




OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/> 25520

To cite this version:

Fabre, Blandine . *La production de colostrum est-elle un caractère répétable chez les ovins : Premiers résultats en race Lacaune viande*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2019, 76 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

La production de colostrum est-elle un caractère répétable chez les ovins ? Premiers résultats en race Lacaune viande

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

FABRE Blandine

Née, le 30/10/1991 à OLORON SAINTE MARIE (64)

Directeur de thèse : **Mr Fabien CORBIERE**

JURY

PRESIDENT :

Mr Patrick CALVAS

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mr Fabien CORBIERE

M. Xavier BERTHELOT

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Directrice : **Madame Isabelle CHMITELIN**

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*

PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAÎTRES DE CONFÉRENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*

- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
 M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
 M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
 M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
 M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
 Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
 Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
 M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*
 M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
 Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
 Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
 Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
 M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
 M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
 Mme **DANIELS Hélène**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*
 Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*
 Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
 M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie vétérinaire et comparée*
 Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
 Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*
 Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
 M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
 M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
 Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
 Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
 M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction (en disponibilité)*
 Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
 Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
 M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*
 Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

MAITRES DE CONFERENCES CONTRACTUELS

- Mme **BORDE DORE Laura**, *Médecine interne des équidés*
 M. **GIANSETTO Thomas**, *Chirurgie*
 M. **JOLIVET Franck**, *Médecine interne*
 Mme **LECRU Line**, *Dermatologie*
 M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*
 Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophtalmologie*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
 M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*
 M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
 M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*
 M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
 M. **LESUEUR Jérémy**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*

REMERCIEMENTS

Au Président de jury,

À Monsieur le Professeur Patrick CALVAS

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier, CHU de Toulouse, Hôpital Purpan

Service de Génétique Médicale

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse.

Qu'il trouve ici l'expression de mes hommages respectueux.

Au jury de thèse,

À Monsieur le Docteur Fabien CORBIERE

Maître de conférences de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie des Ruminants

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la direction de ma thèse. Pour m'avoir confié ce sujet de thèse, m'avoir guidé tout au long de ce travail avec patience et disponibilité.

Qu'il trouve ici le témoignage de ma reconnaissance et mon plus profond respect.

À Monsieur le Professeur Xavier BERTHELOT

Professeur de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie de la Reproduction

Qui m'a fait l'honneur de participer à ce jury de thèse.

Qu'il trouve ici mes sincères remerciements.

Aux personnes impliquées dans la réalisation de ce travail,

À toute l'équipe de FEDATEST, pour son accueil, sa gentillesse, son soutien et son aide dans la réalisation de ce travail. Merci pour tout.

Pour finir,

À ma famille, pour son soutien intemporel et sans faille quoi qu'il arrive.

À mes amis, aux côtés de qui j'ai pu traverser ces nombreuses années.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	5
TABLE DES ILLUSTRATIONS	9
Liste des figures.....	9
Liste des tableaux	9
TABLE DES ABRÉVIATIONS	12
INTRODUCTION.....	13
1 MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	16
1.1 Contexte et lieu.....	16
1.2 Sélection, répartition des individus et périodes d'agnelage	16
1.3 Implication personnelle dans le projet.....	17
1.4 Déroulement des mises-bas	17
1.5 Évaluation de la production de colostrum par les brebis.....	20
1.5.1 Mesure du volume de colostrum.....	21
1.5.2 Prélèvement de colostrum.....	21
1.5.3 Analyse du colostrum	21
1.6 Effectifs	22
1.6.1 Groupe 1 : périodes octobre 2016 - juillet 2017	22
1.6.2 Groupe 2 : périodes janvier 2017 - octobre 2017	22
1.6.3 Effectifs finaux des différents groupes et effectif total.....	23
1.7 Analyses statistiques.....	23
2 RÉSULTATS.....	25
2.1 Analyse descriptive des données	25
2.1.1 Volume de colostrum produit	25
2.1.2 Concentration en IgG.....	26
2.1.3 Masse d'IgG.....	27
2.1.4 Concentration en MG.....	29
2.1.5 Masse de MG	30
2.2 Synthèse des comparaisons entre les deux agnelages	32
2.3 Synthèse des comparaisons entre les deux groupes.....	33
2.4 Corrélations entre les valeurs de production de l'agnelage 1 et de l'agnelage 2.....	34
2.4.1 Volume de colostrum produit	34
2.4.2 Concentration en IgG.....	36
2.4.3 Masse d'IgG.....	36
2.4.4 Concentration en MG.....	37

2.4.5	Masse de MG	38
2.5	Classement des brebis selon leur production de colostrum au premier et deuxième agnelage	40
2.5.1	Volume de colostrum produit	40
2.5.2	Concentration en IgG	42
2.5.3	Masse d'IgG	42
2.5.4	Concentration en MG	43
2.5.5	Masse de MG	44
2.6	Effet de la taille de portée sur la production de colostrum	45
2.7	Analyse par un modèle multivarié	47
3	DISCUSSION	49
3.1	Matériel et méthodes	49
3.1.1	Mise en œuvre du protocole	49
3.1.2	Réduction des données	49
3.1.3	Surveillance des agnelages	50
3.1.4	Choix des brebis	50
3.1.5	Méthode de traite	51
3.1.6	Analyses des échantillons	52
3.1.7	Réduction des effectifs initialement prévus	52
3.2	Variations des conditions environnementales lors des expérimentations	53
3.3	Effet des conditions d'alimentation sur la production de colostrum	54
3.3.1	Fluctuations des conditions d'alimentation au cours de l'étude	54
3.3.2	Effet de l'alimentation sur la production de colostrum	55
3.3.3	Conséquences de la sous-nutrition sur la colostrogénèse	57
3.4	Comparaison des brebis entre les deux agnelages	63
3.5	Répétabilité de la production de colostrum entre deux mises-bas	64
3.6	Effet de la taille de portée sur la production de colostrum	65
3.7	Corrélation des variables de production entre T0, T0+T6 et leur valeur totale	68
	CONCLUSION	71
	BIBLIOGRAPHIE	73

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure 1 : Fiche de suivi brebis	18
Figure 2 : Fiche de suivi agneau.....	19
Figure 3 : Photo d'une case d'agnelage montrant l'espace aménagé pour isoler les agneaux ..	20
Figure 4 : Corrélacion entre le volume de colostrum produit à l'agnelage 1 et le volume de colostrum produit à l'agnelage 2 pour le groupe 1 à T0 et pour le volume total.....	35
Figure 5 : Corrélacion entre la concentration en MG à l'agnelage 1 et la concentration en MG à l'agnelage 2 pour le groupe 2 à T0	37
Figure 6 : Corrélacion entre la masse de MG à l'agnelage 1 et la masse de MG à l'agnelage 2 pour le groupe 1 à T0, T12 et pour la masse totale	39
Figure 7 : Corrélacion entre le classement des brebis selon le volume de colostrum produit à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, à T0 pour le groupe 2.....	41
Figure 8 : Corrélacion entre le classement des brebis selon la concentration en MG à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, à T6 pour l'effectif total	43
Figure 9 : Corrélacion entre le classement des brebis selon la masse de MG produite à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, pour la masse totale de MG pour le groupe 2	45
Figure 10 : Note d'état corporel des mères en fonction de la taille de portée (n=72)	56
Figure 11 : Mise en évidence par immunohistochimie de l'expression du FcRn en prépartum et en postpartum sur des biopsies de glandes mammaires de brebis.....	58
Figure 12 : Variations des concentrations plasmatiques des hormones de régulation de la lactation, développement mammaire et concentrations plasmatique et colostrale en IgG ₁ chez la vache.....	61
Figure 13 : Corrélacion entre le volume de colostrum produit sur 12h et le volume de colostrum produit sur 6h	68
Figure 14 : Corrélacion entre la masse d'IgG produite sur 12h et la masse d'IgG produite sur 6h	69

Liste des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des différents effectifs par groupe	23
Tableau 2 : Moyenne, écart-type, médiane du volume (mL) de colostrum produit pour chaque agnelage, à T0, T6, T12 et sur le volume total, pour l'effectif total	25
Tableau 3 : Moyenne, écart-type, médiane du volume (mL) de colostrum produit pour chaque agnelage, à T0, T6, T12 et sur le volume total, pour le groupe 1	25
Tableau 4 : Moyenne, écart-type, médiane du volume (mL) de colostrum produit pour chaque agnelage, à T0, T6, T12 et sur le volume total, pour le groupe 2	26

Tableau 5 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en IgG pour chaque agnelage, à T0, T6, T12, pour l'effectif total	26
Tableau 6 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en IgG pour chaque agnelage, à T0, T6, T12, pour le groupe 1	27
Tableau 7 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en IgG pour chaque agnelage, à T0, T6, T12, pour le groupe 2	27
Tableau 8 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) d'IgG produite pour chaque agnelage, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour l'effectif total	28
Tableau 9 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) d'IgG produite pour chaque agnelage, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour le groupe 1	28
Tableau 10 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) d'IgG produite pour chaque agnelage, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour le groupe 2	29
Tableau 11 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en MG pour chaque agnelage, à T0, T6, T12, pour l'effectif total	29
Tableau 12 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en MG pour chaque agnelage, à T0, T6, T12, pour le groupe 1	29
Tableau 13 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en MG pour chaque agnelage, à T0, T6, T12, pour le groupe 2	30
Tableau 14 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) de MG produite pour chaque agnelage, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour l'effectif total	30
Tableau 15 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) de MG produite pour chaque agnelage, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour le groupe 1	31
Tableau 16 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) de MG produite pour chaque agnelage, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour le groupe 2	31
Tableau 17 : Synthèse des comparaisons entre les deux agnelages pour les deux groupes	32
Tableau 18 : Synthèse des comparaisons entre les deux groupes pour les deux agnelages	33
Tableau 19 : Coefficients de corrélation entre le volume de colostrum produit à l'agnelage 1 et le volume de colostrum produit à l'agnelage 2	34
Tableau 20 : Coefficients de corrélation entre la concentration en IgG produite à l'agnelage 1 et la concentration en IgG produite à l'agnelage 2	36
Tableau 21 : Coefficients de corrélation entre la masse d'IgG produite à l'agnelage 1 et la masse d'IgG produite à l'agnelage 2	36
Tableau 22 : Coefficients de corrélation entre la concentration en MG produite à l'agnelage 1 et la concentration en MG produite à l'agnelage 2	37
Tableau 23 : Coefficients de corrélation entre la masse de MG produite à l'agnelage 1 et la masse de MG produite à l'agnelage 2	38
Tableau 24 : Coefficients de corrélation entre le classement des brebis à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, selon le volume de colostrum produit	40
Tableau 25 : Coefficients de corrélation entre le classement des brebis à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, selon la valeur de concentration en IgG	42

Tableau 26 : Coefficients de corrélation entre le classement des brebis à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, selon la masse d'IgG produite.....	42
Tableau 27 : Coefficients de corrélation entre le classement des brebis à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, selon la valeur de concentration en MG.....	43
Tableau 28 : Coefficients de corrélation entre le classement des brebis à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, selon la masse de MG produite	44
Tableau 29 : Nombre de brebis ayant des portées simples, doubles, triples et quadruples, par période d'agnelage.....	46
Tableau 30 : Évaluation par des tests de WMW de l'effet de la taille de portée sur le volume, la concentration en IgG, la masse d'IgG, la concentration en MG et la masse de MG, à T0 et au total, par période.....	46
Tableau 31 : Moyennes de la quantité de colostrum, la masse d'IgG1 et la concentration en IgG1 selon l'âge des mères	64
Tableau 32 : Effet de la taille de portée sur la quantité moyenne de colostrum et la masse moyenne d'immunoglobulines produites	66
Tableau 33 : Moyennes de la quantité de colostrum produite, de la concentration en progestérone et de la concentration en IGF-1 en fonction de la taille de portée.....	66
Tableau 34 : Moyenne et écart-type de la concentration en IgG1 en fonction de la taille de portée	67

TABLE DES ABRÉVIATIONS

β -OHB : β -hydroxybutyrate

BMC : Blanche du Massif Central

CIALSO : Centre Interprofessionnel d'Analyse Laitière du Sud-Ouest

ENVT : École Nationale Vétérinaire de Toulouse

FcRn : neonatal Fc Receptor

GH : Growth Hormone

IA : Insémination Artificielle

IDR : ImmunoDiffusion Radiale

IgA : Immunoglobuline isotype A

IgE : Immunoglobuline isotype E

IGF-1 : Insulin-like Growth Factor 1

IgG : Immunoglobuline isotype G

IgG₁ : Immunoglobuline isotype G sous-type 1

IgG₂ : Immunoglobuline isotype G sous-type 2

[IgG] : concentration en immunoglobulines isotype G

[IgG₁] : concentration en immunoglobulines isotype G sous-type 1

IgM : Immunoglobuline isotype M

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

MIgG : Masse d'Immunoglobulines isotype G

MG : Matière Grasse

[MG] : concentration en matière grasse

MMG : Masse de Matière Grasse

n : effectif

NEC : Note d'État Corporel, est notée sur une échelle allant jusqu'à 5

p : p-value : facteur de risque alpha, défini à 5% ici ($p < 0,05$)

UMR : Unité Mixte de Recherche

V : Volume

WMW : Wilcoxon-Mann-Whitney

INTRODUCTION

Au sein de la filière ovine, le bénéfice économique est inhérent aux nombres d'agneaux produits. Cette production dépend de plusieurs paramètres, notamment la survie des agneaux, la fertilité et la prolificité des brebis. Or la mortalité périnatale, c'est-à-dire la mortalité survenant entre la naissance de l'agneau et son sevrage, est un élément important de perte économique. En effet, quel que soit le système de production en France, la mortalité périnatale est de 15 à 20% en moyenne, et plus de 75% de cette mortalité survient pendant la première semaine de vie (Gautier et Corbière, 2011).

Le déficit de production engendré par la perte de ces agneaux recule peu et plusieurs facteurs de risque limitant la réduction de cette mortalité ont été identifiés. Il existe des facteurs en rapport avec la brebis, d'autres en lien avec l'agneau et enfin des facteurs environnementaux. Parmi toutes ces causes, le défaut de prise colostrale est à l'origine d'une part importante de la mortalité précoce. En effet, en cas d'insuffisance ou d'absence de tétée précoce, l'agneau épuise ses réserves énergétiques corporelles et est fortement exposé au risque d'hypothermie inanition. Par ailleurs le défaut de transfert d'immunité passive, via le colostrum, augmente le risque lié aux maladies infectieuses. L'amélioration de ce transfert d'immunité passive, est un axe de progrès sur lequel travailler afin d'améliorer la productivité numérique.

La brebis possède une placentation syndesmochoriale ne permettant pas le transfert d'immunité de la mère au fœtus pendant la gestation (Nowak et Poindron, 2006). Il n'y a donc aucune transmission des immunoglobulines de la mère à l'agneau avant la mise-bas. De ce fait, et malgré un système immunitaire compétent, l'agneau naît agammaglobulinémique (Campbell *et al.*, 1977 ; Hurley, 2003). Le système immunitaire de l'agneau, immature à la naissance, se développera au cours du temps lorsqu'il rencontrera différents antigènes dans son environnement. Afin de limiter la vulnérabilité de l'agneau dans les premiers temps de sa vie et d'assurer une immunité transitoire, la transmission de nombreux facteurs immunitaires dont les immunoglobulines se fait de manière passive via le colostrum de la mère. Ce dernier permet également un apport énergétique important grâce à la matière grasse et au lactose dont il est constitué (Mellor et Cockburn, 1986). Ainsi l'agneau pourra maintenir sa température corporelle durant les premières heures de sa vie en limitant la mobilisation de ses réserves énergétiques corporelles, ce qui réduira le risque d'hypothermie inanition.

Le colostrum correspond aux premières sécrétions accumulées dans la mamelle durant la dernière partie de la gestation. Il est constitué de différents éléments tels que des protéines, des sources d'énergie (matière grasse (MG) et lactose), des cellules immunitaires non spécifiques (neutrophiles, macrophages), oligo-éléments, vitamines, ... Il est surtout très riche en immunoglobulines (Stelwagen *et al.*, 2009). Ces immunoglobulines sont de différents isotypes : A, E, G et M (respectivement IgA, IgE, IgG et IgM). Ces isotypes sont présents en différentes proportions dans le colostrum : 85 à 90% des immunoglobulines sont des IgG, environ 7% sont des IgM, environ 5% sont des IgA et les IgE représentent une part minime des immunoglobulines (Larson *et al.*, 1980 ; Hine *et al.*, 2010). Les IgG sont elles-mêmes sous-divisées en deux types : 80 à 90% d'IgG₁ et 10 à 20% d'IgG₂. Lors de la colostrogénèse, la quasi-totalité des IgG₁, plus de 50% des IgA, une partie des IgM et les IgE sont d'origine sérique et sont accumulées dans le colostrum par filtration à partir du sérum. Plus de 50% des IgM, le reste des IgA et les IgG₂ sont synthétisées localement dans les glandes mammaires (Larson *et al.*, 1980 ; Butler, 1983).

À la naissance, le système digestif de l'agneau est immature. Les entérocytes de la barrière intestinale néonatale autorisent le passage de macromolécules par endocytose, en particulier les IgG du colostrum. Cela permet par la suite leur passage dans la circulation sanguine. Cependant les cellules intestinales se renouvelant, la fenêtre temporelle permettant l'absorption des IgG est de 24 à 48h (Campbell *et al.*, 1977 ; Hurley, 2003 ; Nowak et Poindron, 2006). L'absorption des IgG colostrales a été estimée à 16,9 +/- 4,0 % pour des agneaux ayant eu une prise colostrale 30 minutes après la naissance. Cette absorption diminue à 9,8 +/- 0,8 % lorsque la prise colostrale est réalisée 12 heures après la naissance. Enfin les IgG colostrales ne sont pas détectées dans le sérum d'agneaux ayant eu une prise colostrale à 24 heures de vie. Il y a une diminution de l'efficacité d'absorption des IgG de 42 % entre des agneaux nourris à 30 minutes de vie et des agneaux nourris à 12 heures de vie (Dominguez *et al.*, 2001). C'est pourquoi la prise colostrale doit intervenir le plus tôt possible suivant la naissance.

En pratique, la qualité d'un colostrum est estimée par sa concentration en IgG. Ainsi un colostrum de mauvaise qualité, c'est-à-dire avec une faible concentration en IgG, aura un impact négatif sur la capacité de survie d'un agneau. De nombreux facteurs de variation de la qualité du colostrum ont été identifiés : la race de la mère, la taille de la portée, l'âge de la mère, l'alimentation, la note d'état corporel de la mère en fin de gestation ou encore l'état de santé de la mamelle (Halliday, 1978 ; Gilbert *et al.*, 1988 ; Christley *et al.*, 2003 ; Swanson *et al.*, 2008). Néanmoins, il existe également une grande variabilité inter-individuelle, expliquée en partie

par des effets génétiques. En effet, quelques études indiquent une héritabilité de la concentration en IgG₁ non négligeable chez les ovins, Gilbert *et al.* (1988) l'estiment à 0,19 +/- 0,12 ; Halliday (1978) lui l'estime à 0,10 +/- 0,041. De plus, Halliday (1978) estime l'héritabilité pour la masse totale d'IgG₁ à 0,45 +/- 0,152. Ces résultats permettent d'envisager la possibilité de réaliser une sélection génétique sur ce critère.

La littérature disponible actuellement sur ce thème regroupe principalement des articles anciens, datant parfois de plus de 30 ou 40 ans. Les conditions dans lesquelles avaient été réalisées ces expériences étaient en général non homogènes et avec des effectifs réduits. Ce sont aussi majoritairement des études réalisées à l'étranger et donc sur des races étrangères. De ce fait, les conclusions et leurs extrapolations sont à interpréter avec prudence.

