appropriées à l'implantation embryonnaire suite à la mise bas. Elle est divisée en deux étapes : l'involution macroscopique et l'involution microscopique. L'involution macroscopique est relative au poids et au volume de l'utérus de la brebis et semble complétée entre le 17<sup>e</sup> (Rubianes et Ungerfeld, 1993) et le 25<sup>e</sup> jour PP (Fredriksson, 1985).

Bien que l'involution utérine macroscopique soit terminée dans une période relativement courte, l'involution utérine microscopique est nécessaire à l'établissement de la gestation. Les résultats de recherches montrent que l'involution utérine chez la brebis est complétée tôt en période PP avec une régénération des cellules épithéliales glandulaires et caronculeuses de l'utérus à 14 et 28 jours respectivement (O'Shea et Wright, 1984). Ces deux types de cellules sont nécessaires à l'implantation des embryons dans l'utérus et au maintien de la gestation. Contrairement à cette expérience, Akinbami et al. (1996) apportent comme conclusion que l'environnement utérin n'est pas favorable à l'établissement de la gestation lorsque les brebis sont inséminées 32 jours après l'agnelage. Bien qu'ils aient obtenu 70% de conception lors de récolte d'embryons chez un groupe témoin, seulement 24% des brebis ont mis bas dû à des pertes embryonnaires très élevées. Comme pour Akinbami et al. (1996), Wallace et al. (1989c) montrent que l'utilisation d'embryons de bonne qualité récoltés chez des brebis 150 jours après l'agnelage et implantés dans l'utérus de brebis à 21 et 35 jours PP donne de faibles résultats (0 et 20.8% de taux de gestation respectivement). L'involution macroscopique et

microscopique de l'utérus provoquent des modifications à plusieurs niveaux. Il a déjà été prouvé que le transport des spermatozoïdes vers l'oviducte est affecté par l'involution utérine ce qui serait un facteur qui limiterait la fertilisation des ovules (Warren et al., 1989). Des conclusions similaires ont également été rapportées chez la vache (Short et al., 1990). La qualité des embryons produits, quant à elle, ne semble pas être affectée par ce phénomène, puisque les résultats présentés par Wallace et al. (1989b) ont montré que les oocytes fertilisés par insémination par laparoscopie intra-utérine à 24 jours PP chez la brebis sont viables lorsqu'ils sont transférés dans un environnement utérin normal (brebis de 150 jours PP). Il est donc possible de suggérer que l'infertilité présente au début de la période PP soit provoquée en partie par la présence d'une barrière physique au transport des spermatozoïdes vers l'oviducte et/ou par une augmentation de la mortalité embryonnaire et non pas par la présence d'ovules de mauvaise qualité.

Akinbami et al. (1992) donnent certaines explications aux différences relatées dans la littérature scientifique quant à la longueur de l'involution utérine. Leurs observations sur la perméabilité vasculaire et la concentration de leucocytes entre 30 et 50 jours PP permettent de conclure que les faibles taux de fertilité et de conception chez les brebis accouplées avant 50 jours PP peuvent être reliés à une involution utérine incomplète. Ces résultats ont été récemment validés puisque l'utilisation d'un antibiotique chlortétracycline qui agit sur les inflammations utérines en périodes PP a permis d'augmenter le taux de conception chez la brebis (Kiesling et al., 1993).

L'absence d'involution utérine peut donc être une barrière au transport des spermatozoïdes vers l'oviducte et à l'implantation embryonnaire. De plus, si les conclusions de Akinbami et al. (1992) s'avèrent exactes (effets de l'involution utérine jusqu'à 50 jours PP), ces effets seront importants pour la remise en reproduction principalement en saison sexuelle. Chez la vache où des recherches analogues ont été faites, il est rapporté que la présence d'un vêlage difficile a des conséquences négatives à la fois sur l'involution utérine et sur le rétablissement de l'ovulation (Djemali et al., 1987; Saives et al., 1996). Il serait intéressant de voir si les conclusions apportées chez la vache sont applicables à la brebis.

### **2.3.3. Fonctions lutéales anormales**

Un des facteurs limitant dans l'établissement de la gestation chez la brebis en période PP serait lié à des fonctions lutéales anormales. En effet, suite au retour d'une partie des fonctions hypothalamo-hypophysaires, les premières ovulations au début de la période PP ont souvent été associées à une forte incidence de cycles courts (Braden et al., 1989; Mitchell et al., 1998). Bien qu'une ovulation normale se produise au début d'un cycle court, l'établissement de la gestation est impossible puisque le corps jaune régresse avant de recevoir le signal embryonnaire. Cette régression lutéale prématurée est caractérisée par une augmentation éphémère de la concentration périphérique de progestérone durant les jours 2-5 du cycle oestral, un faible pic d'œstrogène et une durée de vie du corps jaune plus courte (Cognié et al., 1975). Plusieurs possibilités existent pour expliquer ce phénomène : 1) un support gonadotrophique inadéquat et/ou une inhabilité du corps jaune à répondre aux gonadotrophines; 2) un relâchement prématuré de PGF<sub>2</sub> et/ou 3) une augmentation de la sensibilité du corps jaune à la PGF<sub>2</sub>.

#### **2.3.3.1. Support gonadotrophine inadéquat et/ou inhabilité du corps jaune à répondre aux gonadotrophines**

Le support gonadotrophique en début de période PP n'a pas été identifié comme un facteur primaire qui affecte la durée de vie du corps jaune (Braden et al., 1989). Par contre plusieurs études ont montré une inhabilité du corps jaune à répondre à celui-ci (Sharpe et al., 1986a; Fray et al., 1995). En effet, Carruthers et al. (1986) ne sont pas capables de prévenir la régression du corps jaune de courte durée par une administration de hCG. Malgré ceci la plupart des expériences ont bien démontré que le nombre de récepteurs à LH est le même entre un corps jaune de courte durée et un corps jaune normal (Mc Neilly et al., 1981; Braden et al., 1989). Braden et al. (1989) mentionnent que cette diminution de la sécrétion de la P4 par le corps jaune de courte durée pourrait être le résultat d'une déficience des mécanismes de couplages entre les récepteurs de LH et la production de progestérone. Smith et al. (1986) rapportent un haut niveau d'activité phosphodiesterase dans le premier corps jaune formé après le vêlage comparativement aux corps jaunes

subséquents chez la vache.

Les expériences de Fray et al. (1995) montrent que sans un traitement préalable de progestérone (P4) les corps jaunes régressent rapidement. L'application d'un traitement de progestérone entre le jour 4 et le jour 16 PP a pour effet de prévenir la formation de corps jaunes anormaux chez la brebis (Mandiki et al., 1995; Wright et al., 1984). Ces dernières affirmations pourraient être expliquées par le fait qu'une courte période de progestérone peut devancer le développement folliculaire et augmenter le nombre de corps jaunes normaux (McLeod et Haresign, 1984). Par contre, d'autres recherches exposent que malgré son effet au niveau des corps jaunes, le traitement de progestagène en saison sexuelle n'influence pas l'intervalle entre l'agnelage et le premier œstrus détecté (Lewis et Bolt, 1987).

Les explications pour la compréhension de ce phénomène sont encore nébuleuses. Bien qu'il ait été présenté qu'un traitement de progestérone est préalablement nécessaire pour établir la sensibilité des ovaires à une décharge de LH après une période d'inactivité (Legan et al., 1985), certains auteurs mentionnent que le nombre de récepteurs pour la LH sur le corps jaune ne serait pas la source du problème. Malgré qu'ils obtiennent un niveau de progestérone endogène à 21 et 24 jours PP plus élevé chez des brebis préalablement traitées comparativement au groupe témoin, Sharpe et al. (1986a) rapportent qu'un traitement de progestérone aux jours 13 et 14 PP n'a pas d'effet sur la concentration des récepteurs à LH dans le premier corps jaune produit.

L'inhabileté du corps jaune à répondre à la LH est donc un phénomène aussi important que le manque de support gonadotrope durant cette période. Il est mentionné à plusieurs reprises que ce n'est pas le nombre de récepteurs qui serait en cause. L'effet de la progestérone semble prendre encore plus d'ampleur en contre-saison sexuelle puisque l'absence de traitement de progestagène provoque une augmentation des fonctions lutéales inadéquates chez les brebis. Par contre, son utilisation très tôt en période PP peut augmenter le nombre de cycles courts. En effet, dans une autre étude, le nombre de cycles courts est plus élevé chez la brebis chez qui on a induit l'ovulation (éponge + PMSG) à 28

jours PP comparativement à celles synchronisées à 35 et 41 jours PP en saison et en contre-saison sexuelle (Wallace et al., 1989c).

### **2.3.3.2. Relâchement prématuré de $\text{PGF}_2?$**

La régression hâtive du corps jaune pourrait aussi être rattachée à un relâchement prématuré de  $\text{PGF}_2?$  par l'utérus et d'une restauration incomplète de la LH amenant à une croissance et une maturation folliculaire insuffisante (Schirar et al. 1989b). Chez la brebis comme chez la plupart des ruminants, on constate un relâchement soutenu de 13,14 dihydro-15-keto- $\text{PGF}_2?$  durant une période de 4 semaines PP (Fredriksson, 1985). La production de cette prostaglandine serait directement reliée à l'involution utérine (Fredriksson, 1985). Effectivement, le relâchement de la  $\text{PGF}_2?$  est très élevé à la parturition et décroît avec le temps après l'agnelage (Mandiki et al., 1993). Au jour 30 PP, il est démontré que le niveau de  $\text{PGF}_2?$  est plus élevé (227 pg/ml) que chez les brebis cycliques plus tard en période PP (100 pg/ml) (Zarco et al., 1988). Selon ces mêmes auteurs, la diminution de la  $\text{PGF}_2?$  enregistrée après le 30<sup>e</sup> jour PP coïncide avec le retour des cycles œstraux normaux.

Selon Lewis et Bolt (1987) et Schirar et al. (1989b), une hystérectomie après la parturition accélère le début de l'activité lutéale chez des brebis lors de l'agnelage d'automne par rapport à un groupe témoin (19.6 vs 25.3 jours). Cette réduction de la concentration périphérique de  $\text{PGF}_2?$  après l'agnelage permettrait au corps jaune produit de la première ovulation PP de se développer et de maintenir une sécrétion active de progestérone (Schirar et al., 1989b). La réduction de la concentration plasmatique de la  $\text{PGF}_2?$  par l'indométhacine a aussi résulté en une reprise du comportement œstral plus rapide (Mandiki et al., 1993). Cette reprise du comportement œstral plus hâtive se caractérise généralement par un rétablissement des fonctions hypothalamo-hypophysaires (Mandiki et al., 1993). Des résultats similaires ont aussi été rapportés chez des vaches traitées avec l'indométhacine (Troxel et al., 1984).

Etant donné que la sécrétion de  $\text{PGF}_2?$  est régulée par l'ocytocine et la présence de

récepteurs à ocytocine dans l'endomètre de l'utérus (Roberts et al., 1976), les résultats de recherche de Wallace et al. (1991) ont permis d'observer une concentration 5 fois plus élevée de ces récepteurs chez les brebis dont les chaleurs avaient été induites à 21 jours PP que chez les brebis induites à 35 jours PP. Normalement, chez des brebis cycliques, les récepteurs à oxytocine sont indétectables durant la phase lutéale et commencent à augmenter seulement avant le début de la régression lutéale (Ayad et al., 1991). Des recherches chez les bovins peuvent peut-être expliquer ce phénomène. En effet, les recherches de Beard et al. (1994) montrent que c'est probablement en réponse à un niveau élevé d'oestradiol tôt durant la phase lutéale provoquée par une exposition à la FSH qu'il est possible de remarquer une augmentation du nombre de récepteurs à oxytocine.

### **2.3.3.3. Sensibilité du corps jaune à la $PGF_2$ ?**

La sensibilité du corps jaune aux prostaglandines a également été étudiée. En effet, Braden et al. (1989) indiquent par leurs expériences que les cellules provenant de corps jaune anormaux ne présentent pas plus de récepteurs pour la  $PGF_2$  ou de cellules lutéales larges. Bien que le corps jaune soit composé de deux types de cellules stéroïdogéniques, chez la brebis la majeure partie des récepteurs pour la  $PGF_2$  sont situés sur les cellules lutéales stéroïdogéniques larges (Fitz et al., 1982). Chez la vache, il a été démontré que les corps jaunes anormaux ne sont pas plus sensibles aux prostaglandines (Copelin et al., 1988).

Son influence en contre-saison sexuelle semble encore plus importante qu'en saison. L'utilisation de traitements progestatifs permet normalement de réduire l'incidence de cycles courts, par contre il est démontré que son utilisation trop tôt en période PP ne permet pas d'obtenir des résultats satisfaisants. La présence d'une involution utérine incomplète (sécrétion de  $PGF_2$ ) serait responsable, en majeure partie, de ce phénomène.

### ***2.3.4. Facteurs qui affectent l'intervalle post-partum***

L'intervalle PP est affecté par plusieurs facteurs, incluant la saison sexuelle, la lactation, la race, la nutrition et la condition corporel de l'animal. Ces facteurs ont tous un effet direct sur l'intervalle PP, par contre chacun d'eux peut interagir avec un ou plusieurs autres facteurs ce qui rend l'étude de cette période plus complexe. Malgré qu'ils n'agissent pas directement sur les paramètres discutés préalablement, les facteurs suivants affectent la fertilité et la prolificité des brebis ce qui a une incidence sur la longueur de la période PP.

#### **2.3.4.1. Effets de la saison**

Comme il a été mentionné précédemment, les ovins sont des animaux dont la reproduction est saisonnière. Il est donc important de s'interroger sur les impacts des saisons sur la période PP. La plupart des études démontrent que l'intervalle PP est plus court en saison sexuelle (août à février) qu'en contre-saison sexuelle (mars à juillet) (Dufour et al., 1975; Restall et Starr, 1977; Sefidbakht, 1977; Amir and Gacitua, 1987; Pope et al., 1989). Selon les expériences de Restall et Starr (1977) réalisées en Australie, les brebis qui agnèlent en hiver (saison sexuelle) ont leurs premières ovulations plus tôt (16 jours PP) que les brebis qui agnèlent au printemps (contre-saison sexuelle) (24.7 jours PP). Ces résultats sont cohérents avec ceux de Amir et Gacitua (1987) qui rapportent que la première ovulation et le premier oestrus se produisent plus tôt en saison (26 et 50 jours PP respectivement) qu'en contre-saison sexuelle (35 et 71 jours PP respectivement). Au Québec, Dufour (1975) montre que l'intervalle entre l'agnelage et le premier œstrus a été 69.7 jours plus court après l'agnelage d'automne que l'agnelage du printemps (32 vs 101.1 jours PP respectivement) chez des brebis de race DLS.

Lors de la comparaison de groupes de brebis en saison et en contre-saison sexuelle, Restall and Starr (1977) ont démontré que c'est l'augmentation graduelle des niveaux de LH plasmatique plus lente en contre-saison qui serait responsable de ce délai. Bien que le changement d'une saison à une autre n'est pas drastique, c'est la profondeur de la contre-saison sexuelle durant la période PP qui a des répercussions sur les paramètres de

reproduction (Rhind, 1980; Newton et Edgerton, 1989). En effet, au mois de janvier (fin de la saison sexuelle) et au mois de mars (début de la contre-saison sexuelle) aucune différence quant à la concentration basale de LH n'a été remarquée entre les jours 20 et 40 PP comparativement au mois de juin (milieu de la contre-saison sexuelle) où les brebis échantillonnées ont présenté une concentration basale de LH plus faible au jour 20 PP qu'au jour 40 (Newton et Edgerton, 1989). Ces résultats sont concomitants avec ceux de Bartlewski et al. (1998) qui concluent que durant la période mi-anoestrals chez la brebis, une réduction de la taille des follicules est observée (augmentation du nombre de follicules de petite taille et de taille moyenne) comparativement au début et à la fin de la période anoestrals. Durant la saison sexuelle, des variations ont aussi été rapportées. Selon Newton et Edgerton (1989) et Hunter et Van Aarde (1973), en début de saison sexuelle l'ovulation et le retour de l'œstrus se produisent plus tôt qu'en fin de saison sexuelle.

L'effet de la saison sur la sécrétion de LH est connu depuis maintenant quelques années. La mélatonine est l'hormone qui régularise, via la GnRH, la sécrétion de LH. Selon les expériences de Kridli et Hallford (1997), l'utilisation de mélatonine entre le jour 5 et 14 PP pour mimer les jours courts n'a pas eu d'effet sur la concentration et la fréquence des pulsations de LH chez la brebis en anoestrus saisonnier. Bien que cette expérience ne montre pas d'effet significatif de l'utilisation d'un traitement de mélatonine, il semble impossible d'augmenter les pulsations de la LH sur une aussi courte période de traitement. En effet, selon English et al., (1988) il est nécessaire que le niveau plasmatique de mélatonine soit continuellement élevé pour une période de plus de 12 heures par jour pour quelques semaines, pour qu'une réponse de jours courts soit perçue. Chez la vache, animal considéré comme ayant une reproduction de jours longs, l'injection de mélatonine a augmenté la durée de la période PP (Sharpe et al., 1986b).

Comme pour la mélatonine, la sérotonine (5 hydroxytryptamide; 5HT) est un neurotransmetteur impliqué dans le relâchement de la LH (Deaver and Dailler, 1982). Selon Kridli et Hallford (1997), le blocage des récepteurs de sérotonine par la cyproheptadine (antagoniste des récepteurs de la sérotonine) au jour 5 et au jour 9 PP

tend à stimuler significativement le relâchement de la LH (augmentation de concentration et de la fréquence des pulsations). Par contre, même s'ils ont pu remarquer une activité au niveau de la croissance folliculaire, aucune activité lutéale n'a été détectée.

L'involution utérine est également affectée par les saisons. Rubianes et al. (1996) démontrent par leur expérience sur des brebis de race Corriedale que l'involution utérine macroscopique est complétée plus tôt lors de l'agnelage d'automne que lors de l'agnelage du printemps. Puisqu'elle est en relation avec la reprise des activités endocriniennes des ovaires (Tasende et al., 1996), la diminution de sécrétion de LH rapportée précédemment pourrait en être la cause.

Bien qu'il semble exister une relation entre l'intervalle PP et la saison, une interaction entre la saison et la race est aussi possible. Aux Etats-Unis, les expériences de Pope et al. (1989) présentent des résultats quant aux effets de la saison et de la race sur la fertilité PP chez des brebis de race Polypay, Dorset, St-Croix et Targhee. Selon ceux-ci, seule la race Dorset présente un intervalle entre l'agnelage et la première ovulation plus court à l'automne qu'au printemps (25.3 vs 34.3 jours PP). Les autres races présentant des intervalles similaires, c'est-à-dire de 27.7 et 30.7 jours pour le Polypay, 36.4 et 30.9 jours pour le St-Croix et 30.7 et 33.6 pour le Targhee en contre-saison et en saison respectivement. Bien que les intervalles entre l'agnelage et la première ovulation ont été similaires, les races Polypay et Targhee montrent des taux de fertilité significativement inférieurs en contre-saison. Les races Dorset et St-Croix montrent, quant à elles, de fortes tendances à une baisse de fertilité en contre-saison sexuelle. Les intervalles entre les agnelages et les saillies fécondantes ont été similaires pour toutes les races en saison et en contre-saison sexuelle (environ 47 jours). L'effet de la lactation semble également interagir avec l'effet de saison. Des interactions entre la lactation et la saison sexuelle pour l'intervalle entre la mise bas et le premier œstrus ont aussi été rapportées (Rhind, 1980; Hulet et al., 1983; Abecia et al., 1993; Mandiki et al., 1990). En général, il semble admis que la lactation a un effet négatif plus important en contre-saison qu'en saison sexuelle.

La saison est donc un paramètre à considérer par le producteur lors du choix d'un intervalle PP pour la remise des brebis à la saillie. Il devra tenir compte qu'en contre-saison sexuelle les brebis nécessitent une période relativement plus longue pour le retour de leur cyclicité. La durée de celle-ci dépendra de l'interaction entre la race et la saison ; les races plus désaisonnées étant moins affectées par la saison. Les effets de la saison se feraient sentir sur la fertilisation des ovules et sur la mortalité embryonnaire (Rhind, 1980) puisque ces paramètres ont été diminués et augmentés respectivement en contre-saison sexuelle. Ceci serait le résultat de l'effet cumulé de l'anoestrus saisonnier et de l'anoestrus PP (Mandiki et al., 1990).

#### **2.3.4.2. Effets des races**

Les effets de la race ou du génotype sur l'anoestrus PP doivent être considérés au même titre que les autres facteurs que nous avons étudiés jusqu'à maintenant. Puisqu'il existe une différence importante entre la période d'anoestrus saisonnier de certaines races (Dufour, 1974 ; Jenkins and Ford, 1982), il est naturel de croire que l'intervalle PP, surtout en contre-saison, est également influencé par les aptitudes d'une race à démontrer une activité sexuelle.

