




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/> 25338

To cite this version:

Cholet, Peggy . *Influence d'une restriction alimentaire sur des brebis en fin de gestation sur la vigueur de l'agneau à la naissance*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2017, 83 p.

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

INFLUENCE D'UNE RESTRICTION ALIMENTAIRE SUR DES BREBIS EN FIN DE GESTATION SUR LA VIGUEUR DE L'AGNEAU A LA NAISSANCE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

CHOLET Peggy

Née, le 02 février 1990 à LYON (69)

Directeur de thèse : M. Fabien CORBIERE

JURY

PRESIDENT :
M. Louis BUJAN

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
M. Fabien CORBIERE
M. Xavier BERTHELOT

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



INFLUENCE D'UNE RESTRICTION ALIMENTAIRE SUR DES BREBIS EN FIN DE GESTATION SUR LA VIGUEUR DE L'AGNEAU A LA NAISSANCE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

CHOLET Peggy
Née, le 02 février 1990 à LYON (69)

Directeur de thèse : M. Fabien CORBIERE

JURY

PRESIDENT :
M. Louis BUJAN

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
M. Fabien CORBIERE
M. Xavier BERTHELOT

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



Répartition des Enseignants-Chercheurs par Département.

Mise à jour : 03/11/2017

DIRECTRICE : ISABELLE CHMITELIN

ELEVAGE ET PRODUITS/SANTÉ PUBLIQUE VÉTÉRAIRE	SCIENCES BIOLOGIQUES ET FONCTIONNELLES	SCIENCES CLINIQUES DES ANIMAUX DE COMPAGNIE, DE SPORT ET DE LOISIRS
<p>Responsable : M. SANS</p> <p><u>ALIMENTATION ANIMALE :</u> M. ENJALBERT Francis, PR Mme PRIYMENKO Nathalie, MC Mme MEYNADIER Annabelle, MC</p> <p><u>EPIDEMIOLOGIE :</u> Mathilde PAUL, MC</p> <p><u>PARASITOLOGIE-ZOOLOGIE :</u> M. FRANC Michel, PR M. JACQUIET Philippe, PR M. LIENARD Emmanuel, MC Mme BOUHSIRA Emilie, MC</p> <p><u>HYGIÈNE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS :</u> M. BRUGERE Hubert, PR M. BAILLY Jean-Denis, PR Mme BIBBAL Delphine, MC Mme COSTES Laura, AERC Mme DAVID Laure, MCC</p> <p><u>PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION :</u> M. BERTHELOT Xavier, PR M. BERGONIER Dominique, MC Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, PR Mme HAGEN-PICARD Nicole, PR M. NOUVEL Laurent-Xavier, MC Mme MILA Hanna, MC</p> <p><u>PATHOLOGIE DES RUMINANTS :</u> M. SCHELCHER François, PR M. FOUCRAS Gilles, PR M. CORBIÈRE Fabien, MC M. MAILLARD Renaud, PR M. MEYER Gilles, PR</p> <p><u>PRODUCTION ET PATHOLOGIE AVIAIRE ET PORCINE :</u> Mme WARET-SZKUTA Agnès, MC M. JOUGLAR Jean-Yves, MC M. GUERIN Jean-Luc, PR M. LE LOC'H Guillaume, MC</p> <p><u>PRODUCTIONS ANIMALES AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE ÉCONOMIE :</u> M. DUCOS Alain, PR M. SANS Pierre, PR M. RABOISSON Didier, MC</p>	<p>Responsable : Mme GAYRARD</p> <p><u>ANATOMIE :</u> M. MOGICATO Giovanni, MC M. LIGNEREUX Yves, PR Mme DEVIERS Alexandra, MC</p> <p><u>ANATOMIE PATHOLOGIQUE - HISTOLOGIE :</u> M. DELVERDIER Maxence, PR Mme LETRON-RAYMOND Isabelle, PR Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, PR Mme LACROUX Caroline, PR M. GAIDE Nicolas, AERC</p> <p><u>BIOLOGIE MOLECULAIRE :</u> Mme BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle, MC</p> <p><u>MICROBIOLOGIE – IMMUNOLOGIE - MALADIES INFECTIEUSES :</u> M. MILON Alain, PR M. BERTAGNOLI Stéphane, PR M. VOLMER Romain, MC Mme BOULLIER Séverine, MC Mme DANIELS Héléne, MC</p> <p><u>BIOSTATISTIQUES :</u> M. CONCORDET Didier, PR M. LYAZRHI Faouzi, MC</p> <p><u>PHARMACIE-TOXICOLOGIE :</u> M. PETIT Claude, PR Mme CLAUW Martine, PR M. GUERRE Philippe, PR M. JAEG Philippe, MC</p> <p><u>PHYSIOLOGIE –PHARMACOLOGIE THERAPEUTIQUE :</u> M. BOUSQUET-MELOU Alain, PR Mme GAYRARD-TROY Véronique, PR Mme FERRAN Aude, MC M. LEFEBVRE Hervé, PR</p> <p><u>BIOCHIMIE :</u> Mme BENNIS-BRET Lydie, MC</p> <p><u>ANGLAIS :</u> M. SEVERAC Benoît, PLPA Mme MICHAUD Françoise, PCEA</p>	<p>Responsable : Mme CADIERGUES</p> <p><u>ANESTHESIOLOGIE</u> M. VERWAERDE Patrick, MC</p> <p><u>CHIRURGIE :</u> M. AUTEFAGE André, PR M. ASIMUS Erik, MC M. MATHON Didier, MC Mme MEYNAUD-COLLARD Patricia, MC Mme PALIERNE Sophie, MC</p> <p><u>MEDECINE INTERNE :</u> Mme DIQUELOU Armelle, MC M. DOSSIN Olivier, MC Mme LAVOUE Rachel, MC Mme GAILLARD-THOMAS Elodie, MCC</p> <p><u>OPHTALMOLOGIE :</u> M. DOUET Jean-Yves, MC</p> <p><u>DERMATOLOGIE :</u> Mme CADIERGUES Marie-Christine, PR</p> <p><u>IMAGERIE MEDICALE</u> M. CONCHOU Fabrice, MC</p> <p><u>BIOLOGIE MOLECULAIRE. :</u> Mme TRUMEL Catherine, PR</p> <p><u>PATHOLOGIE DES EQUIDES :</u> M. CUEVAS RAMOS Gabriel, MC Mme LALLEMAND Elodie, AERC</p>

REMERCIEMENTS

Au président de jury,

A Monsieur le Professeur Louis BUJAN,
Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse,
Professeur des Universités
Université Paul Sabatier de Toulouse, CHU Paule de Viguié
Biologie de la Reproduction

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse,
Hommage respectueux et sincères remerciements.

Au jury de thèse,

A Monsieur le Maître de Conférences Fabien CORBIERE,
Maître de conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Pathologie des Ruminants

Qui nous a fait l'honneur de diriger cette thèse,
Très sincères remerciements.

A Monsieur le Professeur Xavier BERTHELOT,
Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Pathologie de la Reproduction

Qui a très aimablement accepté de faire partie de ce jury,
Sincères remerciements.

A Madame Myriam DOUCET,
Chef de projet Maîtrise de la Santé des Troupeaux,
Docteur vétérinaire

Qui m'a accompagné et guidé durant cette thèse,
Tous mes remerciements.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	7
LISTE DES ILLUSTRATIONS	10
LISTE DES ABREVIATIONS	12
INTRODUCTION.....	13
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	14
1) Le contexte actuel de la filière ovine	14
a. La situation en Europe	14
b. La situation en France.....	14
c. Problème rencontré par la filière	15
2) Productivité numérique et mortalité des agneaux	16
a. Les problèmes de productivité et de mortalité.....	16
i. Lien entre la productivité numérique et la mortalité des agneaux	16
ii. Objectif envisageable	16
b. La mortalité des agneaux	17
i. Les différentes catégories.....	17
ii. Les causes	17
iii. Les facteurs de risques	18
c. Lien entre mortalité et vigueur de l'agneau.....	19
3) Vigueur : Définition et lien avec l'alimentation de la brebis	19
a. Définition.....	19
b. Alimentation de la brebis.....	20
4) Evaluation de la vigueur des agneaux	21
a. Les différentes méthodes d'évaluation	21
i. Grille de notation écossaise par la Suffolk Sheep Society	21
ii. Système utilisé par l'Institut des Sciences Rurales et l'Université d'Aberystwyth.....	22
iii. Un système simplifié pour les fermes commerciales du Royaume-Uni	23
iv. Système de notation utilisé par le CIIRPO	24
b. Méthode d'évaluation retenue et utilisation dans le projet VIGAGNO	24
MATERIEL ET METHODES	25
1) Projet et site d'expérimentation.....	25
a. Objectif du projet VIGAGNO	25
b. Présentation de la station d'élevage du Mourier	25
2) Conduite des animaux durant l'essai.....	26
a. Insémination des animaux et dénombrement par échographie.....	26
b. Mise en lot	26
c. Alimentation en fin de gestation.....	26
d. La gestion des brebis autour de l'agnelage.....	27
3) Enregistrements avant la mise-bas	27
a. Les mesures alimentaires	27
b. Suivi des poids et des Notes d'Etat Corporel	27
c. Prélèvements sanguins.....	28
4) Enregistrements à la mise-bas	28

a.	Enregistrements sur les mères	28
i.	Mise-bas	28
ii.	Prélèvement de colostrum	28
iii.	Note d'Etat Corporel	28
b.	Enregistrements sur les agneaux	29
i.	Facilité de naissance et couleur de l'agneau	29
ii.	Activité de l'agneau pendant les 5 premières minutes de vie	29
iii.	Poids mouillé et identification	30
iv.	Faculté de tétée	30
v.	Prise de température	30
vi.	Identification auriculaire et poids sec	31
vii.	Prélèvements sanguins	31
5)	Traitement des échantillons	32
a.	Echantillons des brebis	32
i.	Dosage des concentrations sanguines d'urée et d'AGNE	32
ii.	Mesure de l'indice de réfractométrie du colostrum	32
iii.	Dosage de la concentration des immunoglobulines G1 colostrales	32
b.	Echantillons des agneaux	32
i.	Mesure des protéines totales plasmatiques par réfractométrie	32
ii.	Dosage des immunoglobulines G plasmatiques	33
c.	Analyses des données	33
	RESULTATS	34
1)	Description de la population étudiée	34
a.	Les brebis	34
i.	Répartition des mises-bas dans le temps	34
ii.	Notes d'Etat Corporel des brebis à l'agnelage	34
iii.	Les tailles de portées	35
iv.	Les concentrations colostrales en IgG1	35
b.	Les agneaux	36
i.	Couleur de l'agneau à la naissance	36
ii.	Poids des agneaux à la naissance	38
iii.	Facilité de naissance	38
iv.	Activité de l'agneau	39
v.	Faculté de téter	40
vi.	Températures des agneaux à 12h de vie	40
vii.	Concentrations plasmatiques en IgG1 à 24h	41
2)	Analyse descriptive des deux lots de brebis doubles	41
a.	Les brebis	41
i.	Notes d'Etat Corporel des brebis	41
ii.	Paramètres sanguins dans les 5 semaines précédant la mise-bas	42
iii.	Poids de portée	43
iv.	Concentrations colostrales en IgG1	43
b.	Les agneaux	44
i.	Couleur de l'agneau à la naissance	44
ii.	Poids des agneaux à la naissance (agneaux mouillés)	44
iii.	Facilité de naissance	45
iv.	Activité de l'agneau	46
v.	Faculté de téter	46
vi.	Températures rectales 12h après la naissance	47
vii.	Concentrations plasmatiques en IgG1 24h après la naissance	48

c.	Limite de ces lots et nouvelle répartition des brebis	48
3)	Comparaison des lots selon les poids de portée	49
a.	Paramètres sanguins dans les 5 semaines précédant la mise-bas	49
i.	Brebis alimentées selon une taille de portée attendue de 2.....	49
ii.	Brebis alimentées selon une taille de portée attendue de 3.....	50
b.	Evolution de la NEC de la mise en lot à l'agnelage	52
c.	Une troisième idée de répartition.....	52
4)	Comparaison des lots selon le déficit alimentaire	53
a.	Les brebis.....	53
i.	Répartition des brebis	53
ii.	Paramètres sanguins dans les 5 semaines précédant la mise-bas.....	53
iii.	Poids de portée	55
iv.	Concentrations colostrales en IgG1	55
b.	Les agneaux	55
i.	Couleur de l'agneau à la naissance	55
ii.	Poids des agneaux	56
iii.	Facilité de naissance	57
iv.	Activité de l'agneau à T + 5min	58
v.	Faculté de téter	59
vi.	Températures rectales des agneaux 12h après la naissance	61
vii.	Concentrations plasmatiques en IgG1 à 24h	62
DISCUSSION		63
1)	Difficultés rencontrées : le manque d'effectifs	63
2)	Les brebis	64
a.	Les Notes d'Etat Corporel des brebis à l'agnelage.....	64
b.	Evolution des paramètres sanguins des brebis 5 semaines avant l'agnelage	64
c.	Les poids de portée	65
d.	Concentration colostrales en IgG1	66
3)	Les agneaux	66
a.	La facilité de naissance.....	66
b.	La couleur de l'agneau à la naissance	67
c.	Le poids des agneaux à la naissance.....	67
d.	L'activité de l'agneau à T + 5min	68
e.	La faculté de téter des agneaux.....	69
f.	Les températures rectales des agneaux à 12h	69
g.	Concentrations sériques en IgG1 des agneaux à 24h	69
CONCLUSION		71
ANNEXE 1 : RATION DES LOTS.....		72
ANNEXE 2 : VALEURS ALIMENTAIRES		73
ANNEXE 3 : BARÊME DE NOTATION D'ETAT CORPOREL		74
ANNEXE 4 : FICHE DE SUIVI.....		76
ANNEXE 5 : COULEUR DES AGNEAUX		77
ANNEXE 6 : FICHE DE SUIVI DE LABORATOIRE		78
ANNEXE 7 : FORMULES DE CALCUL DES DEFICITS INDIVIDUELS		78
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		80

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure 1 : Enregistrements sur les brebis et les agneaux autour de la mise bas.....	31
Figure 2 : Répartition des agnelages.....	34
Figure 3 : Répartition des agnelages dans une journée.....	34
Figure 4 : Répartition des NEC à l'agnelage.....	34
Figure 5 : Répartition de la taille des portées.....	35
Figure 6 : Répartition des concentrations colostrales en IgG1.....	35
Figure 7 : Répartition de la couleur des agneaux.....	36
Figure 8 : Relation entre la couleur des agneaux et la facilité de naissance.....	36
Figure 9 : Relation entre la couleur des agneaux et l'activité à T+5min.....	37
Figure 10 : Relation entre la couleur des agneaux et la faculté de têter.....	37
Figure 11 : Répartition des poids des agneaux.....	38
Figure 12 : Répartition des notes de facilité de naissance.....	38
Figure 13 : Répartition des notes d'activité.....	39
Figure 14 : Relation entre l'activité à T+5min des agneaux et la faculté de têter.....	39
Figure 15 : Répartition des notes de faculté à têter.....	40
Figure 16 : Répartition des températures rectales des agneaux.....	40
Figure 17 : Répartition des concentrations plasmatiques en IgG1.....	41
Figure 18 : Evolution des NEC entre la mise en lot et l'agnelage : comparaison des lots D80 et D100.....	42
Figure 19 : Evolution des concentrations en β -OH et glucose 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots D80 et D100.....	42
Figure 20 : Evolution des concentrations d'urée et d'AGNE 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots D80 et D100.....	43
Figure 21 : Poids de portée : comparaison des lots D80 et D100.....	43
Figure 22 : Concentrations en IgG1 des colostrums : comparaison des lots D80 et D100.....	44
Figure 23 : Répartition de la couleur des agneaux à la naissance : comparaison des lots D80 et D100.....	44
Figure 24 : Répartition du poids des agneaux à la naissance : comparaison des lots D80 et D100.....	45
Figure 25 : Poids des agneaux à la naissance : comparaison des lots D80 et D100.....	45
Figure 26 : Répartition des notes de facilité de naissance : comparaison des lots D80 et D100.....	46
Figure 27 : Répartition des notes d'activité de l'agneau à T + 5min : comparaison des lots D80 et D100.....	46
Figure 28 : Répartition des notes de faculté de têter des agneaux: comparaison des lots D80 et D100.....	47
Figure 29 : Répartition des températures rectales des agneaux: comparaison des lots D80 et D100.....	47
Figure 30 : Répartitions des températures rectales des agneaux: comparaison des lots D80 et D100.....	48
Figure 31 : Concentration en IgG1 plasmatiques des agneaux: comparaison des lots D80 et D100.....	48
Figure 32 : Evolution des concentrations en β -OH et en glucose 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon les poids de portée chez les brebis avec une portée double attendue.....	49
Figure 33 : Evolution des concentrations en urée et en AGNE 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon les poids de portée chez les brebis avec une portée double attendue.....	50
Figure 34 : Evolution des concentrations en β -OH et en glucose 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon les poids de portée chez les brebis avec une portée triple attendue.....	51

Figure 35 : Evolution des concentrations en urée et en AGNE 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon les poids de portée chez les brebis avec une portée triple attendue.....	51
Figure 36 : Evolution des NEC des brebis entre la mise en lot et l'agnelage : comparaison des lots selon les poids de portée.....	52
Figure 37 : Répartition des brebis dans les lots de déficits en UFL, PDIN et PDIE.....	53
Figure 38 : Evolution des concentrations en β -OH et en Glucose 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon le déficit alimentaire.....	54
Figure 39 : Evolution des concentrations en Urée et en AGNE 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon le déficit alimentaire.....	54
Figure 40 : Répartition de la couleur des agneaux à la naissance : comparaison des lots selon le déficit en UFL.....	55
Figure 41 : Répartition de la couleur des agneaux à la naissance : comparaison des lots selon le déficit en PDIE.....	56
Figure 42 : Répartition de la couleur des agneaux à la naissance : comparaison des lots selon le déficit en PDIN.....	56
Figure 43 : Poids des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en UFL.....	56
Figure 44 : Poids des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en PDIN.....	56
Figure 45 : Poids des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en PDIE.....	57
Figure 46 : Répartition de la facilité de naissance : comparaison des lots selon le déficit en UFL.....	57
Figure 47 : Répartition de la facilité de naissance : comparaison des lots selon le déficit en PDIN.....	57
Figure 48 : Répartition de la facilité de naissance : comparaison des lots selon le déficit en PDIE.....	58
Figure 49 : Répartition de l'activité de l'agneau: comparaison des lots selon le déficit en UFL.....	58
Figure 50 : Répartition de l'activité de l'agneau : comparaison des lots selon le déficit en PDIN.....	59
Figure 51 : Répartition de l'activité de l'agneau : comparaison des lots selon le déficit en PDIE.....	59
Figure 52 : Répartition de la faculté de téter : comparaison des lots selon le déficit en UFL.....	60
Figure 53 : Répartition de la faculté de téter : comparaison des lots selon le déficit en PDIN.....	60
Figure 54 : Répartition de la faculté de téter : comparaison des lots selon le déficit en PDIE.....	61
Figure 55 : Températures rectales des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en UFL.....	61
Figure 56 : Températures rectales des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en PDIN.....	61
Figure 57 : Températures rectales des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en PDIE.....	61
Figure 58 : Concentrations plasmatiques en IgG1 : comparaison des lots selon le déficit en UFL.....	62
Figure 59 : Concentrations plasmatiques en IgG1 : comparaison des lots selon le déficit en PDIN.....	62
Figure 60 : Concentrations plasmatiques en IgG1 : comparaison des lots selon le déficit en PDIE.....	62