De plus, peu d'éléments sont disponibles dans la littérature concernant la répétabilité de la masse d'IgG dans le colostrum d'une mise-bas à l'autre pour une même brebis. Le travail présenté ici est inclus dans une étude plus globale nommée VIGAGNO et dont l'objectif est de trouver des solutions afin de rendre les agneaux plus robustes et ainsi réduire leur mortalité. Ce projet consiste à étudier sur deux mises-bas la répétabilité de caractères liés à la robustesse des agneaux : la production d'IgG dans le colostrum, la vigueur des agneaux à la naissance et la qualité du transfert d'immunité passive.

Le travail présenté ci-après se focalise sur plusieurs paramètres décrivant la production du colostrum : le volume de colostrum produit, la concentration en IgG et la concentration en MG. La répétabilité de ces paramètres est étudiée sur deux mises-bas successives pour 43 brebis. En premier lieu le protocole expérimental sera décrit, puis les résultats seront exposés et par la suite ils seront discutés.

1 MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1 Contexte et lieu

Les manipulations réalisées pour cette thèse ont été effectuées à la station de testage et de sélection FEDATEST (Union Régionale d'Amélioration Génétique Ovine) sur le site de Paysat-Bas à Mazeyrat d'Allier (Haute-Loire), dans le cadre du projet VIGAGNO. Ce projet s'est réalisé en partenariat avec l'UMR INRA-ENVIT 1225 IHAP (Interactions Hôtes - Agents Pathogènes), l'UMR INRA-GenPhySE 1388 (Génétique, Physiologie et Systèmes d'Élevage), l'UMR INRA 1213 Herbivores, l'Institut de l'Élevage et le CIIRPO (Centre Interrégional d'Information et de Recherche en Production Ovine).

Le protocole mis en place à FEDATEST avait pour but d'évaluer :

- la production d'IgG par les brebis (par la mesure de la concentration en IgG et du volume de colostrum),
- la vigueur de l'agneau à la naissance,
- la qualité du transfert d'immunité passive (cinétique et niveau d'absorption des IgG par l'agneau),
- le comportement de la mère et des agneaux autour de la mise-bas.

Le protocole visait également à estimer la répétabilité et la corrélation de l'ensemble de ces caractères sur plusieurs périodes d'agnelage.

L'étude présentée ici s'inscrivant dans un projet plus global, seules les manipulations permettant de réaliser ce travail seront détaillées.

1.2 Sélection, répartition des individus et périodes d'agnelage

Les brebis incluses dans l'étude faisaient partie des agnelles de renouvellement des campagnes 2015 et 2016 de FEDATEST et étaient toutes issues de pères d'IA de testage sur descendance des aptitudes maternelles ayant au moins 5 filles. Elles étaient de races Blanche du Massif Central (BMC) et Lacaune viande.

Les brebis, intégrées dans la conduite de troupeau habituelle de FEDATEST, ont été réparties en deux groupes. Le groupe 1 a mis bas une première fois en octobre 2016 puis une deuxième fois en juillet 2017. Le groupe 2 a agnelé une première fois en janvier 2017 et une deuxième fois en octobre 2017.

Pour chaque agnelage, les brebis ont été synchronisées par traitement hormonal puis inséminées artificiellement afin de grouper les mises-bas et ainsi faciliter les mesures. Les brebis n'ayant pas pris à l'insémination artificielle (IA) ont été fécondées par monte naturelle au retour en chaleurs. Ainsi un mois d'agnelage se déroulait en deux phases, une première phase avec les agnelages des IA durant la première moitié du mois et une deuxième phase avec les agnelages des retours en chaleurs durant la dernière semaine du mois.

1.3 Implication personnelle dans le projet

Dans le cadre du projet VIGAGNO, j'ai participé aux manipulations des agnelages de juillet 2017 et octobre 2017. J'étais à FEDATEST pour aider à réaliser les prélèvements nécessaires à l'étude décrite ici, ainsi que les prélèvements nécessaires au projet VIGAGNO dans sa totalité.

Pour les agnelages d'octobre 2016 et janvier 2017, Alexis Chenevier (ancien étudiant ENVT, promotion 2017) a participé aux différentes manipulations (mise en place et réalisation du protocole) dans le cadre de sa thèse portant sur la cinétique et les facteurs de variation du transfert d'immunité passive chez les ovins (Chenevier, 2017).

1.4 Déroulement des mises-bas

Pour chaque mise-bas, une fiche brebis numérotée (Figure 1) était associée à chaque brebis et remplie avec le numéro complet d'identification de la brebis, la date et l'heure de la mise-bas, la taille de la portée, s'il y avait des mort-nés et si la brebis léchait son ou ses agneaux.

Pour chaque agneau qui naissait, une fiche de suivi agneau numérotée lui était associée (Figure 2), et un collier en caoutchouc portant le même numéro était placé autour de son cou afin de l'identifier. La fiche était ensuite complétée avec la date et l'heure de l'agnelage, le numéro complet d'identification de la mère, l'ordre de naissance de l'agneau pour les portées multiples, et sa couleur à la naissance (toison colorée ou non par du méconium).

De plus la facilité de naissance était évaluée à l'aide d'une grille à 5 niveaux (de 0 à 4), et l'activité de l'agneau dans ses 5 premières minutes de vie était estimée à l'aide d'une grille à 4 niveaux (de 0 à 3). Une fois l'agneau identifié à l'aide d'une boucle auriculaire dans les heures suivant la naissance, le numéro officiel à 5 chiffres était reporté sur la fiche correspondante.

FICHE DE SUIVI BREBIS N°1

N° complet Brebis : DATE Agnelage :

Taille de la portée : 1 2 3 4 5 Nombre de morts nés : HEURE Agnelage :

NEC : Léchage agneaux : oui / non / pas accepté Suit agneaux : oui / non

Test réalisé : AUCUN RECONNAISSANCE MOTIVATION SOCIALE

Prélèvement	HEURE prévue	HEURE réalisée	VOLUME TOTAL PRELEVEMENT COMPRIS (mL)	Intervenant	OBSERVATIONS
1 T0					Faire le prélèvement bactério <u>À écrire sur flacon 30 mL : N° Prélèvement (1^{ère} colonne de cette ligne)</u>
1 T6					<u>À écrire sur flacon 30 mL : N° Prélèvement (1^{ère} colonne de cette ligne)</u>
1 T12					<u>À écrire sur flacon 30 mL : N° Prélèvement (1^{ère} colonne de cette ligne)</u>

- Ocytocine : 5 min avant chaque traite / 1 CC en IM
- Voir feuille de planning des prélèvements pour avoir les heures de traite prévues

Figure 1 : Fiche de suivi brebis

FICHE DE SUIVI AGNEAU N° 1

N° ordre agneau : / / / / / DATE Agnelage : HEURE Agnelage :

Ordre de naissance : 1 2 3 4 5 Couleur de l'agneau à la naissance : propre / jaune / marron

Poids naissance : temp. Rectale : temp. IR front : temp. IR temps :

Facilité de naissance	
0	Pas vu ou sans aide
1	Intervention sans correction de la position
2	Aide mineure, position corrigée, peu d'efforts
3	Aide indispensable, agneau coincé, efforts conséquents
4	Conséquences majeures pour la brebis

Activité (agneau mouillé)	
0	Pas vu
1	Extrêmement vigoureux, debout ou essaie de se lever, au moins sur les genoux
2	Actif, genoux repliés et/ou soulève sa poitrine
3	Faible et très faible, soulève sa tête, reste couché, ou n'a pas soulevé sa tête, pas de mouvement

Tétée	HEURE réalisée	VOLUME BU (mL) *	Intervenant	OBSERVATIONS	Date prise de sang **	Heure prise de sang **
1 T0						
1 T6						
1 T12						

*Volume bu mesuré uniquement pour l'agneau triple

**Si triple prise de sang à réaliser avant la tétée

Figure 2 : Fiche de suivi agneau

Une fois la mise-bas terminée et avant d'avoir pu téter, les agneaux étaient déplacés dans une case individuelle avec leur mère. À ce moment-là, il était observé si la brebis suivait ses agneaux du parc à la case, et la fiche de suivi brebis était complétée en conséquence. Une fois en case, le ou les agneaux étaient isolés dans un espace aménagé permettant un contact étroit avec la mère (visuel, olfactif, tactile) mais empêchant la tétée (Figure 3). Les agneaux ont été pesés à l'aide d'une balance portative (précision de +/- 0,02 kg) et leur température rectale a été mesurée à l'aide d'un thermomètre électronique (précision de +/- 0,1°C). Ces mesures étaient transcrites sur la fiche de suivi agneau correspondante.

Une fois par jour, un opérateur, toujours le même, venait évaluer la note d'état corporel (NEC) des brebis ayant agnelé dans les dernières 24h. Celles-ci étaient notées sur les fiches de suivi brebis associées.



Figure 3 : Photo d'une case d'agnelage montrant l'espace aménagé pour isoler les agneaux (issue de Jacquet et Rousset, 2013)

1.5 Évaluation de la production de colostrum par les brebis

À la suite de chaque mise-bas, dès la mise en case individuelle de la brebis et de son ou ses agneaux, et avant toute tétée des agneaux, l'hémi-mamelle droite était intégralement vidangée, ce qui représentait la traite T0. Cette opération était renouvelée 6 heures +/- 1 heure et 12 heures +/- 1 heure après, correspondant respectivement aux traites T6 et T12.

Une injection d'ocytocine de 1 mL (5 UI) était effectuée par voie intramusculaire dans l'encolure, cinq minutes avant chaque traite afin de faciliter la vidange totale du quartier droit.

1.5.1 Mesure du volume de colostrum

À chaque temps de traite (T0, T6, T12), l'hémi-mamelle droite était entièrement traite dans un verre doseur gradué permettant de relever le volume récolté. Ce dernier, ainsi que la date et l'heure de récolte, étaient renseignés sur la fiche de suivi brebis.

Au cours des manipulations d'octobre 2016 et octobre 2017, les traites étaient effectuées manuellement. En janvier 2017 et juillet 2017, une partie des traites a été réalisée avec une pompe à traire manuelle Udderly EZ®, soit totalement soit en partie (traite mixte). Le type de traite était précisé sur les fiches de suivi brebis.

Pour les brebis ayant eu une portée simple ou double, les agneaux étaient placés avec la mère à partir du début de la traite et pendant les 30 minutes suivantes afin qu'ils puissent téter l'hémi-mamelle gauche. Le colostrum récolté à partir de l'hémi-mamelle droite était distribué à l'aide d'un biberon, et si nécessaire il était partagé entre les deux agneaux.

1.5.2 Prélèvement de colostrum

Après chaque vidange complète de l'hémi-mamelle droite, 30 mL de colostrum étaient prélevés du verre doseur gradué dans un flacon identifié par le numéro de fiche de suivi de la brebis et l'ordre de traite (T0, T6 ou T12).

Dès la fin de chaque traite, les prélèvements récoltés étaient congelés et conservés jusqu'à analyse. Les concentrations en IgG et en MG ont été mesurées par la suite sur ces échantillons.

1.5.3 Analyse du colostrum

Les prélèvements de colostrum réalisés à T0, T6 et T12 ont été analysés par le Centre Interprofessionnel d'Analyse Laitière du Sud-Ouest (CIALSO) à Auch (32).

La concentration en IgG a été dosée par immunodiffusion radiale (IDR, kit Sheep & Goat IGG test, IDBiotech, Issoire, France), qui est la méthode de référence pour le dosage des immunoglobulines dans le colostrum ovin.

La concentration en MG a été évaluée grâce à la méthode Gerber, qui est la méthode de référence de dosage de MG dans le lait.

1.6 Effectifs

1.6.1 Groupe 1 : périodes octobre 2016 - juillet 2017

Lors de l'agnelage d'octobre 2016, 74 agnelles ont mis bas en suivant le protocole. En juillet 2017, sur les 98 individus ayant agnelé dans le cadre du projet, 38 sont des brebis dont le premier agnelage avait eu lieu en octobre 2016.

Au moment de ces mises-bas, 8 brebis ont été exclues du protocole pour les motifs suivants :

- mammite hémi-mamelle droite : n=1
- prolapsus utérin : n=2
- agneaux retrouvés avec la mère, tétée possible (agnelage non surveillé, agneaux sauteurs, oubli des manipulateurs de retirer les agneaux) : n=5

Une fois tous les résultats d'analyses obtenus, 11 brebis ont été exclues car leurs données étaient incomplètes (données manquantes pour le volume et/ou la concentration en IgG et/ou la concentration en MG).

Au total, sur les 38 brebis présentes aux deux agnelages, 19 ont été exclues. Il restait donc 19 brebis, toutes de race Lacaune.

1.6.2 Groupe 2 : périodes janvier 2017 - octobre 2017

Lors de l'agnelage de janvier 2017, 71 agnelles ont mis bas en suivant le protocole. En octobre 2017, sur les 122 individus ayant agnelé dans le cadre du projet, 45 brebis étaient présentes à l'agnelage de janvier 2017.

Au moment de la mise-bas d'octobre 2017, 12 brebis ont été exclues du protocole pour les motifs suivants :

- agneaux morts : n=1
- césarienne : n=2
- brebis non gravide : n=2
- hémi-mamelle droite non fonctionnelle (induré) : n=1
- mamelle sèche : n=2
- brebis non maternelle et/ou comportement étrange voire agressif envers ses agneaux : n=1
- agneaux blessés à la naissance : n=1

- agneaux retrouvés avec la mère, tétée possible (agnelage non surveillé, agneaux sauteurs, oubli des manipulateurs de retirer les agneaux) : n=2

De plus une brebis a été exclue à la fois sur l'agnelage de janvier 2017, pour le motif agneaux avec la mère, et sur l'agnelage d'octobre 2017, pour le motif agneaux morts.

Sur les 32 brebis restantes, 6 brebis présentaient des données incomplètes. Ce qui amenait à un effectif de 26 brebis, parmi lesquelles 24 Lacaunes et 2 BMC. Étant donné le nombre final très limité de brebis BMC, il a été décidé de les exclure afin de supprimer le facteur race des analyses statistiques. Ainsi l'effectif final du groupe 2 après exclusion de ces 21 brebis était de 24.

1.6.3 Effectifs finaux des différents groupes et effectif total

Tableau 1 : Récapitulatif des différents effectifs par groupe

	n ₁	n ₂	Brebis exclues lors des mises-bas	Brebis avec données incomplètes	Exclusion des brebis BMC	Effectif final
Groupe 1	74	38	8	11	0	19
Groupe 2	71	45	13	6	2	24

n₁ : nombre de brebis à l'agnelage 1

n₂ : nombre de brebis de l'agnelage 1 présentes à l'agnelage 2

Le tableau ci-dessus (Tableau 1) récapitule pour chaque groupe, les effectifs initiaux ainsi que le nombre de brebis exclues et les effectifs finaux.

L'effectif total, tous groupes confondus, est donc de 43 brebis. Les analyses statistiques ont été réalisées à partir des données de ces individus.

1.7 Analyses statistiques

Les données récoltées à partir des fiches de suivi brebis et agneaux ainsi que les résultats d'analyses ont été compilés dans différents tableaux sous Microsoft Excel®. L'ensemble de ces données a été vérifié et les erreurs ont été corrigées. L'analyse de ces données a ensuite été réalisée à l'aide du logiciel R (version 3.5.1) et de son environnement R Studio (version 1.1.463).

Des tests de Wilcoxon-Mann-Whitney (WMW), avec la fonction « wilcox.test », ont permis de comparer les variables quantitatives. Cette fonction rend possible la comparaison d'échantillons de données appariées et/ou de distribution non normale sur de faibles effectifs. Les corrélations ont été calculées par un test de rang de Spearman avec la fonction « cor.test ». Elle

permet d'évaluer l'existence d'une corrélation entre des échantillons dont la distribution n'est pas normale, sans préjuger du type de corrélation.

Une exploration plus complexe a été réalisée afin de tenir compte de plusieurs facteurs potentiels de variation de la production de colostrum. Un modèle linéaire à effet aléatoire a été ajusté aux données en prenant en compte les effets fixes relatifs à la NEC, la taille de portée et la période de mise-bas. Un effet aléatoire « brebis » a été inclus, afin de tenir compte de la corrélation potentielle entre les paramètres de production d'une même brebis entre les deux mises-bas. Une amélioration de la vraisemblance du modèle incluant cet effet aléatoire par rapport au modèle ne l'incluant pas, testé par le rapport de vraisemblance, indique une corrélation statistiquement significative, après ajustement sur l'ensemble des effets fixes du modèle. La fonction « lme » du package « nlme » pour le logiciel R a été utilisée.

Les différents graphiques réalisés dans la suite de ce travail, notamment les graphiques représentant pour une variable et un temps de traite donnés, la valeur au deuxième agnelage en fonction de celle au premier agnelage, ont été exécutés à l'aide de la fonction « plot ».

Dans l'ensemble des analyses statistiques, les résultats ont été considérés statistiquement significatifs au seuil de risque alpha 5% ($p < 0,05$).

2 RÉSULTATS

2.1 Analyse descriptive des données

Pour chaque paramètre étudié (volume de colostrum, concentration en IgG, masse d'IgG, concentration en MG, masse de MG), et pour chaque temps de production, les moyennes, écart-types et médianes ont été calculés par agnelage. Puis les productions entre les deux agnelages, pour l'effectif total et pour chaque groupe, ont été comparées à l'aide du test de Wilcoxon-Mann-Whitney.

2.1.1 Volume de colostrum produit

- Effectif total (n=43)

Tableau 2 : Moyenne, écart-type, médiane du volume (mL) de colostrum produit pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12 et sur le volume total, pour l'effectif total

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
Volume T0	169,4	118,3	150	209,2	162,8	150	0,247
Volume T6	109,1	61,6	100	146,5	78,4	150	6,06E-03
Volume T12	80,7	44,8	75	128,4	73,1	120	3,22E-04
Volume total (T0+T6+T12)	359,1	181,9	340	484,1	263,6	390	1,17E-03

Il n'y avait pas de différence significative pour la production de colostrum à T0 entre les deux agnelages. En revanche, à T6 et T12 ainsi que pour le volume total, la production était significativement plus faible lors du premier agnelage que lors du deuxième.

- Groupe 1 (n=19)

Tableau 3 : Moyenne, écart-type, médiane du volume (mL) de colostrum produit pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12 et sur le volume total, pour le groupe 1

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
Volume T0	172,3	146,8	150	221,8	181,1	160	0,268
Volume T6	93,4	66,9	75	155,3	73,6	150	4,54E-03
Volume T12	57,9	32,8	50	140,0	84,8	125	3,40E-04
Volume total (T0+T6+T12)	323,6	208,0	315	517,1	285,8	500	1,99E-03

Dans le groupe 1, les brebis ont produit significativement plus de colostrum au deuxième agnelage qu'au premier, à T6, T12 et sur le volume total. Il n'existait pas de différence significative à T0.

- Groupe 2 (n=24)

Tableau 4 : Moyenne, écart-type, médiane du volume (mL) de colostrum produit pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12 et sur le volume total, pour le groupe 2

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
Volume T0	167,1	93,3	152,5	199,2	149,9	145	0,626
Volume T6	121,5	55,4	115	139,6	82,8	120	0,379
Volume T12	98,8	45,3	100	119,2	62,7	100	0,180
Volume total (T0+T6+T12)	387,3	157,3	377,5	457,9	247,7	375	0,166

Au sein du groupe 2, aucune différence significative entre les deux agnelages n'a été observée quel que soit le temps de production (T0, T6, T12) ou sur le volume total produit.

2.1.2 Concentration en IgG

La brebis 16123261175, faisant partie du groupe 1, a été supprimée des calculs des analyses descriptives et des tests de WMW à T12 pour l'effectif total et le groupe 1. Sa valeur de la concentration en IgG à T12 à l'agnelage 2 (132,8 g/L) semblait inhabituelle par rapport à la valeur moyenne de la concentration à T12 (23,8 g/L pour l'effectif total et 31,1 g/L pour le groupe 1). Une erreur de traçabilité de l'échantillon ou une erreur analytique du laboratoire ont pu se produire mais ne sont pas vérifiables.