Les données de Fray et al. (1996) démontrent que l'arrêt de la reproduction durant la période PP n'est pas opérée par un seul locus et dépend de la race en présence. En contre-saison sexuelle, ils suggèrent qu'à 4 semaines PP les brebis Mules ont une profonde déficience en LH pouvant être relâchée par l'hypophyse contrairement aux brebis Finn-Dorset qui possèdent une quantité de LH pouvant être relâchée plus élevée. Malgré ceci, les brebis Finn-Dorset sont encore incapables de maintenir la sécrétion de LH. Bien que ces phénomènes se déroulent en début de période PP, des effets de race sont aussi répertoriés un peu plus tard dans la période anoestrale affectant directement l'anoestrus PP de la brebis. L'expérience de Fogarty et al. (1992) qui comparait les croisements Booroola X Dorset, Mérino X Dorset et Border Leceister X Mérino, a montré que les brebis Booroola X Dorset et Mérino X Dorset avaient un intervalle PP plus court que les brebis Border Leceister X Mérino (croisement moins prolifique et désaisonnée). Cet effet

de race est généralement bien établi dans la capacité de la brebis à accoupler en contre-saison sexuelle. Dans une étude où l'on comparait des races de type maternel (Dorset, Polypay, St-Croix et Targhee), Pope et al. (1989) montrent que l'intervalle entre l'agnelage et la première ovulation au printemps n'est pas significativement différent entre les quatre races présentes (34, 28, 36 et 31 jours) et n'est pas non plus différent avec la saison sexuelle, sauf pour le Dorset qui a un plus court intervalle PP en automne qu'au printemps. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Dzabirski et Notter (1989) qui comparent la race Suffolk et Dorset, ainsi qu'avec ceux de Sefidbakht et al. (1977). En saison sexuelle, Quirke et al. (1983) indiquent que les intervalles entre l'agnelage d'automne et le premier œstrus chez les races Dorset, Rambouillet et Finnish Landrace sont similaires.

Malgré qu'il ne s'agisse pas du facteur le plus important, la race peut affecter la reprise de l'activité sexuelle PP. La manière dont le génotype affecte l'intervalle PP n'est par contre pas encore connu ; il s'agit peut-être de différence entre les races et/ou d'effets confondus tels les différences de quantité de lait produite durant la lactation ou les différences de consommation volontaire d'ingestion rapportées chez la vache (Short et al., 1990). Une chose est par contre évidente, puisque la saison de reproduction de chacune des races est différente et que la saison influence la durée de l'anoestrus PP, il est possible de penser que les races les plus saisonnières présenteraient un intervalle PP plus long.

#### **2.3.4.3. Effets de l'allaitement**

L'allaitement est l'un des facteurs extérieurs qui joue un rôle majeur dans le cycle reproducteur des femelles ( McNeilly, 1989; Foxcroft, 1992). La brebis n'échappe pas à cette règle puisque sa lactation a une importance économique au même titre que celle de la truie ou de la vache lorsqu'on parle de kilogrammes de viande produits par animal par année. Ces effets peuvent être séparés en deux parties soit l'effet de la durée de l'allaitement et l'intensité de l'allaitement (portée simple ou multiple).

### ***2.3.4.3.1. Durée de l'allaitement***

Bien que la durée de la lactation représente un facteur important à considérer lorsqu'on parle de fertilité PP, il n'en reste pas moins qu'elle ne peut être comparée à celle présente chez la truie où l'allaitement est considéré comme un inhibiteur majeur de la reproduction (Foxcroft, 1992). Il semble que la lactation des brebis ait un effet inhibiteur sur la reprise des activités sexuelles PP au printemps (Mandiki et al., 1989; Mandiki et al., 1990; Cognié et al., 1975; Rhind, 1980) et à l'automne (Mandiki et al., 1990; Mandiki et al., 1995; Schirar et al. 1989a), mais que celui-ci reste variable (Pope et al., 1989; Newton et al., 1988; Hamadeh et al., 1996) tout dépendant si les animaux sont en début, au milieu ou à la fin de la saison de reproduction.

Plusieurs recherches, dont celles de Mandiki et al. (1989) et Schirar et al. (1989a), démontrent un effet significatif du sevrage à la naissance sur l'intervalle entre l'agnelage et le premier œstrus. Effectivement, l'intervalle au premier œstrus en saison sexuelle est plus court chez les brebis tarées (22 jours  $\pm$  2) que chez les brebis allaitantes (35 jours  $\pm$ 2) (Schirar et al., 1989a). Similairement, en contre-saison sexuelle les brebis Texel ont démontré leur premier œstrus PP 75 jours et 55 jours respectivement pour les brebis en lactation et les brebis tarées à l'agnelage. En général, il est admis que le retour des activités ovariennes en saison sexuelle se réalise à l'intérieur d'une période de 3 à 5 semaines PP chez des brebis tarées à l'agnelage et que ce délai est augmenté de 3 semaines lorsque les brebis allaitent (Mc Neilly, 1989). D'autres recherches ont aussi exposé que l'allaitement est l'un des facteurs majeurs inhibiteurs du retour à l'œstrus (Restall, B.J., 1971; Lewis et Bolt, 1987 ).

Bien que l'allaitement présente généralement des effets au niveau du retour de l'activité sexuelle, ses effets sur la production annuelle d'agneaux ne semblent pas évidents. Fogarty et al. (1992) ont comparé des brebis de trois génotypes tarées selon trois intervalles différents en contre-saison sexuelle : 42, 63 et 84 jours PP. Ils remarquent que l'allongement de la durée de l'allaitement augmente significativement l'intervalle au premier œstrus et entre les agnelages. Par contre aucun effet n'a été remarqué sur le

pourcentage de brebis qui a exprimé un œstrus, sur le nombre de brebis gestantes ainsi que sur le nombre d'agneaux nés. Hulet et al. (1983), en contre-saison sexuelle, montrent que les brebis taries à 31 jours PP et mises aux béliers le même jour présentent un taux de fertilité supérieur (35.7%) aux brebis taries à 41 jours PP et mises aux béliers à 31 jours PP (23.6%). Les brebis de cette dernière expérience ont présenté un intervalle entre les agnelages d'environ 195 jours pour les deux traitements. Contrairement aux recherches précédentes, certaines ont même rapporté un effet positif de la lactation (Pope et al., 1989; Newton et al., 1988; Hamadeh et al., 1996) ou une absence d'effet de la lactation (Hulet et al., 1983) sur les performances zootechniques des brebis. Selon Pope et al. (1989), dans une recherche réalisée aux États Unis sur des brebis en contre-saison sexuelle, bien qu'une lactation de 40 jours résulte en un délai dans la conception, elle permet d'obtenir un taux de fertilité plus élevé comparativement à l'absence de lactation. Une tendance à une augmentation de fertilité et de prolificité pour les brebis taries plus tardivement avait aussi été remarquée (Newton et al., 1988). Hulet et al. (1983), dans une autre expérience réalisée en saison sexuelle chez des brebis Polypay, ne notent aucune différence de fertilité (94.6% vs 94.4) et de prolificité (1.73 vs 1.74) lors de la comparaison de sujets taries à 31 et 80 jours PP et mises aux béliers à 31 jours PP (intervalle entre les agnelages de 205 jours).

Les effets négatifs de la lactation remarqués sur les délais de conception ne proviendraient pas d'une augmentation du nombre de cycles anormaux chez les brebis. Contrairement à ce qu'on aurait pensé, lors de la première ovulation naturelle de la brebis en période PP, une plus forte incidence de phases lutéales anormales (cycles courts) est observée chez les brebis non-allaitantes (60%) que chez les brebis allaitantes (7%). C'est aussi ce qu'avaient remarqué Mandiki et al. (1988) lors de leurs expériences sur des brebis Texel. Cependant, Fray et al. (1995) remarquent un effet négatif sur le taux d'ovulation des brebis allaitantes par rapport à celles qui ont été taries à l'agnelage au début de la période PP.

En saison sexuelle, les expériences de Schirar et al. (1989a) caractérisent la période PP en démontrant que le premier pic de LH se produit à  $10 \pm 1$  jours PP pour les brebis non-

allaitantes et à  $17 \pm 1$  jours PP pour les brebis allaitantes. Malgré ceci, Newton et al. (1988), rapportent chez des brebis Finnish-Landrace x Southdown à 20 jours PP, une concentration plasmatique de LH plus faible chez les brebis tarées trois jours avant comparativement à celles en lactation. Ces derniers résultats sont contradictoires avec ceux de Newton et al. (1983) qui rapportent qu'à 40 jours PP, un sevrage précoce résulte en un plus grand relâchement de LH en réponse à une injection de GnRH exogène. Wright et al. (1994) et Fray et al. (1996) remarquent que les brebis qui allaitent en début de période PP exhibent une réponse plus variable de l'hypophyse à une infusion de GnRH que les brebis qui n'allaitent pas. Dans certains cas, l'augmentation plus lente de la sécrétion de la LH lors de l'allaitement pourrait s'expliquer par l'inhibition de la sécrétion de GnRH par la prolactine (Mandiki et al., 1990).

Les phénomènes qui contrôlent la reprise de l'œstrus peuvent par contre varier entre les brebis allaitantes et les brebis tarées. En effet, l'utilisation d'œstrogènes exogènes a permis d'induire plus tôt l'œstrus chez les brebis tarées, mais pas chez les brebis allaitantes (Mandiki et al., 1993). Smart et al. (1994) expliquent ce phénomène par une augmentation de l'amplitude de la pulsation de LH induit par l'œstradiol à 7 et 28 jours PP chez les brebis tarées à l'agnelage comparativement à celles qui ont allaité. Une amplification de l'effet négatif de l'œstradiol pourrait aussi être la cause de la plus faible sécrétion de LH en début de période PP lors de l'allaitement. Chez des brebis de race Mérinos, la diminution de la concentration plasmatique de LH suite à un traitement d'œstradiol est plus importante chez des sujets ovariectomisés en lactation comparativement aux sujets qui ne sont pas en lactation (Smart et al., 1994) Un phénomène qui a également été rapporté chez les bovins (Acosta et al., 1983).

L'allaitement ne semble pas avoir d'effet sur la sécrétion pulsatile et la concentration moyenne de la FSH durant la période PP chez la vache (Peter et al., 1981) et chez la brebis (Lewis et Bolt, 1987). Lewis et Bolt (1987) mentionnent que l'allaitement réduit le relâchement de LH, mais n'affecte pas le relâchement de FSH en réponse à un traitement de GnRH exogène à  $22 \pm 8$  jours PP. Par contre, des résultats antérieurs rapportés par Lewis et Bolt (1983) montraient que le contenu de la pituitaire en FSH et le relâchement

en FSH sont plus élevés chez les brebis qui allaitent comparativement aux brebis tarées. Des résultats qui sont à l'encontre de ceux présentés précédemment.

Dans un système de production traditionnel, la majorité des agnelages se produisent durant la période d'anoestrus saisonnier de la brebis ce qui implique d'évaluer la relation entre la saison et la durée de la lactation. Rhind et al. (1980) rapportent une interaction entre la lactation et la saison sexuelle pour l'intervalle entre l'agnelage et le premier oestrus. Ainsi, ils remarquent que la lactation a plus d'effet négatif en contre-saison qu'en saison sexuelle. Cette interaction a aussi été rapportée à plusieurs reprises dans d'autres recherches (Hulet et al., 1983; Mandiki et al., 1990 ; Abecia et al., 1993). Durant la contre-saison sexuelle une interaction entre la race et la durée de la lactation a déjà été rapportée. Fray et al. (1995) mentionnent qu'une augmentation plus rapide de la libération de la LH est remarquée chez les brebis tarées comparativement à celles en lactation pour la race Mule seulement. Dans cette même expérience, les brebis Finnoise x Dorset ont présenté une libération de la LH équivalente pour les deux stades physiologiques. Ceci pourrait être expliqué par une plus faible aptitude au désaisonnement de la race Mules par rapport au croisement Finnois-Dorset, ce dernier étant reconnu pour une saison sexuelle très longue. Cet effet de race en contre-saison chez des brebis en lactation a aussi été rapporté par Pope et al. (1989). Ils identifient que les effets de la lactation sur l'intervalle PP semblent par contre absents en saison sexuelle chez les brebis de races Dorset, Polypay, St-Croix et Targhee. Quelques autres expériences ont aussi obtenu les mêmes résultats (Warren et al., 1989; Hamadeh et al., 1996).

La durée de la lactation semble donc avoir un effet sur la reproduction en période PP. Par contre, ses impacts sur les performances reproductives de l'animal sont très mitigés. Les résultats sont variables en fonction de plusieurs paramètres, dont la race et la saison. L'augmentation du niveau de prolactine et les changements dans la sensibilité aux oestrogènes peuvent permettre de caractériser le retard dans la sécrétion de la LH enregistrée chez les brebis à l'allaitement. L'implication de la prolactine durant la période PP sera discutée dans la section 2.3.4.3.3..

#### **2.3.4.3.2. Fréquence des allaitements**

La fréquence des allaitements n'est pas un facteur majeur dans la reprise des fonctions reproductrices après l'agnelage. En effet, même si des chercheurs ont remarqué que la durée totale de la tétée est plus élevée lorsqu'une brebis élève une portée de double (Cognié et al., 1975; Mandiki et al., 1989), la plupart des expériences réalisées sur le sujet (Mandiki et al., 1988; Mandiki et al., 1990) ne montrent pas de différence quant à la l'intervalle entre l'agnelage et le premier œstrus lorsque des brebis allaitant des doubles ou des simples sont comparées. C'est aussi ce que présentent les résultats obtenus par Holcombe et al (1989) qui soutiennent que l'intervalle entre la parturition et le premier œstrus lors de l'agnelage du printemps n'est pas significativement différent entre les brebis Fine-Wool qui allaitent une portée simple ou double.

La comparaison entre deux groupes de brebis possédant des régimes d'allaitement ad libitum et 3 fois par jour respectivement a résulté en une concentration plasmatique de prolactine plus élevée chez les brebis à l'allaitement ad libitum entre 0 et 28 jours PP. Par contre, aucune différence n'a été remarquée quant aux niveaux plasmatiques de LH et de FSH entre ces deux groupes (Mandiki et al., 1989). Selon les explications de Schirar et Levasseur (1990), la stimulation de la mamelle provoquerait une décharge de  $\beta$ -endorphine stimulant à la fois la décharge de prolactine et une inhibition de la décharge de LH. D'après Ben-Jonathan (1985) qui a réalisé des études sur les vaches laitières, ce n'est pas la concentration de prolactine associée à la tétée, mais le stimulus de la tétée lui-même qui supprimerait les sécrétions gonadotropiques.

L'effet de la fréquence de l'allaitement ne semble donc pas être un facteur qui a un impact majeur sur la longueur de l'intervalle post-partum.

#### **2.3.4.3.3. Rôle de la prolactine**

Durant les années 70, l'attention des scientifiques était tournée vers la prolactine, hormone hypophysaire, et sur son potentiel anti-gonadotrope (William, 1989). On la considérait plus souvent qu'à son tour comme l'agent responsable de l'acyclicité PP dans

plusieurs espèces d'animaux, incluant l'homme. En effet, il a été rapporté à plusieurs reprises que la prolactine libérée lors de l'allaitement chez la brebis augmente la durée de l'anoestrus saisonnier. Par contre, depuis quelques années son rôle reste mitigé quant à ses effets réels.

La concentration plasmatique de la prolactine chez la brebis change en effet en fonction du mode d'allaitement (Mandiki et al., 1989 ; Mandiki et al., 1990) et du temps après la parturition (Mandiki et al., 1988; Mandiki et al., 1993). Chez les brebis tarées à l'agnelage, les concentrations plasmatiques de prolactine sont beaucoup plus faibles (163 ng/ml) que chez celles qui allaitent leurs agneaux (222 ng/ml) (Mandiki et al., 1990). Ce phénomène avait déjà été remarqué au niveau des cellules pituitaires, puisque les cellules des brebis qui allaitent contiennent une plus grande concentration de prolactine que les cellules provenant de brebis qui n'allaitent pas ( $42 \pm 6$  vs  $23.3 \pm 6$  ?g/100 000 cellules) (Moss et al., 1980). En plus de ce phénomène, on constate une diminution constante de la prolactine sécrétée avec le temps PP (Mandiki et al., 1990). La concentration de prolactine est également plus élevée en contre-saison sexuelle qu'en saison sexuelle (Rhind, 1980).

Les changements de la concentration plasmatique de prolactine durant cette période suggèrent un possible rôle de la prolactine dans la suppression de la sécrétion de LH. Par contre, les résultats sur ce phénomène sont variables. Selon une recherche réalisée en Grèce par Peclaris (1988) avec des brebis laitières, la suppression de la prolactine chez des brebis en lactation à l'aide du bromocriptine en début de période PP a eu pour effet de rétablir plus rapidement la pulsativité de la LH et d'augmenter la fertilité en anoestrus saisonnier (70% vs 22%). Ils suggèrent qu'un niveau élevé de prolactine spécifiquement induit par la tétée a un effet négatif sur les fonctions reproductives pendant la lactation. Mandiki et al. (1990) rapportent en effet une augmentation de la concentration de prolactine et une réduction de la concentration d'œstradiol lorsque des brebis sont en lactation comparativement à lorsqu'elles sont tarées avant 4 semaines PP. Une forte concentration de prolactine réduirait la réponse des follicules ovariens à des stimulations de LH, ce qui, diminuerait leur capacité stéroïdogénique (McNeilly et Baird, 1983). Ce

serait donc les effets cumulés d'une réduction de la réponse de l'axe hypothalamo-hypophysaire et d'une diminution de la sécrétion de l'oestradiol (effet de la prolactine) qui semblerait responsable, en partie, de la faible incidence des comportements oestriques en début de période PP.

Par contre, d'autres recherches dont celles de Mandiki et al. (1993) et de Mandiki et al. (1988) montrent que la suppression de la prolactine par la bromocriptine n'a pas toujours d'effet sur la reprise de des fonctions reproductives, l'activité oestrale et sur le rétablissement de la pulsativité de la LH. En effet, bien qu'ils obtiennent un effet de la durée de la lactation sur l'intervalle entre l'agnelage et le premier oestrus, Mandiki et al. (1990) mentionnent qu'une sécrétion de LH normale est restaurée peu importe le mode d'allaitement utilisé. Chamley (1978) et Mandiki et al. (1989) expliquent ce phénomène par le fait qu'une augmentation de la concentration de prolactine dans le sérum n'inhibe pas directement la capacité de l'hypophyse à répondre à la GnRH.

La prolactine semble donc avoir un rôle à jouer dans l'anoestrus PP, mais celui-ci n'est pas constant. L'hypothèse la plus plausible serait que ce phénomène de variabilité dépendrait de la production laitière des femelles. Chez les ovins, seules les brebis de races laitières seraient affectées par la réduction de la concentration de prolactine plasmatique durant la période PP (Nett, 1987). C'est aussi ce que des recherches ont conclu chez la vache, puisque la lactation retarde la reprise de l'activité ovarienne surtout chez les femelles à haute production (Harrisson et al., 1989). En effet, la période d'anoestrus PP chez les races laitières se prolonge lors de la période d'allaitement, mais ce phénomène n'est pas remarqué chez les races bovines à viande (Short et al., 1990).

#### **2.3.4.4. Influence de la nutrition et de la condition corporelle**

##### ***2.3.4.4.1. Influence de la nutrition***

La nutrition promue la capacité d'un animal à exprimer son plein potentiel génétique. C'est pourquoi il est important de s'interroger sur les impacts de l'alimentation sur la reproduction et plus particulièrement sur l'axe hypothalamo-hypophysaire-ovarien. Avec

l'effet de la lactation, l'effet de la nutrition est souvent considéré comme un facteur majeur dans la longueur de l'intervalle PP chez la brebis et la vache (Restall and Starr, 1977; Short et al., 1990). L'effet nutritionnel dépend de plusieurs paramètres dont la qualité et la quantité d'aliments ingérés, les réserves de nutriments emmagasinés dans le corps et la compétition pour les nutriments pour des fonctions autres que la reproduction. En effet, la période post-partum correspond à une très forte augmentation des besoins énergétique liés à la lactation, même si ces besoins ne sont pas aussi élevés que chez la vache laitière. Il est donc important que le statut métabolique des brebis soit adéquat au moment de la reprise de la cyclicité.