Liste des tableaux

Tableau 1 : Grille de notation de la facilité de naissance.....	30
Tableau 2 : Grille de notation de l'activité de l'agneau.....	30
Tableau 3 : Grille de notation de la faculté de tétée.....	31
Tableau 4 : Répartition des effectifs de brebis selon le poids de portée.....	49
Tableau 5 : Effectifs des brebis selon les niveaux de déficit individuel calculé.....	53

LISTE DES ABREVIATIONS

AGNE	Acide Gras Non Esterifié
β -OH	Béta-Hydroxybutyrate
CIALSO	Centre Interprofessionnel d'Analyses Laitières du Sud-Ouest
CIIRPO	Centre Inter-régional d'Information et de Recherche en Production Ovine
CMV	Complément Minéral Vitaminé
CRH	Corticolibérine
ENVT	Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
FCO	Fièvre Catarrhale Ovine
GAEC	Groupement Agricole d'Exploitation en Commun
IDR	Immunodiffusion Radiale
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
IGF	Insulin-like Growth Factor
IgG	Immunoglobuline G
MAT	Matière Azotée Totale
MS	Matière Sèche
NBVC	Nutrition Biochimie Vétérinaire Consultants
NEC	Note d'Etat Corporel
PACA	Provence Alpes Côte d'Azur
PDIE	Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle (PDI) permises par l'énergie (E)
PDIN	Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle (PDI) permises par l'azote (N)
PMSG	Pregnant Mare Serum Gonadotropin
PP	Prairie Permanente
PT	Prairie Tournante
SRUC	Scotland's Rural College
T	Temps (après la naissance)
TEC	Tonne Equivalent Carcasse
UFL	Unité Fourragère Lait
UI	Unité Internationale
UMT SPR	Unité Mixte Technologique Santé des troupeaux de Petits Ruminants

INTRODUCTION

La France compte un important cheptel ovin avec de grands bassins de production tels que le piémont pyrénéen, la région PACA et la région Limousin. Dans cette filière, l'agneau est au cœur de la production et joue un rôle majeur dans sa rentabilité économique. Ainsi, les professionnels de la filière ovine s'intéressent particulièrement à l'augmentation de la productivité numérique, paramètre essentiel de la rentabilité des exploitations.

La productivité numérique, définie par le nombre d'agneaux produits par an et par femelle de plus de 6 mois, résulte de trois paramètres : la fertilité (nombre de brebis agnelant sur celles mises à la reproduction), la prolificité (nombre d'agneaux par portée, morts ou vivants) et la mortalité des agneaux (nombre d'agneaux morts sur le nombre d'agneaux nés). Si la productivité numérique est globalement stable ces dernières années grâce aux avancées concernant la fertilité et la prolificité, le taux de mortalité des agneaux reste très élevé (15 à 20% en moyenne) (Gautier et al., 2011).

L'objectif étant de réduire le taux de mortalité autour de 5%, ou 10% en tenant compte des avortons et des mort-nés (Gautier et al., 2011), les acteurs de la filière ovine s'intéressent aux différentes causes et aux facteurs de risque de mortalité des agneaux. La vigueur d'un agneau est définie comme sa capacité à effectuer les comportements nécessaires à sa survie pendant la période néonatale, et ce sans intervention humaine (Dwyer, 2008). Bien que les facteurs de variation de la vigueur des agneaux demeurent mal connus, quelques études tendent à montrer une influence de l'alimentation des brebis en gestation.

Dans le cadre de leur travail sur la productivité numérique, l'UMT « Santé des Troupeaux de Petits Ruminants » (UMT SPR) et le Centre Inter-régional d'Information et de Recherche en Production Ovine (CIIRPO) se sont intéressés plus particulièrement à l'incidence du niveau de couverture des besoins alimentaires des brebis en fin de gestation sur la vigueur des agneaux à la naissance. Pour cela, une étude a été mise en place sur une campagne de trois agnelages. Nous nous concentrons ici sur l'étude menée lors de la première période d'agnelage sur 56 brebis.

Une première partie consacrée à une revue de la littérature permet de décrire le contexte actuel de la filière ovine, la problématique liée à la productivité numérique, la mortalité et la vigueur des agneaux, ainsi que leurs liens avec l'alimentation des brebis. Dans un second temps, les objectifs et le protocole expérimental de l'étude menée conjointement par l'UMT SPR et le CIIRPO sont précisés. Puis, dans une troisième partie, les résultats obtenus au cours de cette première campagne d'agnelage, ainsi que leur analyse statistique, sont présentés. Enfin, une discussion comparant les résultats obtenus aux données de la bibliographie est proposée dans un quatrième temps.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1) Le contexte actuel de la filière ovine

a. La situation en Europe

En 2016, le cheptel ovin européen était composé de 63 millions de brebis et agnelles saillies. Ce chiffre est en augmentation de 0,5% depuis l'année 2015, notamment grâce à une hausse des cheptels du Royaume-Uni, de Roumanie et d'Italie qui a largement compensé la baisse des cheptels grecs, espagnols et hongrois. Cependant, la production européenne de viande ovine a diminué de 0,5% ainsi que la consommation annuelle des habitants avec 1,9 kg équivalent carcasse (Bellet et al., 2016a).

L'exportation d'ovins vivants est en hausse de 33% grâce à l'intensification des échanges avec la Jordanie, la Libye et Israël, tandis que l'exportation de viande ovine, elle, est en baisse de 5% par rapport à l'année précédente. L'importation, correspondant à 178 000 Tonnes Equivalent Carcasse (TEC) et provenant très majoritairement de Nouvelle-Zélande, a diminué de 1% en un an (Bellet et al., 2016b).

La France est le sixième cheptel reproducteur ovin en Europe derrière le Royaume-Uni, l'Espagne, la Roumanie, l'Italie et la Grèce.

b. La situation en France

En 2016, le cheptel français était composé de 7,2 millions de têtes, dont 72% d'ovins allaitants. Les principales régions d'élevage sont l'Occitanie et la Nouvelle-Aquitaine, avec respectivement 32% et 25% du cheptel français ; viennent ensuite les régions Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur (Bellet et al., 2016c).

Si le cheptel de ces régions reste stable, l'effectif d'ovins allaitants en France est en déclin depuis plusieurs années avec 5,5 millions de brebis en 2014 contre 9,2 millions en 1990 (Economie de l'élevage, 2014). Cette tendance s'est vérifiée encore en 2016 avec une diminution de 1,9% de têtes par rapport à l'année 2014 (Bellet et al., 2016c). De plus, le nombre d'exploitations ovines suit la même tendance avec près de 90 000 élevages en l'an 2000 contre seulement 38 000 actuellement (Ellies, 2014).

Cependant, cette diminution d'effectif n'impacte pas la production de viande qui reste relativement stable ces dernières années. On note même une augmentation du nombre d'abattages contrôlés d'agneaux et d'adultes depuis 2015 (respectivement de 2,7% et 1,4%), ainsi qu'une augmentation de 1,3% des volumes abattus. En revanche, la valeur de l'agneau diminue avec un prix de 6,22€/kg de carcasse en 2016, soit une baisse de 1,5% depuis 2015 (diminution de 0,10€/kg). Le prix de vente de la viande ovine reste stable autour de 14,5€ /

kg, mais il subit de nombreuses variations durant l'année dues à un effet saison important (Bellet et al., 2016c).

La demande du consommateur français, elle, diminue depuis plusieurs années. En effet, la consommation annuelle par habitant est estimée à 2,5 kg équivalent carcasse d'agneau contre 5,4 kg en 1990. Pourtant, la filière est moins impactée par cette diminution en France que dans le reste de l'Europe car la consommation de viande ovine d'origine française augmente au détriment de la viande importée. Ceci est dû à l'instauration d'une politique visant à valoriser la viande produite sur le territoire (Bellet et al., 2016c).

Ainsi, seulement 45% des agneaux consommés en France y sont produits actuellement. Le reste est importé du Royaume-Uni (25% de la consommation), d'Irlande (11%), de Nouvelle-Zélande (10%) et d'Espagne (5%). En 2014, près de cent mille TEC de viande ovine ont été importées en France (Ellies, 2014).

De plus, on observe une baisse de l'importation des ovins vivants de 19% depuis 2015 et 30% depuis 2014, ainsi qu'une baisse de l'importation de la viande ovine de 7% en un an, correspondant à sept mille tonnes (Bellet et al., 2016c). Concernant l'exportation, 7 800 TEC de viande ovine ont été exportées en 2014 (Ellies, 2014). En 2016, on observe une baisse des exports d'agneaux vivants de 9%, notamment en direction de l'Italie suite aux problèmes de FCO, et une baisse des exports d'adultes vivant de 3% (Bellet et al., 2016c).

c. Problème rencontré par la filière

Une problématique actuelle se pose avec la baisse constante du cheptel français, liée à la diminution du nombre d'éleveurs et de main-d'œuvre sur les exploitations.

Cette diminution s'explique par une augmentation de la moyenne d'âge des éleveurs. En effet, on estime que près de huit mille éleveurs ovins auront pris leur retraite d'ici une dizaine d'années, alors que les jeunes arrivants dans le milieu agricole portent peu d'intérêt à cette filière. Cette désaffection est liée à l'image de la production, estimée comme technique, rigoureuse, exigeant beaucoup de temps et de manipulations des animaux afin d'obtenir un revenu satisfaisant.

Le manque de rentabilité économique de cette filière est lié au coût de production et à la productivité numérique. Ainsi, les nouvelles exploitations souhaitent diminuer les coûts de production avec des animaux plus autonomes, notamment autour de l'agnelage, ce qui permettrait un gain de temps et de main d'œuvre pour l'éleveur. Ils souhaitent aussi augmenter leur productivité numérique en diminuant la mortalité.

2) Productivité numérique et mortalité des agneaux

a. Les problèmes de productivité et de mortalité

i. Lien entre la productivité numérique et la mortalité des agneaux

Afin de pallier au manque de rentabilité d'un élevage, la productivité numérique doit être améliorée. Celle-ci se définit comme le nombre d'agneaux produits par femelle de plus de six mois et par an. Elle tient compte des agneaux vendus et des agnelles de reproduction et résulte de trois paramètres :

- la fertilité (nombre de brebis agnelant sur le nombre de brebis mises à la reproduction)
- la prolificité (nombre d'agneaux morts ou vivants par portée)
- la mortalité des agneaux (nombre d'agneaux morts sur le nombre d'agneaux nés)

L'objectif de la fertilité est de se rapprocher des 100%. Pour cela, la préparation à la lutte, la conduite de reproduction, l'âge des animaux et les races utilisées sont des facteurs clés. L'objectif de la prolificité est d'obtenir deux agneaux par brebis, hors races prolifiques. Il faut ainsi tenir compte de l'âge des animaux et de la période de reproduction.

Si ces deux paramètres ont fortement évolué ces dernières années, notamment grâce à la sélection et à l'utilisation de l'Insémination Artificielle, la productivité est globalement stable dans le temps. Cette stabilité est due au taux de mortalité des agneaux qui, en France comme à l'étranger, est en moyenne de 15 à 20% quel que soit le système de production (Gautier et al., 2011).

Or, la productivité, conditionnée par la mortalité, impacte fortement le revenu de l'éleveur puisque plus elle est élevée, plus son revenu sera important. En effet, une réduction de cette mortalité permettrait de progresser en productivité numérique et donc d'augmenter les volumes d'agneaux produits. Ceci serait intéressant pour la filière française qui est loin de l'autosuffisance avec seulement 45% de la consommation de viande ovine issue d'agneaux produits sur le territoire (Bellet et al., 2016c).

ii. Objectif envisageable

La mortalité des agneaux est difficile à estimer du fait de l'absence d'enregistrements systématiques et exhaustifs des agneaux morts par les éleveurs (perte d'environ 7% des informations), de l'absence de bases de données à grande échelle s'y rapportant et d'un manque d'information sur les pratiques d'élevage. Si la qualité des déclarations sur la mortalité des agneaux s'améliore depuis 2005, le taux d'informations manquantes reste conséquent.

Les pertes annuelles de production liées à la mortalité des agneaux avant le sevrage varient en moyenne de 15 à 50% selon les troupeaux (Fragkou et al., 2010). La majorité de ces pertes ont lieu durant les premiers jours suivant la mise-bas. L'objectif serait de réduire la

mortalité avant sevrage à un taux d'environ 3 à 5%, soit un taux de près de 10% en tenant compte également des avortons et des mort-nés. (Gautier et al., 2011). Pour cela, une amélioration des pratiques d'élevage est nécessaire.

b. La mortalité des agneaux

i. Les différentes catégories

En France, le taux moyen de mortalité était de 14% à un âge de 60 jours pour une prolificité de 152% en 2013. Il est très variable selon le système d'élevage (de 5 à 30%), mais reste relativement stable au cours des années pour un même élevage (Gautier et al., 2013).

La mortalité des agneaux est divisée en plusieurs catégories selon la période. La mortalité prénatale est la mortalité embryonnaire qui provoque des avortements, souvent de cause inconnue ou dus à des maladies abortives. La mortinatalité représente les agneaux mort-nés, souvent suite à une dystocie, à une noyade dans la poche des eaux ou à un poids de naissance trop faible. La mortalité postnatale correspond aux agneaux morts au-delà de 48h après la mise-bas. Elle peut être immédiate (dans les 48-72 heures suivant la naissance), intermédiaire (dans la première semaine de vie) ou tardive (avant le sevrage).

La réduction de la mortalité embryonnaire et de la mortinatalité est réalisable avec des vaccins contre les maladies abortives, la surveillance des agnelages et l'intervention précoce lors de mises-bas difficiles (Sharif et al., 2005). La mortalité postnatale intermédiaire est plus compliquée à maîtriser. D'après une enquête de 2012 réalisée par le CIIRPO et l'UMT Santé des Troupeaux de Petits Ruminants, elle représente 17,2% de la mortalité globale, mais pourrait être ramenée autour de 3 à 5% avec une surveillance accrue des animaux et une augmentation des soins de base (désinfection du cordon ombilical, surveillance et aide à la prise colostrale,...). Elle est directement liée à la vigueur des agneaux à la naissance (Fragkou et al., 2010).

ii. Les causes

Les causes de mortalité sont variables. Elles peuvent être d'origine infectieuse avec des pathologies virales, bactériennes, fongiques ou parasitaires, touchant l'appareil digestif, l'appareil respiratoire ou bien être systémiques.

Elles peuvent également être d'origine non-infectieuse. Dans ce cas, elles sont principalement dues au syndrome d'inanition-hypothermie (5 à 46% des cas) (Gautier et al., 2011). Ainsi, la capacité à maintenir sa chaleur corporelle et à maîtriser sa thermorégulation est très importante pour la survie de l'agneau. Ce syndrome est associé à certains facteurs de risques comme un faible poids de naissance, une concurrence importante entre les agneaux d'une même portée, un mauvais comportement maternel, une prise de colostrum insuffisante ou tardive, un manque de vigueur de l'agneau à la naissance, des problèmes de glandes mammaires, une mauvaise alimentation de la brebis en fin de gestation ou encore des

problèmes d'ambiance d'élevage. On observe donc que des agneaux plus lourds, plus vigoureux ou de certaines races ont tendance à mieux maintenir leur température corporelle, notamment grâce à une production d'hormones corticoïdes plus élevée (Dwyer et al., 2006).

La deuxième cause de mortalité est due aux agnelages dystociques, dans 12 à 45% des cas, avec des asphyxies, des hémorragies ou des traumatismes divers (Gautier et al., 2011, Kerlake et al., 2005). Ces mortalités sont liées à la présence d'agneaux lourds et à des tailles de portées importantes. Les troisième et quatrième causes les plus importantes sont les anomalies et malformations congénitales (dans 3 à 9% des cas) et les déficiences nutritionnelles (1% des cas) (Girard et al., 2003).

iii. Les facteurs de risques

De nombreux facteurs de risques influent sur la mortalité des agneaux. Ils sont liés à la brebis avec notamment son âge, sa parité, sa prolificité, son comportement maternel, la qualité et la quantité de son colostrum et de son lait (Nash et al., 1996 ; Arsenault et al., 2003 ; Sawalha et al., 2007 ; Banchemo et al., 2015 ; Everett-Hincks et al., 2008). Ils sont également liés à l'agneau avec son poids de naissance, sa vigueur, son sexe et sa prise de colostrum (Dalton et al., 1980 ; Hinch et al., 1985 ; Nash et al., 1996 ; Maxa et al., 2009 ; Gautier et al., 2011 ; Barazandeh et al., 2012 ; Mchugh et al., 2016). Enfin, il existe des facteurs de risque environnementaux avec l'alimentation de la brebis, les conditions d'agnelage, l'ambiance et le climat (Nash et al., 1996 ; Arsenault et al., 2003 ; Everett-Hincks et al., 2008 ; Dwyer, 2008 ; Corbière et al., 2012).

De bonnes conditions d'ambiance sont donc nécessaires avec une ventilation et une température adéquates, une luminosité et un espace suffisants pour chaque animal, ainsi qu'une hygiène convenable. De même, le tri des animaux à réformer est important afin de diminuer les pertes en éliminant les brebis improductives ou ayant des problèmes mammaires. Leur alimentation en fin de gestation est également un facteur clé : le niveau des apports énergétiques, protéiques et minéraux et leur adéquation avec les besoins physiologiques influencent le poids de naissance de l'agneau, son statut en certains oligo-éléments (cuivre, zinc, sélénium), mais aussi le comportement maternel et la production de colostrum (Nowak et al., 2006 ; Oldham et al., 2011 ; Corbière et al., 2012 ; Mahboub et al., 2013). La présence de l'éleveur lors de l'agnelage est également très importante afin d'intervenir lors des mises-bas difficiles, ainsi que pour surveiller les agneaux et notamment leur prise de colostrum et leur vigueur. Il est aussi nécessaire de réaliser des soins de base corrects avec une désinfection du nombril rapidement après la naissance pour lutter contre les risques d'infections (Fragkou et al. 2010), tout en respectant les bonnes pratiques de mise en œuvre.

c. Lien entre mortalité et vigueur de l'agneau

La mortalité postnatale intermédiaire des agneaux est particulièrement liée à la conduite des brebis six semaines avant la mise-bas, à l'environnement, mais surtout au comportement de l'agneau nouveau-né. En effet, si celui-ci est peu vigoureux à la naissance, cela peut avoir des conséquences sévères avec un risque accru de première buvée de colostrum tardive, de défaut de lien mère-agneau et finalement de mort par inanition-hypothermie (Matheson et al., 2012).