- Effectif total (n=43 sauf pour [IgG] à T12 où n=42)

Tableau 5 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en IgG pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12, pour l'effectif total

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
[IgG] à T0	85,7	24,2	78,9	81,4	49,7	66,2	0,172
[IgG] à T6	49,9	26,3	45,7	50,5	37,3	37,3	0,392
[IgG] à T12	17,8	13,2	15,1	23,8	17,7	19,5	0,092

Sur l'effectif total, il n'y avait pas de différence significative de la concentration en IgG du colostrum produit entre l'agnelage 1 et l'agnelage 2, que ce soit à T0, T6 ou T12, même si pour ce dernier temps la différence est proche du seuil de significativité de 5%.

- Groupe 1 (n=19 sauf pour [IgG] à T12 où n=18)

Tableau 6 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en IgG pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12, pour le groupe 1

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
[IgG] à T0	87,4	28,9	77,1	111,7	57,8	92,9	0,156
[IgG] à T6	51,5	31,5	50,1	71,2	47,0	61,8	0,241
[IgG] à T12	17,5	15,6	11,7	31,1	21,3	26,7	0,012

Les concentrations en IgG à T0 et T6 entre les deux agnelages n'étaient pas significativement différentes. Cependant à T12, la concentration en IgG était plus faible au premier agnelage qu'au deuxième (p<0,05).

- Groupe 2 (n=24)

Tableau 7 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en IgG pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12, pour le groupe 2

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
[IgG] à T0	84,4	20,4	78,9	57,4	23,2	51,0	1,27E-04
[IgG] à T6	48,6	21,9	43,8	34,1	13,1	33,9	0,013
[IgG] à T12	18,0	11,4	16,2	18,4	12,1	17,6	0,989

Pour le groupe 2, les brebis avaient une concentration en IgG significativement supérieure à l'agnelage 1 qu'à l'agnelage 2, à T0 et T6. A contrario, il n'existait pas de différence entre les deux agnelages à T12.

2.1.3 Masse d'IgG

Pour chaque brebis, la masse d'IgG pour chaque temps (T0, T6 et T12) a été calculée à partir des données brutes initiales, soit le volume de colostrum produit exprimé en mL et la concentration en IgG exprimée en g/L :

$$MIgG \text{ (g)} = [IgG] \text{ (g/L)} * (V \text{ (mL)} / 1000)$$

Une fois les masses calculées pour chaque temps, elles ont été additionnées afin de donner la masse d'IgG cumulée.

La brebis 16123261175, faisant partie du groupe 1, a été supprimée des calculs des analyses descriptives et des tests de WMW pour MIgG T12 et MIgG totale, pour l'effectif total et le groupe 1. Sachant que sa concentration en IgG à T12 à l'agnelage 2 semblait inhabituelle et que les calculs de masse se font à partir des concentrations, ses données ont été exclues (brebis 61175 à l'agnelage 2 : MIgG T12 = 39,8 g et MIgG totale = 114,9 g alors qu'en moyenne MIgG T12 = 3,5 g et MIgG totale = 33,6 g pour le groupe 1 à l'agnelage 2). Une erreur de traçabilité de l'échantillon ou une erreur analytique du laboratoire ont pu se produire mais ne sont pas vérifiables.

- Effectif total (n=43 sauf pour MIgG à T12 et MIgG Totale où n=42)

Tableau 8 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) d'IgG produite pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour l'effectif total

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
MIgG à T0	14,1	8,9	12,9	15,4	12,0	14,1	0,853
MIgG à T6	5,8	4,3	4,7	7,5	8,6	5,3	0,469
MIgG à T12	1,6	1,5	0,9	2,5	1,8	2,2	0,013
MIgG Totale (T0+T6+T12)	21,4	11,8	20,3	24,2	16,6	20,0	0,814

Sur l'effectif total, seule la masse d'IgG à T12 était significativement plus importante lors du deuxième agnelage par rapport au premier.

- Groupe 1 (n=19 sauf pour MIgG à T12 et MIgG Totale où n=18)

Tableau 9 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) d'IgG produite pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour le groupe 1

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
MIgG à T0	14,2	10,2	12,5	21,0	13,7	17,5	0,087
MIgG à T6	5,3	4,9	3,8	11,4	11,7	7,8	0,016
MIgG à T12	1,2	1,6	0,7	3,5	2,2	3,3	1,91E-04
MIgG Totale (T0+T6+T12)	20,5	13,7	18,8	33,6	19,3	26,4	0,018

Les masses d'IgG à T6 et T12 ainsi que la masse d'IgG cumulée sur les trois temps étaient plus élevées au deuxième agnelage ($p < 0,05$). Néanmoins, il n'y avait pas de différence significative entre les deux agnelages pour la masse d'IgG à T0.

- Groupe 2 (n=24)

Tableau 10 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) d'IgG produite pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour le groupe 2

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
MlgG à T0	14,0	8,1	13,0	10,9	8,3	9,8	0,019
MlgG à T6	6,2	3,9	6,6	4,4	2,3	4,0	0,114
MlgG à T12	1,8	1,4	1,7	1,8	1,1	1,6	0,989
MlgG Totale (T0+T6+T12)	22,0	10,4	21,4	17,1	9,8	19,5	0,031

Il n'existait pas de différence entre les deux agnelages à T6 et T12. Mais la masse d'IgG à T0 et la masse totale d'IgG produite étaient significativement inférieures au deuxième agnelage, comparées au premier.

2.1.4 Concentration en MG

- Effectif total (n=43)

Tableau 11 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en MG pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12, pour l'effectif total

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
[MG] à T0	99,1	34,6	87,6	101,0	32,1	95,2	0,791
[MG] à T6	114,8	32,2	117,6	102,8	28,9	105,6	0,036
[MG] à T12	99,6	22,5	96	88,5	28,0	90,4	0,048

Les concentrations en MG étaient plus importantes au premier agnelage à T6 et T12 ($p < 0,05$). À T0, aucune différence significative n'a été observée.

- Groupe 1 (n=19)

Tableau 12 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en MG pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12, pour le groupe 1

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
[MG] à T0	81,6	24,7	79,6	94,7	30,7	95,2	0,084
[MG] à T6	106,1	32,9	105,6	102,3	24,3	104	0,623
[MG] à T12	90,6	17,7	86,4	89,7	30,1	90,4	0,825

Pour le groupe 1, les résultats n'ont pas mis en évidence de différence significative entre les deux agnelages, quel que soit le temps de mesure (T0, T6, T12).

- Groupe 2 (n=24)

Tableau 13 : Moyenne, écart-type, médiane de la concentration (g/L) en MG pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12, pour le groupe 2

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
[MG] à T0	113,0	35,5	108	106,1	33,0	104,2	0,178
[MG] à T6	121,8	30,6	130	103,3	32,5	113	0,018
[MG] à T12	106,8	23,5	106,4	87,5	26,8	91,2	8,57E-03

À T0, il n'y avait pas de différence significative concernant la concentration en MG entre les deux agnelages. En revanche, à T6 et T12, les concentrations en MG étaient significativement supérieures lors du premier agnelage.

2.1.5 Masse de MG

De la même façon que pour les masses d'IgG, les différentes masses de MG ont été calculées à partir des concentrations en MG et des volumes de colostrum produits à chaque temps (T0, T6, T12) :

$$\text{MMG (g)} = [\text{MG}] \text{ (g/L)} * (\text{V (mL)} / 1000)$$

Les masses ainsi obtenues ont ensuite été additionnées pour calculer la masse de MG cumulée.

- Effectif total (n=43)

Tableau 14 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) de MG produite pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour l'effectif total

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
MMG à T0	16,7	12,1	13,9	20,9	19,0	16,2	0,254
MMG à T6	13,4	9,3	11,1	16,0	11,1	14,4	0,205
MMG à T12	8,5	5,6	7,7	12,4	9,5	10,8	0,033
MMG Totale (T0+T6+T12)	38,5	22,4	33,8	49,3	33,8	39,2	0,039

La masse de MG à T12 et la masse de MG cumulée sur les trois temps étaient significativement moins élevées au premier agnelage qu'au deuxième. À T0 et T6, il n'existait pas de différence significative de la masse de MG entre les deux agnelages.

- Groupe 1 (n=19)

Tableau 15 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) de MG produite pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour le groupe 1

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
MMG à T0	14,4	13,4	10,5	21,9	24,1	16,2	0,049
MMG à T6	11,0	9,8	8,1	16,4	9,2	15,8	0,029
MMG à T12	5,4	3,3	5,3	14,0	12,0	10,8	1,41E-03
MMG Totale (T0+T6+T12)	30,8	22,8	28,6	52,3	39,1	46,1	4,58E-03

Pour le groupe 1, l'ensemble des résultats a montré que la masse de MG produite lors du premier agnelage est significativement inférieure à celle produite lors du deuxième agnelage, quel que soit le temps de mesure (T0, T6, T12) et en cumulé (masse totale).

- Groupe 2 (n=24)

Tableau 16 : Moyenne, écart-type, médiane de la masse (g) de MG produite pour chaque agnelage et test de WMW entre les deux agnelages, à T0, T6, T12 et sur la masse totale, pour le groupe 2

	Agnelage 1			Agnelage 2			Test de WMW
	Moyenne	Écart-type	Médiane	Moyenne	Écart-type	Médiane	p
MMG à T0	18,5	11,0	15,9	20,1	14,1	16,5	0,786
MMG à T6	15,3	8,5	15,1	15,7	12,5	12,0	0,684
MMG à T12	10,9	6,0	11,0	11,1	7,0	10,8	0,944
MMG Totale (T0+T6+T12)	44,7	20,5	41,7	46,9	29,6	38,9	0,944

Au sein du groupe 2, les tests de Wilcoxon-Mann-Whitney réalisés (T0, T6, T12, total) n'ont pas mis en évidence de différence significative entre les deux agnelages concernant la masse de MG produite.

2.2 Synthèse des comparaisons entre les deux agnelages

Le tableau ci-dessous (Tableau 17) propose une synthèse des différentes comparaisons effectuées entre les deux agnelages pour les deux groupes.

Tableau 17 : Synthèse des comparaisons entre les deux agnelages pour les deux groupes

	Volume		[IgG]		Masse d'IgG		[MG]		Masse de MG	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2
T0	ns	ns	ns	1 > 2	ns	1 > 2	ns	ns	1 < 2	ns
p	0,268	0,626	0,156	1,27E-04	0,087	0,019	0,084	0,178	0,049	0,786
T6	1 < 2	ns	ns	1 > 2	1 < 2	ns	ns	1 > 2	1 < 2	ns
p	4,54E-03	0,379	0,241	0,013	0,016	0,114	0,623	0,018	0,029	0,684
T12	1 < 2	ns	1 < 2	ns	1 < 2	ns	ns	1 > 2	1 < 2	ns
p	3,40E-04	0,180	0,012	0,989	1,91E-04	0,989	0,825	8,57E-03	1,41E-03	0,944
Total	1 < 2	ns	/	/	1 < 2	1 > 2	/	/	1 < 2	ns
p	1,99E-03	0,166	/	/	0,018	0,031	/	/	4,58E-03	0,944

G1 : groupe 1, agnelages d'octobre 2016 et juillet 2017

G2 : groupe 2, agnelages de janvier 2017 et octobre 2017

ns : différence non significative (test de WMW, $p > 0,05$)

1 < 2 (1 > 2) : valeurs du 1^{er} agnelage significativement inférieures (respectivement supérieures) aux valeurs du 2^{ème} agnelage (test de WMW, $p < 0,05$)

En gris : tests de WMW pour lesquels $p > 0,05$

Dans l'ensemble, les différences entre les deux agnelages n'allaient pas dans le même sens pour les deux groupes. Par exemple, pour la concentration en IgG, lorsque la différence entre les deux agnelages était significative, le groupe 1 avait une concentration inférieure à l'agnelage 1 par rapport à l'agnelage 2 ; contrairement au groupe 2 qui avait une concentration à l'agnelage 1 supérieure à celle de l'agnelage 2. Ce contre-sens entre les deux groupes se retrouvait également pour la masse d'IgG.

En revanche, au sein d'un même groupe, les différences entre agnelages, lorsqu'elles étaient significatives, étaient les mêmes. Par exemple, pour le groupe 1, la concentration en IgG était plus élevée à l'agnelage 2 qu'à l'agnelage 1, et de même pour la masse d'IgG.

2.3 Synthèse des comparaisons entre les deux groupes

Le tableau ci-dessous (Tableau 18) propose une synthèse des différentes comparaisons effectuées entre les deux groupes pour les deux agnelages.

Tableau 18 : Synthèse des comparaisons entre les deux groupes pour les deux agnelages

	Volume		[IgG]		Masse d'IgG		[MG]		Masse de MG	
	Agn 1	Agn 2	Agn 1	Agn 2	Agn 1	Agn 2	Agn 1	Agn 2	Agn 1	Agn 2
T0	ns	ns	ns	1 > 2	ns	1 > 2	1 < 2	ns	ns	ns
p	0,642	0,874	0,912	1,03E-04	0,875	6,48E-03	1,05E-03	0,310	0,072	0,603
T6	1 < 2	ns	ns	1 > 2	ns	1 > 2	ns	ns	1 < 2	ns
p	0,048	0,332	0,932	2,74E-03	0,245	2,57E-03	0,120	0,696	0,041	0,460
T12	1 < 2	ns	ns	1 > 2	ns	1 > 2	1 < 2	ns	1 < 2	ns
p	4,42E-03	0,345	0,505	0,012	0,058	7,52E-03	0,024	0,942	1,82E-03	0,744
Total	ns	ns	/	/	ns	1 > 2	/	/	1 < 2	ns
p	0,126	0,582	/	/	0,413	1,50E-03	/	/	0,017	0,799

Agn 1 : agnelage 1, agnelages d'octobre 2016 et janvier 2017

Agn 2 : agnelage 2, agnelages de juillet 2017 et octobre 2017

ns : différence non significative (test de WMW, $p > 0,05$)

1 < 2 (1 > 2) : valeurs du 1^{er} groupe significativement inférieures (respectivement supérieures) aux valeurs du 2^{ème} groupe (test de WMW, $p < 0,05$)

En gris : tests de WMW pour lesquels $p > 0,05$

La comparaison entre les deux agnelages est difficile à interpréter étant donné que pour chaque paramètre, les différences entre les deux groupes n'étaient significatives que pour un agnelage sur les deux et pas toujours le même.

Pour un agnelage donné, les différences entre les deux groupes allaient toujours dans le même sens. Par exemple, concernant l'agnelage 2, pour la concentration en IgG et la masse d'IgG produite, lorsque c'était significatif, il y avait toujours une concentration ou une masse supérieure pour le groupe 1 que pour le groupe 2.

À l'inverse, en ce qui concerne l'agnelage 1, pour la concentration en MG et la masse de MG produite, la production du groupe 2 était significativement supérieure à celle du groupe 1.

2.4 Corrélations entre les valeurs de production de l'agnelage 1 et de l'agnelage 2

De même que pour les analyses descriptives (cf. paragraphes 2.1.2 et 2.1.3), la brebis 61175 a été supprimée des calculs des corrélations entre les deux agnelages pour la concentration en IgG à T12, la masse d'IgG à T12 et la masse d'IgG totale.

Cette partie a pour but d'estimer si pour chaque brebis, la production de colostrum (détaillée en plusieurs variables : volume, concentration et masse en IgG et MG) de la deuxième mise-bas est similaire à la production de la première mise-bas, et ainsi d'évaluer s'il existe une répétabilité concernant la production de colostrum pour une brebis donnée.

2.4.1 Volume de colostrum produit

Tableau 19 : Coefficients de corrélation entre le volume de colostrum produit à l'agnelage 1 et le volume de colostrum produit à l'agnelage 2, par groupe et sur l'effectif total

	Groupe 1		Groupe 2		Effectif total	
	r	p	r	p	r	p
T0	0,61	5,12E-03	0,33	0,112	0,50	6,89E-04
T6	0,40	0,090	0,34	0,102	0,33	0,031
T12	0,42	0,072	0,36	0,081	0,26	0,091
Total (T0+T6+T12)	0,60	6,47E-03	0,54	6,67E-03	0,54	1,93E-04

En gris : tests de corrélation pour lesquels $p > 0,05$

Pour le groupe 1, les corrélations étaient très bonnes et statistiquement significatives ($p < 10^{-3}$) à T0 et pour le volume total (respectivement $r = 0,61$ et $r = 0,60$). Pour les autres temps de mesure, les coefficients de corrélation étaient plus faibles (0,40 et 0,42) et proches du seuil de significativité.

Pour le groupe 2, il y avait une corrélation assez bonne et significative pour le volume total ($r = 0,54$; $p < 10^{-3}$).

Enfin, concernant l'effectif total, les corrélations étaient toutes significatives sauf pour T12 ($p < 0,05$ pour T6 et $p < 10^{-4}$ pour T0 et le volume total). La corrélation était faible à T6 ($r = 0,33$) mais bonne à T0 et pour le volume total (respectivement $r = 0,50$ et $r = 0,54$).

La figure 4 correspond aux représentations graphiques des corrélations significatives au sein du groupe 1. Les valeurs étaient dans l'ensemble plutôt dispersées, la plupart des brebis produisait un volume de colostrum plus important au deuxième agnelage qu'au premier.

Les représentations graphiques correspondant aux corrélations entre le volume de colostrum total produit à l'agnelage 1 et le volume de colostrum total produit à l'agnelage 2, pour le groupe 2 et l'effectif total étaient similaires au graphique du haut de la figure 4. Il en était de même concernant la production à T0 de l'effectif total.

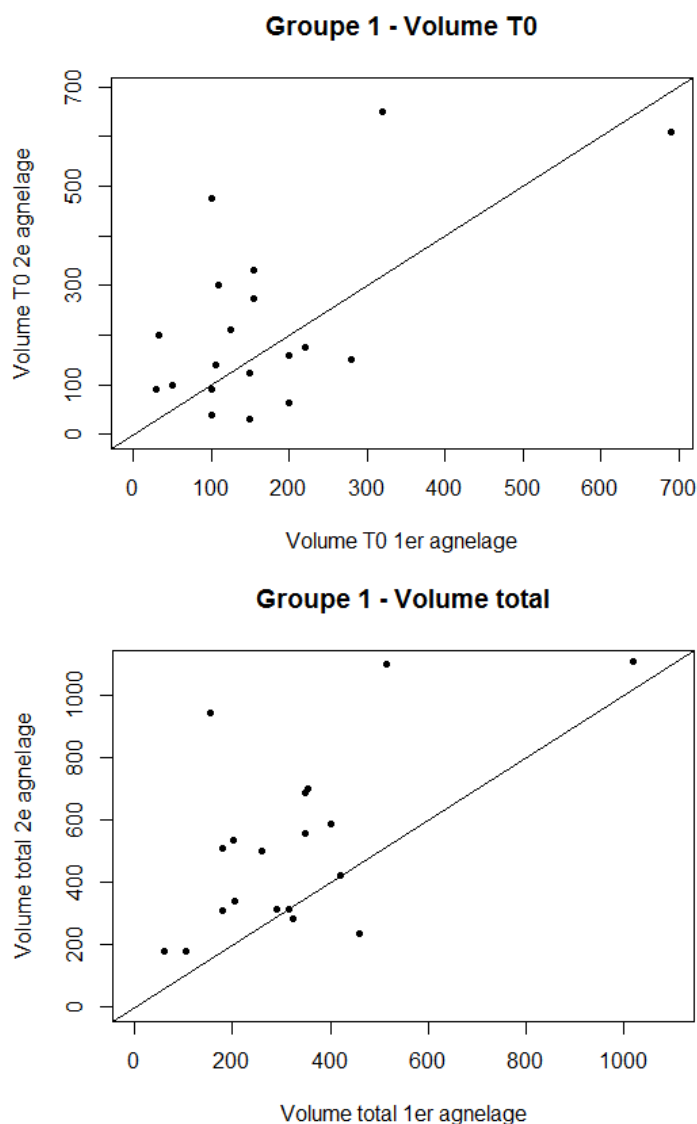


Figure 4 : Corrélation entre le volume de colostrum produit à l'agnelage 1 et le volume de colostrum produit à l'agnelage 2 pour le groupe 1 à T0 et pour le volume total. La ligne droite correspond à la bissectrice.