Il a été démontré qu'une restriction alimentaire sévère induit généralement une période d'anoestrus chez la brebis (Dunn et Moss, 1992; Rhind, 1992). Par contre, l'étude de Wright et al. (1990) sur des brebis Mérino est la seule qui évalue directement l'effet de l'alimentation sur l'intervalle PP en saison sexuelle. Alors que les brebis alimentées de manière à répondre à leurs besoins ont nécessité un intervalle PP de 37.7 jours pour la reprise de leur fonction reproductrice (premier oestrus), celles qui ont été restreintes ont nécessité une période de 65.1 jours.

Une restriction énergétique de la ration affecte généralement les activités ovariennes normales en modifiant les interactions dans l'axe hypothalamo-hypophysaire (Schillo, 1992). Lors de la sous-alimentation d'agneaux, une réduction significative de la fréquence des pulsations de LH est remarquée (Dunn et Moss, 1992). Rhind (1985) rapporte qu'à 72 et 25 heures avant le pic préovulatoire de LH, l'incidence des pulsations de LH est deux fois moins élevée pour le groupe de brebis nourries avec une ration faible en énergie comparativement à celles nourries avec une ration élevée en énergie. Le phénomène ne semble pas affecter directement les ovaires, puisque des injections de LH régulières chez des sujets ovariectomisés viennent contrebalancer l'effet du déficit énergétique en provoquant l'ovulation (Schillo, 1992). Il est également stipulé que les composantes nutritionnelles pourraient avoir une action indirecte sur les gonades via l'insuline, les IGF-1, la leptine, etc. Le niveau énergétique de la ration a également été rapporté pour ses effets sur la durée de l'anoestrus post-partum et de la fertilité à l'oestrus

induit chez la vache allaitante (Grimard et al., 1997).

Schillo et al. (1992) démontrent que ce n'est pas la production de GnRH qui est affectée par la concentration énergétique de la ration, mais le patron de sécrétion. Par contre, comme Robinson et al. (1996) le mentionnent, la théorie sur le mécanisme permettant de lier, de traiter et de transmettre les informations sur le statut nutritionnel aux neurones producteurs de GnRH durant la période PP n'est pas encore bien compris. Puisqu'une sévère restriction énergétique provoque une diminution de la sécrétion de la LH, il est justifié de stipuler que celle-ci affecterait l'intervalle PP pouvant aller jusqu'à provoquer un arrêt complet de la reproduction. Ainsi, une légère restriction énergétique 2 semaines avant et 26 jours après la période de saillies peut résulter en un taux d'ovulation plus faible. En effet, Rhind et al. (1989a) obtiennent 1.81 ovulations pour le groupe restreint et 2.09 ovulations pour le groupe témoin alimenté en fonction des besoins de l'animal. Lorsque l'œstrus des brebis est synchronisé par un traitement de progestérone, il semble que le taux d'ovulation ne soit pas affecté (Shevah et al., 1975).

Pour ce qui est des effets du type et de la quantité de protéines utilisées, plusieurs interrogations se posent encore quant à leurs impacts sur la fertilité, la prolificité et l'intervalle PP (Robinson, 1996). Lorsque la ration des brebis est supplémentée, Mitchell et al. (1998) et Abecia et al. (1993) n'ont rapporté aucune amélioration quant au début de l'activité ovarienne et au début des œstrus lorsque des niveaux plus élevés de protéines étaient servis au début de la période PP. Ces mêmes auteurs ne mentionnent pas de différence quant à l'incidence de cycles courts lors de la première ovulation. La concentration de la ration en protéines non-dégradables ne présente, elle aussi, aucun effet sur la durée anovulatoire PP (Sinclair et al., 1994). Par contre, il a été rapporté chez la vache laitière qu'un niveau relativement élevé de protéines dégradables peut étendre l'intervalle entre la parturition et la période de saillies étant donné son effet inhibiteur sur la fertilité (Bruckental et al., 1989). L'effet de la protéine est plutôt mitigé puisque l'augmentation de l'ingestion de protéines augmente la production laitière, ce qui accroît le déficit énergétique normalement observé en période de lactation et ainsi produit un effet négatif sur la reprise de l'activité sexuelle (Robinson, 1996). D'autres chercheurs ont

quant à eux observé chez les vaches laitières une amélioration de la fertilité lorsque la farine de poisson de la ration est remplacée par une source de protéines plus dégradables (Armstrong et al., 1990).

Schillo (1992) cite un rôle possible des acides aminés dans le contrôle du relâchement de la LH chez les ruminants. La tyrosine serait un des principaux acteurs, puisque son administration chez des agneaux sous-alimentés permet de constater une augmentation de fréquence de LH lorsque comparés aux agneaux témoins. Cette augmentation provoquerait une augmentation simultanée du taux d'ovulation puisqu'une corrélation positive entre la concentration plasmatique en acides aminés et le taux d'ovulation a déjà été démontrée (Rhind, 1992). D'autres recherches devront néanmoins être faites pour éclaircir leurs rôles sur l'hypothalamus et la production de GnRH.

Plusieurs autres hormones ou métabolites, comme l'insuline et le glucose ont leur importance dans la régulation nutritionnelle de l'activité de la reproduction. Les impacts de la nutrition sur la longueur de l'intervalle post-partum, bien que contestés à quelques reprises, sont donc importants à considérer lors de la remise en reproduction des brebis. C'est l'énergie de la ration qui semble le facteur le plus déterminant. Par contre, la relation de ce paramètre avec la condition corporelle est un incontournable.

#### ***2.3.4.4.2. Influence de la condition corporelle***

L'objectif dans un système d'agnelages accéléré consiste à garder les brebis en condition corporelle adéquate durant toute l'année. Bien qu'il n'existe pas beaucoup de documentations qui montrent une relation précise entre la condition corporelle, l'intervalle PP et les résultats technico-économiques obtenus chez la brebis en période PP, la condition corporelle à la mise bas a été, à plusieurs reprises, considérée comme un facteur déterminant plus important que la nutrition sur l'intervalle PP de la vache (Wright et al., 1992b). Chez la brebis, l'augmentation de la période PP couplée à une alimentation adéquate permet généralement d'augmenter le poids et la condition corporelle des brebis à la saillie (Merrell, 1990). Au début de la période de lactation, les lipides corporels sont

relâchés des tissus adipeux pour former des acides gras non-estérifiés (Sinclair et al., 1994). Ainsi, à partir de la parturition les brebis perdent du poids pour une période plus ou moins longue (Mbayahaga et al., 1998). Cette période correspond à la période de lactation. Suite à cette perte de poids, l'animal refait ses réserves adipeuses pour assurer les besoins physiologiques de la prochaine période de gestation. L'ampleur des variations de condition corporelle durant cette période de la vie reproductive de la brebis sera déterminante pour sa remise en saillie et l'obtention de résultats zootechniques élevés.

Cette section sur l'influence de la condition corporelle sur l'intervalle PP est divisée en plusieurs sous-sections. La première fait état des influences directes de la condition corporelle de l'animal sur la durée de la période PP. La seconde, des changements de conditions corporelles durant cette période et leurs impacts sur les résultats zootechniques. Une dernière donne des indications sur les relations qui existent entre la condition corporelle de l'animal et l'axe hypothalamo-hypophysaire-ovarien.

Les recherches de Bocquier et al. (1993) évaluent les effets du changement des lipides corporels sur la période anovulatoire PP chez la brebis. Ils constatent une plus courte période anovulatoire chez les sujets qui ont gagné un kilogramme de lipides corporels au cours du premier mois PP comparativement à ceux qui en ont perdu un kilogramme ou qui ont maintenu leur poids. De part et d'autre de ce seuil de 1 kg, la durée de l'anoestrus anovulatoire a été accrue. Merrell (1990) mentionne que la majorité des brebis mises à la saillie devraient avoir une condition corporelle optimum entre 2.5 et 3.0. Chez la vache, l'évaluation de l'état de chair au vêlage a également permis de constater que les vaches en pauvre condition corporelle au vêlage alimentées avec une ration faible en énergie présentent un intervalle PP plus long que celles qui étaient en bonne condition corporelle (Wright et al., 1987; Wright et al., 1992b). Ces résultats semblent par contre en contradiction avec ceux de Sinclair et al. (1994) qui mentionnent que la condition corporelle au moment du vêlage n'affecte pas la période anovulatoire de la vache. En effet, bien que le taux d'acide gras non-estérifié a été plus élevé durant les 10 premières semaines de lactation, indiquant que l'animal mobilise une grande quantité de gras corporel durant cette période, ceci ne s'est pas reflété sur l'intervalle PP.

Après la gestation, une série d'événements (lactation, sevrage, ...) influence à la fois la variation de la condition corporelle et la variation de poids entre l'agnelage et la saillie. L'ampleur de la variation de ces paramètres peut être déterminant pour l'intervalle post-partum. En effet, Gunn et Maxwell (1989) ont obtenu une baisse de fertilité chez les brebis qui ont perdu du poids comparativement à celles qui en avaient gagné entre le sevrage et le moment de la saillie. Ceci est supporté par des recherches récentes (Mbayahaga et al., 1998) qui rapportent un coefficient de corrélation positif élevé ( $r = 0.58$ ) dans l'intervalle de temps entre le début des activités ovariennes et la perte totale de poids. Selon celles-ci, le premier oestrus se produit lorsque le poids de l'animal commence à augmenter. Dans l'éventualité où l'augmentation de poids est mise en relation avec l'augmentation de la condition corporelle, il est démontré que les brebis accouplées à une condition corporelle supérieure à 3.0 obtiennent un niveau de fertilité supérieur (90.8%) comparativement à celles accouplées à une condition corporelle entre 2.5 et 3.0 (81.3%) et inférieure à 2.0 (76.6%) (Gunn et Maxwell., 1989). Ces résultats sont similaires à ceux de Gunn et al. (1991) qui ont montré que le taux de conception et d'agnelage augmentent significativement avec une augmentation de la condition corporelle à la saillie de 2.25 à 2.5. Ces mêmes auteurs rapportent que le taux de conception et d'agnelage décroissent significativement lorsque la condition corporelle augmente au-dessus de ce niveau. Bien que la condition corporelle influence la fertilité, les expériences de Molina et al. (1994) montrent qu'elle ne serait pas affectée par le poids de la brebis à la saillie. L'existence de différents résultats entre la variation de poids et celle de la condition corporelle peut être expliquée par une relation non-linéaire entre la variation de la condition corporelle et la variation de poids. Une perte équivalente de poids peut causer une perte de condition corporelle plus grande chez une brebis plus maigre que chez une brebis grasse (West et al., 1991).

La prolificité est aussi affectée par la condition corporelle et le poids à la saillie ainsi que par la variation de poids avant la saillie. Comme pour la fertilité, il est déterminant de bien comprendre les impacts de ces paramètres puisqu'ils varient en fonction de l'intervalle PP. Molina et al. (1994) mentionnent que la prolificité est affectée à la fois par le poids et l'état de chair de la brebis à la saillie. En effet, selon leurs recherches, il est

possible de calculer une augmentation de 0.4% de prolificité (i.e. 0.06 agneau/ agnelage) pour une augmentation de un kilogramme de poids à la saillie. Selon Gunn et Maxwell (1989), la variation de poids affecterait aussi la prolificité puisque les brebis qui ont perdu du poids durant cette période ont produit significativement moins d'agneaux (1.58) que celles qui ont maintenu leur poids ou qui l'ont augmenté (1.78).

L'augmentation de la prolificité peut s'expliquer par une augmentation du taux d'ovulation et/ou une diminution des pertes embryonnaires (West et al., 1991). La variation du poids corporel (Gunn et Maxwell, 1989) et de la condition corporelle (Rhind 1992; Gonzalez et al. 1997) avant la période de saillie agiraient ainsi sur le taux d'ovulation. Smith (1985) observe en effet que chaque kilogramme de plus à la saillie produit une augmentation de 2% du taux d'ovulation. Pour ce qui est du taux d'implantation embryonnaire, il semble être diminué lorsque des brebis à fort taux d'ovulation (3) et en faible condition corporelle à la saillie sont nourries avec une ration faible en énergie (West et al., 1991). L'effet contraire a aussi été remarqué puisqu'une réduction de la survie embryonnaire a été observée chez les brebis trop grasses et une diminution de la progestérone produite a été observée chez les brebis sur-alimentées (Rhind, 1992).

Une interaction entre l'âge des animaux et l'état de chair existe et semble affecter l'intervalle PP. En effet, chez la vache Charolaise, Mialon et al. (1996) démontrent que de faibles poids ou de faibles notes d'état corporel au moment du vêlage ou une perte de poids après le vêlage auront pour effet d'allonger la période d'anoestrus surtout chez les primipares. Chez les ovins, Gonzalez et al. (1997) ont récemment rapporté l'évidence d'une relation entre la condition corporelle et l'âge de l'animal, puisqu'une agnelle requiert une condition corporelle plus élevée pour obtenir des performances à l'agnelage équivalentes à une brebis mature (Gunn et al., 1969).

Les performances reproductives en période PP varient donc en fonction des modifications de poids et de condition corporelle qui se produisent durant cette partie de la vie reproductive de la brebis. Bien que les phénomènes qui expliquent les résultats obtenus

ne soient pas très bien compris, il semble évident qu'une faible condition corporelle à la saillie ou une perte de poids préalablement à la saillie provoqueront des diminutions de fertilité et de prolificité.

La relation par laquelle la condition corporelle agit sur le système endocrinien est encore peu comprise. Par contre, l'effet de la condition corporelle et du poids sur le profil de LH est cohérent avec l'hypothèse que la condition corporelle affecte la sécrétion de la LH et plus particulièrement la fréquence des pulses de LH (Rhind et al., 1989b). Rhind et al. (1989b) ont démontré que la réduction du poids et de la condition corporelle sont associées avec la réduction de la fréquence des pulsations de LH chez des brebis ovariectomisées. Des résultats similaires avaient été rapportés préalablement chez la vache par Wright et al., (1987) montrant une corrélation positive entre la condition corporelle au vêlage et la fréquence des pulsations des LH dans la circulation périphérique à 6 semaines PP. Cette diminution de la fréquence des pulsations de LH pourrait être la cause de la réduction de la taille des follicules observés (? 2.5 mm) chez les brebis de faible condition corporelle (Rhind et al., 1989b).

Cette différence observée entre les brebis de bonne condition corporelle et celles de faible condition en ce qui a trait à la fréquence des pulsations de LH ne semble pas provenir de la diminution de la réponse de l'hypophyse à la GnRH (Rhind et al., 1989b), ni d'une différence au niveau des récepteurs à GnRH dans l'hypophyse (Tatman et al., 1990). Les expériences de Tatman et al. (1990) sur des brebis ovariectomisées ont permis de constater que c'est la sécrétion de GnRH qui est inhibée chez les brebis de faible condition corporelle résultant en une diminution de la sécrétion et du relâchement de la LH.

Puisque la sécrétion de LH par l'hypophyse est associée à la sécrétion de la GnRH par l'hypothalamus (Karsh et al., 1997), les résultats précédents découleraient d'un effet direct de la condition corporelle sur la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus démontré préalablement chez la vache (Wright et al., 1990; Prado et al., 1990). Les recherches de Wright et al. (1990) font ressortir le fait que la fréquence des pulsations de GnRH est plus

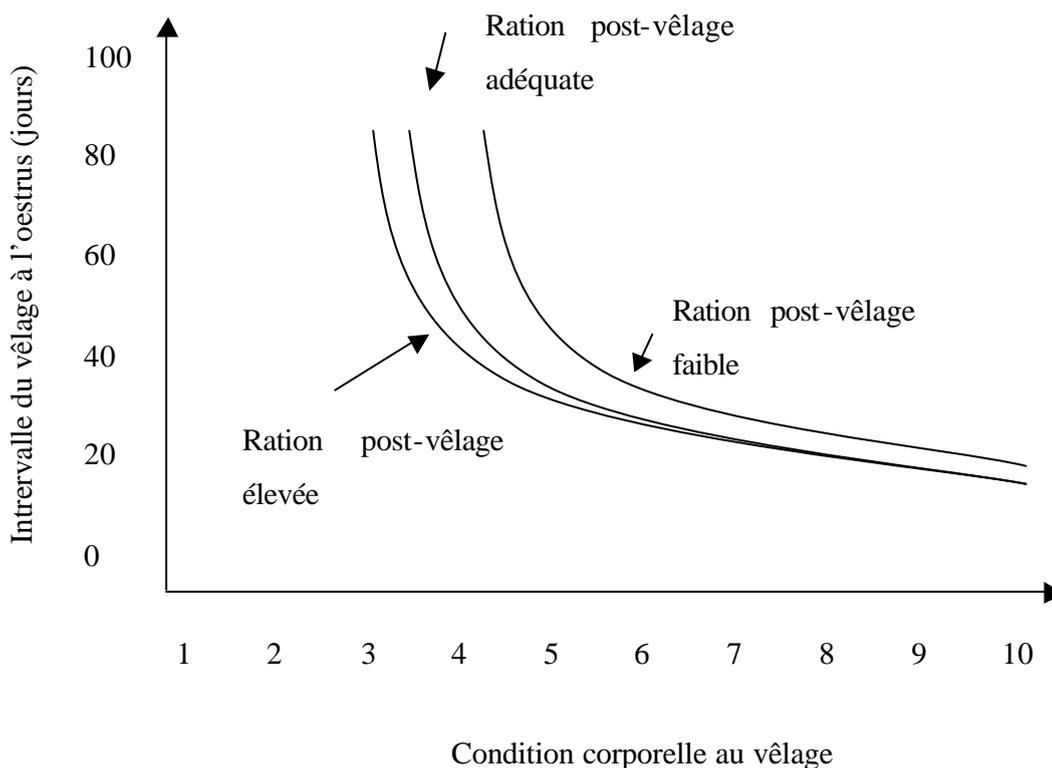
élevée avant et après l'ovariectomie chez les vaches de forte condition corporelle, ce qui démontre un effet direct de la condition corporelle sur l'hypothalamus sans impact ovarien. Depuis quelques années, la découverte de la leptine, une hormone produite par les tissus adipeux, est venue apporter de nouvelles hypothèses sur la capacité des animaux à estimer leur propre contenu lipidique (Chilliard et al., 1999). Cette hormone pourrait agir d'une manière indirecte sur les récepteurs à GnRH de l'hypothalamus par des neuromédiateurs tels que les neuropeptides Y, la pro-opiomélanocortine, la sérotonine ou la galanine (Chemineau et al., 1999). Les réserves lipidiques et, de façon moindre, les apports alimentaires sont les facteurs contribuant le plus aux variations de la leptinémie, même si d'autres facteurs existent vraisemblablement et restent à identifier. Une relation entre la leptine et la mélatonine a aussi été rapportée (Chilliard et al., 1999).

Bien qu'il soit évident que la condition corporelle et le changement de poids entre l'agnelage et la saillie affectent le retour des conditions idéales pour la gestation, la relation entre ceux-ci et le système endocrinien présente encore des interrogations. Dans l'avenir, il sera donc important de bien comprendre les effets complexes de la condition corporelle de la brebis et de ses interactions avec la nutrition sur l'intervalle PP en relation avec les performances zootechniques obtenues.

#### ***2.3.4.4.3. Interaction entre la nutrition et la condition corporelle***

Chez le mouton, bien que l'augmentation de la quantité d'aliments ingérée avant et pendant la période d'accouplement n'a pas eu d'effet sur le taux d'ovulation et la prolificité pour les brebis qui ont une condition corporelle de 3.0, on remarque un effet lorsque les brebis ont une condition corporelle de 1.5 (Gunn et al., 1969). Cette interaction entre la condition corporelle et la nutrition a aussi été remarquée chez la vache (Wright et al., 1992a). Wright et al. (1992a) ont en effet démontré que l'intervalle PP est plus long (116 vs 89 jours) seulement chez des sujets de faible condition corporelle (condition corporelle de 2.2) lorsque l'alimentation servie est faible en énergie métabolisable (60 MJ /jour) comparativement à une alimentation forte en énergie métabolisable (115 MJ/ jour). Aucune différence significative n'a pu être remarquée

lorsque des individus de condition corporelle 2.9 ont été comparés. Lucy et al. (1992) expliquent qu'une balance énergétique (énergie de la ration consommée moins l'énergie utilisée) négative repousse l'ovulation en période post-partum. La figure 3, adaptée de Short et al. (1990), illustre bien cette corrélation entre les deux paramètres (énergie de la ration et condition corporelle) et l'intervalle PP. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une relation de cause à effet, la distribution d'une ration de niveau alimentaire faible affecte principalement les sujets de faibles conditions corporelles. Ces résultats sont en accord avec ceux de recherches réalisées au Québec (François Castonguay, communication personnelles: données transmises pour publication) qui ne rapportent aucune différence significative quant à la durée de l'intervalle PP lorsque des brebis Arcott Outaouais de condition corporelle satisfaisante reçoivent une ration à forte densité énergétique durant la période de flushing alimentaire (saison et contre-saison sexuelle).