Ainsi, la mortalité impactant fortement la productivité numérique et donc la rentabilité de l'élevage, les professionnels de la filière ovine se posent la question sur la façon d'obtenir des agneaux plus vigoureux à la naissance dans le but de limiter leur mortalité.

3) Vigueur : Définition et lien avec l'alimentation de la brebis

a. Définition

Il a été montré qu'un défaut de vigueur est un facteur de risque de mortalité postnatale intermédiaire. La vigueur est définie comme la capacité de l'agneau à effectuer les comportements nécessaires à sa survie pendant la période néonatale et ce, sans intervention humaine (Dwyer, 2008). Elle est entre autre dépendante de la race (prédispositions génétiques), des conditions d'agnelage, du poids des agneaux à la naissance, de la taille de la portée et de la maturité des agneaux. La sélection génétique de ce caractère semble possible (valeur d'héritabilité estimée de 0,18 à 0,33), mais n'est pas encore prise en compte dans les programmes de sélection français (Sawalha et al., 2006).

La vigueur est évaluée par la capacité et la rapidité de l'agneau à se mettre debout et à téter, ceci étant directement lié à la facilité de naissance et au poids de naissance de l'agneau.

Concernant le poids de naissance, les agneaux lourds semblent téter plus précocement et avoir une température rectale supérieure à ceux dont le poids est inférieur ou égal à la moyenne. Cependant, leur agnelage est souvent plus difficile : 50% des agneaux nécessitent une assistance contre seulement 23,7% pour les agneaux moyens et 20% pour les plus petits. Les agneaux de poids moyen sont en revanche plus rapides avec seulement près de quatorze minutes pour se lever contre plus de vingt minutes pour les agneaux légers et lourds (Dwyer et al., 2006).

La facilité de naissance dépend principalement du poids des agneaux et de la taille de la portée. En effet, plus l'agneau est lourd, plus le risque de dystocie est élevé ; mais il sera aussi plus vigoureux une fois né (Matheson et al., 2012). Une mise-bas difficile peut provoquer des altérations du système nerveux, ce qui impacte la thermorégulation, le déplacement et la faculté de téter de l'agneau (Dwyer, 2003 ; Dwyer et al., 2006).

Certains facteurs liés à la brebis et à l'agneau ont un impact sur la vigueur de ce dernier. Il semblerait que les brebis plus âgées ou plus expérimentées aient une mise-bas plus facile, ce qui détermine par la suite les aptitudes de l'agneau à survivre (Darwish, 2005 ; Gautier et al., 2011). Le poids de naissance, lui-même lié à la prolificité, influence l'activité de l'agneau et sa facilité de naissance. En effet, les agneaux simples seront en moyenne plus lourds avec des naissances plus fréquemment difficiles, mais plus vigoureux et nécessiteront donc moins d'aide pour téter. Les agneaux multiples (hormis les doubles) seront soumis à de fréquents problèmes de dystocie dus au nombre d'agneaux et seront généralement moins vigoureux en raison de leur faible poids. Enfin, les agneaux doubles nécessiteront moins d'aide pour l'agnelage et pour la tétée. Le sexe de l'agneau influence aussi sa vigueur, puisque les mâles nécessitent plus souvent d'aide à la naissance du fait de leur poids plus élevé (Gardner et al., 2007 ; Matheson et al., 2012).

b. Alimentation de la brebis

Les chances de survie de l'agneau, directement liées à son poids de naissance, sa vigueur et son accès à un colostrum de bonne qualité et en quantité suffisante, sont fortement influencées par l'alimentation de la brebis durant la gestation.

Le poids des agneaux à la naissance semble être moins influencé par l'alimentation de la brebis en début et milieu de gestation (Clarke et al., 1998) que par l'alimentation en fin de gestation (Dwyer et al., 2003 ; Gardner et al., 2007 ; Swanson et al., 2008 ; Corbière et al., 2012). En effet, une restriction alimentaire durant les cent premiers jours de gestation peut être rattrapée par une complémentation quelques semaines avant la mise-bas (Oldham et al., 2011), tandis qu'un déficit alimentaire important en fin de gestation diminue le poids de l'agneau (Gao et al., 2008). Ainsi, une augmentation de l'apport de concentrés quelques semaines avant la mise-bas (apports accrus en énergie et protéines) permet d'augmenter l'état corporel de la brebis, le poids de l'agneau à la naissance et sa survie (Oldham et al., 2011 ; Mahboub et al., 2013). En revanche, il a été montré qu'une restriction en vitamine B12 et en cobalt n'influe pas sur le poids de naissance (Mitchell et al., 2007). De même, une complémentation en fer, en cobalt, en zinc, en manganèse et en cuivre est inutile en fin de gestation lorsqu'aucun déficit n'a été mis en évidence au préalable (Rooke et al., 2008 ; Norouzian et al., 2014).

De nombreuses études ont également mis en évidence un lien entre l'alimentation de la brebis en gestation et son attachement avec sa descendance. Ainsi, l'étude menée par Dwyer et al. en 2003 a montré qu'une sous-alimentation diminue l'attachement entre la brebis et son agneau. Ceci s'expliquerait par un comportement maternel moins marqué lorsque la brebis a été restreinte avant l'agnelage (Nowak et al., 2006 ; Dwyer, 2008).

Les productions de colostrum et de lait sont également impactées par les déficits alimentaires subis par la brebis en fin de gestation. Ainsi, une mauvaise gestion de l'alimentation en deuxième moitié de gestation provoque un sous-développement mammaire et une diminution de la qualité et de la quantité du colostrum produit (Swanson et al., 2008). Pour augmenter la quantité de colostrum produit, il faudrait donc augmenter les apports énergétiques en fin de gestation (Banchero et al., 2015). Cependant, comme les brebis maigres, des brebis trop grasses produisent aussi un colostrum en quantité réduite (Swanson et al., 2008). Par ailleurs, une complémentation en sélénium est sans effet sur le développement mammaire et sur la production de colostrum (Swanson et al., 2008). De plus, une supplémentation excessive en minéraux et en vitamine E réduirait le transfert d'immunité passive en altérant l'appétit de l'agneau à absorber les IgG contenus dans le colostrum (Boland et al., 2005).

Ainsi, l'alimentation de la brebis joue un rôle majeur dans la survie de l'agneau, notamment en fin de gestation. Une bonne gestion de celle-ci permet d'augmenter le poids de l'agneau à la naissance, la production de colostrum et de lait, et de renforcer le lien entre la mère et son petit. La conduite alimentaire à tenir à cette période est donc primordiale pour lutter contre les risques de mortalité périnatale.

4) Evaluation de la vigueur des agneaux

a. Les différentes méthodes d'évaluation

i. Grille de notation écossaise par la Suffolk Sheep Society

Une première méthode a été testée en 2008 par les Ecossais sur 11 000 agneaux dans le but d'évaluer le potentiel génétique des brebis et l'héritabilité des aptitudes de l'agneau à la naissance. La Suffolk Sheep Society et le Scotland's Rural College (SRUC) ont alors développé une grille de notation permettant d'évaluer la facilité de naissance, l'activité de l'agneau et l'assistance nécessaire pour leur tétée (Matheson et al, 2012).

Cette grille est particulièrement adaptée pour les agnelages en bâtiment permettant une surveillance accrue. Elle comporte trois notes allant de 0 à 4 points.

	Assistance à la naissance	Activité de l'agneau à 5 min d'âge	Assistance à la tétée
0	Peu ou pas d'assistance, agneaux bien présentés, < 30 min	Extrêmement vigoureux, debout très rapidement, se déplace vers la mère et cherche les mamelles	Boit correctement et sans assistance au cours de la première heure suivant la naissance, apparaît toujours repus
1	Peu ou pas d'assistance, agneaux bien présentés, > 30min	Très actif et énergique, tête droite, sur les genoux, essaie de se lever	Boit correctement et sans assistance au cours des 2 premières heures suivant la naissance, apparaît toujours repus
2	Besoin d'une assistance mineure : présentation facile à corriger, peu d'efforts	Actif et vigoureux, tête contre la poitrine, n'a pas encore essayé de se tenir debout	Besoin d'une assistance pour téter, pas plus de deux fois dans les 24 heures suivant la naissance
3	Besoin d'une assistance majeure : présentation difficile à corriger ou agneaux coincés, efforts conséquents	Faible, toujours couché, soulève la tête, n'a pas encore essayé de soulever la poitrine du sol en s'appuyant sur les genoux	Besoin d'une assistance pour téter, plus de deux fois dans les 24 heures mais sans dépasser 72 heures
4	Assistance vétérinaire obligatoire (césarienne ou abattage de la brebis)	Très faible, n'a pas encore soulevé la tête, aucun mouvement ou alors faibles et non coordonnés, parfois difficulté pour respirer	Besoin d'une assistance pour téter pendant plus de 3 jours

De plus, les poids à la naissance, à huit semaines et à vingt semaines, ainsi que les épaisseurs de muscle et de gras à vingt semaines ont été relevés. Enfin, pour permettre une analyse correcte des données et pour déterminer les effets strictement liés aux agneaux, les critères de variabilité liés à la mère et à l'environnement ont été fixés. Ainsi, cette étude a pu démontrer que les aptitudes et le comportement du nouveau-né déterminent ses futures performances (Matheson et al, 2012).

ii. Système utilisé par l'Institut des Sciences Rurales et l'Université d'Aberystwyth

Une deuxième méthode a été développée en 2008 et testée sur 1 050 brebis en Nouvelle-Zélande afin d'étudier l'influence du comportement maternel sur la survie des agneaux. Le système de notation est principalement basé sur celui des Ecossais avec une grille comportant deux notes allant de 0 à 4 points (Roden et al., 2008).

	Activité de l'agneau à 5 min d'âge	Assistance à la tétée
0	Extrêmement actif et énergique, debout sur ses 4 pattes	Tête correctement, sans assistance dans la première heure suivant la naissance
1	Actif et énergique, en position debout sur ses pattes arrières et à genoux	Tête correctement, sans assistance dans les deux premières heures suivant la naissance
2	Actif et énergique, tenant sa tête droite, n'a pas encore essayé de soulever la poitrine du sol en s'appuyant sur les genoux	Besoin d'une assistance pour téter une seule fois au cours des 24 heures suivant la naissance
3	Faible, tient la tête correctement	Besoin d'une assistance pour téter 2 fois ou plus et/ou besoin d'aide au-delà des 24h qui suivent la naissance, mais tête seul au bout de 3 jours
4	Très faible, peu de mouvements, incapable de lever la tête	Besoin d'une assistance pour téter pendant plus de 3 jours

Ainsi, cette étude a démontré que le comportement maternel influençait la survie de l'agneau. Cette étude a également permis d'évaluer que la vigueur des agneaux pouvait être estimée de façon correcte par des opérateurs non familiers avec ce système, afin de vérifier la faisabilité de ce protocole au sein des fermes commerciales.

iii. Un système simplifié pour les fermes commerciales du Royaume-Uni

Une troisième méthode simplifiée a été mise en place et testée en fermes commerciales sur 390 brebis. L'objectif était de développer un protocole applicable dans différents types de production, de niveaux de performances et de races, et ce par des observateurs sans formation préalable. Ce système de notation comporte deux notes allant de 1 à 5 points et une troisième note, allant de 1 à 4, qui évalue la quantité de colostrum produit par palpation des mamelles, traite et évaluation de la quantité ingérée par les agneaux.

	Assistance à la naissance	Activité de l'agneau à 5 min d'âge
1	Assistance d'un vétérinaire obligatoire (césarienne)	Très faible, incapable de tenir debout sans assistance
2	Assistance majeure de 15 à 20 minutes, agneaux mal présentés ou coincés	Capable de tenir debout mais ne cherche pas à téter
3	Assistance conséquente pendant 5 à 10 minutes, agneaux mal présentés ou coincés	Tête faiblement, nécessite une alimentation artificielle même lorsque la mère a de bonnes qualités laitières
4	Assistance mineure avec peu d'efforts pendant 2 à 3 minutes, agneaux mal présentés avec une correction de position simple	Tête correctement, besoin d'aucune assistance sauf si la mère ne peut pas subvenir à ses besoins
5	Besoin d'aucune assistance	Apparaît toujours repus, suit bien la mère

	Quantité de colostrum (6h après la naissance)
1	Pis petit, peu ou pas de colostrum
2	Colostrum insuffisant pour des jumeaux (besoin d'une complémentation)
3	Colostrum suffisant pour des jumeaux
4	Colostrum suffisant pour plus de deux agneaux

Ce système a pour principal inconvénient d'être réalisé, à tort, par portée et non par individu. De plus, les opérateurs étaient souvent désorientés par cette notation car la note la plus basse était attribuée aux agneaux les moins vigoureux. Pour ce système, il serait nécessaire d'évaluer sa fiabilité, ainsi que sa répétabilité dans le temps (Roden et al., 2008).

iv. Système de notation utilisé par le CIIRPO

En 2014, la méthode d'évaluation développée par la Suffolk Sheep Society a été réutilisée en France en modifiant les notes attribuées (notes allant de 1 à 5 points, et non plus de 0 à 4). Elle a été testée sur 297 brebis sur le site expérimental du CIIRPO (ferme du Mourier), à la station de FEDATEST et dans une ferme commerciale (GAEC du Buis, sur 150 brebis). Le but était d'obtenir un protocole applicable en station expérimentale, en station de sélection et dans les élevages commerciaux.

De plus, chaque agneau était identifié et l'heure de la perte des eaux, l'ordre de naissance dans la portée, la date et l'heure de la naissance, les observations (NEC, mort-nés, adoptions, mammites,...), le poids de naissance, la température rectale et la qualité de la notation (auto-jugement) étaient enregistrés.

Cette étude a permis de réaliser des comparaisons inter-races et d'affirmer que ce protocole était applicable en élevages expérimentaux. Quant à sa réalisation en fermes commerciales, une simplification de la grille de notation serait nécessaire. De plus, si cette méthode est possible pour des agnelages en bergerie, elle semble plus difficile pour des agnelages en extérieur.

b. Méthode d'évaluation retenue et utilisation dans le projet VIGAGNO

Dans le projet VIGAGNO, un protocole inspiré des précédents a été mis en place afin d'évaluer la vigueur des agneaux à la naissance. Celui-ci sera utilisé lors des campagnes d'agnelage prévues sur les stations expérimentales de FEDATEST et du Mourier. La grille de notation comporte trois notes : l'assistance à la naissance, l'activité de l'agneau à cinq minutes d'âge, l'assistance à la tétée à deux heures d'âge.

Au vu de la situation actuelle de la filière ovine en France (perte d'intérêt pour cette filière, diminution du cheptel), il semble important de se préoccuper de la productivité numérique, point faible de cette production. Pour cela, les professionnels de la filière s'intéressent à la mortalité périnatale des agneaux et donc à leur vigueur à la naissance.

L'influence du niveau de couverture des besoins alimentaires des brebis en fin de gestation sur la vigueur de leurs agneaux est étudiée dans le cadre du projet VIGAGNO.

MATERIEL ET METHODES

1) Projet et site d'expérimentation

a. Objectif du projet VIGAGNO

Dans le contexte de production actuel, la productivité numérique est un sujet de préoccupation majeur pour les acteurs de la filière ovine. Or, cette productivité est limitée, en France comme à l'étranger, par un taux élevé de mortalité néonatale, lui-même influencé par les dystocies, le poids de l'agneau à la naissance, sa vigueur et les défauts de transfert d'immunité passive.

En 2014, des études menées sur les sites de FEDATEST et de la ferme expérimentale du Mourier ont montré l'importance de la vigueur de l'agneau à la naissance, la corrélation positive entre le poids de l'agneau et sa faculté de téter, ainsi que l'impact de la conduite des brebis en gestation sur le poids de naissance de l'agneau. Une étude a par ailleurs montré qu'une complémentation énergétique des brebis en fin de gestation permettait d'augmenter la production de colostrum et de diminuer la mortalité des agneaux (Banchemo et al, 2015). Ainsi, si de nombreuses études ont été menées sur les différents facteurs influençant la vigueur de l'agneau, l'objectif du projet VIGAGNO consiste à les étudier de façon simultanée.

Ce projet, mené par l'Institut de l'Elevage et le CIIRPO (Centre Inter-régional d'Information et de Recherche en Production Ovine), comporte deux études complémentaires réalisées sur les sites de FEDATEST et du Mourier. L'approche du site FEDATEST porte sur les facteurs de prédiction de la vigueur des agneaux et leur répétabilité sur une campagne de trois agnelages. La ferme expérimentale du Mourier s'intéresse à l'incidence du niveau de couverture des besoins alimentaires des brebis en fin de gestation sur la vigueur des agneaux à la naissance. C'est cette dernière étude, lors de la première période d'agnelage, qui nous intéresse ici.

b. Présentation de la station d'élevage du Mourier

Créée en 1973, la ferme expérimentale du Mourier est située dans la commune de Saint-Priest-Ligoure en Haute-Vienne (87 800), au sud de Limoges, en plein cœur du bassin Limousin. C'est une exploitation de 95 ha, dont 95% sont en herbe et 5% en céréales. Elle comporte trois bâtiments d'élevage, dont un consacré à la finition des agneaux. L'exploitation héberge près de 700 brebis de race Vendéenne ou des F1 Romane * Ile-de-France.

Le site appartient à l'Institut de l'Elevage, mais est géré par le CIIRPO depuis 2004 qui y possède son siège social. Son activité est essentiellement centrée sur la recherche de conduite d'élevage innovante.

2) Conduite des animaux durant l'essai

a. Insémination des animaux et dénombrement par échographie

L'étude a été menée sur des brebis de type F1 (Romane * Ile-de-France). La mise à la reproduction des 149 brebis a été réalisée par synchronisation des chaleurs : mise en place d'éponges imprégnées d'acétate de flusgestone (Chronogest CR) pendant 14 jours, puis une injection de PMSG (Chronogest PMSG 6000, MSD Santé Animale) à une dose de 350 UI/brebis le jour du retrait, et insémination artificielle 55h plus tard avec de la semence provenant d'INSEM OVIN (le 23/09/2016). Deux échographies ont eu lieu à 48 jours de gestation (le 10/11/2016) et à 63 jours (le 25/11/2016). Huit brebis ont été écartées de l'essai à la première échographie (une brebis saillie par un bélier, une morte de pasteurellose et six autres vides à l'échographie). Les échographies ont permis de dénombrer les fœtus afin de réaliser la mise en lot : seules les brebis portant deux ou trois fœtus et dont les résultats des deux échographies étaient identiques ont été retenues pour l'essai (n = 75).

b. Mise en lot

La mise en lot a été effectuée le 16/12/2016 lors de la rentrée en bergerie, soit 8 semaines avant la date d'agnelage prévue (le 16/02/2017). Quatre jours avant celle-ci, une évaluation du parasitisme a été réalisée (coprologies de mélange sur 7 brebis et sérologies grandes douves sur 14 brebis) à la suite de laquelle un traitement antiparasitaire contre les strongles, le paramphistome, la grande douve et la petite douve a été mis en place sur l'ensemble des animaux (oxyclozanide à 15mg/kg et néobimin à 20mg/kg).