2.4.2 Concentration en IgG

Tableau 20 : Coefficients de corrélation entre la concentration en IgG produite à l'agnelage 1 et la concentration en IgG produite à l'agnelage 2, par groupe et sur l'effectif total

	Groupe 1		Groupe 2		Effectif total	
	r	p	r	p	r	p
T0	0,13	0,596	0,23	0,273	0,16	0,299
T6	0,29	0,228	0,04	0,862	0,22	0,152
T12	0,20	0,423	-0,31	0,135	0,01	0,961

En gris : tests de corrélation pour lesquels $p > 0,05$

Aucune corrélation entre la concentration en IgG à l'agnelage 1 et la concentration en IgG à l'agnelage 2 n'était significative.

2.4.3 Masse d'IgG

Tableau 21 : Coefficients de corrélation entre la masse d'IgG produite à l'agnelage 1 et la masse d'IgG produite à l'agnelage 2, par groupe et sur l'effectif total

	Groupe 1		Groupe 2		Effectif total	
	r	p	r	p	r	p
T0	0,29	0,228	0,06	0,769	0,19	0,229
T6	0,32	0,188	-0,24	0,267	0,13	0,391
T12	0,31	0,206	-0,24	0,266	-0,01	0,971
Total (T0+T6+T12)	0,19	0,451	-0,04	0,837	0,06	0,700

En gris : tests de corrélation pour lesquels $p > 0,05$

Les résultats n'ont pas mis en évidence de corrélation significative entre la masse d'IgG produite à l'agnelage 1 et la masse d'IgG produite à l'agnelage 2, quel que soit le temps de production ou en cumulé (masse totale produite).

2.4.4 Concentration en MG

Tableau 22 : Coefficients de corrélation entre la concentration en MG produite à l'agnelage 1 et la concentration en MG produite à l'agnelage 2, par groupe et sur l'effectif total

	Groupe 1		Groupe 2		Effectif total	
	r	p	r	p	r	p
T0	0,24	0,333	0,58	2,68E-03	0,49	9,25E-04
T6	0,13	0,584	0,45	0,028	0,32	0,038
T12	0,14	0,573	0,16	0,459	0,12	0,432

En gris : tests de corrélation pour lesquels $p > 0,05$

Les corrélations étaient significatives à T0 et T6 pour le groupe 2 et l'effectif total. Cependant elles étaient faibles ($r = 0,32$ à T6 pour l'effectif total) à moyennes ($r = 0,45$ à T6 pour le groupe 2 et $r = 0,49$ à T0 pour l'effectif total), sauf pour le groupe 2 à T0 où la corrélation était bonne ($r = 0,58$).

La figure 5 correspond à la concentration en MG à l'agnelage 2 en fonction de la concentration en MG à l'agnelage 1 pour le groupe 2 au temps de traite T0. La majorité des brebis avaient une concentration en MG plus élevée à l'agnelage 1 qu'à l'agnelage 2.

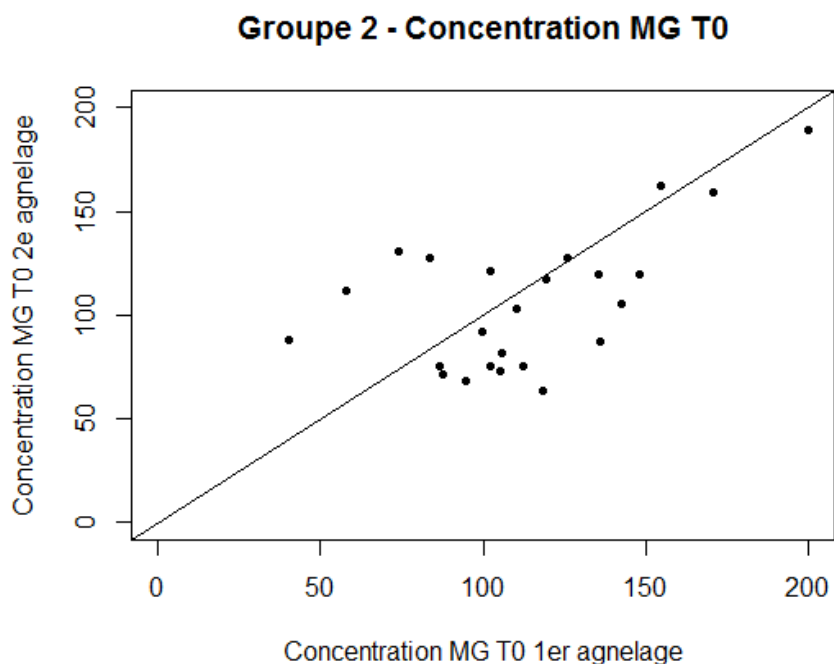


Figure 5 : Corrélation entre la concentration en MG à l'agnelage 1 et la concentration en MG à l'agnelage 2 pour le groupe 2 à T0. La ligne droite correspond à la bissectrice.

2.4.5 Masse de MG

Tableau 23 : Coefficients de corrélation entre la masse de MG produite à l'agnelage 1 et la masse de MG produite à l'agnelage 2, par groupe et sur l'effectif total

	Groupe 1		Groupe 2		Effectif total	
	r	p	r	p	r	p
T0	0,80	3,52E-05	0,29	0,175	0,58	4,64E-05
T6	0,37	0,117	0,48	0,017	0,41	6,59E-03
T12	0,44	0,060	0,33	0,110	0,21	0,181
Total (T0+T6+T12)	0,66	2,11E-03	0,52	9,15E-03	0,54	2,10E-04

En gris : tests de corrélation pour lesquels $p > 0,05$

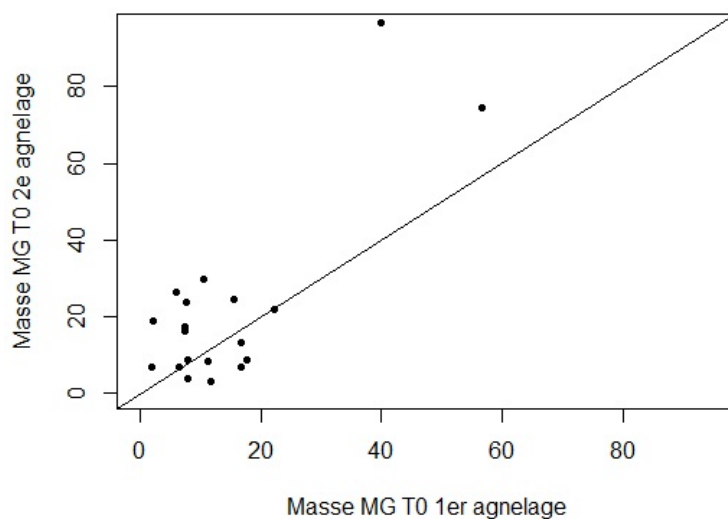
Les seules corrélations non significatives statistiquement concernaient le groupe 1 à T6, le groupe 2 à T0 et T12 et enfin l'effectif total à T12. Le reste des résultats montrait des corrélations significatives avec des coefficients de corrélation moyens ($r = 0,44$ pour le groupe 1 à T12) à excellents ($r = 0,80$ pour le groupe 1 à T0).

La figure 6 représente graphiquement les trois corrélations significatives du groupe 1, soit la masse de MG à T0, à T12 et cumulée (masse totale). Dans les trois situations, la majorité des brebis avait une production de MG plus importante au deuxième agnelage qu'au premier.

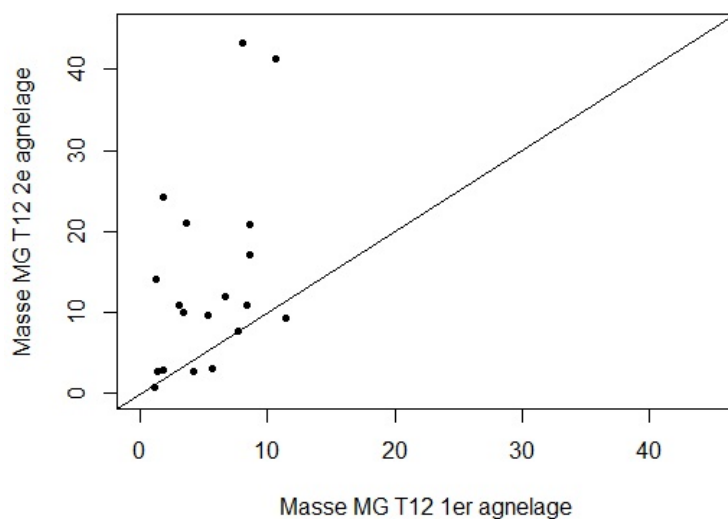
La présence de deux brebis un peu plus « isolées » pouvait être notée (Figure 6). En effet, ces deux brebis présentaient une masse de MG plus importante que la majorité des brebis du groupe, quel que soit le temps de production (T0 et T12) ou cumulé (masse totale).

Les graphiques de la masse de MG à T12 et de la masse de MG totale étaient similaires et présentaient la même allure de distribution des valeurs avec trois brebis ayant eu une production de MG plus faible au deuxième agnelage qu'au premier.

Groupe 1 - Masse MG T0



Groupe 1 - Masse MG T12



Groupe 1 - Masse MG totale

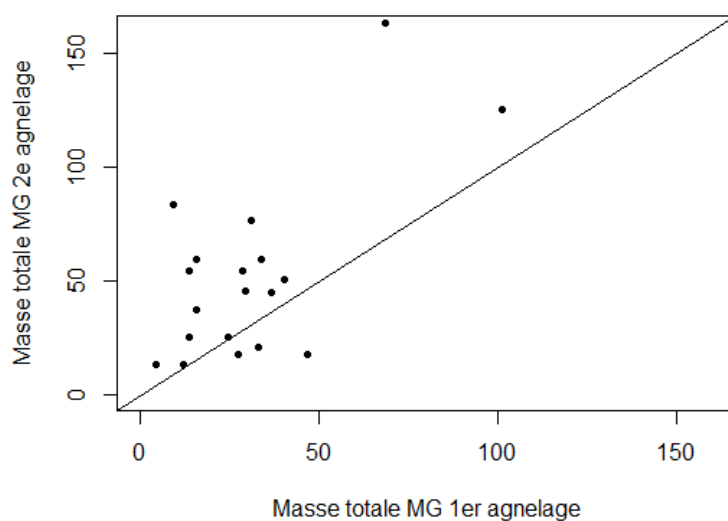


Figure 6 : Corrélation entre la masse de MG à l'agnelage 1 et la masse de MG à l'agnelage 2 pour le groupe 1 à T0, T12 et pour la masse totale. La ligne droite correspond à la bissectrice.

2.5 Classement des brebis selon leur production de colostrum au premier et deuxième agnelage

Tout comme pour les calculs de corrélations entre les valeurs de production à l'agnelage 1 et celles à l'agnelage 2 (cf. paragraphe 2.4), la brebis 61175 a été supprimée des calculs des corrélations entre le classement des brebis selon leurs valeurs de production à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2 pour la concentration en IgG à T12, la masse d'IgG à T12 et la masse d'IgG totale.

L'objectif de cette partie est d'évaluer si, entre deux agnelages, une même brebis conserve son classement en matière de production de colostrum par rapport aux autres brebis étudiées. C'est-à-dire, par exemple, d'estimer si une brebis faisant partie des 25% des meilleures productrices à l'agnelage 1 fait également partie des 25% des meilleures productrices à l'agnelage 2. Cela de nouveau dans le but de déterminer s'il existe une répétabilité concernant la production de colostrum pour une brebis donnée.

2.5.1 Volume de colostrum produit

Tableau 24 : Coefficients de corrélation entre le classement des brebis à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, selon le volume de colostrum produit, par groupe et sur l'effectif total

	Groupe 1		Groupe 2		Effectif total	
	r	p	r	p	r	p
T0	0,40	0,087	0,52	8,66E-03	0,44	3,49E-03
T6	0,38	0,113	0,31	0,136	0,29	0,064
T12	0,45	0,052	0,38	0,065	0,30	0,055
Total (T0+T6+T12)	0,47	0,041	0,50	0,013	0,43	3,59E-03

En gris : tests de corrélation pour lesquels $p > 0,05$

Pour le groupe 1, seul le volume total présentait une corrélation significative, laquelle était moyenne ($r = 0,47$; $p < 0,05$). Cependant à T0 et T12, les coefficients de corrélations étaient proches du seuil de significativité de 5% et étaient également moyens (respectivement $r = 0,40$ et $r = 0,45$).

Concernant le groupe 2, les corrélations étaient bonnes et statistiquement significatives à T0 et pour le volume total (respectivement $r = 0,52$ et $r = 0,50$). Les corrélations à T6 et T12 étaient plutôt faibles ($r = 0,31$ et $r = 0,38$) et proches du seuil de significativité de 5%.

Pour l'effectif total, le schéma était le même que pour le groupe 2 avec des coefficients de corrélation moyens et significatifs à T0 et pour le volume total ($r = 0,44$ et $r = 0,43$) et des coefficients faibles à T6 et T12 ($r = 0,29$ et $r = 0,30$) et proches du seuil de significativité.

La figure 7 correspond au classement des brebis du groupe 2 à l'agnelage 2 selon le volume de colostrum produit en fonction de leur classement selon le volume de colostrum produit à l'agnelage 1. Sur ce graphique, 4 brebis sont très éloignées de la bissectrice, montrant que leur classement à l'agnelage 1 n'était pas similaire à leur classement à l'agnelage 2. La grande majorité des brebis était proche de la bissectrice, ainsi leur classement à l'agnelage 1 n'était pas très différent de leur classement à l'agnelage 2.

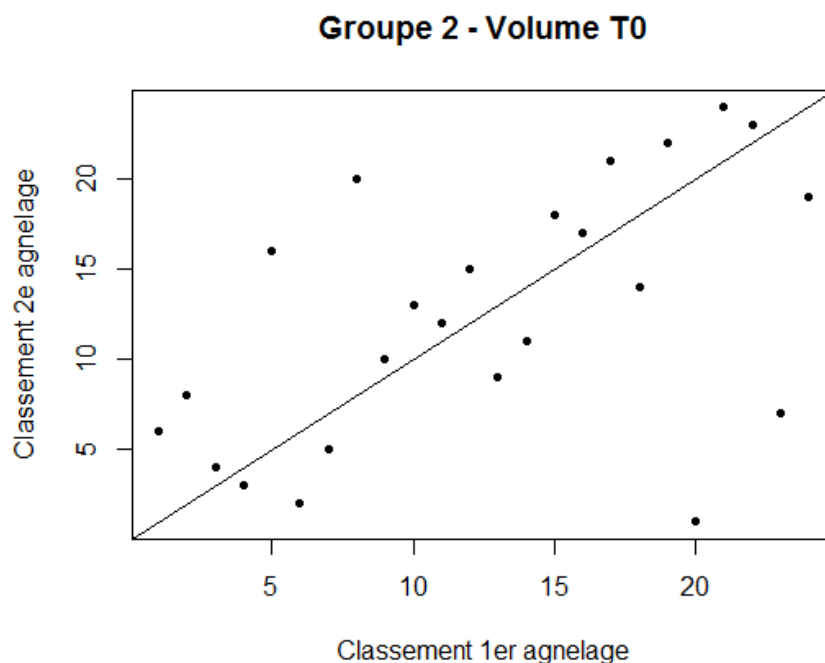


Figure 7 : Corrélation entre le classement des brebis selon le volume de colostrum produit à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, à T0 pour le groupe 2. La ligne droite correspond à la bissectrice.

2.5.2 Concentration en IgG

Tableau 25 : Coefficients de corrélation entre le classement des brebis à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, selon la valeur de concentration en IgG, par groupe et sur l'effectif total

	Groupe 1		Groupe 2		Effectif total	
	r	p	r	p	r	p
T0	0,34	0,149	0,12	0,565	0,21	0,183
T6	0,31	0,204	0,03	0,907	0,14	0,373
T12	0,25	0,307	-0,33	0,112	-0,10	0,531

En gris : tests de corrélation pour lesquels $p > 0,05$

Les résultats n'ont pas mis en évidence de corrélation significative entre le classement des brebis selon leur concentration en IgG à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, quel que soit le temps de production.

2.5.3 Masse d'IgG

Tableau 26 : Coefficients de corrélation entre le classement des brebis à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, selon la masse d'IgG produite, par groupe et sur l'effectif total

	Groupe 1		Groupe 2		Effectif total	
	R	p	r	p	r	p
T0	0,08	0,737	0,29	0,177	0,10	0,532
T6	0,16	0,523	-0,21	0,332	-0,09	0,587
T12	0,33	0,182	-0,26	0,221	-0,04	0,779
Total (T0+T6+T12)	0,14	0,576	0,07	0,756	0,02	0,909

En gris : tests de corrélation pour lesquels $p > 0,05$

Les coefficients de corrélation entre le classement des brebis selon la masse d'IgG produite à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2 n'étaient pas significatifs, quel que soit le temps de production.

2.5.4 Concentration en MG

Tableau 27 : Coefficients de corrélation entre le classement des brebis à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, selon la valeur de concentration en MG, par groupe et sur l'effectif total

	Groupe 1		Groupe 2		Effectif total	
	r	P	r	p	r	p
T0	0,31	0,198	0,39	0,062	0,28	0,065
T6	0,01	0,955	0,40	0,053	0,30	0,049
T12	0,05	0,847	4,3E-03	0,984	0,10	0,510

En gris : tests de corrélation pour lesquels $p > 0,05$

La seule corrélation statistiquement significative, bien que très proche du seuil de significativité de 5%, était celle de l'effectif total à T6, et la corrélation était faible ($r = 0,30$). Cependant, les coefficients de corrélation du groupe 2 à T0 et T6 ainsi que celui de l'effectif total à T0 étaient proches du seuil de significativité, avec des coefficients faibles à moyens ($r = 0,28$ à $r = 0,40$).

La représentation graphique de la corrélation entre le classement des brebis selon la concentration en MG à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2 pour l'effectif total à T6 est exposée figure 8. Seules deux brebis ont conservé leur classement entre les deux agnelages, les autres brebis sont très dispersées autour de la bissectrice.

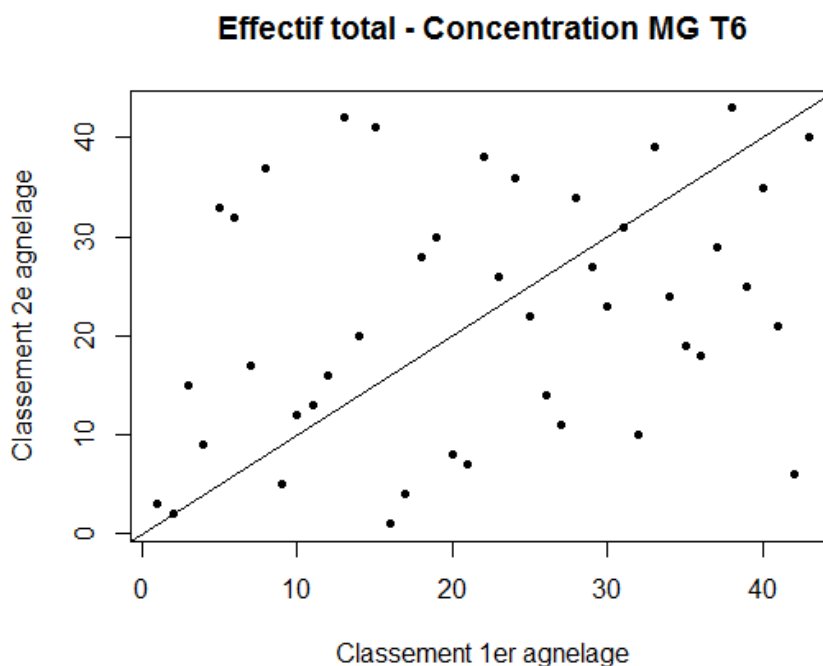


Figure 8 : Corrélation entre le classement des brebis selon la concentration en MG à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, à T6 pour l'effectif total. La ligne droite correspond à la bissectrice.