**Figure 2. Relation entre l'intervalle entre le vêlage et l'œstrus et la condition corporelle selon le niveau nutritionnel chez la vache (adapté de Short et al., 1990)**

L'alimentation et la condition corporelle influencent donc individuellement et de pairs les différents aspects de la reproduction des brebis. En effet, l'influence qu'elle exerce sur l'activité ovarienne en période PP permet de réduire la période d'anoestrus et d'augmenter le taux d'ovulation particulièrement chez les brebis de faibles conditions corporelles.

Les relations qui existent entre la condition corporelle, la nutrition et la reproduction sont complexes et encore mal connues. Bien que ce soit l'hypothalamus qui soit l'organe affecté par ces deux paramètres, plusieurs questions restent encore sans réponse. Le niveau de nutrition et la condition corporelle sont donc deux paramètres difficilement dissociables qui ont des impacts importants sur la période PP, c'est-à-dire sur la fertilité et la prolificité durant cette période. Le producteur doit donc s'assurer que ses brebis reçoivent une alimentation pré-saillie qui répondra à leurs besoins, ainsi qu'une condition corporelle adéquate à la saillie pour obtenir des résultats zootechniques en fonction du potentiel génétique de l'animal. Si la condition corporelle ne semble pas adéquate, une augmentation de l'alimentation peut contrebalancer en partie seulement l'effet négatif de la condition corporelle.

#### **2.3.4.5. Effets de l'âge et de la parité**

Selon les recherches de Agabriel (1992) réalisées chez la vache, la parité de la femelle est un facteur important à considérer dans l'évaluation de l'intervalle PP. En effet, ils remarquent que les primipares reprennent une activité ovarienne plus difficilement que les multipares. Par contre, les effets de l'âge ne semblent pas être présents chez les ovins à partir de la deuxième parité. Chez la brebis, les expériences de Mittchel et al. (1998) réalisées avec deux groupes de brebis (4,5 ans et 1,5 ans) démontrent que le retour de l'œstrus lors de l'agnelage d'automne n'est pas influencé par l'âge. L'intervalle entre le premier œstrus a été de 39 jours vs 33 jours et le début de l'activité ovarienne a été de 29 vs 25 jours pour les brebis de 4,5 ans et celles de 1,5 ans respectivement. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Kassem et al. (1989) qui rapportent que l'âge des brebis de 3 à 5 ans n'affecte pas l'intervalle PP. Cependant, Gunn et al. (1969) et plus

récemment Gonzales et al. (1997) observaient que les jeunes brebis avaient besoin d'une condition corporelle plus élevée pour obtenir des performances reproductives similaires aux brebis adultes.

#### **2.3.4.6. Traitements de désaisonnement (éponge vaginale)**

La production ovine, dans un système de régie intensive telle qu'elle est pratiquée au Québec, nécessite diverses techniques de désaisonnement pour permettre la reproduction sur toute l'année. L'impact de l'utilisation de celles-ci sur l'intervalle PP a été évalué à quelques reprises dans divers pays. L'éponge vaginale imprégnée d'un progestagène synthétique (acétate de médroxyprogestérone) placée dans le vagin de la brebis pendant 14 jours est la technique de désaisonnement la plus utilisée au Québec. Bien que la capacité de l'épithélium vaginal à absorber le progestagène n'ait pas été altérée avec le temps après la parturition, l'éponge vaginale tend à former une barrière physique au rejet des détritres associés à l'involution de l'utérus en début de période PP (Wallace et al., 1989a).

En contre-saison, Wallace et al. (1989a) montrent que le nombre de cycles courts est plus élevé chez la brebis où l'on a induit l'ovulation à 28 jours PP comparativement à celles synchronisées à 35 et 41 jours PP. Ceci nous laisse croire, malgré l'effet positif de la progestérone en contre-saison, qu'il est difficile d'induire des cycles normaux avant une certaine période PP. La fertilité et la prolificité des brebis induites en contre-saison sexuelle seraient aussi affectées par l'intervalle PP. Les résultats de Cornu et Cognié (1984) obtenus avec des brebis Romanov indiquent clairement que la production augmente avec l'allongement de l'intervalle PP. Ainsi, lors de la comparaison de trois intervalles de saillie (50, 65 et 80 jours PP), ils rapportent une augmentation du taux de fertilité (41, 67.6, et 86.4 respectivement) et du taux de prolificité (2.0, 2.3 et 2.7). Ils expliquent leurs résultats par une amélioration du taux de fertilisation et/ou de survie embryonnaire. Une autre expérience réalisée avec des brebis Awassi en contre-saison (Kassem et al., 1989) montre une augmentation du pourcentage d'œstrus et du taux de conception avec l'allongement de la période entre l'agnelage et le traitement de

MAP+PMSG (traitement réalisé à 1, 2 et 3 mois PP).

Chez des vaches primipares, Humblot et al. (1996) présentent une augmentation du taux de gestation avec l'augmentation de l'intervalle vêlage-saillie synchronisée. Ils expliquent leurs résultats par une augmentation du nombre de vaches cycliques au début du traitement hormonal. Saives et al. (1996) mentionnent que le taux d'ovulation est réduit lorsque les vaches primipares reçoivent un traitement de progestagène et sont accouplées avant 72 jours PP.

## **2.4. Systèmes d'agnelages accélérés**

Les systèmes d'agnelages accélérés sont généralement mis en place pour augmenter la productivité annuelle des troupeaux et favoriser le développement des marchés. Nombreux sont les chercheurs qui ont tenté de créer des systèmes d'agnelages accélérés pour améliorer la rentabilité économique des entreprises. Bien que le système comportant trois agnelages en deux ans permette d'obtenir des résultats satisfaisants, la mise en place d'autres systèmes plus rapides (intervalle PP plus court) n'ont généralement pas permis d'augmenter les résultats zootechniques.

Fahmy et Lavallé (1990), lors d'une expérience sur l'utilisation d'un système de reproduction accéléré, ont démontré que la fertilité des brebis était plus faible lors d'un régime de cinq agnelages en trois ans (79%) comparativement au système de trois agnelages en deux ans (98%). De plus, ils ont démontré, avec des brebis Polypay sous un régime de trois agnelages en deux ans, qu'il est possible de produire plus de kilogrammes d'agneaux sevrés à 100 jours que sous un régime plus intensif. Leurs conclusions les amènent à croire qu'il n'y pas d'avantage économique à augmenter la fréquence des agnelages à moins d'améliorer la fertilité. Ceci semble en accord avec les recherches de Lewis et al. (1996) qui démontrent qu'il est difficile d'appliquer un système de production intensive en bergerie. Le système d'agnelages accéléré STAR étudié dans leur recherche proposait la production de cinq agnelages en trois ans. Les résultats obtenus de 0.98 agnelages/brebis/année, 1.5 agneaux nés/brebis/année, 1.23 élevés/brebis/année et

19.6 kilogrammes d'agneaux sevrés par année s'avèrent inférieurs aux résultats escomptés par ce type de régie. Les performances de reproduction des recherches réalisées par Iniguez et al. (1986) lors de l'évaluation de deux systèmes d'agnelage intensifs (Morlam (exposition continue aux béliers) et Camal (intervalles entre les agnelages de 6, 8 et 10 mois pour les trois premières saisons de reproduction)) ont également été inférieures à celles escomptées dans une régie de trois agnelages en deux ans. Ceux-ci ont permis d'obtenir 1.28 et 1.21 agnelages/brebis/année respectivement.

Dans l'étude de Cornu et Cognié, (1984), ils font état que le taux de mortalité embryonnaire durant la contre-saison sexuelle est plus faible chez les brebis saillies à partir de 80 jours PP et que ce taux serait similaire à ce que l'on peut observer chez une brebis tarie. Lors de l'utilisation de traitements progestatifs à 14, 44 ou 74 jours PP (saillies à 1, 2 ou 3 mois PP), Kallem et al. (1989) démontraient également que les brebis Awassi synchronisées à 3 mois PP ont des meilleurs taux de conception (93.6%) que ceux synchronisées à 1 mois et 2 mois PP (40.2% et 73.9% respectivement). Chez des brebis en anoestrus saisonnier, Wright et al. (1989) ont remarqué un taux de gestation significativement plus faible chez les brebis saillies avant 40 jours PP que chez les brebis saillies entre 41 et 70 jours PP (17,2% vs 57,3%).

L'ensemble de la littérature scientifique nous montre donc une diminution des performances reproductives des troupeaux ovins lorsqu'un système plus intensif que le trois agnelages en deux ans est instauré. Bien que les résultats peuvent varier, il semble particulièrement claire dans ces expériences que la réduction de l'intervalle PP ne permet pas d'augmenter le nombre de kilogrammes d'agneaux produits par brebis par année.

## 2.5. Conclusions et hypothèses de travail

L'anoestrus PP est donc un phénomène complexe contrôlé par une série de facteurs qui agissent individuellement ou de concert pour réduire le potentiel de production de la brebis. Plusieurs de ces facteurs qui affectent la durée de l'anoestrus PP ne peuvent pas être éliminés, par contre ils doivent être pris en considération dans le choix d'un plan de régulation de la reproduction. L'objectif pour le producteur est donc de trouver l'intervalle PP idéal pour maximiser le nombre de kilogrammes d'agneaux produits par l'ensemble de ses brebis annuellement et ceci, en s'assurant d'une durée de vie productive de l'animal satisfaisante. De plus, celui-ci doit tenir compte de la rentabilité du système de production, c'est-à-dire des coûts nécessaires à l'intensification de la production principalement en contre-saison sexuelle.

Quatre phases sont caractéristiques de l'intervalle PP chez la brebis : 1) le retour des fonctions de l'axe hypothalamo-hypophysaire-ovarien ; 2) l'involution utérine ; 3) les fonctions lutéales anormales ; 4) l'anoestrus général qui est caractérisé par l'effet individuel ou cumulatif de plusieurs paramètres environnementaux et génétiques. Après l'agnelage, les brebis sont donc infertiles pour une période variable.

Le retour des activités de l'axe hypothalamo-hypophysaire, bien qu'il ne soit pas directement impliqué lors de la remise à la saillie, caractérise le début de la période PP. C'est la diminution de la production et de l'accumulation de la LH par l'adénohypophyse qui est caractéristique de cette période. Elle est reliée directement à l'absence d'ovulation durant cette période. Ceci serait principalement provoqué par une diminution de la production de GnRH par l'hypothalamus et une diminution de la sensibilité de la glande pituitaire à la GnRH durant la gestation chez la brebis. L'augmentation de la sécrétion de GnRH avec l'évolution de la période PP serait par contre la principale cause de l'absence de cyclicité PP puisque la réduction de la sensibilité de l'adénohypophyse à la GnRH se déroule durant une période où l'emménagement de la LH n'est pas terminée.

Cette diminution de la libération de la LH durant les 3-5 semaines PP pourrait être due à une altération de la réponse de l'axe hypothalamo-hypophysaire provoquée par un effet négatif des œstrogènes similaire à celui retrouvé en contre-saison sexuelle et/ou par une diminution des stimulations oestrogéniques (effets positifs de l'œstradiol). Le phénomène rapporté chez la vache et le mouton reste encore mal expliqué puisque rares sont les articles qui font la lumière entre l'effet à la fois positif et négatif de l'œstradiol au niveau de l'axe hypothalamo-hypophysaire. Cependant, les effets du corps jaune de la gestation précédente et des hormones thyroïdiennes entraînent d'autres questions quant à leurs effets sur l'anoestrus PP.

L'involution de l'utérus a aussi sa part de responsabilités dans l'anoestrus PP de la brebis. Suite à la gestation, une période de 30-40 jours est nécessaire pour l'obtention d'un poids d'utérus normal et pour la remise en place des conditions macroscopiques et microscopiques normales de l'utérus. Bien que la lactation affecte peu le retour à des conditions utérines adéquates, la saison serait un paramètre à considérer. En plus de ne pas favoriser l'implantation de l'embryon, des conditions utérines inadéquates affecteraient la fertilisation des oocytes en altérant le transport des spermatozoïdes vers l'oviducte.

La présence de cycles courts lors de la reprise de l'activité ovarienne est caractéristique de la période PP. En effet, les premières ovulations sont généralement suivies de cycles courts caractérisés par la mort prématurée du corps jaune au milieu de la phase lutéale. Trois causes majeures ont été identifiées: un support gonadotrope inadéquat, une incapacité du corps jaune à répondre aux gonadotrophines et une libération prématurée de  $\text{PGF}_2$  par l'utérus. Chaque facteur semble avoir son importance, par contre l'effet de l'ablation de l'utérus après la gestation vient confirmer que la sécrétion continue de  $\text{PGF}_2$  après l'agnelage est le premier responsable de la présence des corps jaunes anormaux.

La période d'anoestrus PP est une période variable en fonction de la présence ou de l'absence de certains paramètres impliqués dans le retour des conditions propices à la

l'ovulation, à la fertilisation des ovules et à l'établissement de la gestation. Comme il a été mentionné auparavant, la saison est l'un des paramètres incontournables affectant la longueur de l'anoestrus PP. Comparativement à la vache, l'anoestrus PP de la brebis est en plus affecté par l'anoestrus saisonnier, ce qui vient amplifier le phénomène. En effet, en contre-saison sexuelle, l'anoestrus PP est renforcé par l'anoestrus saisonnier, ce qui permet plus difficilement aux fonctions reproductives de reprendre dans une courte période. Il est possible de stipuler que l'influence de la saison sur l'intervalle PP peut-être relié à l'influence de la race en présence. Malgré ceci, l'influence de la race reste un paramètre mineur dans la durée de l'anoestrus PP.

La lactation est aussi un paramètre qui influence la durée de l'intervalle PP. Son influence peut être séparée en deux composantes, c'est-à-dire la durée de la lactation et la fréquence des allaitements. Malgré que certains articles aient présenté un effet de la fréquence des allaitements, la durée de la lactation est le paramètre qui affecte le plus le retour des conditions endocriniennes nécessaires au retour de la cyclicité ovarienne. En général, il est admis que le retour de la cyclicité ovarienne se réalise à l'intérieur d'une période de 3 à 5 semaines PP chez des brebis taries à l'agnelage et que ce délai est augmenté d'environ 3 semaines lorsque les brebis allaitent. C'est en contre-saison sexuelle qu'un sevrage précoce semble diminuer le plus la période d'inactivité sexuelle chez la brebis. Malgré ceci, certaines recherches ont rapporté une diminution du taux de fertilité et de prolificité chez les brebis taries à l'agnelage. Chez la brebis, contrairement à la truie, la prolactine libérée hors de la lactation n'a pas été identifiée comme la cause première de l'allongement de la période avant le retour de l'activité ovarienne. Bien qu'elle semble avoir des effets sur l'axe hypothalamo-hypophysaire-ovarien dans certaines expériences, l'abolition de celle-ci ne donne pas de résultats concluants. L'hypothèse la plus logique serait reliée à la production laitière des brebis, puisque l'effet de la prolactine est présente principalement chez les races laitières. Une hypothèse qui a déjà été validée chez la vache laitière.

Les effets de la nutrition et de condition corporelle sur l'intervalle PP ont été rapportés à plusieurs reprises dans la littérature scientifique. Bien qu'il soit généralement accepté

qu'une diminution du contenu en énergie de la ration ait des effets sur la reprise des activités œstrales de la brebis et sur le taux d'ovulation, la modification du contenu de la ration en protéine n'a pas permis de modifier l'intervalle au premier œstrus. Concernant les effets de la condition corporelle, il est admis qu'une augmentation de celle-ci permet d'améliorer les performances reproductives des brebis. Étant donné que l'augmentation de la condition corporelle se déroule généralement après la période de lactation, il est possible de faire une relation entre celle-ci et l'intervalle PP. Normalement, une condition corporelle de 3 permet d'obtenir des taux de fertilité et de prolificité supérieurs à ceux obtenus avec une condition corporelle en dessous de 2. Bien que l'effet de la nutrition et de la condition corporelle semblent présenter des effets individuels, quelques expériences chez la vache et la brebis indiquent qu'ils agiraient en interaction avec la condition corporelle. En général, il est admis qu'un état de chair adéquat (environ 3.0) et un niveau d'énergie ingéré élevé durant la période PP permettent d'augmenter les performances globales. Les mécanismes par lesquels l'énergie et la condition corporelle agissent au niveau de l'axe hypothalamo-hypophysaire restent encore mal compris. La présence de la leptine, une hormone récemment découverte, expliquerait peut-être la relation entre le niveau énergétique, la condition corporelle et la régulation de l'axe hypothalamo-hypophysaire.

C'est donc une série de facteurs qui agissent individuellement ou en interaction qui affecte la durée de l'intervalle PP. Bien qu'il ait été déterminé que l'ovulation et la gestation pouvaient être établies avant 90 jours PP, les faibles résultats obtenus lors de l'utilisation de systèmes d'agnelages accélérés plus intensifs que le traditionnel trois agnelages en deux ans (intervalle de 90 jours entre l'agnelage et la saillie fécondante) montrent généralement une baisse de la production annuelle. Même avec l'utilisation de race bien désaisonnée telle que la Polypay, une diminution est enregistrée.

L'infertilité PP peut être un réel problème dans l'efficacité d'un système de production accéléré, principalement en contre-saison lors de l'utilisation de méthodes de désaisonnement qui induisent en général un seul œstrus (un cycle). Il ne suffit pas que les brebis aient une ovulation, il faut qu'elles soient en mesure de produire un maximum de

kilogrammes d'agneaux annuellement. Bien que le respect de la période d'involution utérine et de celle reliée à la présence de cycles courts soit primordial, il reste qu'ils sont difficilement négligeables. Des décisions doivent donc être prises selon la race, la saison, le statut physiologique, la nutrition et l'état corporel de l'animal pour permettre aux producteurs d'obtenir une rentabilité dans leur production.

Devant l'intensification de la production ovine et la volonté des producteurs d'atteindre une meilleure rentabilité économique, il est devenu primordial de connaître l'intervalle post-partum qui permettra d'augmenter le nombre de kilogrammes d'agneaux produits annuellement par brebis. La présente revue de littérature a permis de constater l'importance de plusieurs facteurs et leur variabilité dans le retour des conditions essentielles à la mise en place de la gestation. À l'heure actuelle, aucune recherche n'a permis de connaître l'intervalle optimal entre l'agnelage et la remise à la saillie dans le contexte d'accroissement de la productivité des troupeaux québécois. Notre objectif est donc de déterminer l'intervalle post-partum optimal à chacune des saillies dans un système de trois agnelages en deux ans.

## **2.6. Bibliographie de la revue de littérature**

**Abecia, J.A., Forcada, L., Zarazaga, L. and Lozano, J.M. 1993.** Effect of plane of protein after weaning on resumption of reproductive activity in Rasa Aragonesa ewes lambing in late spring. *Therio.* 39: 463-473.

**Acosta, B., Tarnavsky, G.K., Platt, T.E., Hamernik, D.L. and Brown, J.L. 1983.** Nursing enhances the negative effect of estrogens on LH (luteinizing hormone) release in the cow. *J. Anim. Sci.* 57: 1530-1536.

**Agabriel, J. 1992.** The relationship between body condition and the inter calving period in milking cow. A two year study. *INRA Prod. Anim.* 5: 355-369.

**Akinbami, M.A., Meredith, S., Warren, J.E., Day, B.N. and Ganjam, V.K. 1992.** Leukocyte concentrations and vascular permeability of the uterin in postpartum ewes. *J Anim. Sci.* 70 (Suppl.1): 62.

**Akinbami, M.A., Kiesling, D.O., Meredith, S., Warren, J.E. and Day, B.N. 1996.** Embryonic survival in uterus of ewes inseminated at the uterotubal junction on day 32 post partum. *Therio.* 45: 1129-1139.

**Al-Gubory, K.H. and Martinet, J. 1986.** Comparison of the total ovarian follicular population at day 140 of pregnancy and at day 5 post partum in ewes. *Therio.* 25: 795-808.

**Al-Gubory, K.H., Blanc, M.R., and Martinet, J. 1989.** Role of the corpus luteum of pregnancy in controlling pituitary gonadotrophin secretion during the early post-partum period in the ewe. *J. Reprod. Fert.* 86: 697-703.

**Al-Gubory, K.H., Blanc, M.R. and Poirier, J.C. 1994a.** Effects of pregnancy and hysterectomy on pituitary gonadotrophin secretion in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 35: 209-222.

**Al-Gabory, K.H., Driancourt, M.A., Antoine, M., Martal, J. and Neimer, N. 1994b.** Evidence of non-steroidal factor from corpus luteum of pregnant sheep inhibits aromatase activity of ovarian follicles in vitro. *J. Reprod. Fert.* 100: 51-56.