Sur les 75 brebis maintenues dans l'essai, 50 avaient été échographiées comme ayant une portée double et 25 avec une portée triple. La mise en lot a été effectuée afin d'obtenir des lots de composition semblable entre les lots témoins et essais sur la base des poids vifs, des Notes d'Etat Corporel (NEC) et des rangs de parité. Ainsi, 19 brebis ont été écartées de l'essai. Les autres ont été séparées en quatre lots nourris différemment (en apports énergétiques et azotés) à partir du 05/01/2017 (six semaines avant la mise bas) :

- un lot témoin de 21 brebis de portée double nourries à 100% des recommandations INRA
- un lot essai de 21 brebis de portée double nourries à 80% des recommandations INRA
- un lot témoin de 7 brebis de portée triple nourries à 100% des recommandations INRA
- un lot essai de 7 brebis de portée triple nourries à 80% des recommandations INRA

c. Alimentation en fin de gestation

Le fourrage, foin de prairies temporaires de qualité moyenne, était distribué deux fois par jour et à raison de 1kg brut/brebis/jour. Un aliment fermier à base d'orge, un complément azoté (tourteau de colza) et un complément minéral et vitaminique de type 2-29-4 complétaient la ration (annexe 1).

Les apports ont été calculés pour des brebis de 70kg, avec un poids de portée de 9kg pour les portées doubles et de 12kg pour les portées triples. Les recommandations INRA n'étant pas disponibles pour un poids de 12kg, une extrapolation des besoins a été réalisée à partir de ceux pour des portées de 9kg et 11kg. Ces rations ont été calculées grâce à des valeurs alimentaires prévisionnelles du mélange fermier (annexe 2).

d. La gestion des brebis autour de l'agnelage

Les quatre lots ont été menés dans la même bergerie avec une surface d'aire paillée, un système d'auge et d'abreuvement identiques. Les brebis suivaient le même protocole sanitaire et, si besoin, des traitements individuels étaient enregistrés et ajustés selon les symptômes. A partir de deux avortements, des recherches d'agents pathogènes devaient être effectuées à partir des avortons.

Après la réalisation des mesures à l'agnelage, toutes les brebis ont été mises en cases d'agnelage individuelles. En cas de portée de taille importante et une fois toutes les mesures terminées, les agneaux surnuméraires ont été retirés de la mère et élevés à l'allaitement artificiel.

3) Enregistrements avant la mise-bas

a. Les mesures alimentaires

Durant les six semaines précédant l'agnelage, l'aliment et le fourrage distribués, ainsi que les refus de foin, ont été pesés quotidiennement pour chaque lot. De plus, deux échantillons de chaque botte de fourrage distribuée ont été prélevés : un échantillon a été envoyé pour analyse des caractéristiques alimentaires et l'autre a été conservé sur place à l'abri de l'humidité.

b. Suivi des poids et des Notes d'Etat Corporel

Les brebis ont été pesées lors de l'insémination artificielle et à la mise en lot. Un suivi des notes d'état corporel (NEC) a également été réalisé à ces mêmes périodes. Celles-ci ont été attribuées par deux personnes compétentes, suivant la grille de notation de 1 à 5 de l'INRA (annexe 3).

c. Prélèvements sanguins

Au cours des six semaines précédant l'agnelage, un prélèvement sanguin hebdomadaire a été effectué sur chaque brebis. Le sang a été prélevé dans la matinée, quelques heures après la distribution de leur ration. Les mesures des concentrations sanguines en glucose et en β -OH ont été réalisées sur place à l'aide du lecteur électronique FreeStyle Optium H (cf. infra).

De plus, un prélèvement sanguin sur tube sec a été réalisé sur trente brebis toutes les deux semaines, afin de suivre l'évolution des concentrations sériques en urée et en Acides Gras Non Estérifiés (AGNE) (cf infra).

4) Enregistrements à la mise-bas

a. Enregistrements sur les mères

i. Mise-bas

Lors de la mise-bas, le numéro de travail de la brebis (cinq chiffres), la date, l'heure et le nombre d'agneaux de la portée ont été inscrits sur la fiche de suivi (annexe 4). Si le nombre d'agneaux n'était pas celui prévu par l'échographie, la brebis sortait de l'essai. Cependant, un grand nombre de brebis ayant une portée prévue double à l'échographie a finalement eu trois agneaux. Il a donc été décidé que ces brebis resteraient dans l'essai.

ii. Prélèvement de colostrum

Le colostrum d'un seul quartier (deux si nécessaire) des brebis a été prélevé par traite manuelle avant toute buvée par l'agneau. Quand cela était possible, le but était de récupérer un volume de 30-40mL dans un pot dont on prélevait ensuite trois aliquotes d'environ 1mL (conservées si besoin pour des analyses supplémentaires). Le colostrum restant dans le pot était utilisé pour la mesure de l'indice de réfractométrie et le dosage des immunoglobulines G1 (IgG1) (cf infra).

iii. Note d'Etat Corporel

Une note d'état corporel a été attribuée à chaque brebis lors du bouclage de l'agneau (environ 48h après l'agnelage). Cela permettait de suivre l'évolution de la NEC grâce aux mesures réalisées antérieurement (lors de l'insémination et de la mise en lot). Les NEC ont été attribuées par les deux mêmes personnes que pour les précédentes.

b. Enregistrements sur les agneaux

i. Facilité de naissance et couleur de l'agneau

La facilité de naissance a été évaluée pour chaque agneau par une note allant de 0 à 4 selon la grille suivante (tableau 1) et reportée sur la fiche de suivi.

Tableau 1 : Grille de notation de la facilité de naissance

Grille de notation de la 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, agneaux coincés, efforts conséquents
4	Conséquences majeurs pour la brebis

De plus, la couleur de la toison de l'agneau (propre, jaune ou marron) était inscrite sur la fiche de suivi afin de la relier avec la facilité de naissance. Des photos de quelques agneaux ont été prises afin d'illustrer les différentes couleurs possibles (annexe 5).

Les agneaux mort-nés étaient également pris en compte et leur couleur étaient relevée.

ii. Activité de l'agneau pendant les 5 premières minutes de vie

Suite à la mise-bas, l'activité de l'agneau était observée pendant les cinq premières minutes suivant la naissance. Durant cette période, aucune interaction avec l'agneau ou la mère ne devait avoir lieu. Une note allant de 0 à 3 était alors attribuée (tableau 2). La note retenue était l'activité observée au bout des 5 minutes de vie. Si cette note était différente de la note maximale atteinte pendant la période d'observation, les deux notes étaient inscrites sur la fiche de suivi.

Tableau 2 : Grille de notation de l'activité de l'agneau

Grille de notation de l'activité de l'agneau	
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

iii. Poids mouillé et identification

Après l'évaluation de l'activité, les agneaux ont été pesés encore mouillés et identifiés grâce à un caoutchouc non vulnérant autour du cou, portant un numéro de 1 à 3, correspondant à leur ordre de naissance dans la portée. Une fois la mise-bas terminée, les agneaux ont été placés avec leur mère dans une case d'agnelage individuelle et leur cordon ombilical a été désinfecté avec de la povidone iodée concentrée à 10% (Povidum solution®).

Les agneaux mort-nés étaient également pesés afin de les prendre en compte dans le poids de portée obtenu.

iv. Faculté de tétée

Environ deux heures après la naissance du premier agneau de la portée, la faculté de tétée de chacun a été évaluée par une note de 0 à 3 (tableau 3), permettant de relever s'il avait été vu en train de téter au cours des deux heures. Le cas échéant, on évaluait le remplissage de l'agneau en le soulevant (ventre rond / ventre creux).

Si l'agneau n'avait pas tété dans les 2 premières heures, une première aide lui était apportée et son comportement dans les heures suivantes était observé, afin d'intervenir de nouveau si nécessaire.

Si l'agneau ne tétait pas ou que la brebis ne produisait pas de lait, du colostrum de la mère ou du colostrum de vache décongelé lui était donné au biberon. Il sortait alors de l'étude concernant le transfert d'immunité passive.

Tableau 3 : Grille de notation de la faculté de tétée

Grille de notation de la faculté de tétée	
0	Boit correctement, sans aide
1	Aide mineure pour téter : une seule fois
2	Aide majeure pour téter : plus d'une fois
3	Exclus de l'analyse : mère sans lait, agneau non adopté, orphelin, abandonné

v. Prise de température

Douze heures après la naissance, la température de l'agneau a été mesurée et notée sur la fiche de suivi. Trois méthodes différentes étaient utilisées sur chaque agneau. Une mesure de température rectale était effectuée au thermomètre numérique, les deux autres étaient réalisées avec un thermomètre infra-rouge (Testo 830-T2, précision +/- 1°C) appliqué directement contre la tempe et le front.

vi. Identification auriculaire et poids sec

Entre 24h et 48h après la naissance, les agneaux ont été identifiés à l'oreille gauche avec une boucle auriculaire portant un numéro à onze chiffres. Ils ont été de nouveau pesés (poids sec) et ces données ont été reportées sur le carnet d'agnelage et sur la fiche de suivi.

vii. Prélèvements sanguins

Autour de 24h après la naissance, une prise de sang à la veine jugulaire sur tube hépariné a été réalisée afin de réaliser le dosage des IgG1 plasmatiques permettant d'évaluer la qualité du transfert d'immunité passive. Les caoutchoucs d'identification ont alors été retirés et les agneaux pouvaient sortir de case d'agnelage avec leur mère.

Enfin, la date du sevrage a été relevée afin de pouvoir réaliser un suivi de leur carrière, ainsi que les évènements sanitaires (maladies, traitements, agneaux morts avant sevrage).

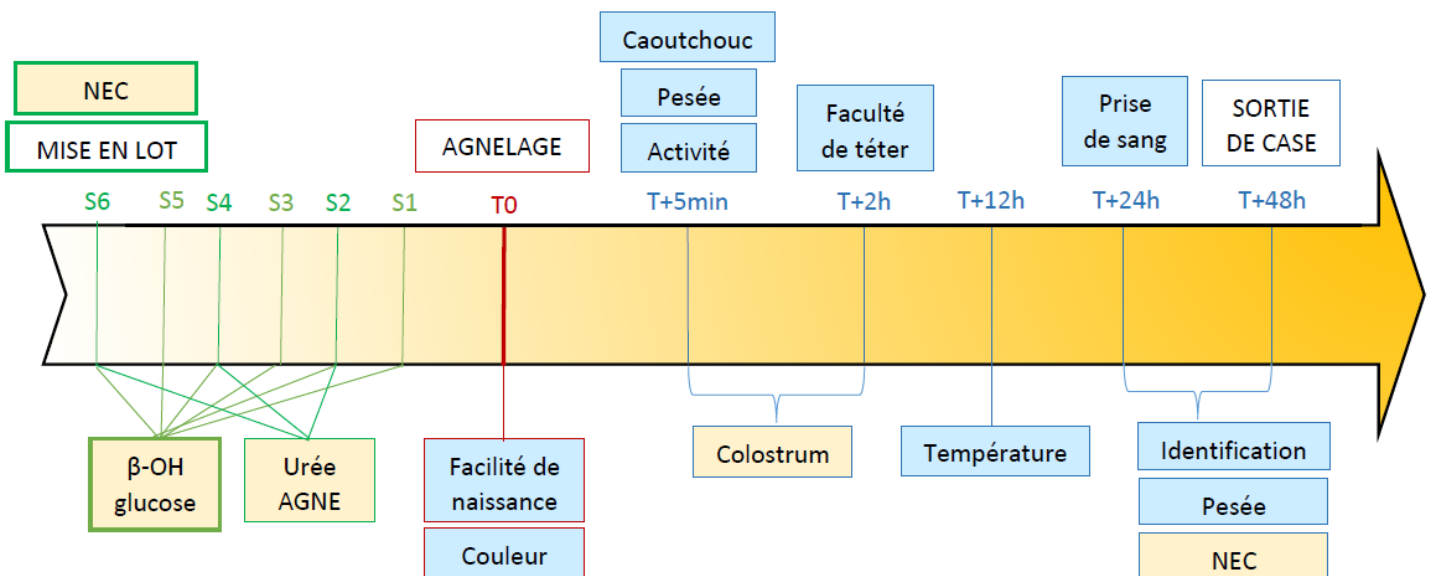


Figure 1 : Enregistrements sur les brebis et les agneaux autour de la mise bas

5) Traitement des échantillons

a. Echantillons des brebis

i. Dosage des concentrations sanguines d'urée et d'AGNE

Les tubes secs ont été centrifugés à 3000 tours/min pendant 15 minutes, puis le sérum a été transféré dans une aliquote. Celui-ci a été identifié avec le numéro de travail de la brebis et la date du prélèvement, puis congelé à -20°C.

Les échantillons ont été envoyés au laboratoire NBVC le 22 février 2017 afin de réaliser un dosage individuel des concentrations en urée et en AGNE.

ii. Mesure de l'indice de réfractométrie du colostrum

La concentration en protéines totales du colostrum a été évaluée grâce à un réfractomètre optique (Modèle RHW-25 BRIX/ATC, précision 0,2% Brix) et un réfractomètre électronique (Modèle Milwaukee MA871, précision 0,1% Brix). Les valeurs ont été reportées dans la fiche de suivi de laboratoire (annexe 6). Le colostrum restant dans le pot et les aliquotes réalisées ont ensuite été congelés à -20°C.

Si la quantité de colostrum recueillie était insuffisante, seules les mesures aux réfractomètres étaient réalisées et la réalisation des aliquotes était abandonnée.

iii. Dosage de la concentration des immunoglobulines G1 colostrales

Les pots de colostrum ont été envoyés au laboratoire CIALSO (Centre Interprofessionnel d'Analyses Laitières du Sud-Ouest) à Auch le 21 février 2017 afin de réaliser le dosage individuel de la concentration en IgG par Immunodiffusion radiale en Gélose (IDR).

b. Echantillons des agneaux

i. Mesure des protéines totales plasmatiques par réfractométrie

Le sang prélevé sur les agneaux a été centrifugé à 3000 tours/min pendant 15 minutes et le plasma récupéré a été transféré dans un micro-tube identifié par le numéro de l'agneau (cinq chiffres). Une évaluation de la concentration plasmatique en protéines totales a été réalisée à l'aide du réfractomètre optique. Les valeurs ont été relevées et inscrites sur la fiche de suivi de laboratoire. Le plasma restant a ensuite été congelé à -20°C.

ii. Dosage des immunoglobulines G plasmatiques

Les aliquotes de plasma ont été envoyées au laboratoire CIALSO à Auch le 21 février 2017 afin de réaliser le dosage individuel des IgG plasmatiques par IDR.

c. Analyses des données

Les données enregistrées sur les fiches de suivi ont été saisies sur Microsoft Excel 2013. Une correction des erreurs de saisie et une mise en page ont été effectuées afin de les transférer sous format R. Dans un premier temps, des analyses descriptives ont été réalisées. L'analyse comparative des différents lots a fait appel aux statistiques des rangs de Wilcoxon (variables quantitatives) et au test exact de Fisher pour les variables qualitatives à l'aide du logiciel R.

RESULTATS

1) Description de la population étudiée

a. Les brebis

i. Répartition des mises-bas dans le temps

Les agnelages ont eu lieu du 9 février au 20 février 2017. Un pic de mises-bas a eu lieu autour du 16 et 17 février avec 28 agnelages (50%) (figure 2). Elles étaient réparties tout au long de la journée de façon assez uniforme, avec une légère hausse en début de matinée (28,5% entre 4h et 8h) et une baisse en soirée (7,1% entre 20h et minuit) (figure 3).

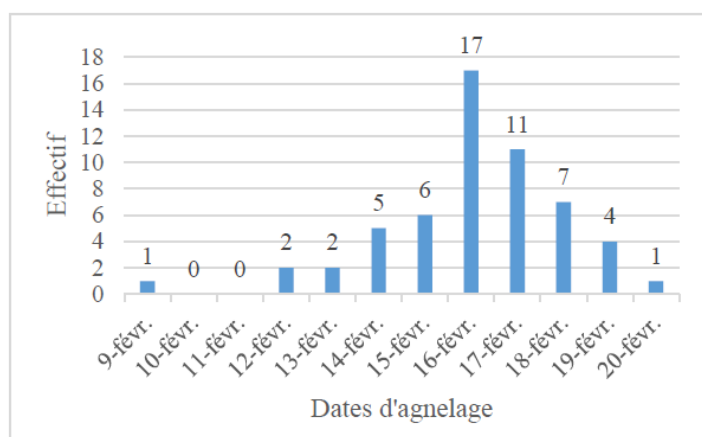


Figure 2 : Répartition des agnelages

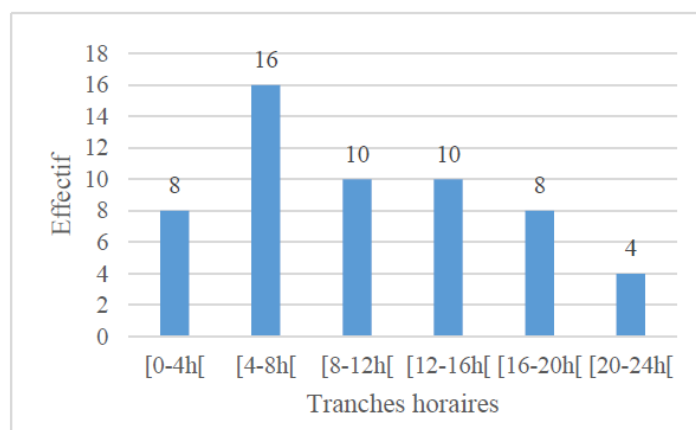


Figure 3 : Répartition des agnelages dans une journée

ii. Notes d'Etat Corporel des brebis à l'agnelage

Les brebis avaient une NEC moyenne de 1,8 à l'agnelage, avec des notes comprises principalement entre 1,5 et 2,5 (48 brebis soit 85,7% de l'échantillon) et quelques notes très basses (0,5 pour 2 brebis) (figure 4).