2.5.5 Masse de MG

Tableau 28 : Coefficients de corrélation entre le classement des brebis à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, selon la masse de MG produite, par groupe et sur l'effectif total

	Groupe 1		Groupe 2		Effectif total	
	R	p	r	p	r	p
T0	0,22	0,355	0,39	0,059	0,38	0,011
T6	0,30	0,207	0,42	0,039	0,29	0,058
T12	0,41	0,078	0,29	0,170	0,27	0,084
Total (T0+T6+T12)	0,38	0,104	0,45	0,028	0,38	0,011

En gris : tests de corrélation pour lesquels $p > 0,05$

Les corrélations entre le classement des brebis selon la masse de MG produite à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2 étaient significatives à T0 pour l'effectif total, à T6 pour le groupe 2 ainsi que pour la masse totale pour le groupe 2 et l'effectif total, avec des coefficients moyens (respectivement $r = 0,38$; $r = 0,42$; $r = 0,45$ et $r = 0,38$).

Cependant, certaines corrélations étaient non significatives mais proches du seuil de significativité, c'était le cas des corrélations à T12 pour le groupe 1, à T0 pour le groupe 2, à T6 et T12 pour l'effectif total avec des coefficients faibles à moyens ($r = 0,27$ à $r = 0,41$).

La figure 9 représente le classement des brebis du groupe 2 selon les valeurs de masse de MG à l'agnelage 2 en fonction de leur classement selon les valeurs de masse de MG à l'agnelage 1. Le graphique montre qu'une seule brebis a conservé le même classement entre les deux agnelages, les autres sont dans l'ensemble très dispersées autour de la bissectrice.

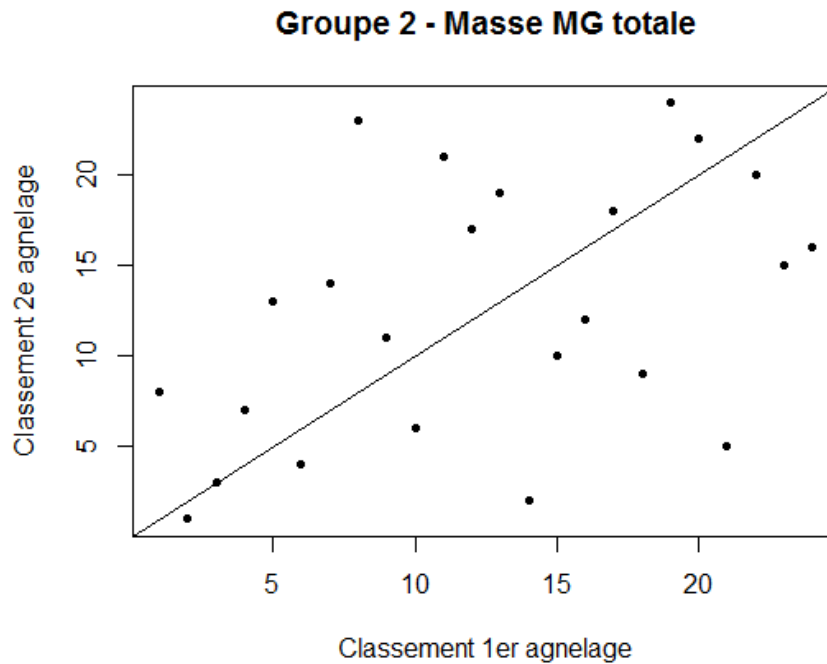


Figure 9 : Corrélation entre le classement des brebis selon la masse de MG produite à l'agnelage 1 et leur classement à l'agnelage 2, pour la masse totale de MG pour le groupe 2. La ligne droite correspond à la bissectrice.

2.6 Effet de la taille de portée sur la production de colostrum

Dans cette partie, l'effet de la taille de portée sur la production de colostrum au sein de chacune des périodes (octobre 2016, janvier 2017, juillet 2017 et octobre 2017) a été analysé. L'effectif de portées simples, doubles, triples et quadruples pour chaque période est récapitulé dans le tableau 29. Les tests de WMW ont été réalisés uniquement s'il y avait 5 brebis ou plus pour un type de portée. Pour la période d'octobre 2016, aucune comparaison n'a pu être effectuée puisque seules les portées doubles présentaient un nombre suffisant de brebis. Pour janvier et juillet 2017, les portées simples ont été comparées aux portées doubles. Pour octobre 2017 les portées doubles ont été comparées aux portées triples. Les résultats des tests de WMW associés sont résumés dans le tableau 30.

Tableau 29 : Nombre de brebis ayant des portées simples, doubles, triples et quadruples, par période d'agnelage

Période	Portées simples	Portées doubles	Portées triples	Portées quadruples
Octobre 2016	3	12	3	0
Janvier 2017	9	10	3	2
Juillet 2017	8	6	4	0
Octobre 2017	4	12	6	2

En gris : effectifs insuffisants (<5) pour pouvoir réaliser une comparaison statistique des différentes variables

Tableau 30 : Évaluation par des tests de WMW de l'effet de la taille de portée sur le volume, la concentration en IgG, la masse d'IgG, la concentration en MG et la masse de MG, à T0 et au total, par période

Période	Volume (médiane, en mL)		[IgG] (médiane, en g/L)		MIgG (médiane, en g)		[MG] (médiane, en g/L)		MMG (médiane, en g)							
	S (n = 9)	D (n = 10)	p	S	D	p	S	D	p	S	D	p				
Janvier 2017	T0	120,0	177,5	0,111	68,8	79,1	0,111	7,6	17,6	0,053	99,6	118,8	0,027	10,9	23,6	0,017
	Total	245,0	467,5	0,055	/	/	/	12,4	28,6	0,095	/	/	/	24,5	56,5	0,043
Juillet 2017	S (n = 8)	D (n = 6)	p <td>S</td> <td>D</td> <td>p <td>S</td> <td>D</td> <td>p <td>S</td> <td>D</td> <td>p <td>S</td> <td>D</td> <td>p </td></td></td></td>	S	D	p <td>S</td> <td>D</td> <td>p <td>S</td> <td>D</td> <td>p <td>S</td> <td>D</td> <td>p </td></td></td>	S	D	p <td>S</td> <td>D</td> <td>p <td>S</td> <td>D</td> <td>p </td></td>	S	D	p <td>S</td> <td>D</td> <td>p </td>	S	D	p	
	T0	167,5	250,0	0,755	92,5	80,6	0,491	16,9	22,7	0,950	67,6	107,8	0,020	14,7	21,8	0,573
Total	450,0	517,5	0,846	/	/	/	26,4	31,1	0,852	/	/	/	44,3	50,5	0,491	
Octobre 2017	D (n = 12)	T (n = 6)	p <td>D</td> <td>T</td> <td>p <td>D</td> <td>T</td> <td>p <td>D</td> <td>T</td> <td>p <td>D</td> <td>T</td> <td>p </td></td></td></td>	D	T	p <td>D</td> <td>T</td> <td>p <td>D</td> <td>T</td> <td>p <td>D</td> <td>T</td> <td>p </td></td></td>	D	T	p <td>D</td> <td>T</td> <td>p <td>D</td> <td>T</td> <td>p </td></td>	D	T	p <td>D</td> <td>T</td> <td>p </td>	D	T	p	
	T0	145,0	165,0	0,888	55,6	57,8	0,553	7,7	12,3	0,553	104,2	118,6	0,673	16,5	14,1	0,682
Total	375,0	337,5	0,708	/	/	/	16,8	19,7	0,964	/	/	/	38,9	34,0	0,750	

S : portées simples - D : portées doubles - T : portées triples ; pour chaque période et chaque type de portée l'effectif associé est indiqué dans la colonne volume
 p : test de WMW – en gris : tests pour lesquels p>0,05

En janvier 2017, les différences étaient significatives pour la concentration en MG à T0 et la masse de MG à T0 et cumulée (MMG totale), les brebis à portée double ayant produit plus de MG (en concentration et en masse) que les brebis à portée simple. De plus, les p-values des tests de WMW pour le volume total et la masse d'IgG à T0 étaient très proches du seuil de significativité de 5% (respectivement $p = 0,055$ et $p = 0,053$). Les brebis ayant eu une portée double semblaient produire un volume total de colostrum et une masse d'IgG à T0 plus élevés que les brebis ayant eu une portée simple.

En juillet 2017, seule la concentration en MG à T0 a été significativement différente, les brebis à portée double ont eu une concentration en MG plus élevée que les brebis à portée simple.

Sur la période d'octobre 2017, aucune différence significative n'est apparue entre les brebis ayant eu une portée double et les brebis ayant eu une portée triple.

2.7 Analyse par un modèle multivarié

Une exploration plus complexe a été réalisée afin de tenir compte de plusieurs facteurs potentiels de variation de la production de colostrum. Un modèle linéaire à effet aléatoire a été ajusté aux données en prenant en compte les effets fixes relatifs à la période de mise-bas, la NEC, la taille de portée, le mode de traite et l'opérateur. Un effet aléatoire « brebis » a été inclus, afin de tenir compte de la corrélation potentielle entre les paramètres de production d'une même brebis entre les deux mises-bas. Une amélioration de la vraisemblance du modèle incluant cet effet aléatoire par rapport au modèle ne l'incluant pas, testé par le rapport de vraisemblance, indique une corrélation statistiquement significative, après ajustement sur l'ensemble des effets fixes du modèle.

L'analyse a porté sur le volume de colostrum produit à T0 (VOL_T0) et le volume total (VOL_TOT) ainsi que sur les masses d'IgG (MIGG_T0 et MIGG_TOT) et de matière grasse (MMG_T0 et MMG_TOT) correspondantes. Les valeurs relatives au volume de colostrum et aux masses d'IgG et de MG ont été transformées (transformation log) afin de suivre une distribution proche de la distribution normale.

La variable NEC a été incluse sous forme continue ou sous forme de classe. Une interaction entre la variable NEC et la variable taille de portée a été incluse, de même que l'interaction entre NEC et période de mise-bas. Une procédure pas à pas descendante a été mise en œuvre pour éliminer les variables ou les interactions non significatives au seuil de 5%.

Compte tenu de l'effectif d'étude réduit, certaines interactions ou certaines catégories d'effets fixes n'ont pas pu être explorées.

Dans l'ensemble des modèles ajustés, après ajustement sur la période de mise-bas, ni la variable NEC ni la variable taille de portée n'avaient d'effet significatif au seuil de 5%.

Seul le modèle linéaire modélisant la variable VOL_T0 a donné un résultat significatif pour l'effet aléatoire « brebis ».

3 DISCUSSION

Les manipulations et résultats détaillés précédemment représentent une partie de l'étude VIGAGNO dont le but est d'identifier des solutions pour améliorer la robustesse des agneaux et ainsi réduire la mortalité périnatale. Ce travail de thèse avait pour objectif de décrire les phénotypes relatifs à la production de colostrum (volume et masse d'IgG et de MG) chez des brebis et leur répétabilité, préalable à une éventuelle étude de plus grande envergure visant à évaluer la possibilité d'une sélection génétique sur ces caractères.

3.1 Matériel et méthodes

3.1.1 Mise en œuvre du protocole

Le projet VIGAGNO considéré dans son ensemble présentait un protocole ambitieux avec de nombreux prélèvements et manipulations requérant du temps, de la rigueur et une équipe suffisante. Les effectifs à chaque agnelage étaient importants : de 71 individus au minimum en janvier 2017 jusqu'à 122 individus au maximum en octobre 2017. Les heures de traite étaient parfois difficiles à respecter, malgré la fenêtre de +/- 1 heure autorisée par le protocole, notamment lors du pic d'agnelage pour chaque période. De plus, il fallait trouver un équilibre entre un nombre de manipulateurs suffisant pour réussir à tout gérer mais pas excessif afin de limiter les biais de manipulation.

Ces différents facteurs ont pu induire une variabilité non souhaitée initialement et ont pu augmenter le risque d'imprécision des différentes mesures réalisées lors de l'application du protocole.

3.1.2 Réduction des données

À la fin de l'expérimentation, plusieurs brebis ont été exclues pour divers motifs (détaillés dans le paragraphe 1.7) mais aussi pour données manquantes. C'était le cas pour 11 brebis du groupe 1 et 6 brebis du groupe 2. Plusieurs raisons sont possibles pour expliquer l'absence de ces éléments :

- échantillon de colostrum non prélevé ou perdu
- échantillon de colostrum prélevé mais volume non rapporté sur la fiche de suivi brebis

- erreur d'identification du prélèvement
- identification du prélèvement illisible
- volume d'échantillon trop faible pour analyse
- erreur du laboratoire après envoi des échantillons pour analyse

Ces raisons avaient déjà été rapportées à la suite de l'agnelage d'octobre 2016 pour lequel 9 brebis présentaient des données manquantes. Une attention accrue avait été demandée pour les agnelages suivants, ainsi en janvier 2017, 4 brebis ont été exclues pour données manquantes, et seulement 2 brebis en juillet 2017 et en octobre 2017.

3.1.3 Surveillance des agnelages

Les brebis suivant le protocole étaient intégrées à la conduite de troupeau « hors protocole » de la station de FEDATEST. De ce fait, à chaque période d'agnelage, entre 300 et 400 brebis mettaient bas, dont environ 1/3 participaient au protocole VIGAGNO en fonction des périodes. Outre la gestion des agnelages et des traites des brebis du protocole, il fallait donc également surveiller les brebis hors protocole, ce qui s'avérait parfois compliqué étant donné la synchronisation hormonale de l'ensemble des brebis et le nombre limité de manipulateurs présents, notamment la nuit où une seule personne était présente entre 1h et 4h du matin.

3.1.4 Choix des brebis

- Âge des mères

Pour chaque période d'agnelage, les agnelles étaient issues des agnelles de renouvellement des campagnes de FEDATEST, et donc avaient toutes le même âge au moment de l'agnelage. De même, les brebis effectuant leur deuxième mise-bas en juillet ou octobre 2017 avaient le même âge étant donné qu'elles correspondaient aux agnelles des agnelages d'octobre 2016 et janvier 2017. Plusieurs études ont démontré que l'âge de la mère est un facteur de variation de la concentration en IgG du colostrum (Halliday, 1978 ; Gilbert *et al.*, 1988). Ainsi, dans ce protocole ce facteur de variation a été éliminé et n'a pas pu induire de variabilité dans les résultats.

- Race des mères

De même que pour l'âge des mères, plusieurs études ont mis en évidence que la race de la mère est un facteur de variation de la production et de la qualité du colostrum (Halliday, 1978 ; Gilbert *et al.*, 1988). Seules deux races ont été choisies pour participer au protocole VIGAGNO, les races Lacaune viande et Blanche du Massif Central. Après vérification de l'ensemble des données recueillies, seules les données concernant les brebis de race Lacaune ont été retenues pour l'analyse des résultats, écartant ainsi le facteur de variation race de la mère.

3.1.5 Méthode de traite

En octobre 2016 et octobre 2017, la totalité des traites a été réalisée manuellement. Lors des périodes d'agnelage de janvier 2017 et juillet 2017, les traites ont pu être effectuées manuellement ou à l'aide d'une pompe à traire manuelle (Udderly EZ®) ou encore de façon mixte (d'abord à la pompe à traire puis à la main pour finir). Or l'utilisation de la pompe à traire a régulièrement entraîné des lésions des trayons telles que des contusions, des suffusions voire des hématomes dans certains cas. Ces différentes lésions ont pu être la source d'un certain nombre de biais lors des prélèvements : arrêt prématuré de la traite de l'hémi-mamelle avant qu'elle ne soit totalement vide, gêne lors de la traite suivante. En conséquence de ces observations, il a été décidé au début de la période d'agnelage de juillet 2017 de stopper l'utilisation de la pompe à traire et de réaliser l'ensemble des traites manuellement.

Les différents manipulateurs réalisant les traites lors de chaque période d'agnelage ont pu être source d'un biais, chacun ayant une façon personnelle de traire. L'effet opérateur a pu être limité grâce à l'injection d'ocytocine avant chaque traite mais il ne peut être totalement exclu, et ainsi on ne peut exclure la possibilité d'imprécisions dans les mesures de volume.

Le choix de traire une seule hémi-mamelle se justifie par plusieurs études qui ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative de la production de colostrum en fonction de l'hémi-mamelle prélevée. En effet, Shubber et Doxey (1978) ont montré qu'il n'y avait pas de variation significative de la quantité d'IgG₁, d'IgG₂, d'IgM et d'IgA entre l'hémi-mamelle droite et l'hémi-mamelle gauche de la brebis, que ce soit avant ou pendant la tétée de l'agneau. De plus, Halliday (1978) a montré qu'il y avait une forte corrélation de la quantité de colostrum obtenue par chacune des deux hémi-mamelles d'une part ($r = 0,891$, $p < 0,001$), et des concentrations en IgG₁ du colostrum de chaque hémi-mamelle d'autre part ($r = 0,931$, $p < 0,001$).

3.1.6 Analyses des échantillons

Le dosage des IgG a été réalisé en laboratoire (CIALSO à Auch (32)) grâce à la méthode de référence du dosage des IgG dans le lait : l'immunodiffusion radiale (IDR). Ici le titrage a été effectué sur du colostrum, plus concentré en IgG que du lait. Il a donc été nécessaire de réaliser une importante dilution afin que les échantillons puissent être comparés à la gamme de dosage disponible (dilution au 1000^e voire au 10 000^e). De plus, le colostrum étant plus visqueux et épais que le lait, il est plus difficile à homogénéiser lors des dilutions. Ainsi une légère approximation lors de la phase de dilution ou une erreur d'analyse n'ont pu être écartées et ont pu être la source d'une imprécision de la mesure de la concentration en IgG.

Ces possibles imprécisions dans les mesures de concentration en IgG associées aux imprécisions potentielles des mesures de volume de colostrum produit ont pu être la source de calculs de masse incertains.

De ce fait, il n'est pas possible d'exclure une potentielle incertitude dans les différents phénotypes présentés dans ce travail (concentration et masse pour les IgG et la MG).

3.1.7 Réduction des effectifs initialement prévus

Seules les données concernant 43 brebis ont pu être utilisées pour les analyses statistiques de cette étude, malgré le nombre bien plus important de brebis suivies et prélevées durant les quatre périodes précédemment mentionnées (74 en octobre 2016, 71 en janvier 2017, 98 en juillet 2017 et 122 en octobre 2017). De ce fait, la puissance statistique a été considérablement réduite par rapport à celle souhaitée initialement lors de la mise en place du projet global VIGAGNO.

Ainsi l'inclusion de plusieurs facteurs de confusion (NEC, taille de portée, période d'agnelage, opérateur, mode de traite) dans un modèle linéaire mixte a fortement souffert de ce manque de puissance, et cette approche statistique n'a pas pu être complètement exploitée. Cette diminution de l'effectif est principalement due à l'arrêt du financement du projet VIGAGNO. En effet, à l'origine cette étude devait se dérouler sur un intervalle s'étalant de mai 2016 à avril 2019 permettant de suivre trois agnelages pour chaque brebis incluse dans l'étude. Cet intervalle a été fractionné en deux phases, une première année de suivi de mai 2016 à octobre 2017 et une deuxième année de suivi de novembre 2017 à avril 2019. Ces deux phases ont fait l'objet de deux demandes de financement distinctes auprès de FranceAgriMer. Malheureusement le financement n'a pas été renouvelé pour la deuxième année de suivi, empêchant donc les

prélèvements pour les deuxièmes et troisièmes agnelages de nombreuses brebis. En effet, sur les 122 individus suivis en octobre 2017, 77 étaient des agnelles dont les prélèvements correspondaient à leur premier agnelage et dont le deuxième agnelage était censé être étudié en 2018.

3.2 Variations des conditions environnementales lors des expérimentations

Les conditions et la conduite d'élevage n'ont pas été strictement les mêmes selon les différentes périodes. Les conditions environnementales ont été très diverses en fonction des mois d'agnelage, notamment en terme de température où les deux extrêmes ont été possibles (grand froid en janvier par opposition aux fortes chaleurs de juillet).