**Al-Gobury, K.H., Machelon, V. and Nome, F. 1995.** Evidence that a non-steroidal factor from ovine placenta inhibits aromatase activity of granulosa cells in vitro. *Acad. Sci. (Paris)* 318: 91-98.

**Amir, D. and Gacitua, H. 1987.** Sexual activity of Assay ewes after October and february lambings. *Therio.* 27: 377-382.

**Armstrong, J.D., Goodall, E.A., Gordon, F.J., Rice, D.A. and McCaughey, W.J. 1990.** The effect of level of concentrate offered and inclusion of maize gluten or fish meal in the concentrate on reproductive performance and blood parameters of dairy cows. *Anim. Prod.* 50: 1-10.

**Ayad, V.J., Matthews, E.L., Wathes, D.C., Parkinson, T.J. and Wild, M.L. 1991.** Autoradiographical localization of oxytocin receptor in the endometrium during the oestrous cycle of the ewe. *J. Endo.* 130: 199-206.

**Baird, D.T. 1978.** Pulsatile secretion of LH and ovarian estradiol during the follicular phase of sheep estrous cycle. *Biol. Reprod.* 18: 359-364.

**Barrell, G.K., Moenter, S.M., Caraty, A. and Karsch, F.J. 1992.** Seasonal changes of gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe. *Biol. Reprod.* 46: 1130-1135.

**Bartlewski, P.M., Beard, A.P., Cook, S.J. and Rawling, N.C. 1998.** Ovarian follicular dynamiBC during anoestrus in ewes. *J. Reprod. Fert.* 2: 275-285.

- Beard, A.P. and Hunter, M.G. 1994.** Effects of bovine follicular fluid and exogenous estradiol on the GnRH induced short luteal phase in anestrus ewes. *J. Reprod. Fert.* 100: 211-217.
- Bekeova, E., Krajnicakova, M., Hendrichovsky, V. and Maracek, I. 1995.** The effect of long-acting oxytocin, GnRH and FSH administration on thyroxin, Triiodothyronin, oestradiol 17- $\beta$  and progesterone levels as well as conception rates in post-partum ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 37:311-323.
- Ben-Jonathan, N. 1985.** Dopamine: A prolactin inhibiting hormone. *Endo. Rev.* 6: 54-65.
- Bocquier, F., Kann, G. and Thimonier, J. 1993.** Effect of body composition variations on the duration of the postpartum anovulatory period in milked ewes submitted to two different photoperiods. *Reprod. Nutr. Dev.* 33: 395-403.
- Braden, T.D., Sawyer, H.R. and Niswender, G.D. 1989.** Functional and morphological characteristics of the first corpus luteum formed after parturition in ewes. *J. Reprod. Fert.* 86: 525-533.
- Bruckental, I., Drori, D., Kaim, M., Lehrer, H. and Folman, Y. 1989.** Effects of source and level of protein on milk yield and reproductive performance of high-producing primiparous and multiparous dairy cows. *Anim. Prod.* 48: 319-329.
- Carruthers, T.D., Manns, J.G. and Rutter, L.M. 1986.** Failure of human chorionic gonadotropin injections to sustain gonadotropin-releasing hormone-induced corpora lutea in postpartum beef cows. *Biol. Reprod.* 35: 846-849.
- Chamley, W.A. 1978.** Effect of prolactin on the LH response to synthetic LH-RH in the ovariectomized ewes. *J. Reprod. Fert.* 52: 301-304.

**Chemineau, P., Blanc, M., Caraty, A., Bruneau, G. and Monget, P. 1999.** Sous-nutrition, reproduction et système nerveux central chez les mammifères : rôle de la leptine. *Prod. Anim.* 12: 217-223.

**Chilliard, Y., Bocquier, F., Delavaud, C., Faulconnier, Y., Bonnet, M., Guerre-Millo, M. Martin, P. and Ferlay, A. 1999.** La leptine chez le ruminant. Facteurs de variation physiologiques et nutritionnels. *INRA Prod. Anim.* 12: 225-237.

**Clarke, I.J. and Cummins, J.T. 1982.** The temporal relationship between gonadotropin releasing hormone (GnRH) and luteinizing hormone (LH) secretion in ovariectomized ewes. *Endo.* 111: 1737-1739.

**Clarke, I.J., Wright, P.J., Chamley, W.A. and Burman, K. 1984.** Difference in the reproductive endocrine status of ewes in the early post-partum period and during seasonal anestrus. *J. Reprod. Fert.* 70: 591-597.

**Clarke, I.J., Thomas, G.B., Yoa, B. and Cumming, J.T. 1987.** GnRH secretion through the ovine oestrus cycle. *Neuro. Endo.* 47: 82-88.

**Cognié, Y., Hernandez-Barreto, M. and Saumande, J. 1975.** Low fertility in nursing ewe during the non-breeding season. *Ann. Biol. Anim. Biochim.* 15: 329-343.

**Copelin, J.P., Smith, M.F., Garverich, G.A., Yougquist, R.S., Mc Vey, Jr., W.R. and Inskoop, E.K. 1988.** Responsiveness of bovine corpora lutea to prostaglandin F<sub>2</sub> alpha: comparison of corpora lutea anticipated to have short or normal lifespans. *J. Anim. Sci.* 64: 1236-1243.

**Cornu, C. and Cognié, Y. 1984.** The utilization of Romanov sheep in a system of integrated husbandry. In : The genetic reproduction in sheep. Eds. Land, R.B. and Robisson, D.W., Butterworths London: 383-389.

**Crowder, M.E., Gilles, P.A., Tamanini, C. and Nett, T.M. 1982.** Pituitary content of gonadotropins and GnRH-receptors in pregnant, post-partum and steroid-treated OVX ewes. *J. Anim. Sci.* 54: 1235-1242.

**Deaver, D.R. and Dailey, R.A. 1982.** Effects of dopamine, norepinephrine and serotonin on plasma concentrations of luteinizing hormone and prolactin in ovariectomized and anestrous ewes. *Biol. Reprod.* 27: 624-632.

**Diekman, M.A. and Malven, P.V. 1973.** Effects of ovariectomy and estradiol on LH patterns in ewes. *J. Anim. Sci.* 37: 562-570.

**Djemali, M., Freeman, A.E. and Berger, P.J. 1987.** Reporting of dystocia scores and effects of dystocia on production, days open, and days dry from dairy herd improvement data. *J. Dairy Sci.* 70: 2127-2131.

**Driancourt, M.A. and Avdi, M. 1993.** Effect of the physiological stage of the ewe on the number of follicles ovulating following hCG injection. *Anim. Reprod. Sci.* 32: 227-236.

**Dufour, J.J. 1974.** The duration of the breeding season of four breeds of sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 54: 389-392.

**Dufour, J.J. 1975.** Effects of seasons on post-partum characteristics of sheep being selected for year-round breeding and puberty of their female progeny. *Can. J. Anim. Sci.* 55: 487-492.

**Dunn, T.G. and Moss, G.E. 1992.** Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J. Anim. Sci.* 70: 1580-1593.

**Dzabirski, V. and Notter, D.R. 1989.** Effects of breed and times lambing on spring estrous activity in mature ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 19: 99-108.

- English, J., Arendt, J., Symons, A.M., Poulton, A.L. and Tobler, I. 1988.** Pineal and ovarian response to 22- and 24-h days in the ewe. *Biol. Reprod.* 39: 9-18.
- Fahmy, M.H. and Lavallée, D. 1990.** Productivity of Polypay, Dorset and Polypay-Dorset ewes under two accelerated breeding systems. *Small Rum. Res.* 3: 269-281.
- Fitz, T.A., Mayan, M.H., Sawyer, H.R. and Niswender, G.D. 1982.** Characterisation of two steroidogenic cell types in the ovine corpus luteum. *Biol. Reprod.* 27: 703-711.
- Fogarty, N.M., Hall, D.G., Dawe, S.T., Atkinson, W. and Allan, C. 1992.** Management of highly fecund ewe types and their lambs for 8 monthly. *Aust. J. Exp. Agric.* 32: 421-428.
- Ford, J.J. 1979.** Postpartum performance reproductive of finn-sheep crossbred ewes. *J. Anim. Sci.* 49: 1043-1050.
- Foxcroft, G. 1992.** Nutritional and lactation regulation of fertility in sows. *J. Reprod. Fert. Supp.* 45:113-125.
- Fraser, H.M. and McNeilly, A.S. 1982.** Effect of immunoneutralization of luteinizing hormone releasing hormone on the estrogen-induced luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone surges in the ewe. *Biol. Reprod.* 27: 548-555.
- Fray, M.D., Lamming, G.E. and Haresign, W. 1995.** Induction of ovulation in the acyclic postpartum ewe following continuous, low-dose subcutaneous infusion of GnRH. *Therio.* 43: 1019-1030.
- Fray, M.D., Lamming, G.E. and Haresign, W. 1996.** Inter-breed variation in the postpartum ewe response to continuous low dose infusion of GnRH. *Therio.* 45: 1047-1064.

**Fredriksson, G. 1985.** Release of PGF2 during the post-partum period in the ewe. *Therio.* 24: 331-335.

**Gonzalez, R.E., Labuonora, D. and Russel, A.J.F. 1997.** The effect of the ewe live weight and body condition around mating on production from four sheep breeds in extensive grazing systems in Uruguay. *Anim. Sci.* 64: 139-145.

**Grimard, B., Humblot, P., Mialot, J.P., Ponter, A.A., Sauvant, D. and Thibier, M. 1997.** Facteurs de variation de la durée de l'anoestrus postpartum and de la fertilité à l'oestrus induit chez la vache allaitante: importance du niveau d'énergie. *Renc Rech. Rum.* 1: 249-252.

**Gunn R.G., Doney, J.M. and Russel, J.F. 1969.** Fertility in Scottish Blackface ewes as influenced by nutrition and body condition at mating. *J. Agric. Sci. Camb.* 73: 289-294.

**Gunn, R.G. and Maxwell, T.J. 1989.** A note on the effect of the direction of live-weight change about the time of mating on the reproductive performance of Greyface ewes. *Amin. Prod.* . 48: 471-474.

**Gunn, R.G., Smith, W.F., Senior, A.J., Barthram, E., Sim, D.A. and Hunter, E.A. 1991.** Pre-mating herbage intake and the reproductive performance of North Country Cheviot ewes in different levels of body condition. *Anim. Prod.* 52: 149-156.

**Hamadeh, S.K., Barbour, E.K., Abi Said, M. and Daadaa, K. 1996.** Reproduction performance of post-partum Awassi ewes under different lambing regimes. *Small Rum. Res.* 19: 149-154.

**Harrison, R.O., Young, J.W., Freeman, A.E. and Ford, S.P. 1989.** Effects of lactational level on reactivation of ovarian function, and interval from parturition to first visual oestrus and conception in high-producing Holstein cows. *Anim. Prod.* 49: 23-28.

**Holcombe, D.W., Hallford, D.M. and Hoefler, W.C. 1989.** Effects of exogenous ovine growth hormone on reproduction, serum hormone profiles and milk characteristics in early-postpartum Fine-Wool ewes nursing single or twin offspring. *Therio.* 31: 843-854.

**Hulet, C.V., Stellflug, J.N. and Knight, A.D. 1983.** Effect of time of early weaning and time of lambing accelerated lambing in Polypay sheep. *Therio.* 20: 141-148.

**Humblot, P., Grimard, B., Ribon, O., Hochereau, P., Dervishi, V. and Thibier, M. 1996.** Sources of variation of post-partum cyclicity, ovulation and pregnancy rates in primiparous Charolais cows treated with norgestomet implants and PMSG. *Therio.* 46: 1085-1096.

**Hunter, G.L. and Van Aarde, I.M.R. 1973.** Influence of season of lambing on post-partum intervals to ovulation and oestrus in lactating and dry ewes at different nutritional levels. *J. Reprod. Fert.* 32: 1-8.

**Iniguez, L.C., Quaas, R.L. and Van Vleck, L.D. 1986.** Lambing performance of Morlan and Dorset ewes under accelerated lambing systems. *J. Anim. Sci.* 63: 1769-1778.

**Jenkin, G., Heap, R.B. and Symons, D.B.A. 1977.** Pituitary responsiveness to synthetic LHRH and pituitary LH content at various reproductive stages in the sheep. *J. Reprod. Fert.* 49: 207-214.

**Jenkins, T.G. and Ford, J.J. 1982.** Estrous characteristics of Finnsheep crossbred and Morlam ewes. *J. Anim. Sci.* 55: 741-744.

**Kais, H. and Al-Gubory, K.H. 1997.** Lack of suppressive action of luteal factor from sheep corpus luteum on LH response to exogenous LHRH and ovariectomized, pregnant and post-partum ewes. *Europ. J. Endo.* 136: 114-120.

- Kamel F. and Krey L.C., 1982.** Intracellulaire receptors mediate gonadal steroid modulation of GnRH-induced LH release. *Mol. Cell. Endo.* 28: 471-480.
- Karsch, F.J., Legan, S.J., Ryan, K.D. and Foster, D.L. 1980.** Importance of estradiol and progesterone in regulating LH (luteinizing hormone) secretion and estrous behaviour during the sheep estrous cycle. *Biol. Reprod.* 23: 404-413.
- Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L., Goodman, R.L., Legan, S.J. and Robinson, J.E. 1984.** Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Rec. Prog. Horm. Res.* 40: 185-232.
- Karsch, F.J., Bowen, J.M., Caraty, A., Evans, N.P. and Moenter, S.M. 1997.** Gonadotropin-releasing hormone requirements for ovulation. *Biol. Reprod.* 56: 303-309.
- Kassem, R., Owen, B.J. and Fadel, I. 1989.** Rebreeding activity in milking Awassi ewes under semi-arid conditions. *Anim. Prod.* 49: 89-93.
- Kiesling, D.O., Meredith, S. and Swarth, H.A. 1993.** Aureomycin treatment during pregnancy in ewes increase fertilisation rate following insemination at the utero tubal junction on postpartum day 20. *J. Anim. Sci. (suppl 1):* 221 (abstract).
- Kiracofe, G.H.. 1980.** Uterine involution: it's role in regulation postpartum intervals. *J. Anim. Sci.* 51(suppl 2): 16-28.
- Kridli, R.T. and Hallford, D.M. 1997.** Luteinizing hormone and ovarian responses of early postpartum Dedouillet ewes treated with cyproheptadine and (or) melatonin. *J. Anim. Sci.* 75: 2535-2540.
- Legan, S.J., Karsch, F.j. and Foster, D.L. 1977.** The endocrine control of seasonal reproductive function in the ewe : a marked change in response to the negative feedback action of oestradiol on luteinizing hormone secretion. *Endo.* 101: 818-825.

**Legan, S.J., Goodman, R.L., Ryan, K.D., Foster, D.L. and Karsch, F.J. 1985.** Can the transition into anestrus in the ewe be accounted for solely by insufficient tonic LH secretion? *J. Endo.* 106: 55-60.

**Lewis, G.S. and Bolt, D.J. 1983.** Effect of suckling on postpartum changes in 13, 14-dihydro-15-keto-PGF<sub>2</sub> and progesterone and induced release of gonadotropins in autumn-lambing ewes. *J. Anim. Sci.* 57: 673-682.

**Lewis, G.S. and Bolt, D.J. 1987.** Effect of suckling, progestagen-impregnated pessaries or hysterectomy on ovarian function in autumn-lambing post-partum ewes. *J. Anim. Sci.* 64: 216-225.

**Lewis, R.M., Notter, D.R., Hogue, D.E. and Magee, B.H. 1996.** Ewe fertility in the star accelerated lambing system. *J. Anim. Sci.* 74: 1511-1522.

**Lucy, M.C., Staples, C.R., Thatcher, W.W., Erickson, P.S., Cleale, R.M., Firkins, J.L., Clark, J.H., Murphy, M.R. and Brodie, B.O. 1992.** Influence of diet composition, dry-matter intake, milk production and energy balance on time of post-partum ovulation and fertility in dairy cows. *Anim. Prod.* 54: 323-331.

**Mandiki, S.N.M., Bister, J.L., Demeyer, R. and Paquay, R. 1988.** Effects of suckling on resumption of reproductive activity in Texel ewes. *Proc. 3rd World Congress of sheep and beef cattle breeding.* Vol.2: 717-720.

**Mandiki, S.N.M., Fossion, M. and Paquay, R. 1989.** Daily variation in Suckling behaviour and relationship between suckling intensity and lactation anestrus in Texel ewes. *Applied Anim. Behav. Sci.* 23: 247-255.

**Mandiki, S.N.M., Bister, J.L. and Paquay, R. 1990.** Effects of suckling mode on endocrine control of reproduction activity resumption in Texel ewes lambing in July or - November. *Therio.* 33: 397-413.

**Mandiki, S.N.M., Bister, J.L. and Paquay, R. 1993.** Effects of hormonal manipulation on the resumption of postpartum reproductive activity in Texel ewes. *Therio.* 40: 607-620.

**Mandiki, S.N.M., Bister, J.L. and Paquay, R. 1995.** Effects of progesterone treatment on ovarian and oestrus activity and on LH pulsativity and PGF<sub>2</sub> concentration in suckling and non-suckling Texel ewes. *Small Rum. Res.* 15: 265-272.

**Mbayahaga, J., Mandiki, S.N.M., Bister, J.L. and Paquay, R. 1998.** Body weight, oestrous and ovarian activity in local Burudian ewes and goats after parturition in the dry season. *Anim. Reprod. Sci.* 51: 289-300.

**McLeod, B.J. and Haresign, W. 1984.** Evidence that progesterone may influence subsequent luteal function in the ewe by modulating preovulatory follicle development. *J. Reprod. Fert.* 71: 381-386.

**McNeilly, A.S., Hunter, M., Land, R.B. and Fraser, H.M. 1981.** Inadequate corpus luteum function after the induction of ovulation in anoestrous ewes by LH-RH or /and LH-RH (luteinizing hormone-releasing hormone) agonist. *J. Reprod. Fert.* 63: 128-136.

**McNeilly, A.S. and Baird, D.T. 1983.** Direct effect of prolactin, induced by TRH injection, on ovarian oestradiol secretion in the ewe. *J. Reprod. Fert.* 69: 559-568.

**McNeilly, A.S. 1989.** Suckling and the control of gonadotropin secretion. In: *The Physiology of Reproduction.* ed. Knobil, E. and Neil, J. New York: 2323-2349.

**Merrel, B.G. 1990.** The effect of duration of flushing period and stocking rate on reproductive performances of Scottish Blackface ewes. In: *New development in sheep production.* BSAP Symposium, Malian. pp: 138-141.

**Mialon, M.M., Renand, G., Krauss, D. and Menissier, F. 1996.** BC and variability of the post-partum recovery of sexual activity of suckling Charolais cows in experimental herd. *Renc Rech. Rum.* 3: 175-178.

**Mitchell, L.M., King, M.E., Gebbie, F.E., Ranilla, M.J. and Robinson, J.J. 1998.** Resumption of oestrous and ovarian cyclicity during the post-partum period in autumn-lambing ewes is not influenced by age or dietary protein content. *Anim. Sci.* 67: 65-72.

**Molina, A., Gallego, L., Torres, A. and Vergara, H. 1994.** Effect of mating season and level of body reserves on fertility and prolificity of Manchega ewes. *Smal. Rum. Res.* 14: 209-217.

**Moss, G.E., Adam, T.E., Niswender, G.D. and Nett, T.M. 1980.** Effects of parturition and suckling on concentration of pituitary gonadotrophins, hypothalamic GnRH and pituitary responsiveness to GnRH. *J. Anim. Sci.* 50: 496-502.

**Nett, T.M. 1987.** Function of hypothalamic-hypophysial axis during the post-partum period in ewes and cows. *J. Reprod. Fert.* 34: 201-213.

**Newton, G.R. Dutt, R.H. and Edgerton, L.A. 1983.** Pituitary sensitivity in spring lambing ewes. *J. Anim. Sci.* 57: 119 (abstract).

**Newton, G.R., Schillo, K.K. and Edgerton, L.A. 1988.** Effects of weaning and naloxone on luteinizing hormone secretion in postpartum ewes. *Biol. Reprod.* 39: 532-535.

**Newton, G.R. and Edgerton, L.A. 1989.** Effects of season and lactation on luteinizing hormone secretion in postpartum ewes. *Therio.* 31: 885-894.

**O'Shea, J.D. and Wright, P.J. 1984.** Involution and degeneration of the endometrium following parturition in ewe. *Cell Tiss. Res.* 236: 477-485.