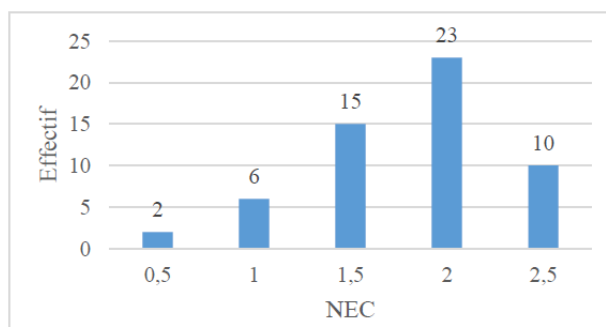


Figure 4 : Répartition des NEC à l'agnelage

iii. Les tailles de portées

La plupart des brebis ont donné naissance à deux ou trois agneaux (respectivement 26 et 22 brebis, soit 46,4% et 39,3%) (figure 5). Ceci est compatible avec la mise en lot organisée selon le nombre d'agneaux prévus par l'échographie. Notons cependant l'existence de portées supérieures ou égales à 4 pour 8 brebis (14.5 %).

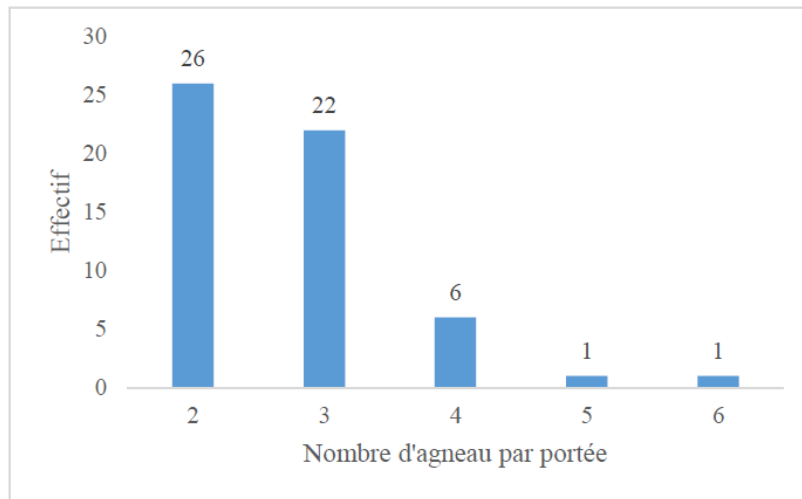


Figure 5 : Répartition de la taille des portées

iv. Les concentrations colostrales en IgG1

Les brebis ont produit un colostrum correctement concentré en IgG1, avec une majorité des concentrations comprises entre 50 et 100 g/L (moyenne de 86,13 +/- 29,22 g/L) (figure 6).

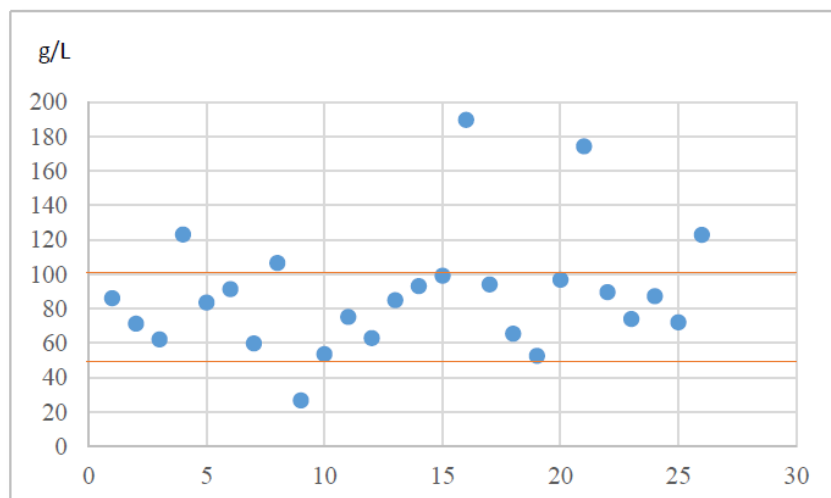


Figure 6 : Répartition des concentrations colostrales en IgG1

b. Les agneaux

Au cours de cette période d'agnelage, les brebis ont donné 154 agneaux dont 10 mort-nés et 3 avortons. Le nombre d'agneaux sur lequel les mesures étaient possibles a varié selon les paramètres étudiés.

i. Couleur de l'agneau à la naissance

Sur les 123 agneaux pour lesquels l'information a été enregistrée (79,9% de la population), une majorité était « propre » (P) (n=72, soit 59%). Un pourcentage non négligeable d'agneaux naissait tout de même « marron » (M) (15 agneaux, soit 12%) (figure 7).

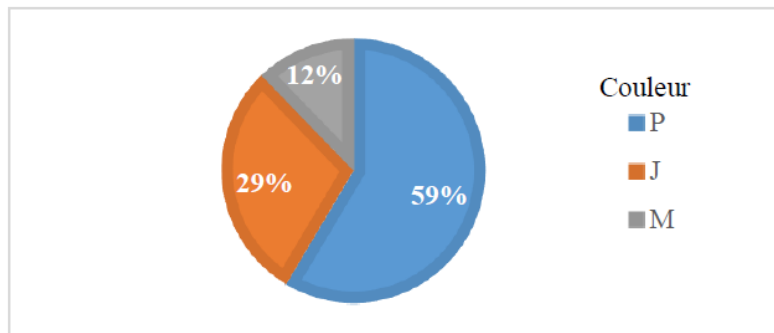


Figure 7 : Répartition de la couleur des agneaux

En essayant de relier la couleur des agneaux à la naissance aux autres paramètres de vigueur (facilité de naissance, activité à T + 5 min et faculté de téter), on ne note pas de différence notable entre les agneaux « propres » et les agneaux « jaunes ». En revanche, on observe que les agneaux nés « marron » semblent naître moins facilement, être moins actifs et téter plus difficilement que les autres agneaux (« propres » et « jaunes »).

En effet, 25% des agneaux « marron » (4 agneaux) présentent des difficultés majeures lors de la naissance (note 3 et 4) contre 14% et 7% pour les agneaux « jaunes » et « propres » (figure 8), mais cette différence n'est pas significative (test de Fisher, $p = 0,1411$).

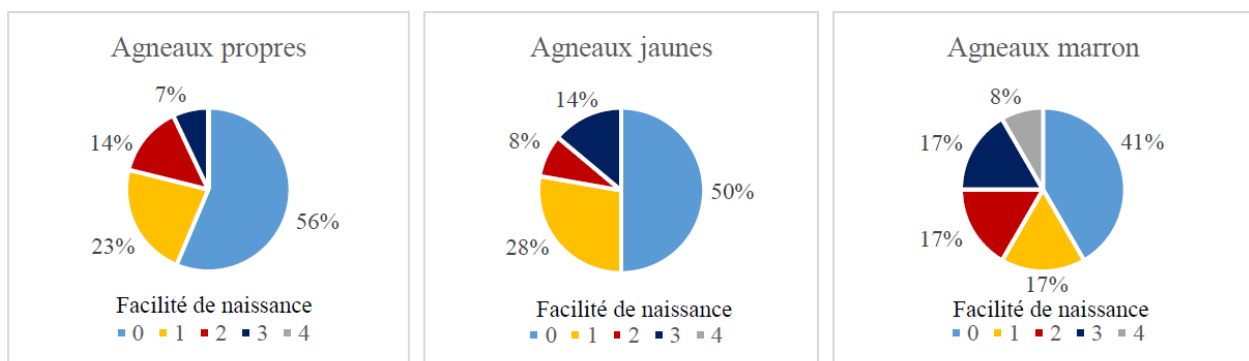


Figure 8 : Relation entre la couleur des agneaux et la facilité de naissance

De même, les agneaux « marron » sont moins nombreux à être très vigoureux à 5 minutes de vie (note 1), avec 18% des « marron » contre respectivement 28% et 29% pour les « jaunes » et les « propres » (figure 9), mais cette différence n'est pas significative (test de Fisher, $p = 0,3247$). On note également davantage d'agneaux « marron » faibles et très faibles (note 3) (18%) que pour les autres couleurs (4% chez les agneaux « jaunes » et 12% chez les propres). Là aussi, la différence n'est pas significative (test de Fisher, $p = 0,3756$).

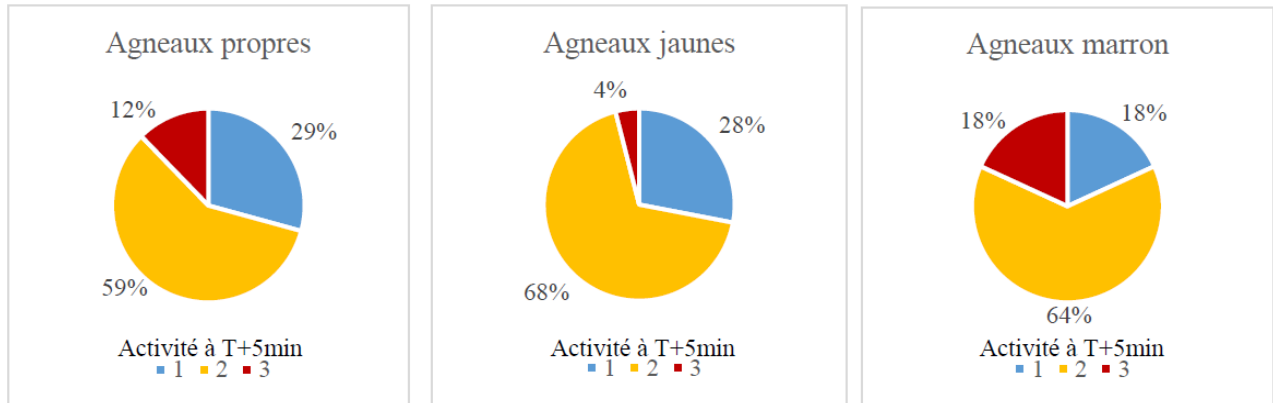


Figure 9 : Relation entre la couleur des agneaux et l'activité à T+5min

Concernant la faculté de téter des agneaux, on note qu'un plus faible nombre ne nécessite aucune aide (note 0) parmi ceux nés « marron » (40% contre 77% chez les « jaunes » et 60% chez les agneaux « propres »), mais la différence n'est pas significative (test de Fisher, $p = 0,2364$). De plus, une aide majeure pour téter (note 2) est nécessaire pour davantage d'agneaux « marron » (20%) que pour les autres (7% pour les « jaunes » et les « propres ») (figure 10), mais ici aussi la différence n'est pas significative (test de Fisher, $p = 0,2013$).

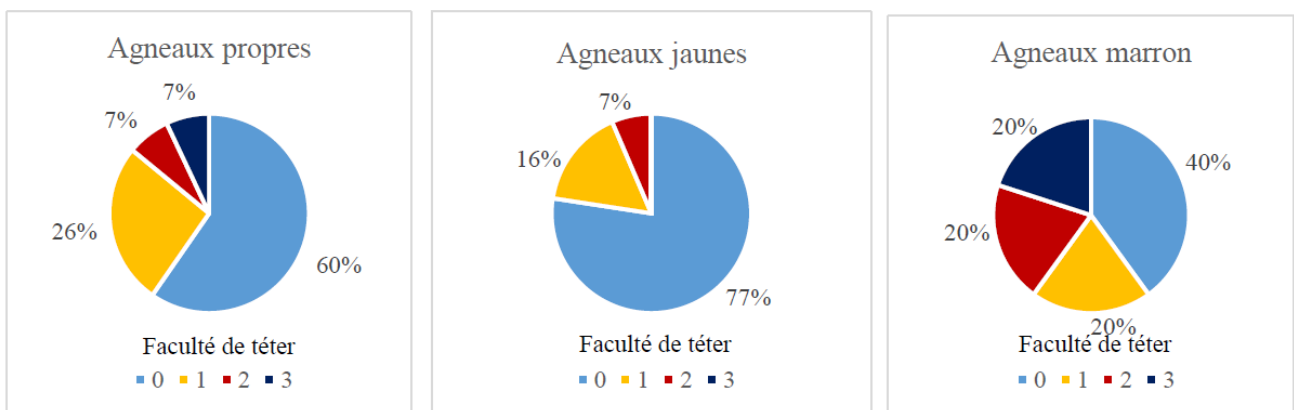


Figure 10 : Relation entre la couleur des agneaux et la faculté de téter

ii. Poids des agneaux à la naissance

D'avantage de données de poids entre 24 et 48h (agneaux secs) ont été recueillies que de poids à la naissance (agneaux mouillés) (134 valeurs contre 120). Cependant, ces deux mesures suivent la même distribution, qu'elles soient réalisées sur agneau sec ou mouillé (figure 11). La corrélation entre les deux mesures était par ailleurs forte ($r=0.90$, $p<10^{-4}$). Les poids à la naissance étaient compris entre 1,70kg et 6,70kg et les poids entre 24 et 48h entre 1,90kg et 6,80kg.

Dans les deux cas, une majorité d'agneaux avait un poids compris entre 3 et 5kg (83 agneaux mouillés, soit 69,2%, et 89 agneaux secs, soit 66,4%). Seulement 4 agneaux, dont un mort-né, pesaient moins de 2 kg (3,3%), 24 agneaux pesaient moins de 3kg (20%) et 14 agneaux pesaient plus de 5kg (11,7%).

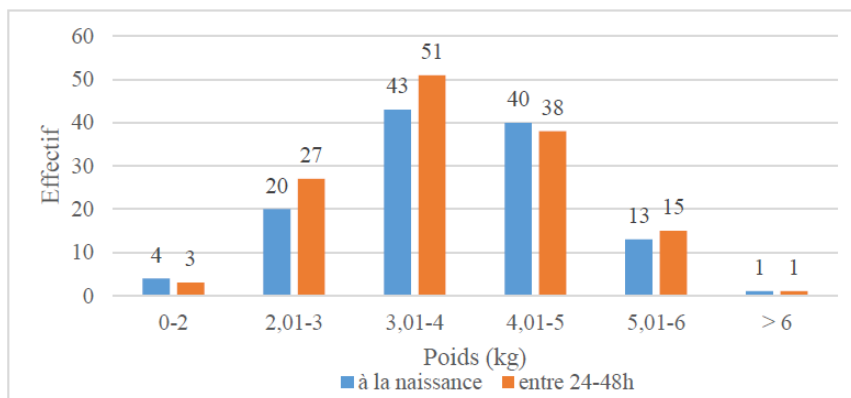


Figure11 : Répartition des poids des agneaux

iii. Facilité de naissance

Sur les 121 agneaux observés, une majorité est née sans aucune aide (64 agneaux avec un score de 0, soit 52,9%) (figure 12). Une intervention mineure a été nécessaire pour 44 agneaux (36,4%), avec notamment des corrections de position pour les agneaux venant en siège et une assistance pour les brebis excessivement fatiguées ne fournissant plus d'efforts. Seulement 13 agneaux ont nécessité une aide indispensable avec ou sans conséquence pour la brebis (10,7%).

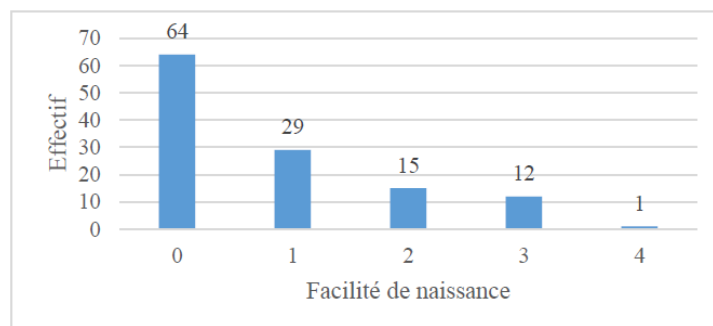


Figure 12 : Répartition des notes de facilité de naissance

iv. Activité de l'agneau

L'activité de 110 agneaux a pu être évaluée 5 min après la naissance et seuls 2 agneaux nés vivants n'ont pas été observés. On note quelques écarts entre les notes d'activité relevées à 5 minutes de vie et la note maximale atteinte durant ces 5 premières minutes, notamment des agneaux plus actifs pendant la période d'observation que ce qu'ils étaient à T+5 min précisément (figure 13). Cependant, la tendance reste la même pour les deux mesures.

Ainsi, sur les 110 agneaux observés, 35 étaient très vigoureux (note 1, 31,8%), 63 étaient actifs (note 2, 57,3%) et seulement 12 étaient faibles à très faibles (note 3, 10,9%).

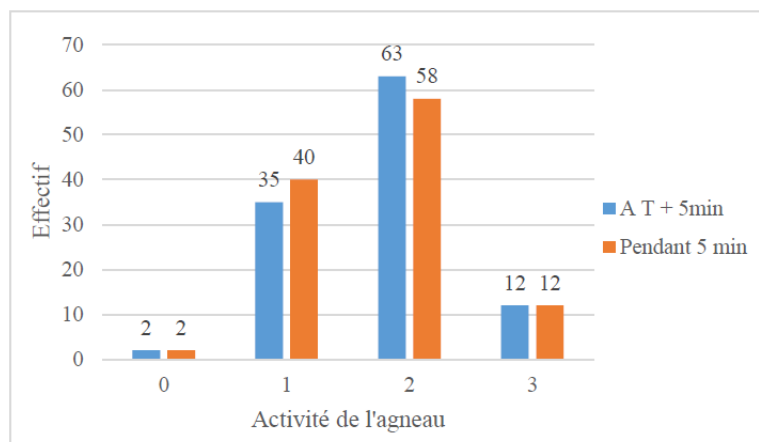


Figure 13 : Répartition des notes d'activité

Lorsque l'on relie les critères « activité des agneaux à T + 5min » et « faculté de téter », on remarque qu'il n'y a pas de réelles différences entre les agneaux actifs (note 2) et très actifs (note 1) (figure 14). En effet, le nombre d'agneaux téétant seuls est semblable dans les deux groupes (65% pour les agneaux très actifs et 72% pour ceux actifs) (test de Fisher, $p = 0,3437$). Le nombre d'agneaux nécessitant une aide majeure pour téter semble plus important chez les agneaux actifs (11%) que chez les agneaux très actifs (3%), mais cette différence n'est pas significative (test de Fisher, $p = 0,2344$).