Bernabucci *et al.* (2013) ont rapporté que, chez les bovins, la composition et la qualité du colostrum sont affectées par des températures ambiantes élevées. Les vaches ayant subi un stress thermique produiraient un colostrum avec des concentrations réduites en IgG et IgA mais pas en IgM. Cependant ils ont pondéré leurs propos en précisant que d'autres études n'avaient pas démontré de changements dans la concentration en immunoglobulines du colostrum selon les saisons ou qu'au contraire elles avaient indiqué une augmentation des immunoglobulines colostrales pendant les mois d'été. Bernabucci *et al.* (2013) ont conclu que des recherches supplémentaires étaient nécessaires pour approfondir les effets d'un environnement plus chaud sur la composition du colostrum.

Outre l'effet des conditions environnementales sur la production de colostrum, des températures basses augmentent le risque d'hypothermie des agneaux nouveau-nés, ce qui amplifie le risque de néomortalité. Les agneaux doivent augmenter leur métabolisme afin de maintenir leur température dans des conditions où la perte de chaleur est augmentée. L'augmentation du métabolisme peut entraîner une hypoglycémie menant à une hypothermie et possiblement la mort de l'agneau (Mellor et Cockburn, 1986 ; Nowak et Poindron, 2006).

Lors de l'exécution du protocole précédemment détaillé, il existait également une pression environnementale au sein d'une même période pour une même brebis. En effet, avant les prélèvements à T0, les brebis n'avaient pas encore été manipulées par l'homme et donc il n'y a pas eu de conséquences d'une manipulation humaine sur la production de colostrum à T0. En revanche, les prélèvements à T0 ainsi que les prélèvements suivants ont pu induire un stress pour les animaux et ont donc pu impacter la production de colostrum. Ainsi la pression

environnementale de la part de l'homme ne doit pas être négligée comme facteur de variation des prélèvements à T6 et T12.

3.3 Effet des conditions d'alimentation sur la production de colostrum

3.3.1 Fluctuations des conditions d'alimentation au cours de l'étude

- Conditions d'abreuvement

Les conditions d'alimentation ont différé d'une période à l'autre. Tout d'abord concernant l'apport en eau, puisqu'une fois les brebis mises en case individuelle, la distribution de l'eau n'était plus automatisée à l'aide d'abreuvoirs à palette mais était manuelle à l'aide de seaux (Figure 3). Ainsi, à plusieurs reprises, les seaux se sont retrouvés vides, parfois pendant plusieurs heures pour une même brebis. Le colostrum est composé à 82% d'eau (Nowak et Poindron, 2006), c'est donc un élément indispensable au bon accomplissement de la lactation, et le manque d'eau, outre le risque de déshydratation pour les brebis, a pu être à l'origine d'une modification dans la production de colostrum, notamment une modification de volume et/ou de concentration en IgG, et par conséquent de masse d'IgG. Ce problème d'approvisionnement des seaux en eau a pu être dû au nombre de manipulateurs parfois trop faible par rapport à la charge de travail à un instant donné, mais aussi à un manque de vigilance de leur part.

- Ration alimentaire

En ce qui concerne la ration, les modalités de distribution ont été les mêmes pour les différentes périodes : la ration journalière était distribuée en une seule fois le matin à l'aide de tapis d'alimentation. Cette modalité de distribution n'a pas nécessairement été optimale, généralement les tapis étaient totalement vides dès la fin d'après-midi. Ainsi, le soir et la nuit, les brebis semblaient avoir faim. Une distribution de la ration biquotidienne aurait permis de lisser les apports énergétiques et protéiques des brebis sur 24h.

De plus, la ration avant mise-bas était la même pour toutes les brebis, quelle que soit la taille de portée, il n'y a donc eu aucune adaptation de la ration en fonction des besoins des brebis. Or il paraît cohérent que plus la portée est grande plus les besoins de la mère vont augmenter, principalement dans le dernier tiers de gestation. Une ration non adaptée aux besoins va impacter l'état corporel des brebis à portée multiple. En outre, en fin de gestation, il existe une compétition entre la mamelle et le fœtus concernant les nutriments (Swanson *et al.*, 2008). Il semblerait aussi que plus la taille d'une portée est importante, plus la quantité de protéines

disponibles pour le colostrum est réduite (Halliday, 1978). Une ration non adaptée aux besoins des mères en fonction de la taille de portée va donc également impacter la production de colostrum. Shubber *et al.* (1979a) ont montré qu'avec la même ration pour toutes les brebis, les brebis ayant eu une portée multiple avaient significativement perdu plus de poids que les brebis ayant eu une portée simple, montrant que les besoins des brebis à portée multiple sont plus importants que les besoins des brebis à portée simple.

3.3.2 Effet de l'alimentation sur la production de colostrum

Une étude de Banchemo *et al.* (2006) a montré que des brebis nourries à 110% des besoins journaliers avaient un développement mammaire supérieur et une accumulation de colostrum dans la mamelle au moment de la parturition 2,7 fois plus élevée que des brebis nourries à 70% des besoins journaliers (168 +/- 48,1 g de colostrum accumulé pour les brebis sous-nourries contre 451 +/- 103 g de colostrum accumulé pour les brebis sur-nourries, $p < 0,05$). En fin de gestation les brebis sur-nourries pesaient en moyenne 7 kg de plus et avaient une NEC de 0,7 points de plus que les brebis sous-nourries. Les brebis qui n'ont pas un apport alimentaire suffisant compensent ce déficit en mobilisant leur tissu adipeux. De même, à la fin de l'expérience de Mellor et Murray (1986), les brebis sous-nourries avaient une NEC comprise entre 1,5 et 2 alors que les brebis correctement alimentées avaient une NEC comprise entre 3 et 4.

D'autres études ont mis en évidence que des brebis nourries à 100% des besoins journaliers produisaient un volume ainsi qu'un poids de colostrum plus élevés que des brebis sous-nourries (60% des besoins journaliers) ou sur-nourries (140% des besoins journaliers) (Swanson *et al.*, 2008 ; Meyer *et al.*, 2011).

De plus, la masse d'IgG totale produite est plus élevée chez les brebis nourries à 100% des besoins journaliers que chez les brebis sous ou sur-nourries. La modification des apports alimentaires durant la gestation impacte également le poids des agneaux à la naissance, les agneaux des brebis sous ou sur-nourries ont des poids plus faibles que les autres (Swanson *et al.*, 2008).

Ainsi, si toutes les brebis de notre expérimentation ont eu la même ration, celle-ci ne peut pas être adaptée aux différentes tailles de portées. Il existe donc un risque de sous-nutrition des brebis à portée multiple ou un risque de sur-nutrition des brebis à portée simple. Mellor et Murray (1986) ont montré que des brebis à portée double sous-nourries avaient une production de colostrum moitié moins élevée que les brebis qui étaient nourries correctement et de ce fait elles n'avaient pas assez de colostrum pour assurer un bon transfert d'immunité passive à leurs

agneaux. L'étude de Banchemo *et al.* (2006) a précisé que 60% des brebis sous-nourries n'avaient pas assez de colostrum pour satisfaire les besoins de leurs agneaux.

Il est donc important de réaliser des lots en fonction des tailles de portées pour adapter au mieux les apports énergétiques et protéiques durant les deux derniers tiers de la gestation et ainsi optimiser la production de colostrum des brebis. Toutefois il est important de garder à l'esprit qu'en fin de gestation les brebis à portée multiple ont une capacité d'ingestion diminuée du fait de la taille accrue de l'utérus qui réduit le volume disponible pour le rumen (Banchemo *et al.*, 2015).

Sur les 43 brebis retenues pour l'étude statistique de la partie 2, 36 brebis possédaient des données complètes concernant leur NEC pour les deux agnelages. La figure 10 représente la NEC des mères en fonction de la taille de portée pour ces 36 brebis. Cette représentation graphique permet de se rendre compte que dans notre étude, les brebis ayant les NEC les plus élevées étaient les brebis ayant eu une portée simple (17 portées simples, NEC comprises entre 2,6 et 3,7 avec une NEC moyenne de 3,1). À l'inverse, les brebis les plus maigres, c'est-à-dire les brebis ayant les NEC les plus faibles, étaient les brebis ayant eu une portée multiple (35 portées doubles et 16 portées triples avec des NEC comprises entre 2,2 et 3 et 24 portées quadruples avec des NEC comprises entre 2,4 et 2,5). La NEC moyenne à l'agnelage des brebis à portées double et triple était 2,7 et la NEC moyenne à l'agnelage des brebis à portée quadruple était 2,45. Sachant que la ration n'était pas adaptée en fonction des tailles de portées, il est raisonnable de penser que les apports énergétiques et protéiques n'étaient pas suffisants pour les brebis à portée multiple, pénalisant ainsi la croissance fœtale.

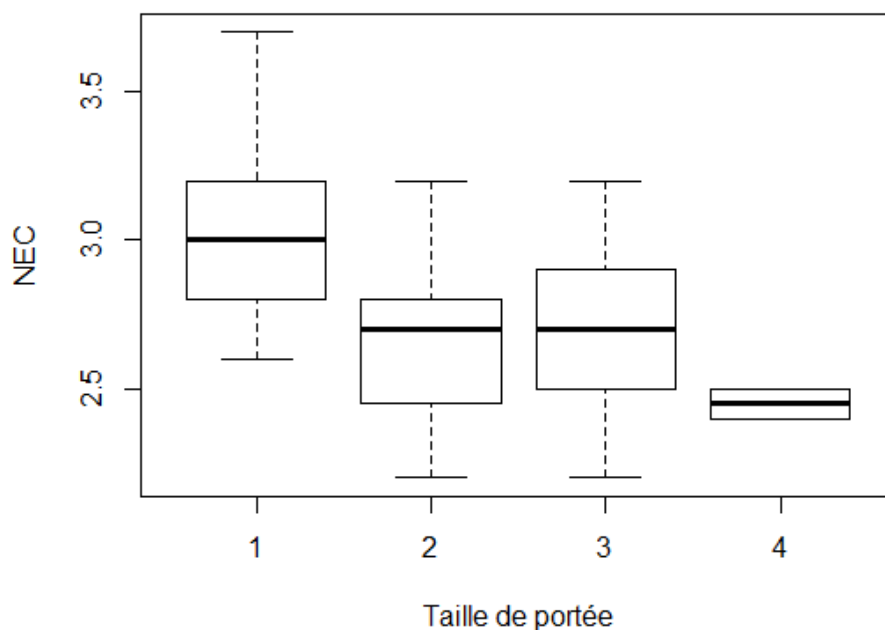


Figure 10 : Note d'état corporel des mères en fonction de la taille de portée (n=72)

Cependant il n'est pas possible de comparer statistiquement les brebis en prenant en compte à la fois la NEC et la taille de portée car dans l'échantillon à disposition, il n'y a pas de brebis à portée simple maigre ni de brebis à portée multiple grasse.

Par ailleurs, outre la ration pré-partum possiblement non adaptée à une partie des brebis, la ration en post-partum immédiat était uniquement composée de foin de bonne qualité, sans aucun complément. Cette ration était distribuée aux brebis lorsqu'elles étaient en case individuelle soit au minimum pendant 12h post-partum, et jusqu'à 24h post-partum. De ce fait, le début de lactation a pu être fortement pénalisé pour une partie des brebis et par conséquent les résultats concernant le colostrum (quantité et qualité) aussi.

3.3.3 Conséquences de la sous-nutrition sur la colostrogénèse

- Le transfert des immunoglobulines dans le colostrum

Chez la vache, la structure lobulo-alvéolaire de la glande mammaire commence à se développer vers le milieu de la gestation pour atteindre un développement tubulo-alvéolaire quasiment complet en fin de gestation (Delouis, 1978). Ce développement de la mamelle permet dans un premier temps la production de colostrum avant la parturition et jusqu'à quelques heures après la mise-bas, puis dans un second temps la production du lait en grande quantité pour subvenir aux besoins du veau.

Dans le colostrum, les protéines présentes en plus grandes quantités sont les immunoglobulines qui passent du plasma de la mère vers le colostrum à travers les acini mammaires. Les IgG₁ composent la majorité des immunoglobulines du colostrum, elles font l'objet d'un transport sélectif grâce à un récepteur spécifique présent sur l'épithélium des acini mammaires : le FcRn (neonatal Fc Receptor) (Delouis, 1978 ; Hammer et Mossman, 1978 ; Mayer *et al.*, 2002). Il a été montré que la fixation sélective des IgG₁ était effective durant la colostrogénèse mais pas durant la lactogénèse (Hammer et Mossman, 1978 ; Barrington *et al.*, 1997). Ce résultat concorde avec l'étude de Mayer *et al.* (2002) dans laquelle il a été mis en évidence, par immunohistochimie à partir de biopsies de glandes mammaires de brebis, une forte expression du FcRn sur les acini mammaires avant la parturition et une diminution de cette expression après la mise-bas (Figure 11).

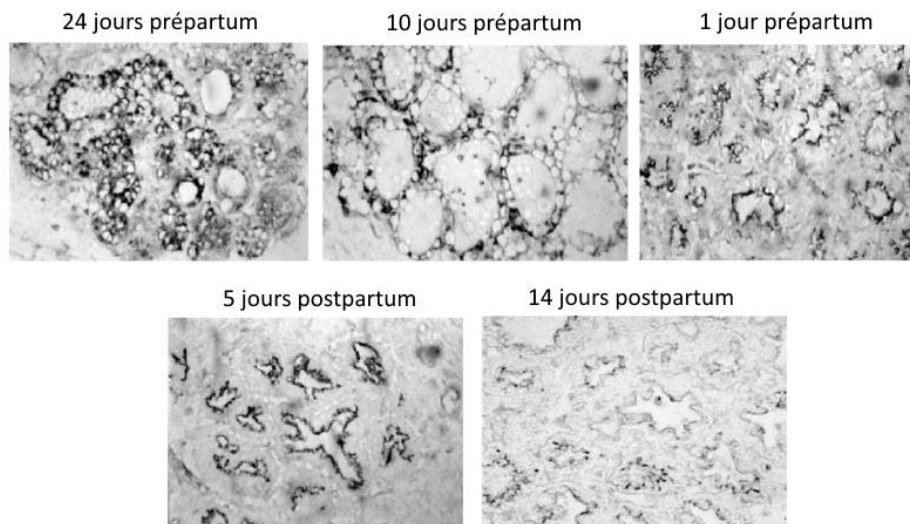


Figure 11 : Mise en évidence par immunohistochimie de l'expression du FcRn en prépartum et en postpartum sur des biopsies de glandes mammaires de brebis (d'après Mayer *et al.*, 2002)

Le transfert des IgG₁ du sang vers le colostrum commence deux à trois semaines avant la parturition et diminue brutalement dans les deux jours qui suivent, ce qui est en accord avec la diminution de l'expression du FcRn.

Le colostrum est également enrichi en IgA, IgM et IgE comparé au plasma maternel (Hine *et al.*, 2010). Cependant il a été démontré que le FcRn ne permet pas la fixation d'autres immunoglobulines que les IgG₁ (Hammer et Mossman, 1978). Les IgA et les IgM sont transportés grâce au pIgR (polymeric Immunoglobulin Receptor) (Hurley, 2003 ; Stelwagen *et al.*, 2009). Concernant les IgE le mécanisme est encore mal connu, mais il semblerait que le récepteur impliqué soit le récepteur CD23 (aussi appelé low-affinity IgE receptor : FcεRII) (Hine *et al.*, 2010).

Tous ces transferts d'immunoglobulines ont lieu très majoritairement avant la parturition. Une fois que la brebis a mis bas, le transfert des protéines sériques diminue alors que la quantité de matière grasse augmente ainsi que la synthèse de lactose, et, par effet osmotique, le volume de sécrétion lactée.

- Régulation hormonale de la lactation autour de la parturition

La croissance de la glande mammaire et le début de la lactation, caractérisé par la sécrétion de colostrum, sont contrôlés par une séquence hormonale particulière. La formation des structures tubulo-alvéolaires du tissu mammaire pendant la gestation est régie par les actions de la progestérone et du 17-β-œstradiol qui vont également renforcer la capacité de la mamelle à accumuler le colostrum avant la mise-bas. La prolactine et le cortisol vont également entrer en

jeu dans ces phénomènes, notamment lors du passage de la production de colostrum à la production de lait (Delouis, 1978 ; Mellor *et al.*, 1987).

La concentration plasmatique en progestérone reste élevée durant la gestation et elle est majoritairement produite par le placenta pendant la deuxième moitié de gestation. Cette concentration élevée prévient l'initiation de la parturition et de la lactation. Deux à trois semaines avant la mise-bas, la concentration en progestérone commence à diminuer. Parallèlement à cela, le flux sanguin distribué à la mamelle augmente et ainsi le transfert d'immunoglobulines du plasma vers le colostrum augmente. Il a été montré que si la concentration en progestérone est maintenue pendant la fin de la gestation alors il y avait un retard dans l'augmentation du flux sanguin mammaire et que cette augmentation était plus faible. Lorsque la concentration en progestérone est inférieure à 10 ng/mL alors le flux sanguin mammaire augmente et par conséquent les substrats métaboliques apportés à la mamelle aussi. Au moment de la parturition, la concentration en progestérone chute brutalement, ce qui va déclencher la synthèse rapide et croissante de lait. Il semble que lorsque la concentration en progestérone passe sous le seuil de 1 ng/mL, la lactogénèse débute. La progestérone inhibe l' α -lactalbumine nécessaire à la synthèse de la lactose-synthétase, elle-même nécessaire à la synthèse de lactose. Ainsi lorsque la progestéronémie diminue, la synthèse de lactose débute. De plus, par effet osmotique, le lactose entraîne l'apport d'eau dans la mamelle et donc l'augmentation du volume de sécrétion lactée (Delouis, 1978 ; Burd *et al.*, 1978 ; Banchemo *et al.*, 2006 ; Banchemo *et al.*, 2015).

La concentration plasmatique en 17- β -œstradiol reste globalement constante à un niveau peu élevé pendant la gestation. Une semaine avant la parturition elle commence à augmenter légèrement puis augmente fortement un jour avant le part pour atteindre un pic au moment de la mise-bas. Une heure après la parturition, sa concentration diminue jusqu'à un niveau inférieur à celui maintenu en pré-partum (Mellor *et al.*, 1987 ; Banchemo *et al.*, 2015).

L'inversion du ratio progestérone/17- β -œstradiol est le principal déterminant de la parturition. En effet, leurs actions sont opposées sur la sensibilité de l'utérus aux prostaglandines, aux catécholamines et à l'ocytocine (Banchemo *et al.*, 2015).

La prolactine est une hormone essentielle pour le développement de la glande mammaire. Une concentration plasmatique élevée en prolactine est nécessaire pour induire une forte production lactée après la parturition. Lors de la gestation, sa concentration reste constante, elle peut augmenter lentement pendant les 30 derniers jours. Elle croît brusquement dans les 2-3 derniers jours de gestation pour atteindre un pic autour du part puis elle diminue rapidement après. La prolactine améliore le taux de synthèse de la caséine et de l' α -lactalbumine et par conséquent

la synthèse de lactose et donc la production de sécrétion lactée. De plus, la prolactine exerce un rétrocontrôle positif sur ses propres récepteurs : quand sa concentration augmente, le nombre de ses récepteurs augmente aussi, accroissant ainsi la réactivité des cellules du tissu mammaire à la prolactine. La production des récepteurs à la prolactine est inhibée par une concentration en progestérone élevée. Lorsque cette dernière chute au moment de la parturition et que la concentration en prolactine augmente, il y a une augmentation des récepteurs à la prolactine sur les cellules des acini mammaires. Il a été suggéré que l'augmentation du nombre de récepteurs à la prolactine entraînerait la diminution des FcRn et pourrait donc expliquer la chute du transfert des IgG₁ du plasma vers le colostrum au moment de la parturition (Delouis, 1978 ; Mellor *et al.*, 1987 ; Banchemo *et al.*, 2006).