- Perclaris, G.M. 1988.** Effect of suppression of prolactin on reproductive performance during the postpartum period and seasonal anestrus in dairy ewes. *Therio.* 29: 1317-1326.
- Peters, A.R., Lamming, G.E. and Fisher, M.W. 1981.** A comparison of plasma LH (luteinizing hormone) concentrations in milked and suckling postpartum cows. *J. Reprod. Fert.* 62: 567-573.
- Pope, W.F., McClure, K.E., Hogue, D.E. and Day, M.L. 1989.** Effect of season and lactation on postpartum fertility of Polypay, Dorset, St-Croix and Targhee ewes. *J. Anim. Sci.* 67: 1167-1174.
- Prado, R. Rhind, S.M., Wright, I.A., Russel, A.J.F., McMillen, S.R., Smith, A.J. and McNeilly, A.S. 1990.** Ovarian follicle populations, steroidogenicity and micromorphology at 5 and 9 weeks post partum in beef cows in two levels of body condition. *Anim. Prod.* 51: 103-108.
- Price, C.A. and Webb, R. 1988.** Steroid control of gonadotropin secretion and ovarian function in heifers. *Endo.* 122: 2222-2231.
- Quirke, J.F., Stabenfeldt, G.H. and Bradford, G.E. 1983.** Resumption of ovarian function in autumn lambing Dorset, Rambouillet and Finnish Landrace ewes. *Therio.* 19: 243-248.
- Restall, B.J. 1971.** The effect of lamb removal on reproductive activity in Dorset-Horn Merino after lambing. *J. Reprod. Fert.* 24: 295-301.
- Restall, B.J. and Starr, B.G. 1977.** The influence of season of lambing and lactation on reproductive activity and plasma LH concentrations in Merino ewes. *J. Reprod. Fert.* 49: 297-303.

**Rhind, S.M. 1980.** Effects of season, lactation and plane of nutrition on the reproductive performance and associated plasma LH and progesterone profiles in hormonally treated ewes. *J. Fert. Reprod.* 58: 127-137.

**Rhind, S.M. 1985.** Plasma FSH, LH, prolactin and progesterone profiles of Cheviot ewes with different levels of intake before and after mating, and associated effects on reproductive performance. *Anim. Reprod. Sci.* 8: 301-313.

**Rhind, S.M., McKelvey, W.A.C., McMillen, S., Gunn, R.G. and Elston, D.A. 1989a.** Effect of restricted food intake, before and/or after mating, on the reproductive performance of Greyface ewes. *Anim. Prod.* 48: 149-155.

**Rhind, S.M., McMillen, S., McKelvey, W.A.C., Rodriguez-Herrejon, F.F. and McNeilly, A.S. 1989b.** Effect of body condition of ewes on the secretion of LH and FSH and the pituitary response to gonadotrophin-releasing hormone. *J. Endo.* 120: 497-502.

**Rhind, S.M. 1992.** Nutrition : its effects on reproductive performance and hormonal control in female sheep and goats. In: *Progress in sheep and goat research.* C.A.B. International. p: 25-51.

**Roberts, J.S., McCracken, J.A., Gavagan, J.E. and Soloff, M.S. 1976.** Oxytocin-stimulated release of prostaglandin F<sub>2</sub> from ovine endometrium in-vitro: Correlation with estrous cycle and oxytocin-receptor binding. *Endo.* 99: 1107-1114.

**Robinson, J.J. 1996.** Nutrition and reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 42: 25-34.

**Rubianes, E. and Ungerfeld, R. 1993.** Uterine involution and ovarian changes during early post-partum in autumn-lambing Corriedale ewes. *Theriogenology*, 40: 365-372.

**Rubianes, E., Ungerfeld, R., Vinales, C., Carbajal, B., de Castro, T. and Ibarra, D. 1996.** Uterine involution time and activity in weaned and suckling ewes. *Can. J. Anim. Sci.* 76: 153-155.

**Saives, H., Grimard, B. and Humblot, P., 1996.** Sources de variation de la cyclicité post-partum, de l'induction d'ovulation and du taux de gestation après synchronisation de l'oestrus chez la primipare Limousin. Renc. Rech. Rumin. 3: 194 (abstract).

**Scaramuzzi, R.J., Cognié, Y. and Downing, J.A. 1996.** The ovarian secretion of androstenedione and estradiol during late pregnancy and early post-partum period in sheep with an autotransplanted ovary. Reprod. Nutr. Dev. 36: 531-543.

**Schillo, K.K. 1992.** Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. J. Anim. Sci. 70: 1271-1282.

**Schirar, A., Cognié, Y., Louault, F., Poulin, N., Levasseur, M.C. and Martinet, J. 1989a.** Resumption of oestrous behaviour and cyclic ovarian activity in suckling and non-suckling ewes. J. Reprod. Fert. 87: 789-794.

**Schirar, A., Meusnier, C., Paly, J., Levasseur, M.C. and Martinet, J. 1989b.** Resumption of ovarian activity in post-partum ewes: role of the uterus. Anim. Reprod. Sci. 19: 79-89.

**Schirar, A. and Levasseur, M.C. 1989.** Resumption of ovarian activity in post-partum ewes: carry-over effect of the corpus luteum of pregnancy. Anim. Reprod. Sci. 19: 91-97.

**Schirar, A., Cognié, Y., Louault, F., Poulin, N., Meusnier, C., Levasseur, M.C. and Martinet, J. 1990.** Resumption of gonadotrophin release during the post-partum period in suckling and non-suckling ewes. J. Reprod. Fert. 88: 593-604.

**Sefidbakht, N., Mostafavi, M.S. and Farid, A. 1977.** Effects of season of lambing on post-partum ovulation, conception and follicular development of four fat-fattailed Iranian breeds of Sheep (Karakul, Mehraban, Naeini, Bakhtiari). J. Anim. Sci. 45: 305-310.

**Sharpe, P.H., McKibbin, P.E., Murphy, B.D. and Manns, J.G. 1986a.** First post-partum ovulation and corpora lutea in ewes which lamb in the breeding season. *Ani. Reprod. Sci.* 10: 61-74.

**Sharpe, P.H., Gifford, D.R., Flavel, P.F., Nottle, M.G. and Armstrong, T. 1986b.** Effect of melatonin on postpartum anestrus in beef cows. *Therio.* 26: 621-629.

**Shevah, Y. 1975.** The effects of nutrition on the reproductive performance of Finn x Dorset ewes. II. Post-partum ovarian activity, conception and the plasma concentration of progesterone and LH. *J. Reprod. Fert.* 45:289-299.

**Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Berardinelli, J.G. and Custer, E.E. 1990.** Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in post-partum beef cattle. *J. Amin. Sci.* 68: 799-816.

**Sinclair, K.D., Broadbent, P.J. and Hutchinson, J.S.M. 1994.** The effects of pre- and post-partum energy and protein supply on the blood metabolites and reproductive performance of single and twin-suckling beef cows. *Anim. Prod.*, 59: 391-400.

**Smart, D., Singh, I., Smith, R.F. and Dodson, H. 1994.** Opioids and suckling in relation to inhibition of estradiol induced LH secretion in post-partum ewe. *J. Reprod. Fert.* 101: 115-119.

**Smith, J.F. 1985.** Protein, energy and ovulation rate. Dans R.B. Land and D.W. Robinson (Eds.) *GenetiBC of reproduction in sheep.* Butterworths, London: 349-360.

**Smith, M.F., Garverick, H.A., Youngquist, R.S. and Zahler, W.L. 1986.** Luteinizing hormone receptor concentrations, adenylate cyclase activity and phosphodiesterase activity of bovine corpora lutea: comparison of short and normal estrous cycles. *Dom. Anim. Endo.* 3: 127-133.

**Tasende, C., Meikle, A., Rubianes, E. and Garofalo, G. 1996.** Restoration of estrogen and progesterone uterine receptors during the ovine postpartum period. *Therio.* 45: 1545-1551.

**Tatman, W.R., Judkins, M.B., Dunn, T.G. and Moss, G.E. 1990.** Luteinizing hormone in nutrient-restricted ovariectomized ewes. *J. Anim. Sci.* 68: 1097-1102.

**Troxel, T.R., Opsomer, M.J. and Kesler, D.J. 1984.** The effect of days postpartum, indomethacin and oxytocin on postpartum prostaglandin metabolite concentration in postpartum suckled beef cows. *Therio.* 21: 187-196.

**Turzillo, A.M. and Nett, T.M. 1997.** Effects of bovine follicular fluid and passive immunization against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) on messenger ribonucleic acid for GnRH receptor and gonadotropin subunits in ovariectomized ewes. *Biol. Reprod.*, 56: 11537-1543.

**Wallace, J.M., McNeilly, A.S. and Baird, D.T. 1985.** Ovulation rate and embryo survival in Damline ewes after treatment with bovine follicular fluid in the luteal phase of the oestrous cycle. *J. Reprod. Fert.* 75: 101-109.

**Wallace, J.M., Robinson, J.J., McKelvey, W.A.C. and Aitken, R.P. 1989a.** Studies on increasing Breeding frequency in the ewe. 2. The endocrine status of lactating ewes induced to ovulate 28, 35 or 42 days post-partum. *Amin. Reprod.* 18: 271-283.

**Wallace, J.M., Robinson, J.J. and Aitken, R.P. 1989b.** Successful pregnancies after transfer of embryos recovered from ewes induced to ovulate 24-29 days post partum. *J. Reprod. Fert.* 86: 627-635.

**Wallace, J.M., Robinson J.J. and Aitken, R.P. 1989c.** Does inadequate luteal function limit the establishment of pregnancy in early post-partum ewe. *J. Reprod. Fert.* 85: 229-240.

**Wallace, J.M., Morgan P.J., Helliwell, R., Aitken, R.P., Cheyne, M. and Williams, L.M. 1991.** Characterization and autoradiographical localization of oxytocin receptors within the ovine endometrium in relation to post-partum corpus luteum function. *J. Endo.* 128: 253-260.

**Warren, J.E., Kiesling, D.O., Akinbami, M.A., Price, E.A. and Meredith, S. 1989.** Conception rates in early postpartum ewes bred naturally or by intrauterine insemination. *J. Anim. Sc.* 67: 2056-2059.

**Webster, J.R., Moenter, S.M., Woodfill, C.J.I. and Karsch, F.J. 1991.** Role of the thyroid gland in seasonal reproduction. II. Thyroxine allows a season-specific suppression of gonadotropin secretion in sheep. *Endo.* 129:176-183.

**West, K.S, Meyer, H.H. and Nawaz, M. 1991.** Effects of differential ewe condition at mating and early postmating nutrition on embryo survival. *J. Anim. Sci.* 69: 3931-3938.

**William, G.L. 1989.** Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 68: 831-852.

**Wise, M.E., Nilson, J.H., Nejedlik, M.T. and Nett, T.M. 1985.** Measurement of RNAs for LH  $\alpha$  and  $\beta$  subunit during the gestation and the post-partum period in ewes. *Biol. Reprod.* 33: 1009-1015.

**Wise M.E., Sawyer, Jr., H.R. and Nett, T.M. 1986a.** Functional change in luteinizing hormone secreting cells from pre- and postpartum ewes. *Am. J. Physio.* 250: E282-E287.

**Wise, M.E., Glass, J.D. and Nett, T.M. 1986b.** Changes in the concentration of hypothalamic and hypophysal receptors for estradiol in pregnant and postpartum ewes. *J. Anim. Sci.* 62: 1021-1028.

**Wise, M.E. 1990.** Gonadotropin-releasing hormone secretion during the postpartum anestrus period of the ewe. *Biol. Reprod.* 43: 719-725.

**Wright, P.J., Geytenbeek, P.E., Clarke, I.J., Findlay, J.K. 1980.** Pituitary responsiveness to LH-RH, the occurrence of oestradiol-17 $\beta$ -induced LH-positive feedback and the resumption of oestrous cycles in ewes post partum. *J. Reprod. Fert.* 60 : 171-176.

**Wright, P.J., Geytenbeek, P.E., Clarke, I.J. and Findlay, J.K. 1981.** Evidence for a change in oestradiol negative feedback and LH (luteinizing hormone) pulse frequency in postpartum ewes. *J. Reprod. Fert.*, 61: 97-102.

**Wright, P.J., Stelmasiak, T. and Anderson, G.A. 1983.** Suppressed release of LH in ovariectomized ewes. *J. Reprod. Fertil.* 67: 197-202.

**Wright, P.J., Geytenbeek, P.E., Clarke, I.J. and Findlay, J.K. 1984.** Induction of plasma LH surge and normal luteal function in acyclic estrous ewes by the pulsatile administration of LH-RH. *J. Reprod. Fert.* 71: 1-6.

**Wright, I.A., Rhind, S.M., Russel, A.J.F., Whyte, T.K., McBean, A.J. and McMillen, S.R. 1987.** Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of the post-partum anoestrous period and associated LH, FSH and prolactin concentrations in beef cows. *Anim. Prod.* 45: 395-402.

**Wright, P.J., Geytenbeek, P.E., Clarke, I.J. and Hoskinson, R.M. 1989.** The efficacy of ram introduction, GnRH administration, and immunization against androstenedione and estrone for the induction of estrus and ovulation in anestrous postpartum ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 21: 237-247.

**Wright, P.J., Geytenbeek, P.E. and Clarke, I.J. 1990.** The influence of nutrient status of post-partum ewes on ovarian cyclicity and on the oestrus and ovulatory responses to ram introduction. *Anim. Reprod. Sci.* 23: 293-303.

**Wright, I.A., Rhind, S.M., Whyte, T.K. and Smith, A.J. 1992a.** Effects of body condition at calving and feed level after calving on LH profiles and duration of the post-partum anoestrus period in beef cows. *Anim. Prod.* 55: 41-46.

**Wright, I.A., Rhind, S.M. and Whyte, T.K. 1992b.** A note on the effects of pattern of food intake and body condition on the duration of the post-partum anoestrus period and the LH profile of beef cows. *Anim. Prod.* 54: 143-146.

**Wright, P.J., Williams, A.H. and Clarke, I.J. 1994.** Gonadotrophin-releasing hormone administered in continuous low dose can induce ovulation and normal corpora lutea in acyclic post-partum ewes and seasonally anoestrous ewes. *Aust. Vet. J.* 71: 123-125.

**Zarco, L., Stabenfeldt, G.H., Quirke, J.F., Kindahl, H. and Bradford, G. 1988.** Release of prostaglandin F<sub>2</sub> and the timing of events associated with luteolysis in ewes with estrous cycles of different lengths. *J. Reprod. Fert.* 83: 517-522.

## Chapitre 3

# INFLUENCE OF LAMBING -TO-REBREEDING INTERVAL ON ANESTROUS SEASON EWE REPRODUCTIVE PERFORMANCE

Goulet<sup>1</sup>, F. and Castonguay<sup>2,3</sup>, F.W.

<sup>1</sup> Département des Sciences Animales, Faculté des Sciences de l'Agriculture, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, Canada; <sup>2</sup> Dairy and Swine Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Lennoxville, Québec, Canada.

<sup>3</sup> *Present address: Département des Sciences Animales, Faculté des Sciences de l'Agriculture, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, Canada.*

**Abbreviations** : **ADG**, average daily gain ; **BW**, body weight ; **BC**, body condition; **LPPI**, long postpartum interval ; **SPPI**, short postpartum interval ; **PP**, postpartum.

Goulet, F. et Castonguay, F.W. 2000. **Influence de l'intervalle agnelage-saillie sur les performances de reproduction de la brebis en contre-saison sexuelle.** L'objectif de ce projet était d'évaluer les impacts de la réduction de l'intervalle entre l'agnelage et la remise en reproduction sur la productivité des brebis dans un système de production accélérée de trois agnelages en deux ans. Deux expériences ont été conduites en contre-saison sexuelle dans un troupeau commercial. Soixante-dix-neuf brebis primipares (expérience 1) et 122 brebis multipares (expérience 2) ont été traitées avec une éponge vaginale et 600 U.I. de PMSG pour réaliser une saillie à 75 j post-partum (IPP) (traitement SPPI) ou à 90 j PP (traitement LPPI). Chez les primipares (Exp. 1), l'allongement de l'intervalle entre l'agnelage et la saillie (LPPI vs SPPI) a permis d'augmenter significativement la BC ( $P < 0.05$ ), mais pas le poids des brebis à la saillie. Les brebis des deux traitements ont présenté des taux d'œstrus synchronisés élevés et similaires (92.3% vs 97.5% pour SPPI et LPPI, respectivement). Le taux de fertilité provenant de l'œstrus synchronisé (61.5% vs 80.0% pour SPPI et LPPI, respectivement ;  $P = 0.06$ ) tout comme le taux de fertilité global (64.1% vs 80.0% pour SPPI et LPPI, respectivement ;  $P = 0.11$ ) avaient tendance à être plus élevés pour les brebis du traitement LPPI. L'allongement de l'intervalle PP tendait également à améliorer le taux de prolificité (1.75 vs 2.00 ;  $P = 0.13$ ). Pour les multipares (Exp. 2), la cyclicité a été évaluée chez 32 brebis entre le jour 30 PP et la saillie (75 ou 90 j) par la mesure des niveaux plasmatique de progestérone. Aucune brebis n'a présenté de cyclicité continue durant la période de prélèvements. Bien que l'augmentation de l'intervalle PP ait permis d'obtenir un état de chair plus élevé à la saillie ( $P < 0.01$ ), le poids des brebis a été semblable entre les deux traitements. La proportion des brebis qui a présenté un œstrus synchronisé n'a pas été différente (78.3% vs 88.7% pour SPPI et LPPI respectivement). L'augmentation de l'intervalle entre l'agnelage et l'œstrus synchronisé n'a pas permis d'améliorer la fertilité globale ni le taux de prolificité. En conclusion, l'augmentation de l'intervalle entre l'agnelage et la remise en reproduction de 75 j à 90 j PP en contre-saison sexuelle semble améliorer la productivité des brebis croisées primipares à prédominance Lacaune, mais pas chez des brebis croisées multipares à prédominance Suffolk.

**Mots clés:** Brebis, post-partum, anestrous, éponge vaginale, PMSG, synchronisation de

l'œstrus, fertilité, prolificité.

Goulet, F. and Castonguay, F.W. 2000. **Influence of lambing-to-rebreeding interval on anestrus season ewe reproductive performance.** The objective of this project was to evaluate the effect of a reduction in the lambing-to-rebreeding interval on ewe productivity performance in a three lambings in two years system. Two experiments were conducted in out-of-season periods in a commercial flock. Seventy nine primiparous ewes (Exp. 1) and 122 multiparous ewes (Exp. 2) were treated with progestagen sponges and 600 U.I. PMSG to realize mating at 75 d postpartum (IPP) (SPPI treatment) or at 90 d PP (LPPI treatment). In primiparous ewes (Exp. 1), the increase PP interval (LPPI vs SPPI) allowed a higher BC at mating ( $P < 0.05$ ), but ewe weights were similar. Ewes in both treatments had a high and similar synchronized estrus rate (92.3% vs 97.5% for SPPI and LPPI, respectively). Fertility rate at synchronized estrus (61.5% and 80.0% for SPPI and LPPI, respectively;  $P = 0.06$ ) and overall fertility rate (64.1% vs 80.0% for SPPI and LPPI, respectively;  $P = 0.11$ ) tended to be higher for ewes in LPPI treatment. Moreover, longer PP interval also tended to improve prolificacy (1.75 vs 2.00 ;  $P = 0.13$ ). In multiparous ewes (Exp. 2), cyclicity between 30<sup>th</sup> d PP and mating (75 or 90 d) was evaluated in 32 ewes by progesterone measurement. No ewes showed a continuous cyclicity during blood the sampling period. Although LPPI treatment improved BC at mating ( $P < 0.01$ ), ewe BW were similar in both treatments. Proportion of ewes that exhibited a synchronized estrus was similar for both treatments (78.3% vs 88.7% for SPPI and LPPI, respectively). Increasing the interval between lambing and synchronized estrus did not improve overall fertility or prolificacy. In conclusion, increasing the lambing-to-rebreeding interval from 75 d to 90 d PP seems to improve productivity in primiparous ewes at predominantly Lacaune but not in multiparous ewes at predominantly Suffolk.

**Key Words:** Ewe, postpartum, anestrus season, vaginal sponge, PMSG, estrous synchronization, fertility, prolificacy.

### **3.1. Introduction**

The objectives of an accelerated lambing system are to increase the ewe's productivity per year and provide a more constant supply of lambs throughout the year for market development. The most common accelerated lambing system is three lambings in two years system. To guarantee the success of such a system, ewes should be able to conceive after lambing in the anestrus season (spring). However, in spring, both seasonal and postpartum (IPP) anestrus could delay the return to cyclicity. To help to induce fertile estrus in anestrus season, hormonal treatment with progestagen and PMSG is largely utilized across Canada.