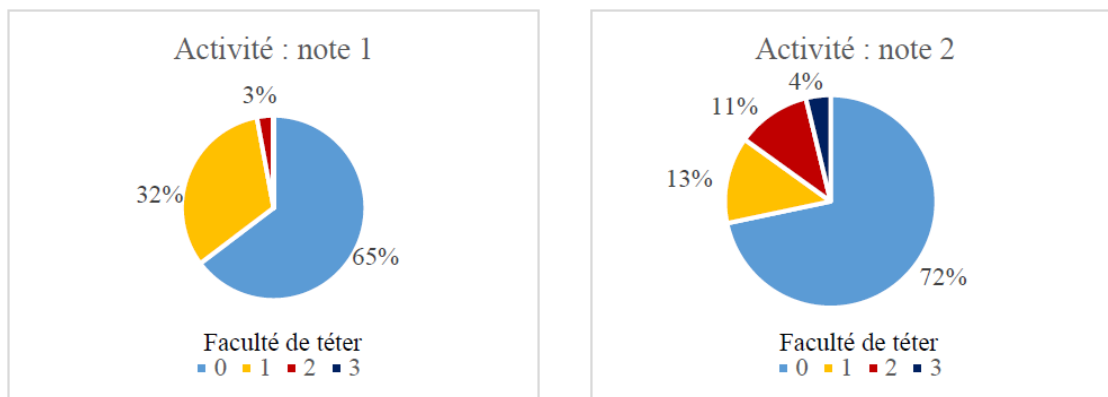


Figure 14 : Relation entre l'activité à T+5min des agneaux et la faculté de téter

v. Faculté de téter

Après avoir exclu certaines brebis et agneaux de l'essai lorsque le dénombrement échographique était erroné, la faculté de téter a pu être évaluée pour 92 agneaux (figure 15). Six agneaux ont été exclus de l'analyse car la mère n'avait pas de lait ou était trop faible pour se lever et donc se faire téter (note 3).

Sur ces 92 agneaux, une majorité a tété seule dans les 2 heures suivant la naissance (note 0, 62 animaux soit 67,4%), 22 ont été aidés une seule fois puis ont tété seuls (note 1, 23,9%) et seulement 8 agneaux ont dû être accompagnés de façon régulière (note 2, 8,7%).

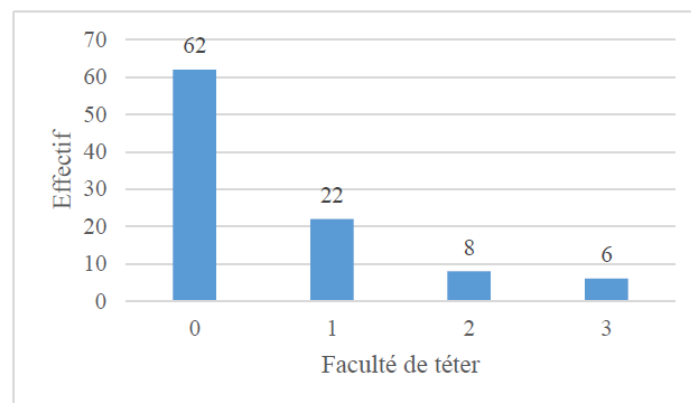


Figure 15 : Répartition des notes de faculté à téter

vi. Températures des agneaux à 12h de vie

Les prises de températures avec le thermomètre infra-rouge n'ont donné aucune valeur interprétable. Seules les températures rectales ont été retenues.

Pour les 95 agneaux, la température rectale moyenne était 39,2°C (minimum 38,3°C, maximum 40,1°C). Près de la moitié des agneaux avait une température comprise entre 39°C et 39,5°C (47 agneaux soit 49,5%) (figure 16).

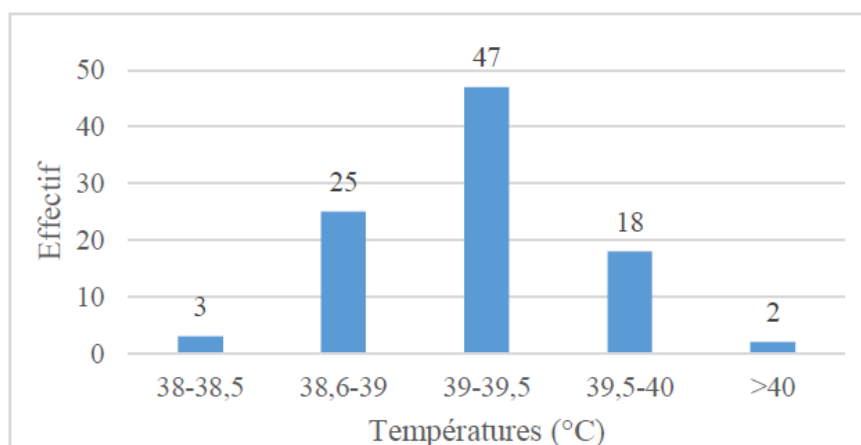


Figure 16 : Répartition des températures rectales des agneaux

vii. Concentrations plasmatiques en IgG1 à 24h

Les résultats étaient disponibles pour 80 agneaux. Une très grande majorité d'entre eux (81,25%) avait une concentration en IgG1 supérieure à 20g/L, témoignant d'un bon transfert d'immunité passive. Dans seulement 8,75% des cas (7 agneaux), cette concentration était inférieure à 15g/L (figure 17).

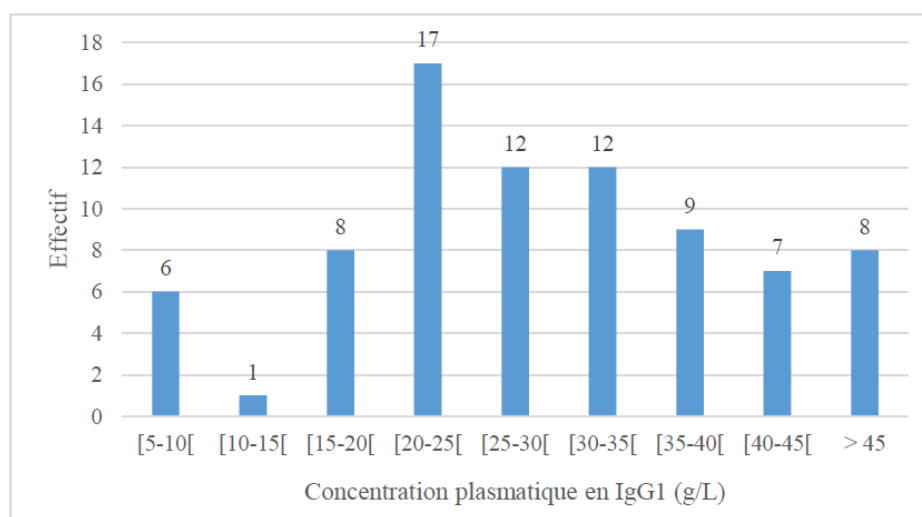


Figure 17 : Répartition des concentrations plasmatiques en IgG1

2) Analyse descriptive des deux lots de brebis doubles

De nombreuses brebis ont dû être sorties de l'essai car le dénombrement de la portée par échographie était erroné. Ainsi, deux groupes, comportant les brebis ayant donné deux agneaux comme attendu, ont été réalisés : les brebis nourries à 80% des recommandations INRA (Lot D80 : 11 brebis, 22 agneaux) et celles nourries à 100% des recommandations INRA (Lot D100 : 15 brebis, 29 agneaux).

a. Les brebis

i. Notes d'Etat Corporel des brebis

Les brebis des deux lots confondus avaient une NEC moyenne de 2,81 à la mise en lot et de 1,98 à l'agnelage. Les médianes des deux lots étaient identiques, avec une NEC à 3 pour la mise en lot et une NEC à 2 pour l'agnelage.

L'évolution de la NEC moyenne des brebis suit la même tendance dans chaque lot. Cependant, la diminution de la NEC chez les doubles 80% est plus marquée (-0,91 point de NEC) que celle chez les doubles 100% (-0,77 point de NEC) (figure 18).

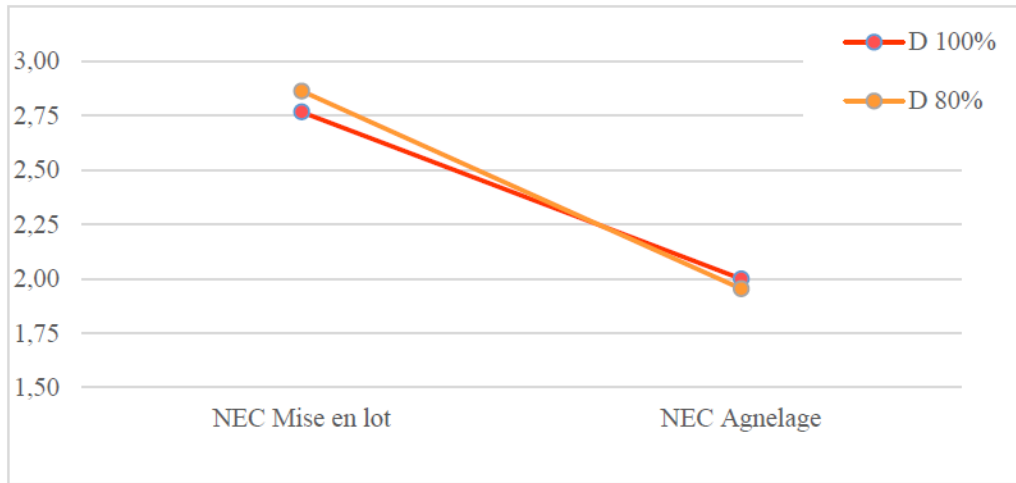


Figure 18 : Evolution des NEC entre la mise en lot et l'agnelage : comparaison des lots D80 et D100

ii. Paramètres sanguins dans les 5 semaines précédant la mise-bas

Les évolutions des différents paramètres sanguins au cours des cinq semaines précédant la mise-bas sont difficilement interprétables. Ceci s'explique notamment par le manque d'effectif dans les lots D80 et D100 (respectivement 11 et 15 brebis pour les concentrations sanguines en β -OH et en glucose, 5 et 7 brebis pour l'urée et les AGNE).

On note cependant une augmentation importante des concentrations moyennes en β -OH entre la 3^{ème} et la 2^{ème} semaine précédant la mise-bas pour les deux lots (1.04 +/- 0,64 mmol/L pour le lot D80, 1.19 +/- 0,55 mmol/L pour le lot D100) (figure 19).

Pour le lot D100, les concentrations moyennes en AGNE ont baissé entre la 5^{ème} et la dernière semaine pré-partum (de 0.63 +/- 0,28 mmol/L à 0.26 +/- 0,12 mmol/L) (figure 20). Pour le lot D80, une évolution en dents de scie est observée avec une remontée à 0.47 +/- 0,33 mmol/L la dernière semaine précédant la mise-bas.

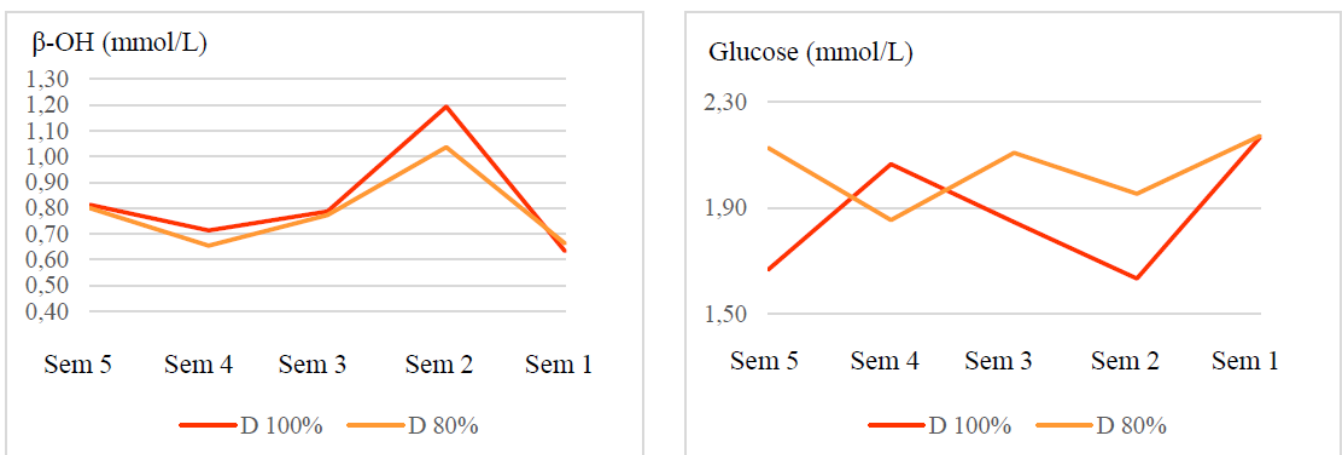


Figure 19 : Evolution des concentrations en β -OH et glucose 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots D80 et D100

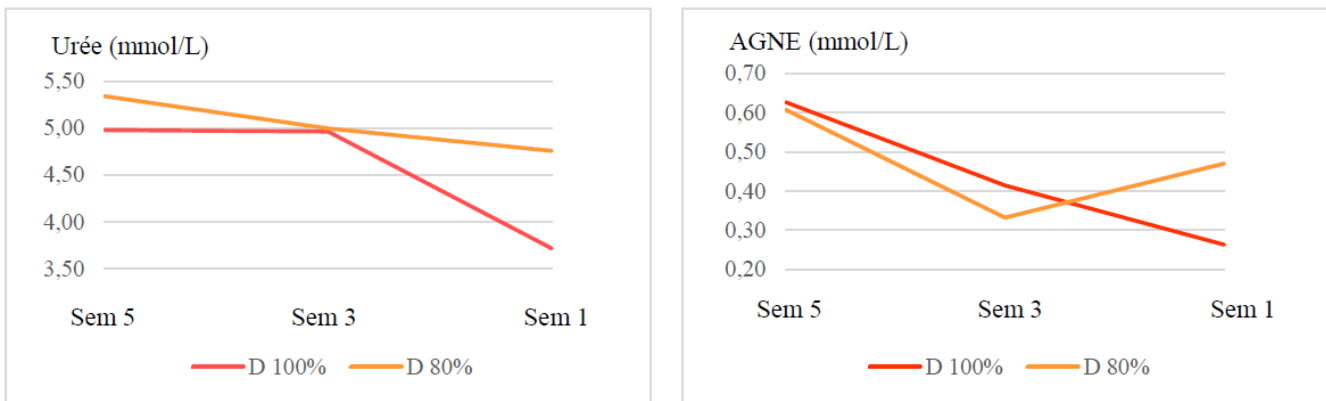


Figure 20 : Evolution des concentrations d'urée et d'AGNE 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots D80 et D100

iii. Poids de portée

Le poids de portée moyen dans les deux lots était de 8,99 +/- 1,40 kg (figure 21). La moyenne du lot D100 était supérieure à celle du lot D80, avec un poids moyen de 9,57 +/- 1,38 kg contre 8,19 +/- 1,01 kg, mais cette différence n'est pas significative (test Wilcoxon : $p = 0,7988$). Les portées les plus lourdes étaient celles issues de brebis du lot D100.

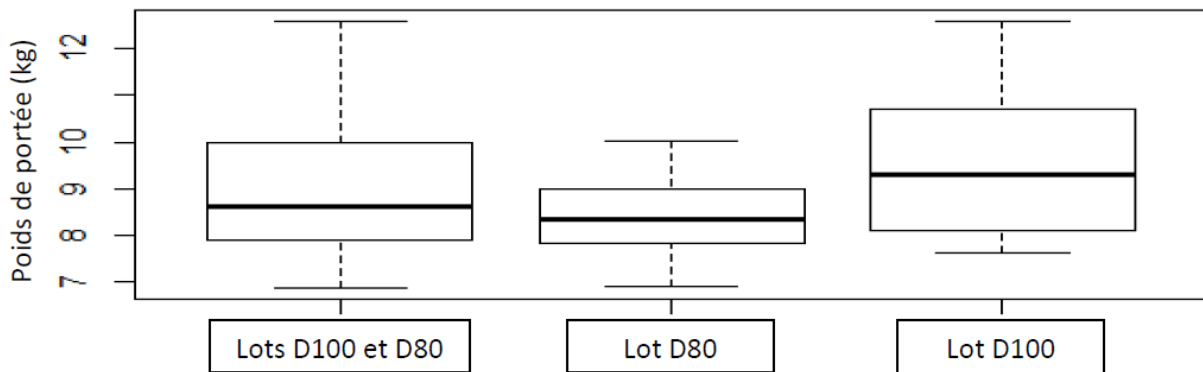


Figure 21 : Poids de portée : comparaison des lots D80 et D100

iv. Concentrations colostrales en IgG1

La concentration moyenne en IgG1 des colostrums des brebis des deux lots confondus était de 88,42 +/- 34,96 g/L (figure 22). Le colostrum des brebis du lot D80 est plus concentré en IgG1 (101,72 +/- 43,89 g/L) que celui des brebis du lot D100 (78,67 +/- 23,79 g/L), mais cette différence n'est pas significative (test des rangs de Wilcoxon : $p = 0,2372$). De plus, la variabilité de la concentration du colostrum est plus importante dans le lot D100 que dans le lot D80.

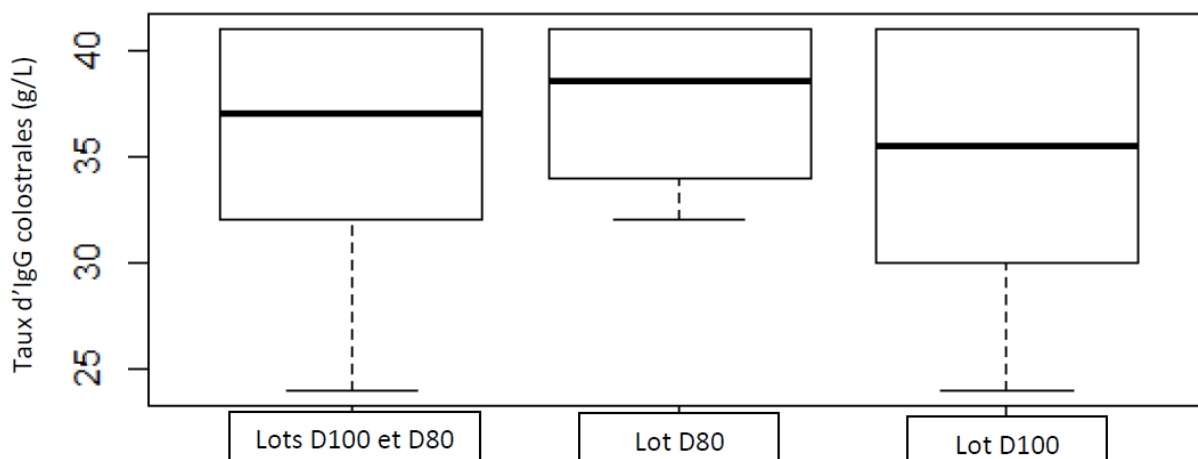


Figure 22 : Concentrations en IgG1 des colostrums : comparaison des lots D80 et D100

b. Les agneaux

i. Couleur de l'agneau à la naissance

Dans les deux lots, on observe une majorité d'agneaux « propres » et « jaunes » (figure 23). Cependant, le lot D100 comportait davantage d'agneaux « jaunes » que « propres » (53% contre 37%) tandis que le lot D80 en comporte plus de « propres » que de « jaunes » (50% contre 27%). On note également une proportion plus importante d'agneaux nés « marron » dans le lot D80 que dans le lot D100 (23% contre 7%), mais cette différence n'est pas significative (test de Fisher : $p = 0,2163$).