La concentration plasmatique en cortisol reste basse pendant la gestation puis augmente fortement dans les trois derniers jours pour atteindre un pic au moment du part et ensuite elle diminue. Les corticoïdes, associés à la prolactine, jouent un rôle dans la forte production de sécrétion lactée et limitent la possibilité de maintenir la sécrétion de colostrum, opérant ainsi le changement de production de colostrum à lait (Delouis, 1978 ; Mellor *et al.*, 1987 ; Banchemo *et al.*, 2006).

La figure 12 résume les variations des concentrations plasmatiques en IgG₁, progestérone, œstrogènes totaux, prolactine et cortisol, la concentration colostrale en IgG₁, et le développement mammaire pendant la gestation et autour de la parturition de la vache (Delouis, 1978).

La différenciation et le développement du tissu mammaire pendant la gestation sont également influencés par la GH (Growth Hormone) via le facteur de croissance IGF-1 (Insulin-like Growth Factor 1), et par l'insuline qui joue un rôle similaire à l'IGF-1. La concentration en GH augmente dans les 30 derniers jours de gestation, surtout les deux derniers jours, et atteint un pic à une heure post-partum puis elle diminue. La concentration en IGF-1 est maintenue à des niveaux constants pendant la gestation et augmente dans les derniers jours avant la parturition. La concentration en insuline est peu modifiée pendant la gestation mais augmente brutalement autour du part avant de diminuer 18 heures après la mise-bas (Mellor *et al.*, 1987 ; Banchemo *et al.*, 2006).

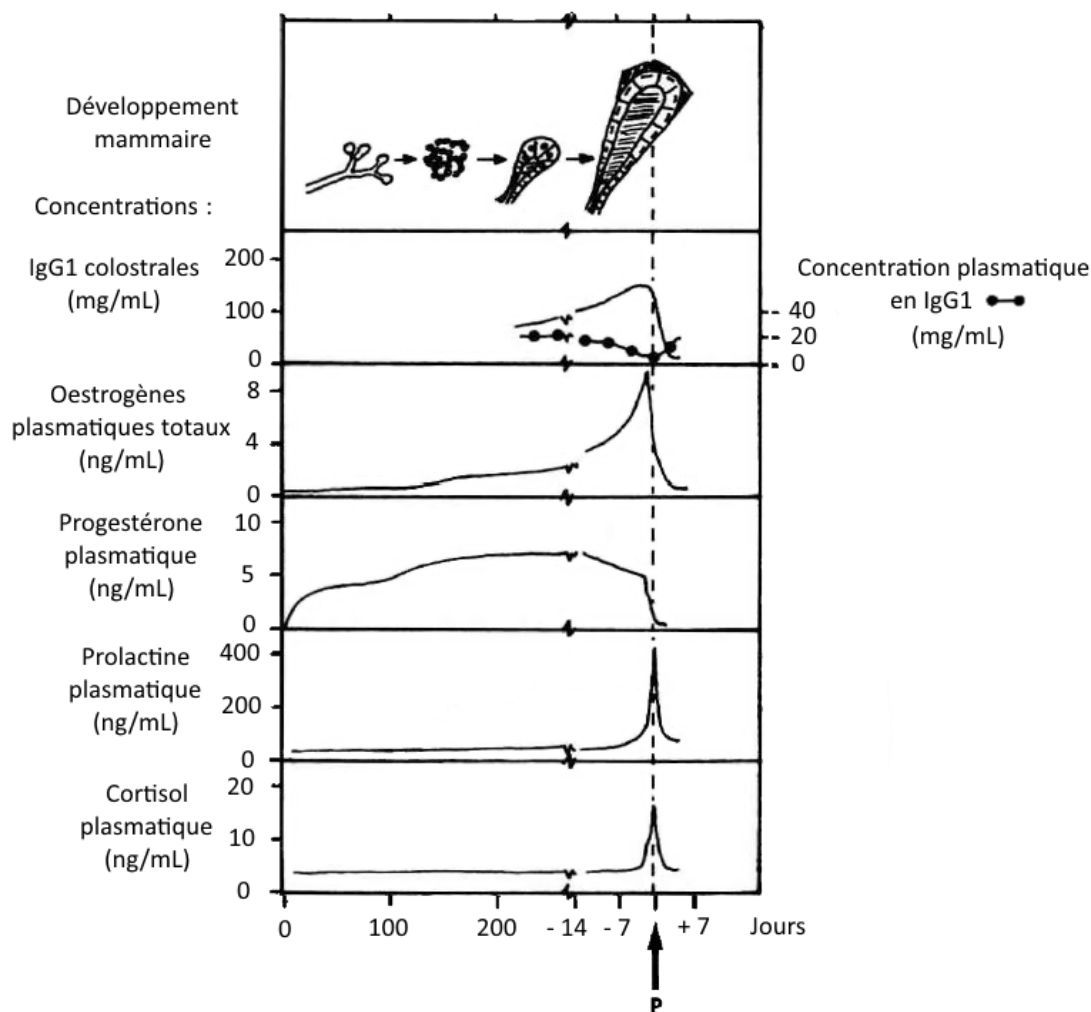


Figure 12 : Variations des concentrations plasmatiques des hormones de régulation de la lactation, développement mammaire et concentrations plasmatique et colostrale en IgG₁ chez la vache (D'après Delouis, 1978) – P : parturition

- Effet du régime alimentaire sur la régulation hormonale de la lactation

Une sous-nutrition des brebis va réduire le développement de la mamelle, retarder le début de la lactogénèse et la transition post-partum colostrum/lait, réduire le volume de colostrum accumulé et sécrété, et modifier la viscosité du colostrum accumulé avant la parturition (Mellor *et al.*, 1987 ; Banchero *et al.*, 2015).

Chez les brebis sous-nourries la concentration en progestérone diminue plus tardivement et plus lentement que chez les brebis correctement nourries et se maintient à des niveaux élevés pendant plus longtemps. Il faut environ 15 jours de plus aux brebis sous-nourries pour que leur concentration en progestérone atteigne le seuil de 10 ng/mL qui permet l'augmentation du flux sanguin mammaire. Le retard dans la diminution de progestérone va entraîner un retard de la production de lactose et donc d'apport d'eau par effet osmotique. De ce fait, la production de

colostrum sera limitée et le colostrum pourra être plus visqueux et donc plus difficile à téter pour les agneaux (Mellor *et al.*, 1987 ; Banchemo *et al.*, 2006).

Néanmoins, une brebis trop grasse peut aussi avoir un retard dans la diminution de sa concentration en progestérone avant et pendant la parturition. En effet, la progestérone est stockée dans le tissu adipeux, ainsi chez une brebis trop grasse son élimination par l'organisme sera ralentie et donc sa diminution dans le sang également (Banchemo *et al.*, 2015).

Dans l'étude de Mellor *et al.* (1987), la concentration en prolactine entre les brebis sous-nourries et les brebis correctement nourries n'est pas apparue statistiquement différente. En revanche, Banchemo *et al.* (2006) ont montré que dans les 30 derniers jours de gestation les brebis bien nourries avaient des valeurs de concentration en prolactine significativement supérieures aux brebis sous-nourries. Ce résultat peut expliquer la quantité de colostrum sécrétée plus faible des brebis sous-nourries par rapport aux brebis correctement nourries.

Les concentrations en cortisol et en 17- β -œstradiol ne semblent pas être influencées par le niveau de nutrition des brebis (Mellor *et al.*, 1987 ; Banchemo *et al.*, 2006).

La concentration en GH apparaît peu différente entre les brebis sous-nourries et correctement nourries. Chez les brebis sous-nourries, elle diminue faiblement après le part. La concentration en IGF-1 est significativement plus élevée chez les brebis correctement nourries que chez les brebis sous-nourries. La concentration en insuline est peu influencée par le niveau de nutrition. Il semblerait toutefois qu'en pré-partum les brebis sous-nourries aient une concentration plus faible que les brebis bien nourries (Mellor *et al.*, 1987 ; Banchemo *et al.*, 2006). Les concentrations en IGF-1 et en insuline plus faibles peuvent potentiellement expliquer le développement mammaire réduit des brebis sous-nourries par rapport aux brebis correctement nourries (Banchemo *et al.*, 2006).

En observant le profil métabolique des brebis sous-nourries, on peut remarquer que la concentration plasmatique en glucose en pré-partum est plus faible que celle des brebis bien nourries. Normalement la concentration augmente de façon régulière pendant les 30 derniers jours de gestation. Elle augmente ensuite fortement autour du part et diminue 18 heures après la mise-bas à des niveaux similaires à ceux de début de gestation. La concentration en glucose dépend du niveau de nutrition et une limitation de la glycémie peut entraîner une limitation de la sécrétion lactée puisque le glucose est un précurseur dans la synthèse du lactose (Mellor *et al.*, 1987 ; Banchemo *et al.*, 2006 ; Banchemo *et al.*, 2015).

La concentration en β -OHB (β -hydroxybutyrate) pendant la gestation est plus élevée pour les brebis sous-nourries que pour les brebis correctement nourries. Après la parturition il n'y a plus

de différence selon le niveau de nutrition. Dans les 30 derniers jours de gestation, la concentration en β -OHB des brebis sous-nourries était supérieure à la valeur usuelle ($< 0,7$ mmol/mL) et pour certaines brebis la concentration en β -OHB était proche de celle provoquant une toxémie de gestation (Banchero *et al.*, 2006). Cette augmentation en β -OHB est due aux besoins très importants des brebis durant la gestation, notamment en fin de gestation, et au déficit énergétique lié à la sous-alimentation.

Il apparait que la supplémentation à court-terme en fin de gestation peut améliorer la production de colostrum et diminuer sa viscosité (Banchero *et al.*, 2015). Dans l'étude de Mellor *et al.* (1987), une partie des brebis sous-nourries pendant la gestation a été correctement alimentée dans les 5 jours précédant la parturition. Ils ont alors observé que la concentration en progestérone des brebis complémentées diminuait plus rapidement que celle des brebis sous-nourries jusqu'au part. De plus, la concentration en GH augmentait plus dans les deux derniers jours de gestation par rapport aux brebis sous-nourries. Enfin la concentration en glucose augmentait dans les 5 jours précédant le part par rapport aux brebis sous-nourries. Ils ont également montré que la sous-nutrition continue pendant toute la gestation avait réduit l'accumulation prénatale de colostrum d'environ 78 % et avait réduit la production laitière ultérieure de 33 à 40 %.

3.4 Comparaison des brebis entre les deux agnelages

La comparaison des différentes variables (volume, concentration et masse d'IgG, concentration et masse de MG) entre la première mise-bas et la deuxième mise-bas des brebis de notre étude n'a pas permis de mettre en évidence une meilleure production de colostrum de l'une des mises-bas par rapport à l'autre. En effet les résultats obtenus ont montré une non-concordance entre les résultats des deux groupes étudiés. Pour le groupe 1, la production de colostrum était meilleure au deuxième agnelage qu'au premier en termes de volume, de concentration et masse d'IgG et de masse de MG. À l'inverse, le groupe 2 a eu une meilleure production à l'agnelage 1 par rapport à l'agnelage 2, en ce qui concernait la concentration et la masse d'IgG et la masse de MG.

Actuellement il n'existe pas d'étude dans la littérature comparant la première mise-bas et la deuxième mise-bas pour une même brebis. Les seules études disponibles comparent des brebis de différents âges allant de un an jusqu'à 7 ou plus selon l'étude. Il est légitime de penser que dans ces études les brebis d'un an étaient primipares et les brebis plus âgées multipares. Gilbert

et al. (1988) ont montré que seule la concentration en IgG₁ du colostrum des mères âgées de 1 an était significativement plus élevée que celle des mères plus âgées (Tableau 31). Il est suggéré que cette concentration plus élevée chez les jeunes brebis est due à une masse d'IgG₁ similaire à celle des brebis plus âgées mais concentrée dans un volume de colostrum plus réduit. Cette assertion rejoint les résultats obtenus par Halliday (1978) qui a montré que la quantité de colostrum produite était plus faible et la concentration en IgG₁ plus élevée chez les brebis jeunes par rapport aux brebis plus âgées (Tableau 31).

Tableau 31 : Moyennes de la quantité de colostrum, la masse d'IgG₁ et la concentration en IgG₁ selon l'âge des mères (d'après Halliday, 1978 ; Gilbert *et al.*, 1988)

Étude		Halliday				Gilbert <i>et al.</i>		
Âge de la mère	Masse de colostrum (g)	Masse IgG ₁ (g)		[IgG ₁] (mg/mL)		[IgG ₁] (mg/mL)		
	n	n	n	n	n	n	n	
1	118,2	17	6,2	17	98,0	152	100*	216
2	238,2	32	13,8	32	91,9	542	65	284
3	161,7	50	11,1	50	88,9	447	67	282
4	201,2	64	14,0	64	89,8	212	67	238
5	203,4	37	15,5	37	92,8	157	66	164
6	125,8	44	8,6	44	98,1	105	66	96
≥ 7					101,4	36	53	238

p<0,05 p<0,05 p<0,001 *Concentration significativement différente des autres (p<0,05)

3.5 Répétabilité de la production de colostrum entre deux mises-bas

Les différentes corrélations rapportées dans les parties 2.4 et 2.5 n'ont pas permis de mettre en évidence une franche répétabilité des différents paramètres étudiés. Aucune corrélation n'est apparue concernant la concentration en IgG et la masse d'IgG, que ce soit entre les deux agnelages ou entre les classements des brebis sur les deux agnelages. Les paramètres qui étaient les plus corrélés entre les deux agnelages et entre les classements des brebis aux deux agnelages étaient la masse de MG et le volume de colostrum produit. Ainsi, en prenant en compte l'effectif total (groupe 1 + groupe 2), il est apparu que les volumes de colostrum et les masses de MG produits à T0, T6 et au total à l'agnelage 1 étaient similaires à ceux produits à l'agnelage 2. Il en était de même concernant la concentration en matière grasse à T0 et T6. De ce fait, il semble exister une répétabilité, sur deux mises-bas successives, des phénotypes volume de colostrum

et masse de matière grasse. Halliday (1978) avait montré que les brebis qui produisaient beaucoup d'IgG₁ une année semblaient aussi produire beaucoup d'IgG₁ l'année suivante.

Toutefois, il est difficile de tirer des conclusions définitives puisque les résultats obtenus se sont avérés hétérogènes et inconstants, avec une grande variabilité d'un groupe à l'autre. Le fait de travailler avec des effectifs réduits, couplé au fait d'avoir des conditions environnementales modifiées d'un groupe à l'autre, ou encore, au sein d'un même groupe des conditions environnementales modifiées entre les différents temps de prélèvement, ne permettent d'établir que de fragiles conclusions.

3.6 Effet de la taille de portée sur la production de colostrum

D'après notre analyse univariée, il semble que les brebis à portée double ont produit plus de colostrum et de meilleure qualité que les brebis à portée simple, même si les résultats ne permettent pas de l'affirmer avec certitude, compte tenu de l'absence de prise en compte des facteurs de confusion. En effet, il existait une différence significative ou proche du seuil de significativité pour les phénotypes suivants : volume total de colostrum produit, masse d'IgG à T0, concentration en MG à T0 et masse de MG. En revanche, il n'existait aucune différence significative de production de colostrum entre les brebis à portée double et les brebis à portée triple.

Ces résultats concordent avec l'étude de Shubber *et al.* (1979a) qui a montré que la quantité de colostrum produite était significativement plus importante chez les brebis bipares par rapport aux brebis unipares. Concernant les brebis à portée triple, il n'y avait pas d'augmentation significative de la quantité de colostrum produite (Tableau 32). En revanche dans la suite de leur étude, ces auteurs n'ont pas produit les mêmes résultats (Shubber *et al.*, 1979b). Il n'y avait pas de différence significative dans la masse de colostrum produite en fonction de la taille de portée, même s'il semblait que les brebis ayant eu des triplés avaient produit plus de colostrum. Dans cette deuxième étude, ils ont aussi étudié la masse d'immunoglobulines et ont conclu qu'elle était reliée à la masse de colostrum produite durant les 48 heures suivant la parturition, mais indépendamment de la taille de la portée (Tableau 32).

Tableau 32 : Effet de la taille de portée sur la quantité moyenne de colostrum et la masse moyenne d'immunoglobulines produites (d'après Shubber et al., 1979a et 1979b)

Étude	Shubber et al. 1979a		Shubber et al. 1979b		
	Production sur 48h après la MB		Production sur 18h après la MB		
Taille de la portée	n	Masse de colostrum (g)	n	Masse de colostrum (g)	Masse d'Ig (g)
1	14	2217	3	1244	46,2
2	29	2901	20	1307	38,8
3	6	2613	6	1741	55,4

Ig : immunoglobulines
MB : mise-bas

Une étude de Mellor et Murray (1986) n'a pas montré de différence significative du volume de colostrum produit entre des brebis Suffolk à portée simple et à portée double (respectivement 1169 +/- 58 mL et 1420 +/- 72 mL produits sur 18h). Mais leurs résultats semblent corroborer les nôtres.

En revanche, certains auteurs ont publié des résultats contradictoires à ceux-ci. En effet, Hall *et al.* (1990) ont montré sur 5 brebis à portée simple, 13 à portée double et 2 à portée triple, que la quantité de colostrum produite sur 24h diminuait significativement avec l'augmentation de la taille de portée. Ils ont aussi analysé la concentration en progestérone de ces brebis et ont montré qu'une heure après la parturition, la concentration en progestérone était significativement plus élevée chez les brebis ayant eu une portée double que chez les brebis ayant eu une portée simple. Le fait que la progestérone diminue plus lentement chez les brebis bipares expliquerait qu'elles aient produit moins de colostrum (cf. partie 3.3.3). De plus, Hall *et al.* (1992) ont confirmé ces résultats, et ont montré que la concentration en IGF-1 au moment de la mise-bas était plus élevée chez les brebis à portée simple que chez les brebis à portée double (Tableau 33). La concentration en IGF-1 plus faible pourrait expliquer un développement mammaire réduit des brebis à portée double et donc une accumulation de colostrum réduite par rapport aux brebis à portée simple (cf. partie 3.3.3).

Tableau 33 : Moyennes de la quantité de colostrum produite, de la concentration en progestérone et de la concentration en IGF-1 en fonction de la taille de portée (d'après Hall et al. 1992)

Taille de la portée	n	Masse de colostrum (g)	Concentration en progestérone (nmol/L)	Concentration en IGF-1 (ng/mL)
1	17	352 +/- 65	3,2 +/- 1,0	229 +/- 17
2	35	233 +/- 45	7,1 +/- 0,7	168 +/- 12
		p < 0,01	p < 0,001	p < 0,001

Mesures réalisées sur des échantillons prélevés 1 h après la naissance du premier agneau

Toutefois, les conclusions de toutes ces expérimentations, y compris la nôtre, sont à interpréter avec précaution du fait des faibles effectifs étudiés à chaque fois.

Deux études réalisées avec des effectifs importants ont montré que la concentration en IgG₁ du colostrum augmentait significativement avec l'augmentation de la taille de portée (Tableau 34 ; Halliday, 1978 ; Gilbert *et al.*, 1988).

Tableau 34 : Moyenne et écart-type de la concentration en IgG₁ en fonction de la taille de portée (d'après Halliday, 1978 ; Gilbert *et al.*, 1988)

Taille de la portée	Concentration en IgG ₁ (mg/mL)			
	Halliday		Gilbert <i>et al.</i>	
		n		n
1	89,5 +/- 2,32	912	61 +/- 1,9	433
2	95,0 +/- 2,38	582	69 +/- 1,3	894
3	98,2 +/- 3,82	131	77 +/- 2,3	191
4	108,0 +/- 5,95	34		
	p < 0,01		p < 0,05	

Cependant, l'analyse des masses de colostrum et d'IgG₁ produites sur 150 brebis à portée simple, 80 brebis à portée double, 11 brebis à portée triple et 3 brebis à portée quadruple a montré qu'elles semblaient diminuer avec l'augmentation de la taille de la portée même si les différences n'étaient pas significatives (Halliday, 1978).