In the out-of-breeding season, reducing the lambing to rebreeding period remains a critical hurdle to ensure maximal reproductive efficiency of sheep production (Robinson, 1990). Mathematically, to respect the three lambings in two years system, ewes must be mated within around 90 d following lambing. To improve the annual productivity of their flock, an increasing number of producers attempt to rebreed their ewes rapidly following weaning (60 d PP). Two months following lambing, uterine involution is generally completed (O'Shea et Wright, 1984) and normal luteal function is restored (Wallace et al., 1989b). However, certain percentage of ewes is not able to conceive around 2 months postpartum specially during anestrus season due to the effect of season on reproductive function restoration (Cornu and Cognié, 1984; Lewis et al., 1996). Thus, the lower lambing-to-breeding interval may not be the most profitable strategy for producers using the accelerated breeding system. Studies have demonstrated that the postpartum anestrus period is affected by several factors including nutrition (Wright et al., 1990; Dunn and Moss, 1992; Rhind and Moss, 1992), body condition (Bocquier et al., 1993), season (Restall et al., 1977; Pope et al., 1989), lactation (Cognié et al., 1975; Mandiki et al., 1990) and breed (Dufour, 1974). All these factors could have individual direct effects on postpartum breeding performance, but each factor may interact with one or more of the other factors. No studies have compared different postpartum rebreeding intervals in an accelerated lambing system as used in commercial farms.

The objective of this study were to compare effects on ewe productivity in a commercial flock of two lambing-to-rebreeding intervals (75 d vs 90 d) during anestrus season. The data provide some indications on the reproductive performance of the primiparous and multiparous ewes in the two systems.

## **3.2. *Materials and methods***

### **3.2.1. *Animals and Management***

This project was conducted in a commercial flock between April and December 1999. A total of 81 primiparous (Exp. 1) and 143 multiparous (Exp. 2) crossbred ewes, that had lambed between January 16 and February 23 1999, were selected for these experiments. The genotype of the primiparous ewes were predominantly Lacaune and averaged 1.5 years-old. Multiparous ewes were at predominantly Suffolk and were more than three years-old.

During all experiments, ewes received the same ration composed of corn silage, alfalfa-millet silage, millet hay, barley and soybean meal. The ration was calculated according to the NRC (1985) requirements for lactation and flushing periods. Commercial mineral supplement and water were available ad libitum. During the lactation period, lambs had access to commercial creep feed (19% crude protein). Following 55 d of lactation, ewes were dried up. Beginning six days prior to weaning, supplements and silages were reduced gradually each day and replaced by hay of lower quality. Starting on weaning day and for three days, ewes were fed only with hay. After that, silages were included gradually every day to obtain a complete flushing ration after 7 days. This ration was fed up to two weeks following the synchronized mating. From May 20<sup>th</sup>, mated ewes were maintained on pasture for the first 4 months of pregnancy. Approximately one month prior to lambing, ewes were confined in barn and received feeding adapted to pregnant ewes requirements (NRC, 1985). During the lactation and breeding periods, all ewes were housed in the barns.

The experimental conditions respected the guidelines set by the Canadian Council on Animal Care and were approved by the Laval University Animal Care Committee.

### **3.2.2. Experimental design**

The experimental protocols for the experiments 1 and 2 were exactly the same. The two experiments differed only by the type of crossbreed and age of ewes used. These were designed independently.

Following their lambing in January and February, ewes were kept in groups of 16-17 ewes according to their lambing dates (lactation pen). At weaning, ewes in a lactation pen were divided into two smaller pens of 8 or 9 ewes (treatment pens) to minimize the variation in the lambing dates within each pen. Each pen was randomly assigned to one of the two breeding treatments: mating at 75 d PP (SPPI) or 90 d PP (LPPI). Five repetitions of both treatments were obtained for primiparous ewes (Exp. 1) and eight repetitions for multiparous ewes (Exp. 2).

To synchronize estrus, ewes in both experiments were treated with progestagen vaginal sponges (Veramix<sup>?</sup>, Upjohn, Orangeville, Ontario, Canada) for 14 d. At sponge withdrawal, ewes received an injection of 600 I.U. of PMSG (Folligon<sup>?</sup>, Intervet, Whitby, Ontario, Canada). For the ewes bred at 75 d PP, sponges were placed at 59 d PP as those ewes mated at 90 d PP, sponges were placed at 74 d PP. Two rams were placed in each pen of 8-9 ewes 48 h following sponge withdrawal for two days. Within each experiment, the same rams were used for both treatments. Thirteen days following synchronized estrus, one ram per pen was put back with ewes for 17 days for the second estrus.

Ewes were mated between April 2 in experiment 1 and April 24 and, ewes were bred between April 2 and May 19 in experiment 2. Mean mating dates for primiparous ewes were April 6 in the SPPI treatment and April 20 for LPPI.

### 3.2.3. Measurements

**Body weight and body condition.** Body weight (BW) and body condition (BC) of ewes were measured at last lambing and weaning before the beginning of experiments, and at mating, lambing and weaning following treatments.

**Cyclicity during the post-partum period.** Thirty-two multiparous ewes (16 ewes/treatment) were used to evaluate ovarian cyclicity. Twice-weekly jugular blood samples were collected between day 30 PP and mating. Blood samples were held at room temperature for approximately 2 hours to allow clotting. Samples were centrifuged (3000 revolutions/min for 20 min). Serum was collected and then frozen at  $-20^{\circ}\text{C}$ . Circulating progesterone was subsequently determined by radioimmunoassay (Miller, 1988). Progesterone (P4) profiles were categorized as: Constant baseline values, normal 14-day luteal phase and short luteal phase. Baseline values were considered to be less than  $0.5\text{ ng ml}^{-1}$ . Normal luteal phase was characterized by two consecutive samples with progesterone concentration greater than  $0.5\text{ ng ml}^{-1}$ . Short luteal phase was characterized by intermittent values of progesterone greater than  $0.5\text{ ng ml}^{-1}$ .

**Estrus detection.** All rams used were equipped with a marking harness for estrus detection for synchronized estrus. Returns to estrus were evaluated with the same technique only in primiparous ewes.

**Fertility and productivity.** Approximately 80 d post-mating, pregnancy rate (number of pregnant ewes on number of ewes synchronized) was determined by ultrasound scanning (Aloka, SSD-210DX). Lambing rate coming from the synchronized estrus (number of ewes lambing from synchronized estrus on number of ewes synchronized) and overall lambing rate (number of ewes lambing on number of ewes synchronized) were calculated. Ewes lambing from synchronized estrus included those that had an interval between mating and lambing of  $<155\text{ d}$ . Those that had an interval if  $>154\text{ d}$  were considered in the overall lambing rate calculation. Litter size at lambing included lambs born dead and alive. Overall productivity corresponded to the number of lambs born per synchronized ewe.

### 3.2.4. Statistical analysis

Experiments on primiparous (Exp. 1) and multiparous (Exp. 2) were independently designed and thus were analysed separately. LOGISTIC procedure of SAS Institute (1990) was used to analyse percentages of estrus induction, pregnancy rate and lambing rate. CATMOD procedure was used for analyzing number of lambs born and weaned, and body condition. Weight and variation of weight were analyzed using GLM procedure. Number of lambs born was included in the model used for birth lamb weight. Number of lambs raised was added in the model analyzing lamb weight gain. Ewes that adopted lambs (3 primiparous and 4 multiparous) were excluded from weaning analyses. In complementary analyse, BW variation prior the mating and BC at mating were introduced into the statistical model as main factor. Data are expressed as means  $\pm$  SE.

## 3.3. Results

### 3.3.1. Experiment 1 : Primiparous ewes

Ewe BW (46.4 kg vs 44.4 kg for SPPI and LPPI respectively) and BC (2.6 vs 2.6 for SPPI and LPPI, respectively) at the last weaning before treatments (Table 3.1) did not differ between SPPI and LPPI in primiparous ewes. The number of lambs raised during the lactation period preceding the experiment was similar for ewes in LPPI and SPPI treatments. Thus, ewes of both treatments were similar at the beginning of the experiment.

The exact interval between lambing and breeding was  $74.4 \pm 0.1$  d for SPPI treatment and  $89.5 \pm 0.3$  d for LPPI. At mating, BC was higher ( $P < 0.001$ ) for ewes in LPPI treatment (Table 3.2), but no difference in BW was observed between SPPI and LPPI treatments (49.4 vs 50.0 kg, respectively). Variation in BW between weaning and mating was different ( $P < 0.01$ ) between the two treatments. Longer PP interval (LPPI) allowed a higher gain in BW between weaning and mating. Variation in BC in this period was higher for ewes mated following a longer PP interval ( $P < 0.001$ ).

The percentage of primiparous ewes that showed estrus following sponge treatment was 92.3% and 97.5% for SPPI and LPPI treatments (Table 3.3). Percentage of ewes exhibiting a second estrus (repeated estrus) was 15.4% and 10.0% for SPPI and LPPI respectively. At 80 d of gestation, the pregnancy rate was not significantly different between treatments (71.8% and 84.6% for SPPI and LPPI, respectively). However, there was a tendency ( $P=0.06$ ) for the LPPI treatment to increase lambing rate from the synchronized estrus (80.0% vs 61.5% for the LPPI and SPPI, respectively). Overall lambing rate also tended ( $P=0.11$ ) to be higher in LPPI (80.0%) than in SPPI (64.1%). The LPPI treatment tended ( $P=0.13$ ) to increase the number of lambs born (2.00 vs 1.75 for LPPI and SPPI, respectively). Treatment had no significant effect on lamb weight at birth. There was a trend ( $P=0.1$ ) toward higher litter weight at birth in LPPI treatment (5.4 vs 6.3 kg for SPPI and LPPI, respectively). Overall productivity at lambing tended ( $P=0.06$ ) to be higher for ewes in the LPPI treatment. Ewes in SPPI treatment produced 1.05 lambs at birth per ewe synchronized, in comparison to 1.50 lambs for ewes in LPPI. Number of lambs weaned per ewe lambing was similar in both treatments (1.36 vs 1.36). Mean lamb weight and litter weight at weaning were not influenced by treatments. Overall productivity at weaning was not affected by treatments.

BW variation prior mating and BC at mating, when introduced into the statistical model, did not influence ewe productivity. In the gestation period (Table 3.4), breeding treatments did not significantly affect BW and BC variation. Although BC at mating was higher in LPPI treatment, there was no difference at lambing (2.6 vs 2.6 for SPPI and LPPI, respectively). BW did not differ at lambing between treatment. At weaning, ewes in LPPI were not heavier but presented a higher BC ( $P<0.01$ ). BW losses in lambing-to-weaning interval were small and not different between treatments when BC losses have tendency ( $P=0.08$ ) to be higher for ewes in SPPI treatment.

### **3.3.2. Experiment 2 : Multiparous ewes**

No continuous cyclicity was detected in multiparous ewes between d 30 PP and mating. Just one ewe in each treatment maintained there level of P4 greater than 0.5 ng/ml over two consecutives sampling period. A similar proportion of ewes (28%) in both treatments

presented short luteal phases characterized by intermittent values of P4 greater than 0.5 ng/ml. These short luteal phases were observed between 50 and 60 d PP and were not continued.

Ewe BW (61.2 kg vs 61.1 kg for SPPI and LPPI) and BC (2.6 vs 2.6) at the last weaning before treatments (Table 3.1) were similar in both treatments in multiparous ewes. The number of lambs raised preceding the experiment was not different between treatments. The exact intervals between lambing and mating were  $75.0 \pm 0.2$  d for SPPI treatment and  $89.6 \pm 0.1$  d for LPPI. At mating, BW did not differ for ewes in SPPI and LPPI treatments, but CS (2.7 vs 2.9 for SPPI and LPPI, respectively) was higher ( $P < 0.001$ ) for ewes in LPPI treatment. Between the weaning and mating, variations in BW ( $P < 0.01$ ) and BC ( $P < 0.001$ ) were significantly different between ewes in SPPI treatment and ewes in LPPI treatment. At mating, longer PP interval allowed a greater BW (3.6 kg vs 5.5 kg) and BC gain (0.10 vs 0.31).

At mating, the percentage of multiparous ewes that showed an estrus following synchronization treatments (Table 3.6) were lower (78.3% vs 88.71% for SPPI and LPPI, respectively). The difference between both treatments was not significantly different. Percentage of ewes pregnant at echography (80 d of gestation) were not affected by treatments (49.2% vs 51.6% for SPPI and LPPI). At lambing, lambing rate from the synchronized mating were low and not influenced by treatments (43.3% vs 41.9% for the SPPI and LPPI, respectively). Moreover, overall lambing rate was not higher in LPPI treatment than in SPPI treatment. Although the ewes in LPPI treatment obtained a higher number of lambs born than SPPI (1.73 vs 1.88, respectively), the difference between both treatments was not significant. No effect of treatment was observed for lamb weight (3.2 kg vs 2.9 kg for SPPI and LPPI treatments) and litter weight at birth. Overall productivity at lambing was not affected by treatments (0.75 vs 0.76 for SPPI and LPPI). Number of lambs weaned per ewes synchronized was similar in two treatments (1.68 vs 1.58 for SPPI and LPPI) Mean lamb weight, litter weight and overall productivity at weaning were not influenced by treatment.

BW variation between weaning and mating and BC at mating, when introduced into the statistical model, did not influence ewe fertility and prolificity. In the gestation period (Table 3.7), ewes BW variation ( $P=0.07$ ) tended to be greater in LPPI than in SPPI treatment, but these variations were very small. Opposite to BW variation, ewes BC variation tended to be smaller ( $P=0.13$ ) with LPPI than SPPI treatment. At lambing, BW (66.2 kg vs 68.8 kg) and BC (2.9 vs 3.0) of ewes were similar between both treatments. Difference in PP interval did not significantly affect BW and BC variations between lambing and weaning. The lack of differences during this period resulted in no differences in BW and BC differ at weaning.

### **3.4. Discussion**

#### **3.4.1. Estrous cyclicity during postpartum interval**

During anestrus season, the postpartum period may influence the return of ovarian activity. In our experiment, no multiparous ewe presented continuous cyclicity between 30 d and 90 d PP. Only two ewes had one normal luteal phase around 60 d PP but this cyclicity was not continuous. This observation confirms the results previously noted by Dufour (1974) and Robinson and Karsch (1984) who showed that no Suffolk ewes exhibited estrus cycles in April and May in North America.

#### **3.4.2. Estrus induction**

In both experiments, no difference in the ability of the progestagen and PMSG treatment to induce estrus was observed between the two lambing-to-mating intervals. On average, 94.9% of primiparous ewes and 83.2% of multiparous ewes exhibited an estrus following the synchronization treatment. Although the proportion of synchronized estrus is satisfactory for primiparous ewes, proportion in multiparous ewes was lower comparatively to the results obtained by Tritscher et al. (1991) and Crosby et al. (1991) in non-postpartum ewes (90% and 96%, respectively). In a study which examined the response of ewes to progestagen treatment given in anestrus, McKelvey (1989) failed to show an improvement in the proportion of synchronized estrus when the treatment was

administered at 28, 35 or 42 d PP (100%, 85.7% and 78.6%). If no difference could be noted with this PP period, it is expected that we did not see any difference in our two treatments. The reason for the difference in estrus the induction response between multiparous and primiparous are unknown. One possible reason is that the type of crossbreeding was different between primiparous and multiparous ewes and it is well demonstrated that breed could affect the ability to mate during the anestrous season (Gibson and Robinson, 1971).

The percentage of ewes that had a second estrus in primiparous was small (12.7%). This is in agreement with Tritschler et al. (1991) who showed that approximately 10% of sponge-treated ewes exhibited a second estrus in this period of the year.

### **3.4.3. Fertility and prolificacy**

Many factors influence PP reproductive performance in an accelerating breeding system. Particularly in spring, the lambing-to-rebreeding interval appears to be one of the most important factors. Our data with primiparous ewes strongly suggest that PP interval could have an important influence on fertility rate after a progestagen treatment during the out-of-season breeding period. In this study, fertility on synchronized estrus and overall fertility rate in LPPI treatment were 18.5% and 15.9% higher respectively than the fertilities observed in SPPI treatment. In sexual season, a reduction of the interval between lambing and synchronized estrus below 40-50 d induced a significant reduction in ewe reproductive performance (Tchamitchian et al., 1973; Dufour, 1975). Moreover, a few studies demonstrated that fertility appeared to plateau after about 50 d in out-of-breeding season (Wagner, 1964 cited by Hulet and Stormshak, 1972). In contrast to these experiments, and in agreement with our findings, Cornu and Cognié (1984) demonstrated that, in Romanov ewes synchronized with vaginal sponge in the anestrous season, an increase in PP interval improved the fertility rate. The comparison between 50, 65 and 80 d between lambing and rebreeding resulted in a progressive increase in lambing rates (41.0%, 67.6% and 86.4%) with the increment of the PP interval. The differences

between studies could be explained by interaction between seasonal anestrus, PP interval and breed effect.

In our second experiment with multiparous ewes, there was no difference between treatments in reproductive performance. Fertility rates in the two treatments were lower compared to those obtained during the anestrus season by Crosby et al. (1991) in ewes not in postpartum period (72%). However, Tritschler et al. (1991) observed that only 50% of crossbred ewes were pregnant after a progestagen treatment in April, which is in agreement with our findings. These low fertility results are not understood and could be responsible for the absence of differences between the treatments in the second experiment.

Lambings coming from second estrus were very low in both experiments (1.28% and 2.49% for experiments 1 and 2, respectively). This percentage is similar to that observed by Gordon et al. (1983) and in agreement with that of Martin et al. (1986) who demonstrated that the use of a progestagen and PMSG treatment did not induce continuous ovarian cyclicity during anestrus season.

We show here that in primiparous ewes, but not in multiparous, litter size in ewes mated at 90 d PP tended to be significantly higher than in those mated at 75 d PP. These results are consistent with those of Cornu and Cognié (1984) showing a progressive increase in litter size with the PP interval (2.03, 2.29 and 2.74 for 50, 65 and 80 d PP, respectively). Differences in lamb mortality in pre-weaning period between treatments with primiparous experiment (22.9% vs 32.0% for SPPI and LPPI, respectively) and with multiparous experiment (4.6 % vs 15.0% for SPPI and LPPI, respectively) could be explained by an increase in lamb mortality with an increase in ewe prolificacy. Higher lamb mortality in first days following lambing was associated with younger ewes.

Differences in BC at mating and BW variation between weaning and mating could explain a part of our results observed in the current studies. In our experiments, ewes in SPPI treatment received 12 d of flushing ration prior to mating versus to ewes in LPPI

treatment which received 27 d. The difference in weaning-to-mating intervals created significant differences in BW and BC variations as was reported by Merrel (1990). It is generally accepted that the effects of feeding and nutritional status on sheep reproduction are significant but also variable. In ewes, the PP period corresponds to a great increase in energy needs related to lactation period. During the breeding season, Wright et al. (1990) showed that the nutritional management of ewes is critical in attaining a short PP interval between lambing and first estrus. However, Shevah (1975) observed that feed restriction did not affect estrus and ovulation rates following a synchronization treatment. One objective in an accelerated lambing program is to keep ewes in good body condition throughout the year. BW and BC are functional indicators of energy status and rebreeding performance following lambing. BC at mating (Gunn et al., 1991) and BW variation prior to mating (Gunn and Maxwell, 1989; Molina et al., 1994) were identified as sources of variation in fertility and prolificacy rate. Molina et al. (1994) showed that in a three breeding periods in two years system, ewes with  $BC > 3.0$  at mating had a higher lambing rate than those ewes with  $BC < 2.0$ . In our experiments, ewes in LPPI and SPPI began the trial (at weaning) at a same BW and BC. At mating, primiparous ewes in LPPI treatment showed a higher BC and BW variation comparatively to SPPI. BW variation and BC at mating, when introduced into the statistical model, did not influence ewe lambing performances. Absence of relation between BC and reproductive performances in our experiments may be explained by the relatively low increase in BW and BC of our ewes in all treatments. This could be due to the relatively good condition of the ewes at the start of the experiments and by the low number of ewes that were  $< 2.5$  in BC.

The basic mechanisms by which nutrient status, BC, BW and PP interval affect the reproductive performances and the nature of their interactions are not fully known. Several factors including ovulation rate, ova fertilization rate and embryo survival could explain these fertility and litter size differences observed in our first experiment. Research carried out in shorter PP intervals than those used in these experiments showed that estrus and ovulation could be induced successfully before 35 d PP (Wallace et al., 1989b; Akinbami et al., 1995). Embryos recovered from ewes induced to ovulate at 4 weeks PP were of good quality (McKelvey, 1989) and viable following transfer into ewes

of 150 d PP (Wallace et al., 1989a). In addition, poor fertility observed for ewes synchronized in this PP period did not seem to be related to ova fertilization failure (Wallace et al., 1989a; Warren et al., 1989). Some experiments (Rhind et al., 1980) have reported that estrus synchronization with progestagen and PMSG induced a higher rate of embryonic mortality (12% to 29%). In postpartum period and anestrus season, Cornu and Cognié (1984) found that embryonic mortality and/or fertilization rate were lower in ewes mated before 80 d PP and, at this time, this rate was similar to embryonic mortality observed in dry ewes. Similar results were reported by Bodin (1992). Gunn and Doney (1975) noted an influence of BC at mating on embryo mortality. Embryo losses from luteal inadequacy are also a major source of reproductive wastage in sheep (Wilmot et al., 1985). However, Mandiki et al. (1993) showed that a progestagen preconditioning treatment decreased the incidence of premature regression of corpus luteum in PP period. The mechanisms responsible for reduced fertility following progestagen treatment during PP period is not well established.