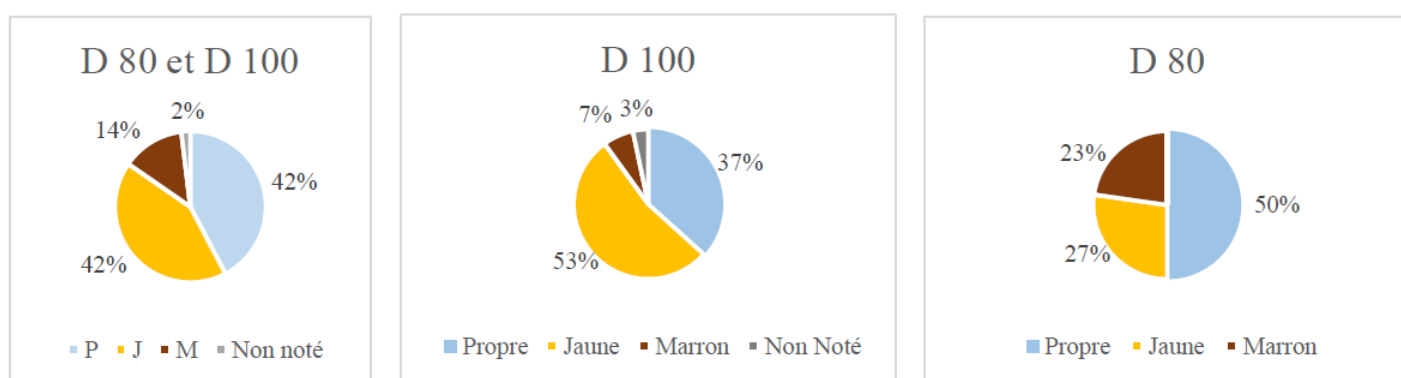


Figure 23 : Répartition de la couleur des agneaux à la naissance : comparaison des lots D80 et D100

ii. Poids des agneaux à la naissance (agneaux mouillés)

Dans chacun des lots, les poids suivent la même distribution avec une majorité d'agneaux dont le poids était compris entre 4 et 5kg (50% dans le lot D100 et 63,6% dans le lot D80) (figure 24). Cependant, on note significativement plus d'agneaux lourds dans le lot D100 que dans le D80 (33,3% de plus de 5kg contre 4,5%, test de Fisher : $p = 0,01184$), tandis que le lot D80 présente d'avantage d'agneaux légers que le lot D100 (31,8% de moins

de 4 kg contre 16,7%), mais cette différence n'est pas significative (test de Fisher : $p = 0,1544$).

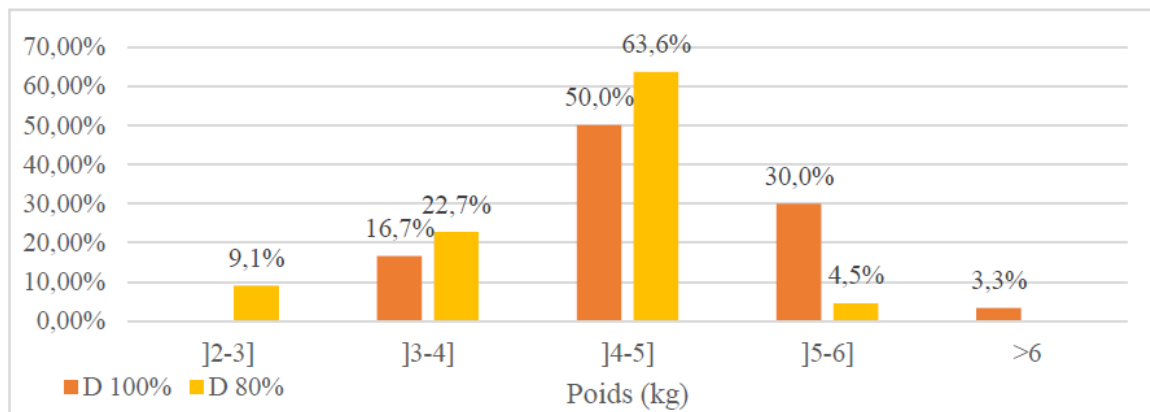


Figure 24 : Répartition du poids des agneaux à la naissance : comparaison des lots D80 et D100

Le poids moyen des agneaux à la naissance dans le lot D100 était de $4,79 \pm 0,79$ kg contre $4,10 \pm 0,71$ kg dans le lot D80. Ainsi, le poids de naissance était significativement supérieur dans le lot D100 (test de Wilcoxon, $p = 0,0034$) (figure 25).

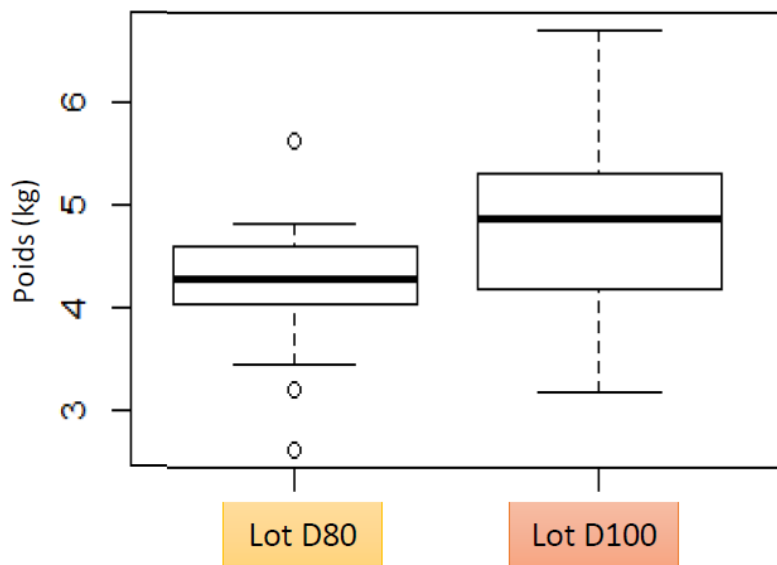


Figure 25 : Poids des agneaux à la naissance : comparaison des lots D80 et D100

iii. Facilité de naissance

Quel que soit le lot, la facilité de naissance des agneaux suit la même tendance avec une majorité d'agneaux nés sans aucune aide (note 0).

Le lot D100 comportait d'avantage d'agneaux nés sans aide (note 0 : 59% contre 45% dans le lot D80), mais cette différence n'est pas significative (test de Fisher : $p = 0,405$)

(figure 26). Les agneaux nécessitant une aide importante pour naître (note 2 + 3) étaient significativement plus nombreux dans le lot D100 (14% des agneaux contre 23%) que dans le lot D80 (test de Fisher : $p < 0,001$).

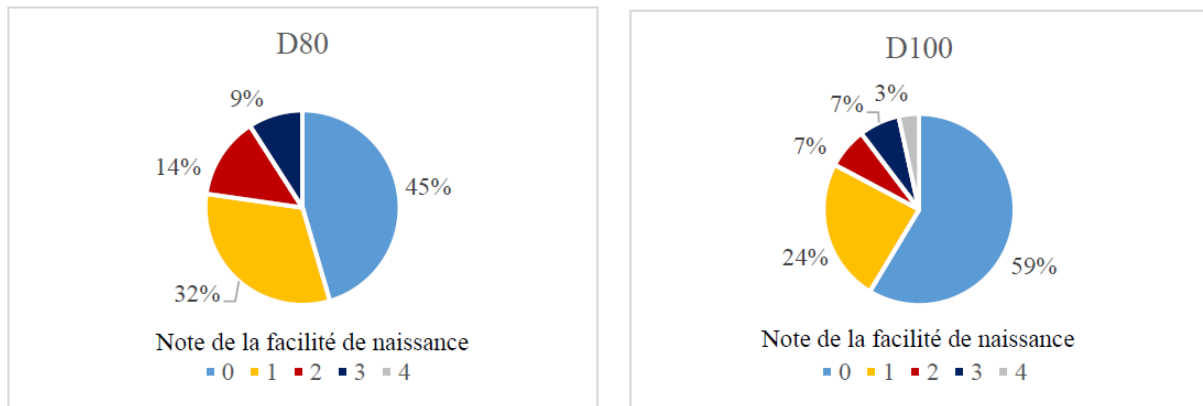


Figure 26 : Répartition des notes de facilité de naissance : comparaison des lots D80 et D100

iv. Activité de l'agneau

L'activité des agneaux à T + 5min suit la même répartition que celle de la population globale, avec une majorité d'agneaux extrêmement vigoureux et actifs (note 1 et 2).

On note que les agneaux vigoureux (note 1) étaient significativement plus nombreux dans le lot D100 (48% contre 19%) que dans le lot D80 (test de Fisher, $p = 0,042$) (figure 27). Les agneaux faibles (note 3) étaient plus nombreux dans le lot D80 (10%) que dans le lot D100 (4%), mais cette différence n'est pas significative (test de Fisher, $p = 0,565$).

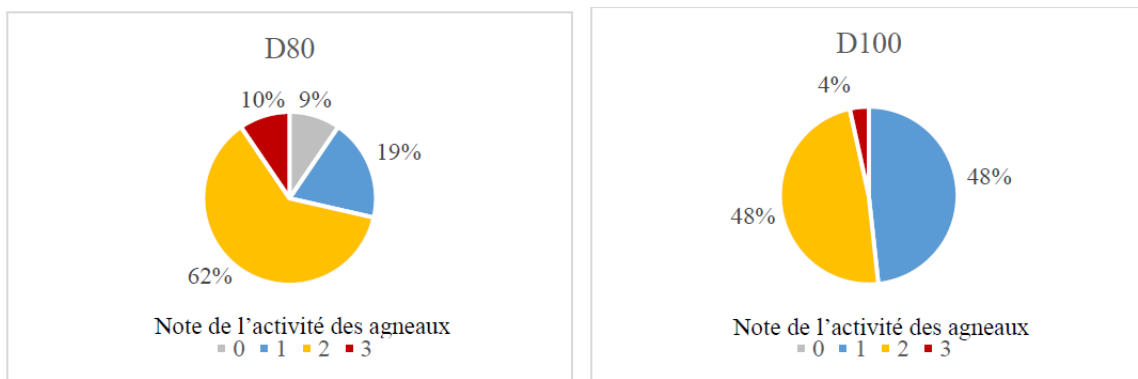


Figure 27 : Répartition des notes d'activité de l'agneau à T + 5min : comparaison des lots D80 et D100

v. Faculté de téter

Dans les deux lots, la majorité des agneaux a tété seule dans les 2 heures suivant la naissance (lot D80 : 90% et lot D100 : 62%). Dans le lot D100, les agneaux étaient significativement plus autonomes que dans le lot D80 avec 90% de note 0 contre 62% (test de

Fisher, $p = 0,0356$) (figure 28). De plus, les agneaux nécessitant une aide majeure pour téter (note 2) étaient significativement plus nombreux dans le lot D80 (19%) que dans le lot D100 (aucun agneau) (test de Fisher, $p = 0,026$).

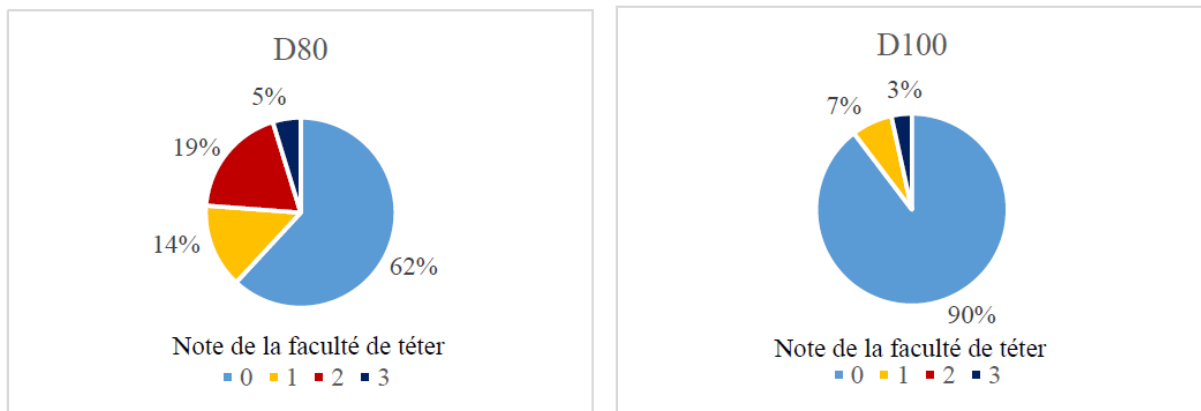


Figure 28 : Répartition des notes de faculté de téter des agneaux: comparaison des lots D80 et D100

vi. Températures rectales 12h après la naissance

Concernant les températures rectales à 12h de vie, les deux lots suivent la même tendance avec de nombreux agneaux ayant une température comprise entre 39°C et $39,5^{\circ}\text{C}$ (48,3% dans le lot D100 et 60% dans le lot D80) (figure 29). Entre les deux lots, les températures moyennes sont semblables avec $39,32 \pm 0,36^{\circ}\text{C}$ pour le lot D80 et $39,34 \pm 0,35^{\circ}\text{C}$ pour le lot D100 et aucune différence significative ne se dégage (figure 30) (test de Wilcoxon : $p = 0,5397$).

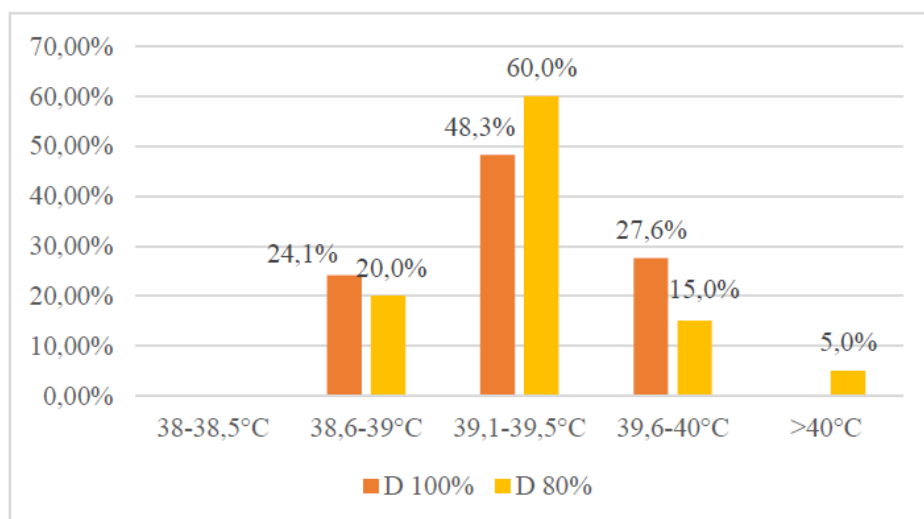


Figure 29 : Répartition des températures rectales des agneaux: comparaison des lots D80 et D100

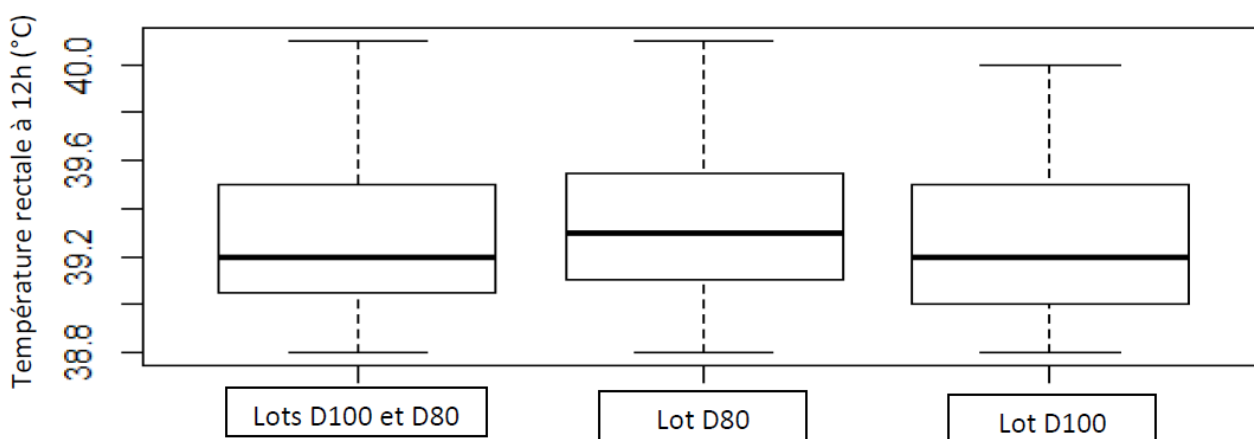


Figure 30 : Répartitions des températures rectales des agneaux: comparaison des lots D80 et D100

vii. Concentrations plasmatiques en IgG1 24h après la naissance

La concentration plasmatique moyenne en IgG1 des agneaux des deux lots confondus était de 29,94 +/- 12,60 g/L à 24h de vie. Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les deux lots (Lot D80 : 29,41 +/- 12,51 g/L et lot D100 : 30,28 +/- 12,74 g/L, test de Wilcoxon : $p = 0,3492$).

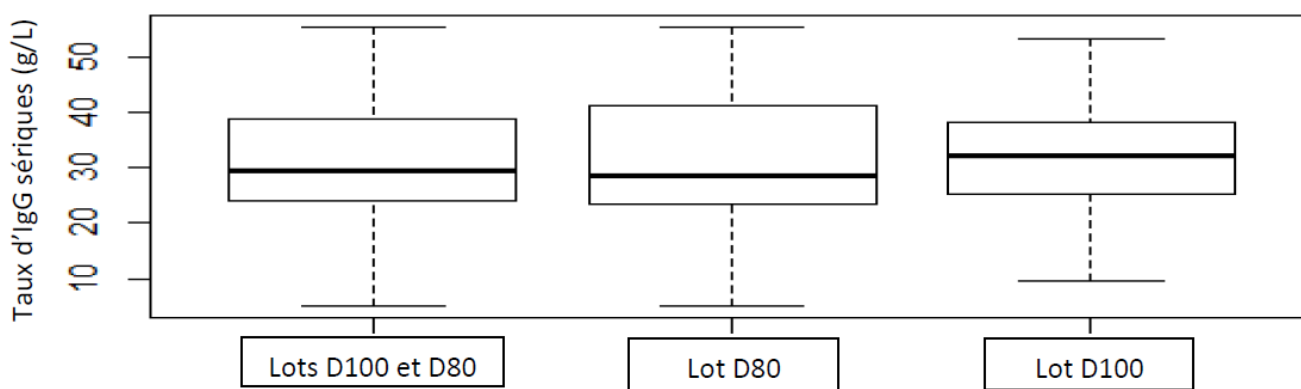


Figure 31 : Concentration en IgG1 plasmatiques des agneaux: comparaison des lots D80 et D100

c. Limite de ces lots et nouvelle répartition des brebis

Si certaines tendances significatives se dégagent avec la comparaison de ces deux lots, leur faible effectif est souvent un facteur limitant, notamment pour l'interprétation et la comparaison des résultats des analyses sanguines des brebis dans les cinq semaines avant le part. Ainsi, les brebis ont été réparties d'une nouvelle manière afin d'augmenter les effectifs.