En définitive, la taille de la portée d'une brebis en gestation semble influencer la production de colostrum que cela soit en quantité ou en qualité. Cette constatation peut poser un problème concernant l'étude de la répétabilité des phénotypes d'une mise-bas à l'autre puisqu'il est impossible de prévoir à l'avance si une brebis aura le même nombre d'agneaux entre deux mises-bas successives. Si une brebis produit un agneau à sa première mise-bas mais en produit trois à sa deuxième mise-bas, la taille de la portée aura potentiellement modifié la production de colostrum. S'il existe des différences de production il sera difficile de conclure si seule la taille de portée entre en jeu dans ces modifications ou si ce sont des facteurs intrinsèques à la brebis.

3.7 Corrélation des variables de production entre T0, T0+T6 et leur valeur totale

Nous avons vu tout au long de ce manuscrit que la caractérisation de la production de colostrum chez la brebis est rendue difficile par de nombreuses contraintes logistiques et s'avère compliquée sur de grands effectifs. Dans cette partie, nous avons cherché à déterminer s'il serait suffisant de ne réaliser que deux prélèvements à T0 et T6 dans des manipulations futures afin de réduire la charge de travail inhérente à l'exécution du protocole et donc simplifier les études sur le phénotypage des brebis.

- Relation entre le volume total et le volume à T0 et T0+T6

La production du volume de colostrum produit sur 12 heures était fortement corrélée au volume de colostrum à T0 ($n=42$; $r = 0,90$; $p<2,20E-16$), et très fortement corrélée au volume de colostrum produit à T0+T6 ($n=42$; $r = 0,98$; $p<2,20E-16$) comme le représente la figure 13. Les corrélations obtenues ici étaient plus fortes que celles obtenues dans la thèse de Jacquet et Rousset (2013) qui étaient respectivement $r = 0,83$ ($p<0,0001$) et $r = 0,96$ ($p<0,0001$).

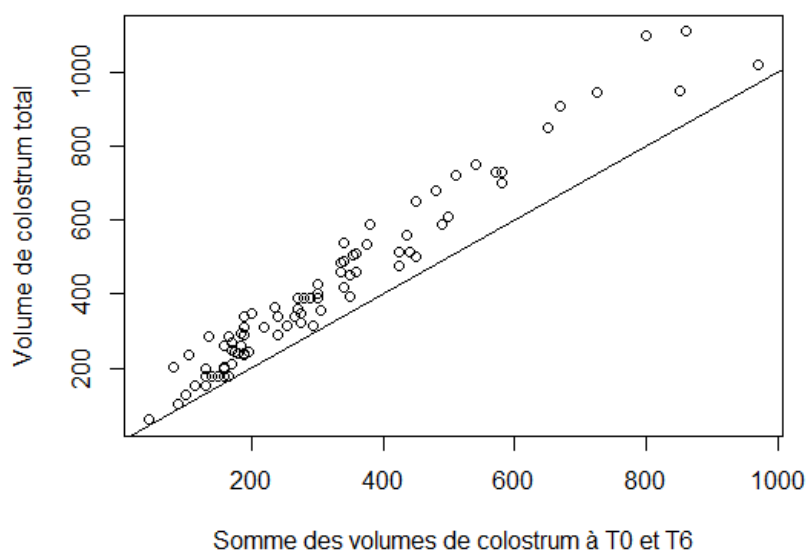


Figure 13 : Corrélation entre le volume de colostrum produit sur 12h et le volume de colostrum produit sur 6h. La ligne droite correspond à la bissectrice.

- Relation entre la masse d'IgG totale et la masse d'IgG à T0 et T0+T6

La masse d'IgG totale produite sur 12 heures était fortement corrélée à la masse d'IgG produite à T0 (n=42 ; r = 0,94 ; p<2,20E-16). La figure 14 montre la corrélation très forte entre la masse d'IgG produite sur 12 heures et la masse d'IgG produite sur 6 heures (n=42 ; r = 0,99 ; p<2,20E-16).

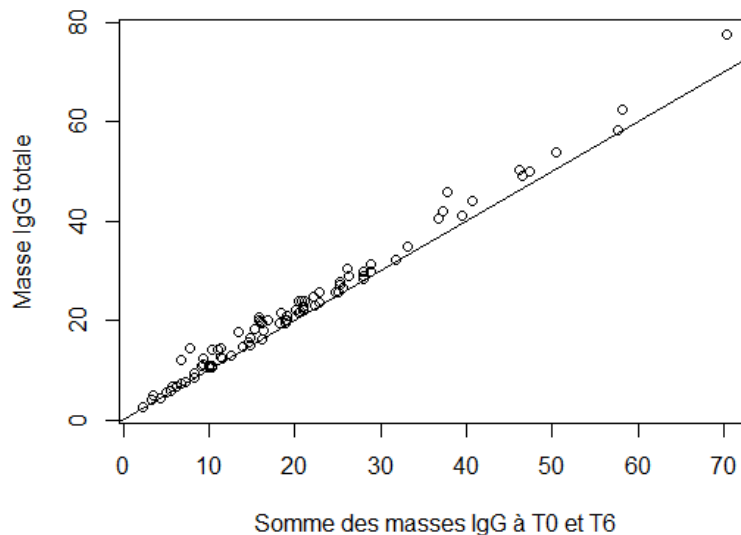


Figure 14 : Corrélation entre la masse d'IgG produite sur 12h et la masse d'IgG produite sur 6h. La ligne droite correspond à la bissectrice.

Les corrélations obtenues dans notre étude sont supérieures à celles calculées dans le travail de Jacquet et Rousset (2013 ; respectivement r = 0,83 ; p< 0,0001 et r = 0,98 ; p<0,0001).

- Relation entre la masse de MG totale et la masse de MG à T0 et T0+T6

De même que précédemment, la masse de MG produite sur 12 heures était très fortement corrélée à la masse de MG à T0 et à la masse de MG produite sur 6 heures (respectivement n=42 ; r = 0,90 ; p<2,20E-16 et n=42 ; r = 0,98 ; p<2,20E-16).

- Relation entre la concentration en IgG à T0 et la masse d'IgG totale produite

La corrélation entre la concentration en IgG à T0 et la masse d'IgG produite sur 12 heures était faible bien que significative (n=42 ; r = 0,48 ; p=4,26E-06).

L'ensemble de ces corrélations montre qu'à l'avenir il serait possible de ne réaliser que deux traites, à T0 et T6, pour phénotyper les brebis, voire de ne réaliser qu'une traite à T0. En revanche la dernière corrélation présentée semble indiquer qu'il ne serait pas possible de se baser uniquement sur la concentration en IgG à T0 pour étudier le phénotype masse d'IgG.

CONCLUSION

Le colostrum est un élément essentiel à la survie précoce des agneaux nouveau-nés. Il permet un apport d'énergie primordial ainsi que des immunoglobulines indispensables au transfert d'immunité passive de la mère à l'agneau. L'objectif de ce travail était dans un premier temps d'étudier les phénotypes relatifs à la quantité et à la qualité du colostrum produit par les brebis, c'est-à-dire le volume, la concentration et la masse d'IgG ainsi que la concentration et la masse de MG du colostrum. Dans un deuxième temps, le but était d'apporter des réponses quant à une potentielle répétabilité de ces phénotypes d'une mise-bas à l'autre pour une même brebis, ce qui pourrait permettre d'envisager une sélection génétique sur ces phénotypes. L'ambition à long terme de ce travail est de diminuer la mortalité périnatale des agneaux grâce à l'apport d'un colostrum de bonne qualité dans les premières heures qui suivent la mise-bas.

Les résultats de la comparaison des valeurs de volume, concentration et masse en IgG et MG des brebis entre leur premier agnelage et leur deuxième agnelage étaient inconstants et n'ont pas permis de conclure quant à une différence de production de colostrum entre deux mises-bas successives, que ce soit en terme de quantité ou de qualité.

L'étude de la répétabilité des phénotypes a mis en évidence une potentielle répétabilité du volume et de la masse de MG entre deux mises-bas successives pour une même brebis. En revanche, la répétabilité de la masse d'IgG constatée dans la littérature n'a pas été retrouvée ici. Néanmoins ces résultats sont à interpréter avec prudence compte tenu des nombreux facteurs de confusion que l'effectif réduit analysé n'a pas permis de prendre pleinement en compte.

Enfin, ce travail a rappelé l'importance d'une bonne gestion de l'alimentation des brebis dans les deux derniers tiers de gestation, notamment en fonction des tailles de portées. En effet, les différents résultats présentés montrent qu'une mauvaise gestion de l'alimentation peut induire un biais conséquent sur la production de colostrum.

Les résultats obtenus ici méritent d'être approfondis par la répétition des manipulations. Il serait toutefois possible d'alléger le nombre de points de phénotypage en ne faisant que deux traites, voire qu'une seule. Il est possible que cette réduction entraîne une diminution de la précision lors des analyses statistiques, mais le fait de réduire le nombre de prélèvements par brebis permettrait de travailler sur de plus gros effectifs et donc de gagner en puissance statistique. De plus, il semble plus judicieux de comparer les masses en IgG plutôt que les concentrations en IgG qui finalement ne permettent pas de caractériser correctement la production colostrale des brebis, en raison de la variabilité existante sur le volume produit.

BIBLIOGRAPHIE

1. BANCHERO G.E., PEREZ CLARIGET R., BENCINI R., LINDSAY D.R., MILTON J.T.B., MARTIN G.B., 2006. Endocrine and metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrum in female sheep. *Reproduction Nutrition Development*, 46 (4): 447-460.
2. BANCHERO G.E., MILTON J.T.B., LINDSAY D.R., MARTIN G.B., QUINTANS G., 2015. Colostrum production in ewes: a review of regulation mechanisms and of energy supply. *Animal*, 9 (5): 831-837.
3. BARRINGTON G.M., BESSER T.E., DAVIS W.C., GAY C.C., REEVES J.J., McFADDEN T.B., 1997. Expression of immunoglobulin G₁ receptors by bovine mammary epithelial cells and mammary leukocytes. *Journal of Dairy Science*, 80 (1): 86-93.
4. BERNABUCCI, U., BASIRICÒ L., MORERA P., 2013. Impact of hot environment on colostrum and milk composition. *Cell. Mol. Biol.*, 59 (1): 67-83.
5. BURD L.I., TAKAHASHI K., WARD K., ASCHERMAN G., DOWERS S., SCOMMEGNA A., 1978. The relationship of changes in mammary blood flow and plasma progesterone at the time of parturition in the ewe. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 132 (4): 385-391.
6. BUTLER J.E., 1983. Bovine immunoglobulins: an augmented review. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 4 (1): 43-152.
7. CAMPBELL S.G., SIEGEL M.J., KNOWLTON B.J., 1977. Sheep immunoglobulins and their transmission to the neonatal lamb. *New Zealand Veterinary Journal*, 25 (12): 361-365.
8. CHENEVIER A., 2017. Production de colostrum et transfert d'immunité passive chez les ovins : cinétique et facteurs de variation. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, 74 p.
9. CHRISTLEY R.M., MORGAN K.L., PARKIN T.D.H., FRENCH N.P., 2003. Factors related to the risk of neonatal mortality, birth-weight and serum immunoglobulin concentration in lambs in the UK. *Preventive Veterinary Medicine*, 57 (4): 209-226.
10. DELOUIS C., 1978. Physiology of colostrum production. In *Annales de Recherches Vétérinaires*, 9: 193-203.

11. DOMINGUEZ E., PEREZ M.D., PUYOL P., SANCHEZ L., CALVO M., 2001. Specific immunoglobulins in serum of newborn lambs fed with a single dose of colostrum containing anti-peroxidase IgG. *Research in Veterinary Science*, 70 (3): 275-279.
12. GAUTIER J.M., CORBIERE F., 2011. La mortalité des agneaux : état des connaissances. In 18. *Rencontres Recherches Ruminants (3 R)*, 265-262. Paris, France.
13. GILBERT R.P., GASKINS C.T., HILLERS J.K., PARKER C.F., McGUIRE T.C., 1988. Genetic and environmental factors affecting immunoglobulin G₁ concentrations in ewe colostrum and lamb serum. *Journal of Animal Science*, 66 (4): 855-863.
14. HALL D.G., EGAN A.R., FOOT J.Z., PARR R.A., 1990. The effect of litter size on colostrum production in crossbred ewes. In *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 18: 240-243.
15. HALL D.G., HOLST P.J., SHUTT D.A., 1992. The effect of nutritional supplements in late pregnancy on ewe colostrum production plasma progesterone and IGF-1 concentrations. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43 (2): 325-337.
16. HALLIDAY R., 1978. Variation in immunoglobulin transfer from ewes to lambs. In *Annales de Recherches Vétérinaires*, 9 (2): 367-374.
17. HAMMER D.K., MOSSMANN H., 1978. The importance of membrane receptors in the transfer of immunoglobulins from plasma to the colostrum. In *Annales de Recherches Veterinaires*, 9 (2): 229-234.
18. HINE B.C., HUNT P.W., BEASLEY A.M., WINDON R.G., GLOVER S.A., COLDITZ I.G., 2010. Selective transport of IgE into ovine mammary secretions. *Research in Veterinary Science*, 89 (2): 184-190.
19. HURLEY W.L., 2003. Immunoglobulins in mammary secretions. In *Advanced Dairy Chemistry Volume 1: Proteins*. 3ème édition. Springer. p 421-447.
20. JACQUET A., ROUSSET A.L., 2013. La production de colostrum chez la brebis : évaluation de la variabilité de la concentration et de la masse d'immunoglobulines G₁ (IgG₁). Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, 124 p.
21. LARSON B.L., HEARY Jr H.L., DEVERY J.E., 1980. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *Journal of Dairy Science*, 63 (4): 665-671.

22. MAYER B., ZOLNAI A., FRENYÓ L.V., JANCSIK V., SZENTIRMAY Z., HAMMARSTRÖM L., KACSKOVICS I., 2002. Localization of the sheep FcRn in the mammary gland. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 87 (3): 327-330.
23. MELLOR D.J., COCKBURN F., 1986. A comparison of energy metabolism in the newborn infant, piglet and lamb. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 71 (3): 361-379.
24. MELLOR D.J., MURRAY L., 1986. Making the most of colostrum at lambing. *The Veterinary Record*, 118 (13): 351-353.
25. MELLOR D.J., FLINT D.J., VERNON R.G., FORSYTH I.A., 1987. Relationships between plasma hormone concentrations, udder development and the production of early mammary secretions in twin-bearing ewes on different planes of nutrition. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 72 (3): 345-356.
26. MEYER A.M., REED J.J., NEVILLE T.L., THORSON J.F., MADDOCK-CARLIN K.R., TAYLOR J.B., REYNOLDS L.P., REDMER D.A., LUTHER J.S., HAMMER C.J., VONNAHME K.A., CATON J.S., 2011. Nutritional plane and selenium supply during gestation affect yield and nutrient composition of colostrum and milk in primiparous ewes. *Journal of Animal Science*, 89 (5): 1627-1639.
27. NOWAK R., POINDRON P., 2006. From birth to colostrum: early steps leading to lamb survival. *Reproduction Nutrition Development*, 46 (4): 431-446.
28. SHUBBER A.H., DOXEY D.L., 1978. Immunoglobulin content of ewe colostrum: comparison between the right and left sides of the udder. *Veterinary Science Communications*, 2 (1): 141-144.
29. SHUBBER A.H., DOXEY D.L., BLACK W.J.M., FITZSIMONS J., 1979a. Colostrum production by ewes and the amounts ingested by lambs. *Research in Veterinary Science*, 27 (3): 280-282.
30. SHUBBER A.H., DOXEY D.L., BLACK W.J.M., FITZSIMONS J., 1979b. Immunoglobulin levels in ewe colostrum and in lamb serum. *Research in Veterinary Science*, 27 (3): 283-285.
31. STELWAGEN K., CARPENTER E., HAIGH B., HODGKINSON A., WHEELER T.T., 2009. Immune components of bovine colostrum and milk. *Journal of animal science*, 87 (Suppl. 1): 3-9.

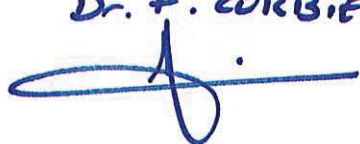
32. SWANSON T.J., HAMMER C.J., LUTHER J.S., CARLSON D.B., TAYLOR J.B., REDMER D.A., NEVILLE T.L., REED J.J., REYNOLDS L.P., CATON J.S., VONNAHME K.A., 2008. Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. *Journal of Animal Science*, 86 (9): 2415-2423.

AGREMENT SCIENTIFIQUE


En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussignée, **Fabien CORBIERE**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Fabre Blandine** intitulée « **La production de colostrum est-elle un caractère répétable chez les ovins ? Premiers résultats en race Lacaune viande** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 22 février 2019
Professeur **Fabien CORBIERE**
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Dr. F. CORBIERE


Vu :
La Directrice de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Isabelle CHMITELIN

Pour la Directrice et par délégation,
la Directrice de l'enseignement et de la vie étudiante
Caroline LACROUX


Vu :
Le Président du jury :
Professeur **Patrick CALVAS**



Mlle **FABRE Blandine**
a été admis(e) sur concours en : 2013
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 04/07/2017
a validé son année d'approfondissement le : 15/11/2018
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Vu et autorisation de l'impression :
Président de l'Université Paul Sabatier
Monsieur Jean-Pierre VINEL

Le Président de l'Université Paul Sabatier
par délégation,
La Vice-Présidente de la CFVU


Régine ANDREOBRECHT

TOULOUSE, 2019

NOM : FABRE

PRÉNOM : Blandine

TITRE : La production de colostrum est-elle un caractère répétable chez les ovins ? Premiers résultats en race Lacaune viande.

RÉSUMÉ : Chez les ovins, la placentation syndesmochoriale rend indispensable une prise colostrale précoce et de qualité afin d'assurer un bon transfert d'immunité passive, gage de survie chez l'agneau. Les caractéristiques du colostrum produit (volume, concentration et masse en immunoglobulines et en matière grasse) sont très variables d'une brebis à une autre et la répétabilité de ces caractères est très largement méconnue. L'objectif de ce travail était d'estimer la répétabilité des phénotypes liés à la production de colostrum entre deux mises-bas successives chez 43 brebis Lacaune. Le volume, la concentration et la masse en immunoglobulines G₁ (IgG₁) et en matière grasse (MG) ont été mesurés et analysés à trois temps de traite (T0, T6 heures et T12 heures) sur deux mises-bas successives. Les résultats indiquent une absence de corrélation significative entre les deux mises-bas pour la masse d'IgG₁, mais une corrélation significative pour le volume de colostrum produit et sa masse de MG. Les différentes conclusions de cet essai sont à interpréter avec prudence compte tenu de l'effectif réduit et de nombreux facteurs de variation lors des manipulations (taille de portée, alimentation, période d'agnelage).

MOTS-CLÉS : ovins, colostrum, immunoglobuline, matière grasse, phénotype, répétabilité

TITLE: Is colostrum production a repeatable trait in ewes? First results in Lacaune breed.

ABSTRACT: In sheep, syndesmochorial placentation makes an early take of quality colostrum vital to insure a decent passive immunity transfer which is a survival guarantee for the lamb. Characteristics of produced colostrum (volume, concentration and mass of immunoglobulin and butterfat) are very variable between ewes and the repeatability of these characteristics are widely unknown. The aim of this study was to estimate the repeatability of phenotypes related to the production of colostrum among two successive lambing in 43 Lacaune ewes. Volume, concentration and mass of immunoglobulin G₁ (IgG₁) and butterfat were measured and analyzed at three times of milking (T0, T6 hours and T12 hours) on two successive lambing. Results show no significant correlation between the two lambing for the mass of IgG₁, but there is a significant correlation between lambing for the volume of colostrum produced and the mass of butterfat. The different conclusions of this assay should be interpreted with care because of the small number of ewes and the numerous variation factors involved during this experiment (litter size, nutrition, and lambing period).

KEY WORDS: sheep, colostrum, immunoglobulin, butterfat, phenotype, repeatability