The reasons why primiparous and multiparous ewes showed different results following our two PP interval treatments are still unclear. This difference could not be due to any environmental factors or breeding management as they were similar for both groups. Hulet and Stormshak (1972) also reported higher successful results to hormonal treatment in younger ewes than in mature ewes. Recent research showed that mature ewes repeatedly exposed to PMSG developed a refractoriness for PMSG which caused a decrease in fertility following insemination (Brice, 1995). Other research suggest that younger and older ewes do not respond similarly to the same treatment. But no study has previously demonstrated that the fertility of ewes frequently treated with PMSG could be affected in natural mating. As examples, Gunn et al. (1969), and more recently Gonzales et al. (1997), observed that younger ewes need to be in higher BC to achieve the same lambing rate as mature ewes. Finally, poor fertility results obtained with multiparous ewes could also be explained by the difference in ewes genotype between the two experiments, with multiparous Suffolk crossbred ewes being less able to breed in the anestrus period.

#### **3.4.4. Lamb performance**

In both experiments, lamb weights at birth and at weaning were not significantly different between treatments. It seems that the postpartum interval did not influence lamb growth. Fortunately, the increase in prolificacy observed in LPPI treatment in the experiment 1 with primiparous ewes did not decrease the weight of lambs at birth which is an important point for overall productivity.

#### **3.4.5. Overall productivity**

In experiment 1, overall productivity (number lambs born per synchronized ewes) appears improved by LPPI treatment (1.05 vs 1.5 for SPPI and LPPI). This rate was similar to that of Crosby et al. (1991) who observed in dry ewes (1.4 lambs born per treated ewes). Ewes observations in SPPI treatment group seem, therefore, incapable to achieve their full reproductive potential versus those in IPPI treatment. These results become particularly important in accelerated lambings system. The extremely low fertility and prolificacy rates observed in multiparous ewes contributed to their relatively lower productivity.

### **3.5. *Conclusions and implications***

Choice of the lambing-to-rebreeding interval is one of most important parameters involved in maximising the reproductive efficiency of sheep production in an accelerated breeding system. Our experiments in a commercial herd clarify the effects of postpartum interval reduction on ewe productivity synchronized with a progestagen treatment in the anestrous season. In conclusion, increasing the lambing-to-rebreeding interval from 75 d to 90 d PP seems to improve ewe productivity in primiparous Lacaune but not in multiparous Suffolk ewes. These results are of considerable economic importance for sheep producers. Other research will be necessary to identify the parameters that are affected by the PP interval such as ovulation rate, fertilization rate and/or embryo mortality rate. Moreover, precisions on parity effect in same experiment will be essential.

## Acknowledgments

The authors thank all persons who collaborated in this project. Marie-Antoine Roy and Diane Duranleau, owners of *La Bergerie Malvibois and La Bergerie Newport* at Sawyerville, Québec; all sheep barn staff; Intervet Canada for supplying PMSG; CORPAQ for financial support.

### 3.6. *Bibliography.*

**Akinbami, M.A., Kiesling, D.O., Meredith, S., Warren, J.E. and Day, B.N. 1995.** Embryonic survival in uterus of ewes inseminated at the uterotubal junction on day 32 post partum. *Therio.* 45: 1129-1139.

**Bocquier, F., Kann, G. and Thimonier, J. 1993.** Effect of body composition variations on the duration of the postpartum anovulatory period in milked ewes submitted to two different photoperiods. *Reprod. Nutr. Dev.* 33: 395-403.

**Bodin, L. 1992.** Variation in embryo survival in sheep and goat. 43<sup>rd</sup> Annual meeting EAAP, Madrid. 1: 84-85.

**Brice, G. 1995.** Effects of repeated PMSG injections on sheep reproduction. Proceedings of the 2. meeting "Rencontres autour des recherches sur les ruminants". Paris (France) : 391-394.

**Cognié, Y., Hernandez-Barreto, M. and Saumande, J. 1975.** Low fertility in nursing ewe during the non-breeding season. *Ann. Biol. Anim. Biochim.* 15: 329-343.

**Cornu, C. and Cognié, Y. 1984.** The utilization of Romanov sheep in a system of integrated husbandry. In : *The genetic of reproduction in sheep.* Eds. Land, R.B. and Robisson, D.W., Butterworths London: 383-389.

- Crosby, T.F., Boland, M.P. and Gordon, I. 1991.** Effect of progestagen treatments on incidence of estrus and pregnancy rates in ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 24: 109-118.
- Dufour, J.J. 1974.** The duration of the breeding season of four breeds of sheep. *Can J. Anim. Sci.* 54: 389-392.
- Dufour, J.J. 1975.** Effects of seasons on post-partum characteristics of sheep being selected for year-round breeding and puberty of their female progeny. *Can. J. Anim. Sci.* 55: 487-492.
- Dunn, T.G. and Moss, G.E. 1992.** Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J. Anim. Sci.* 70: 1580-1593.
- Gibson, W.R. and Robinson, T.J. 1971.** The seasonal nature of reproductive phenomena in sheep. 1. Variation in sensitivity to oestrogen. *J. Reprod. Fertil.* 24: 9-18.
- Gonzalez, R.E., Labuonora, D. and Russel, A.J.F. 1997.** The effect of the ewe live weight and body condition around mating on production from four sheep breeds in extensive grazing systems in Uruguay. *Anim. Sci.* 64: 139-145.
- Gordon, I. 1983.** Controlled breeding in farm animals. Pergamon Press, Oxford, pp.197-208.
- Gunn R.G., Doney, J.M. and Russel, J.F. 1969.** Fertility in Scottish Blackface ewes as influenced by nutrition and body condition at mating. *J. Agric. Sci. Camb.* 73: 289-294.
- Gunn, R.G. and Doney, J.M., 1975.** The interaction of nutrition and body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in Scottish Blackface ewes. *J. Agric. Sci.* 85: 465-470.

**Gunn, R.G. and Maxwell, T.J. 1989.** A note on the effect of the direction of live-weight change about the time of mating on the reproductive performance of Greyface ewes. *Amin. Prod.* . 48: 471-474.

**Gunn, R.G., Smith, W.F., Senior, A.J., Barthram, E., Sim, D.A. and Hunter, E.A. 1991.** Pre-mating herbage intake and the reproductive performance of North Country Cheviot ewes in different levels of body condition. *Anim. Prod.* 52: 149-156.

**Hulet, C.V. and Stormshak, F. 1972.** Some factors affecting response of anestrus ewes to hormone treatment. *J. Anim. Sci.* 34: 1011-1019.

**Lewis, R.M., Notter, D.R., Hogue, D.E. and Magee, B.H. 1996.** Ewe fertility in the star accelerated lambing system. *J. Anim. Sci.* 74: 1511-1522.

**Mandiki, S.N.M., Bister, J.L. and Paquay, R. 1990.** Effects of suckling mode on endocrine control of reproduction activity resumption in Texel ewes lambing in July or - November. *Therio.* 33: 397-413.

**Mandiki, S.N.M., Bister, J.L. and Paquay, R. 1993.** Effects of hormonal manipulation on the resumption of postpartum reproductive activity in Texel ewes. *Therio.* 40: 607-620.

**Martin, G.B. Oldham, C.M. Cognié, Y. and Pearce, D.T. 1986.** The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. *Liv. Prod. Sci.* 15: 219-247.

**McKelvey, W.A.C. 1989.** Studies on increasing breeding frequency in the ewe. 1. The fertilization of ova during the early post-partum period. *Ani. Reprod. Sci.* 18: 1-12.

**Merrel, B.G. 1990.** The effect of duration of flushing period and stocking rate on reproductive performances of Scottish Blackface ewes. In: *New development in sheep production. BSAP Symposium, Malian.* pp: 138-141.

- Miller, W.L. 1988.** Molecular biology of steroid hormone synthesis. *Endo. Rev.* 9: 295-318.
- Molina, A., Gallega, L., Torres, A. and Vergara, H. 1994.** Effect of mating season and level of body reserves on reserves on fertility and prolificacy of Manchega ewes. *Small Rum. Res.* 14: 209-217.
- National Research Council (NRC). 1985.** Nutrient Requirements of sheep (6th Ed.) National Academy Press, Washington. D.C..
- O'Shea, J.D. and Wright, P.J. 1984.** Involution and degeneration of the endometrium following parturition in ewe. *Cell Tiss. Res.* 236: 477-485.
- Pope, W.F., McClure, K.E., Hogue, D.E. and Day, M.L. 1989.** Effect of season and lactation on postpartum fertility of Polypay, Dorset, St-Croix and Targhee ewes. *J. Anim. Sci.* 67: 1167-1174.
- Restall, B.J. and Starr, B.G. 1977.** The influence of season of lambing and lactation on reproductive activity and plasma LH concentrations in Merino ewes. *J. Reprod. Fert.* 49 : 297-303.
- Rhind, S.M., Robinson, J.J., Fraser, C. and McHattie, I. 1980.** Ovulation and embryo survival rate and plasma progesterone concentration of prolific ewes treated with PMSG (pregnant mares' serum gonadotrophin). *J. Reprod. Fert.* 58: 139-144.
- Rhind, S.M. and Moss, G.E., 1992.** Nutrition : its effects on reproductive performance and hormonal control in female sheep and goats. In : *Progress in sheep and goat research.* C.A.B. International. p:25-35.
- Robinson, J.E. and Karsch, F.J. 1984.** Refactoriness to induce day lengths terminates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol. Reprod.* 31 : 656-663.

- Robinson, J. J. 1990.** Nutrition in the reproduction of farm animals. Nutrition research review. 3: 253-276.
- SAS Institute, Inc. 1990.** SAS/STAT user's guide: Statistic. Version 6, 4th ed. Vol 2. SAS Institute Cary, NC.
- Shevah, Y. 1975.** The effects of nutrition on the reproductive performance of Finn x Dorset ewes. II. Post-partum ovarian activity, conception and the plasma concentration of progesterone and LH. J. Reprod. Fert. 45: 289-299.
- Tchamitchian, L., Ricordeau, G., Lefèvre, C. and Desvignes, A. 1973.** Observations sur l'anoestrus post-partum des brebis Romanov après un agnelage en saison sexuelle. Ann. Zootech. 22: 295-301.
- Tritschler, J.P., Duby, R.T., Parsons, E.M., Parsons, M.J. and Giordano, D.J. 1991.** Comparison of two progestagens during out-of-season breeding in a commercial ewe flock. Therio. 35: 943-952.
- Wallace, J.M., Robinson, J.J. and Aitken, R.P., 1989a.** Successful pregnancies after transfer of embryos recovered from ewes induced to ovulate 24-29 days post partum. J. Reprod. Fert. 86: 627-635.
- Wallace, J.M., Robinson, J.J., McKelvey, W.A.C. and Aitken, R.P. 1989b.** Studies on increasing Breeding frequency in the ewe. 2. The endocrine status of lactating ewes induced to ovulate 28, 35 or 42 days post-partum. Anim. Reprod. 18: 271-283.
- Warren Jr. J.E., Keisling, D.O., Akinbami, M.A., Price, E.A. and Meredith, S. 1989.** Conception rates in early postpartum ewes bred naturally or by intrauterine insemination. J. Anim. Sci. 67: 2056-2059.

**Wilmot, I.D., Sales, I. and Ashworth, C.J. 1985.** Physiological criteria for embryo mortality: is asynchrony between embryo and ewe a significant factor. In: *GenetiBC of reproduction in sheep*. Ed. Butterworth. London p: 275-289.

**Wright, P.J., Geytenbeek, P.E. and Clarke, I.J. 1990.** The influence of nutrient status of post-partum ewes on ovarian cyclicity and on the estrus and ovulatory responses to ram introduction. *Amin. Reprod. Sci.* 23: 293-303.

TABLE 3.1. DATA AT LAST LAMBING PRIOR TO EXPERIMENTATION FOR PRIMIPAROUS (EXP.1) AND MULTIPAROUS (EXP. 2) EWES\*.

	Primiparous		Multiparous	
	SPPI (75 d)	LPPI (90 d)	SPPI (75 d)	LPPI (90 d)
Number of lambs born <sup>x</sup>	1.8 ? 0.1	1.7 ? 0.1	1.9 ? 0.1	1.9 ? 0.1
Number of lambs weaned <sup>x</sup>	1.5 ? 0.1	1.5 ? 0.1	1.8 ? 0.1	1.8 ? 0.1
Weight at weaning (kg) <sup>x</sup>	46.4 ? 1.0	44.4 ? 1.0	61.2 ? 1.2	61.1 ? 1.2
Body condition at weaning <sup>x</sup>	2.6 ? 0.1	2.6 ? 0.1	2.6 ? 0.1	2.6 ? 0.1

<sup>x</sup> Mean (? s.e.)

\* No significant difference among group of ewes (p?0.05).

TABLE 3.2. WEIGHT AND BODY CONDITION AT BREEDING OF PRIMIPAROUS EWES MATED AT 75 OR 90 D POSTPARTUM (EXP. 1).

	SPPI (75 d)	LPPI (90 d)	Level of significance <sup>y</sup>
Number. of ewes synchronized	39	40	
Weight at mating (kg) <sup>x</sup>	49.4 ? 1.2	50.0 ? 0.8	NS
Body condition at mating <sup>x</sup>	2.7 ? 0.1	3.1 ? 0.1	***
Weight variation between weaning and mating (kg) <sup>x</sup>	3.0 ? 0.3	5.6 ? 0.4	**
Body condition variation between weaning and mating <sup>x</sup>	0.13 ? 0.05	0.49 ? 0.05	***

<sup>y</sup>. \*\* P<0.01 \*\*\* P<0.001

<sup>x</sup> Mean (? s.e.)

TABLE 3.3. REPRODUCTIVE PERFORMANCES OF PRIMIPAROUS EWES (EXP.1) MATED AT 75 D PP (SPPI) OR 90 D PP (LPPI).

	SPPI (75 d)	LPPI (90 d)	Level of significance
Estrus synchronization rate (%)	92.3	97.5	NS
Estrus repeated rate (%)	15.4	10.0	NS
Pregnancy rate at 80 d of gestation (%)	71.8	84.6	NS
Lambing rate at synchronized estrus (%)	61.5	80.0	P=0.11
Overall lambing rate (%)	64.1	80.0	P=0.06
Number of lambs born <sup>x</sup>	1.75 ? 0.13	2.00 ? 0.11	P=0.06
Lamb weight at birth (kg) <sup>x</sup>	3.2 ? 0.2	3.0 ? 0.2	NS
Litter weight at birth (kg) <sup>x</sup>	5.4 ? 0.4	6.3 ? 0.4	NS
Number of lambs born / synchronized ewe <sup>x</sup>	1.05 ? 0.16	1.50 ? 0.17	P=0.06
Number of lambs weaned <sup>x</sup>	1.36 ? 0.11	1.36 ? 0.11	NS
Lamb weight at weaning (kg) <sup>x</sup>	14.5 ? 1.0	15.4 ? 0.9	NS
Litter weight at weaning (kg) <sup>x</sup>	19.3 ? 1.8	21.9 ? 1.7	NS
Number of lambs weaned / synchronized ewe <sup>x</sup>	0.81 ? 0.13	1.06 ? 0.14	NS

<sup>x</sup> Mean (? s.e.)

TABLE 3.4. WEIGHT AND BODY CONDITION AT MATING AND WEANING OF PRIMIPAROUS EWES (EXP.1) MATED AT 75 OR 90 D POSTPARTUM

	SPPI (75 d)	LPPI (90 d)	Level of significance
Pregnancy length (d) <sup>x</sup>	143.4 ? 1.2	141.5 ? 0.9	NS
Weight at lambing (kg) <sup>x</sup>	48.7 ? 1.1	47.9 ? 1.0	NS
Body condition at lambing <sup>x</sup>	2.6 ? 0.1	2.6 ? 0.1	NS
Weight variation between mating and lambing (kg) <sup>x</sup>	-0.45 ? 0.86	-1.32 ? 0.78	NS
Body condition variation between mating and lambing <sup>x</sup>	-0.11 ? 0.09	-0.48 ? 0.08	NS
Weight at weaning (kg) <sup>x</sup>	47.9 ? 1.4	49.0 ? 1.3	NS
Body condition at weaning <sup>x</sup>	2.1 ? 0.1	2.4 ? 0.1	NS
Variation of body weight between lambing and weaning (kg) <sup>x</sup>	-0.50 ? 0.98	-0.93 ? 0.89	NS
Variation of body condition between lambing and weaning <sup>x</sup>	-0.47 ? 0.09	-0.26 ? 0.08	NS

<sup>x</sup> Mean (? s.e.)

TABLE 3.5. WEIGHT AND BODY CONDITION AT BREEDING OF MULTIPAROUS EWES (EXP. 2)  
MATED AT 75 OR 90 D POSTPARTUM

	SPPI (75 d)	LPPI (90 d)	Level of significance <sup>y</sup>
Number. of ewes synchronized	60	62	
Weight at mating (kg) <sup>x</sup>	64.9 ? 1.1	66.7 ? 1.2	NS
Body condition at mating <sup>x</sup>	2.7 ? 0.1	2.9 ? 0.1	***
Weight variation between weaning and mating (kg) <sup>x</sup>	3.6 ? 0.4	5.5 ? 0.5	**
Body condition variation between weaning and mating <sup>x</sup>	0.10 ? 0.03	0.31 ? 0.04	***

<sup>y</sup> \*\* P<0.01    \*\*\* P<0.001

<sup>x</sup> Mean (? s.e.)

TABLE 3.6. REPRODUCTIVE PERFORMANCES OF MULTIPAROUS EWES (EXP.2) MATED AT 75 D PP (SPPI) OR 90 D PP (LPPI).

	SPPI (75 d)	LPPI (90 d)	Level of significance
Estrus synchronization rate (%)	78.3	88.7	NS
Pregnancy rate at 80 d of gestation (%)	49.2	51.6	NS
Lambing rate at synchronized estrus (%)	46.6	43.6	NS
Overall lambing rate (%)	43.3	41.9	NS
Number of lambs born <sup>x</sup>	1.75 ? 0.1	1.88 ? 0.12	NS
Lamb weight at birth (kg) <sup>x</sup>	4.0 ? 0.2	3.9 ? 0.2	NS
Litter weight at birth (kg) <sup>x</sup>	6.9 ? 0.4	7.2 ? 0.4	NS
Number of lamb born / synchronized ewes <sup>x</sup>	0.75 ? 0.12	0.76 ? 0.13	NS
Number of lamb weaned <sup>x</sup>	1.67 ? 0.14	1.59 ? 0.13	NS
Lamb weight at weaning (kg) <sup>x</sup>	15.7 ? 1.4	16.4 ? 1.3	NS
Number of lambs weaned / synchronized ewe <sup>x</sup>	0.66 ? 0.12	0.66 ? 0.12	NS

<sup>x</sup> Mean (? s.e.)

TABLE 3.7. WEIGHT AND BODY CONDITION AT MATING AND WEANING OF MULTIPAROUS EWES (EXP. 2) MATED AT 75 OR 90 D POSTPARTUM.

	SPPI (75 d)	LPPI (90 d)	Level of significance
Pregnancy length (d) <sup>x</sup>	144.8 ? 0.7	144.4 ? 0.7	NS
Weight at lambing (kg) <sup>x</sup>	65.4 ? 2.0	68.28 ? 1.9	NS
Body condition at lambing <sup>x</sup>	2.9 ? 0.1	3.0 ? 0.1	NS
Weight variation between mating and lambing (kg) <sup>x</sup>	0.19 ? 1.09	3.12 ? 1.07	NS
Body condition variation between mating and lambing <sup>x</sup>	0.22 ? 0.08	0.06 ? 0.08	NS
Weight at weaning (kg) <sup>x</sup>	64.4 ? 2.1	68.3 ? 2.0	NS
Body condition at weaning <sup>x</sup>	2.6 ? 0.08	2.7 ? 0.08	NS
Variation of body weight between lambing and weaning (kg) <sup>x</sup>	-2.9 ? 1.3	-0.3 ? 1.3	NS
Variation of body condition between lambing and weaning <sup>x</sup>	-0.32 ? 0.08	-0.34 ? 0.08	NS

<sup>x</sup> Mean (? s.e.)