Il a été choisi de les répartir selon le poids de portée obtenu, toutes rations confondues (80% et 100% des recommandations INRA). Le poids de portée attendu pour les brebis dénombrées doubles à l'échographie était de 9kg et celui attendu pour les brebis dénombrées triples était de 12kg. Six lots ont ainsi été définis : deux lots avec les poids de portées attendus

(un lot double, un lot triple), deux lots avec un poids inférieur à celui attendu et deux lots avec un poids supérieur (tableau 4).

Ainsi, ces six lots n'intégrant pas le dénombrement échographique, les effectifs sont plus importants.

Tableau 4 : Répartition des effectifs de brebis selon le poids de portée

Dénombrement	Double			Triple		
Poids de portée (kg)	< 8,5	[8,5-9,5]	> 9,5	< 11,5	[11,5-12,5]	> 12,5
Effectif	10	11	21	5	5	3

3) Comparaison des lots selon les poids de portée

a. Paramètres sanguins dans les 5 semaines précédant la mise-bas

i. Brebis alimentées selon une taille de portée attendue de 2

Avec cette nouvelle répartition des brebis, les effectifs sont plus importants (42 brebis pour les mesures de concentration en β -OH et en glucose, 20 brebis pour les concentrations en urée et AGNE). Ainsi, l'interprétation de ces paramètres sanguins est plus aisée.

Concernant les concentrations de β -OH (figure 32), on observe un pic deux semaines avant la mise-bas avec un pic significativement plus important (1,48mmol/L) deux semaines avant les mises-bas pour les brebis dont le poids de portée est supérieur à 9,5kg (test de Wilcoxon : $p = 0,03174$). La dernière semaine précédant la mise-bas, les valeurs des 3 groupes étaient cependant similaires (entre 0.59 et 0.74 mmol/L en moyenne).

L'évolution des concentrations en glucose est très variable selon les groupes, mais on note une hausse pour les trois lots lors de la dernière semaine avant le part (figure 32).

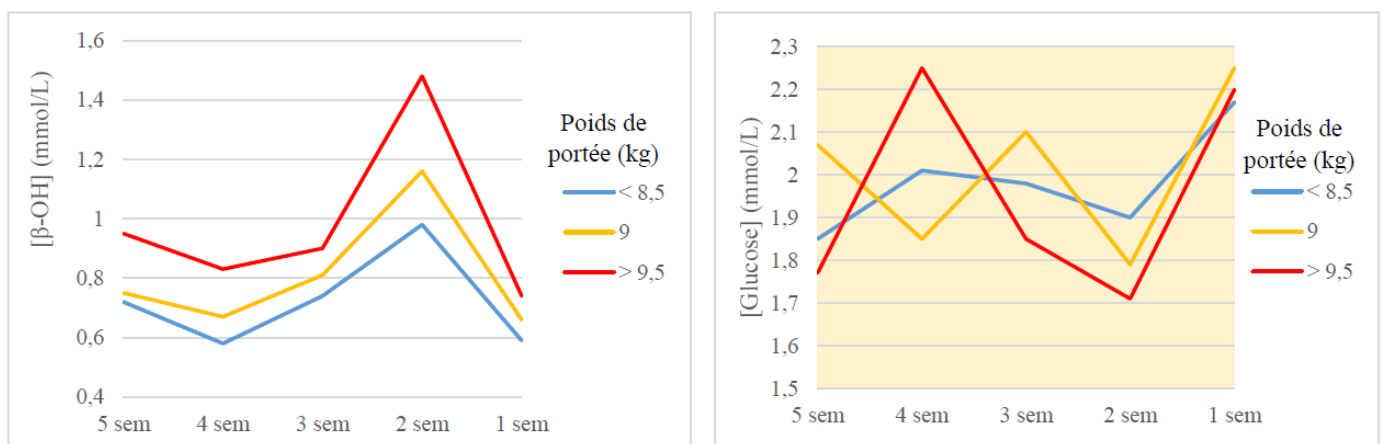


Figure 32 : Evolution des concentrations en β -OH et en glucose 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon les poids de portée chez les brebis avec une portée double attendue

Malgré les faibles effectifs pour les concentrations en urée et en AGNE, on peut observer quelques tendances avec cette nouvelle répartition des brebis (figure 33). Entre la 3^{ème} et la dernière semaine avant le part, les concentrations moyennes en urée diminuent pour tous les lots, avec une baisse moins marquée pour les brebis dont le poids de portée correspondait à celui attendu. Le lot avec un poids de portée >9,5kg avait des concentrations moyennes en urée supérieures aux autres lots durant tout le suivi.

Les concentrations sériques en AGNE ont diminué tout au long des cinq semaines précédant l'agnelage, avec une chute plus marquée pour le lot < 8,5kg (-0,34 +/- 0,30 mmol/L contre -0,18 +/- 0,31 mmol/L pour le lot conforme au poids attendu et -0,26 +/- 0,30 mmol/L pour le lot avec un poids supérieur) (figure 33). Le lot avec un poids de portée inférieur à 8,5kg avait des concentrations moyennes en AGNE inférieures aux autres lots durant les cinq semaines de suivi. La différence n'était statistiquement pas significative à -3 semaines (test de Wilcoxon : $p = 0,5832$), mais proche du seuil de significativité la dernière semaine ($p = 0,05431$).

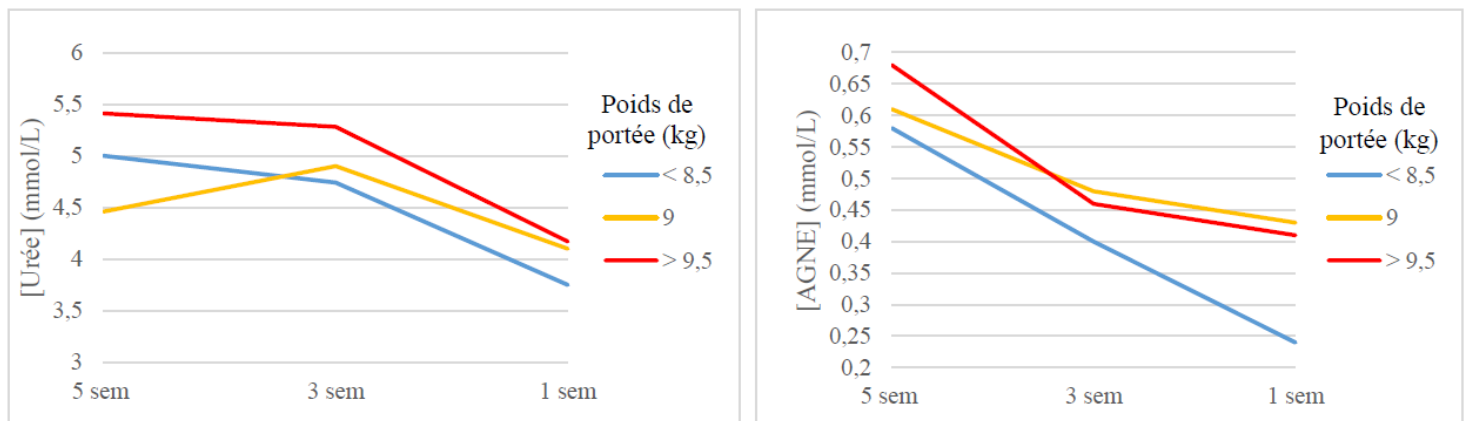


Figure 33 : Evolution des concentrations en urée et en AGNE 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon les poids de portée chez les brebis avec une portée double attendue

ii. Brebis alimentées selon une taille de portée attendue de 3

Grâce à la nouvelle répartition des brebis, il est possible d'observer l'évolution des paramètres sanguins des brebis ayant une portée triple (figures 34 et 35). Les effectifs restent cependant trop faibles pour en tirer des conclusions solides (13 brebis pour les concentrations en β -OH et en glucose, 7 brebis pour les concentrations en urée et AGNE).

On observe ainsi que la concentration moyenne en β -OH a augmenté tout au long du suivi, avec une hausse constante et très importante (+ 1,47 +/- 2,02 mmol/L) pour les brebis dont le poids de portée est supérieur à 12,5 kg (figure 34).

Les concentrations en glucose ont diminué pour tous les lots entre la cinquième et la quatrième semaine précédant la mise-bas, puis remontent progressivement jusqu'à la mise-bas (figure 34). La baisse de glucose observée la première semaine de suivi était plus marquée pour le lot supérieur à 12,5 kg (-0,8 +/- 0,2 mmol/L contre -0,54 +/- 0,19 mmol/L pour le lot

d'environ 12kg et $-0,48 \pm 0,47$ mmol/L pour le lot inférieur à 11,5kg). Le lot de brebis avec un poids de portée correspondant à celui attendu avait des concentrations en glucose inférieures à celles des autres lots durant tout le suivi.

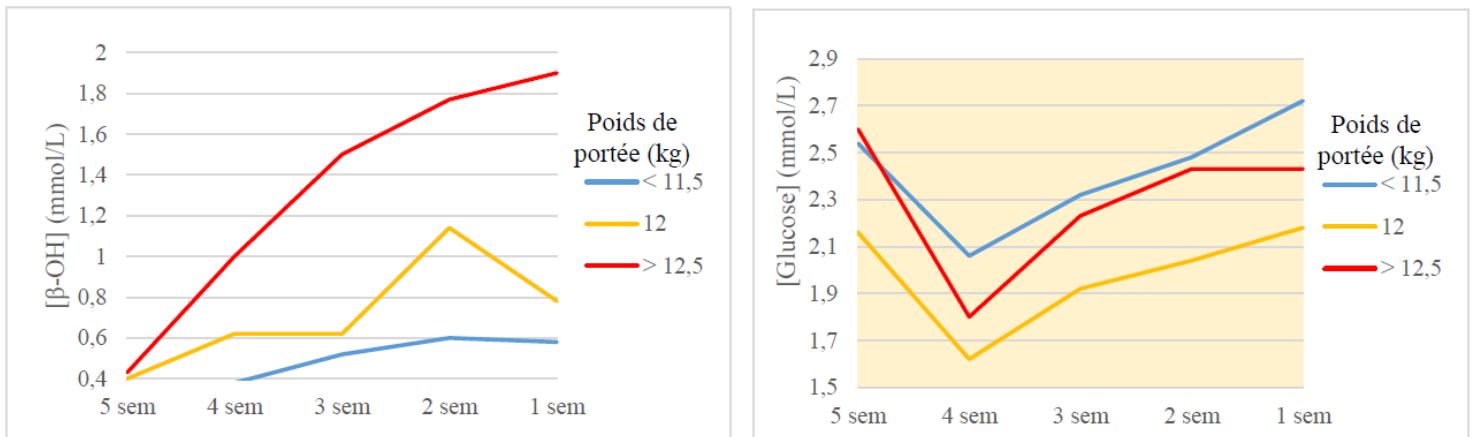


Figure 34 : Evolution des concentrations en β -OH et en glucose 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon les poids de portée chez les brebis avec une portée triple attendue

Les concentrations sériques en urée ont augmenté durant les deux premières semaines de suivi, puis ont diminué pour tous les lots jusqu'à la parturition (figure 35). Le lot $> 12,5$ kg avait des concentrations en urée supérieures aux autres durant les 5 semaines et le lot d'environ 12kg avait des concentrations inférieures à celles des autres lots.

Concernant les concentrations en AGNE (figure 35), on note une baisse pour les trois lots durant le suivi. Cette diminution était moins marquée pour le lot avec un poids de portée inférieur à celui attendu qui a atteint un plateau de la 3^{ème} à la dernière semaine avant l'agnelage ($-0,19 \pm 0,14$ mmol/L contre $-0,79$ mmol/L pour la seule brebis du lot 12kg et $-0,67 \pm 0,34$ mmol/L pour le lot $> 12,5$ kg).

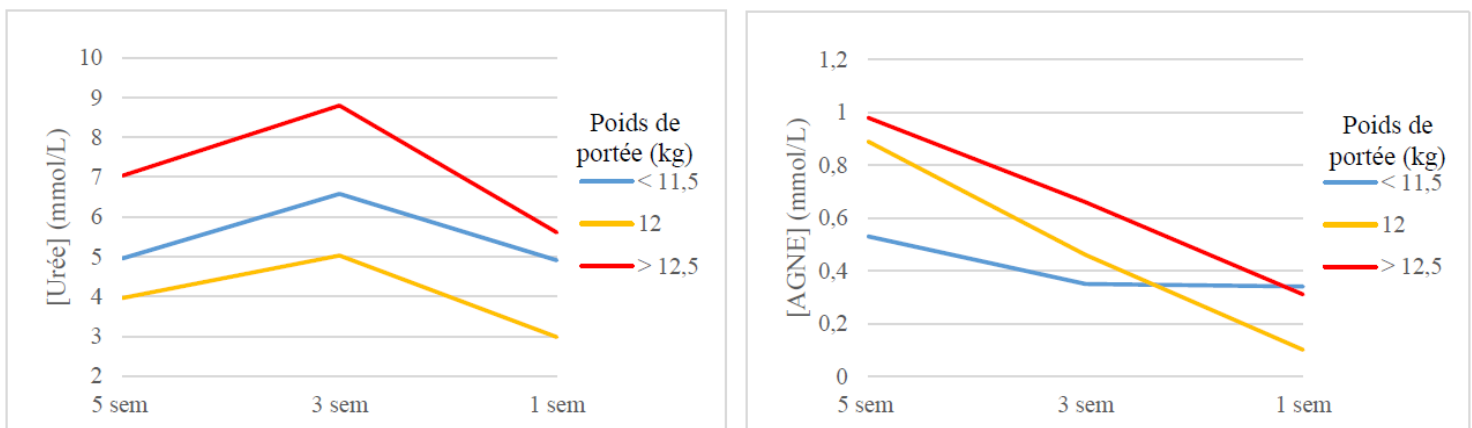


Figure 35 : Evolution des concentrations en urée et en AGNE 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon les poids de portée chez les brebis avec une portée triple attendue

b. Evolution de la NEC de la mise en lot à l'agnelage

Quel que soit le lot, toutes les NEC des brebis ont diminué de la mise en lot à l'agnelage. Cette baisse était moins marquée chez les brebis ayant eu un poids de portée inférieur à celui attendu, qu'elles soient nourries selon une taille de portée attendue de 2 ou de 3 (figure 36). En effet, pour les brebis de taille de portée attendue de 2, la NEC a diminué de 0,85 +/- 0,24 point pour le lot < 8,5kg contre 0,91 +/- 0,44 point et 1,02 +/- 0,40 points pour les lots 9kg et > 9,5kg, mais cette différence n'est pas significative (test de Wilcoxon : $p = 0,3858$). De plus, ce lot avait une NEC supérieure à celle des autres lots durant tout le suivi. Pour les brebis nourries selon une taille de portée attendue de 3, le lot < 11,5kg a vu sa NEC diminuer de 0,9 +/- 0,42 points contre 1,4 +/- 0,65 points et 1,5 +/- 0,87 points pour les lots 12kg et > 12,5kg, mais cette différence n'est pas significative (test de Wilcoxon : $p = 0,1501$).

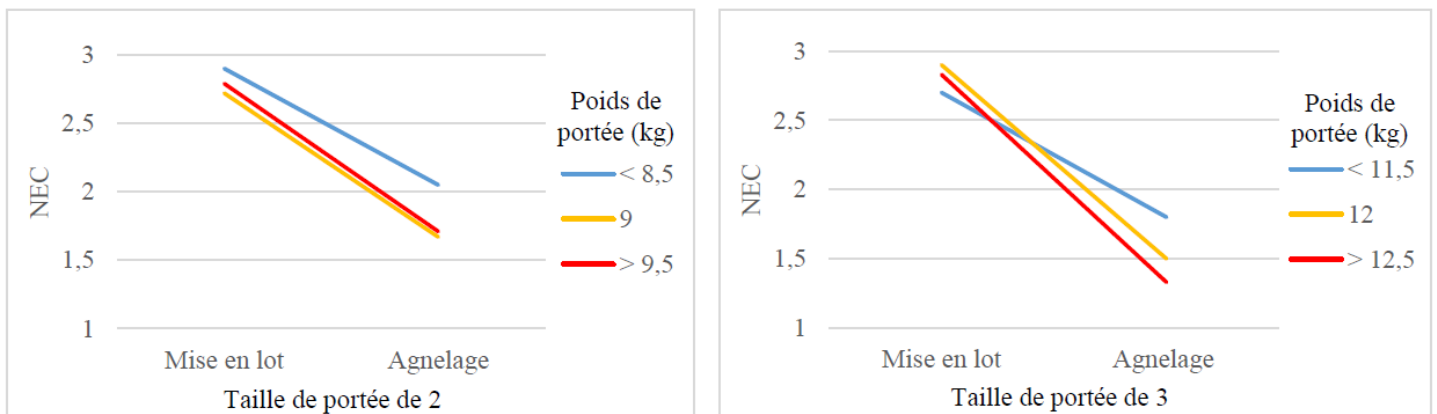


Figure 36 : Evolution des NEC des brebis entre la mise en lot et l'agnelage : comparaison des lots selon les poids de portée

c. Une troisième idée de répartition

Grâce à cette deuxième répartition des brebis selon le poids de portée observé, les effectifs sont plus importants et les analyses sanguines davantage lisibles. Cependant, la distinction selon l'alimentation n'est pas complètement prise en compte puisque les brebis nourries à 100% et celles nourries à 80% des recommandations INRA sont regroupées.

Pour prendre en compte les régimes alimentaires ainsi que les poids de portée, une nouvelle répartition a été proposée. Les besoins alimentaires ont été calculés à l'aide des équations INRA 2010 et du logiciel LARELEV (F. Enjalbert, ENVT) et les déficits relatifs (apports-besoins)/besoins des brebis ont été réévalués de manière individuelle (annexe 7).

Ainsi, les déficits en UFL, PDIN et PDIE ont été recalculés pour chaque brebis en comparant les apports reçus et leurs besoins théoriques selon les poids de portée. Ensuite, la médiane de chaque déficit a été calculée pour l'ensemble des brebis et deux lots ont été formés : un au-dessus et un en-dessous de la médiane (tableau 5). Ainsi, selon le déficit, les brebis ont été séparées en deux lots d'effectif proche afin d'étudier les différents paramètres de vigueur de l'agneau.

Tableau 5 : Effectifs des brebis selon les niveaux de déficit individuel calculé

Déficit	UFL		PDIN		PDIE	
	≤ 16,14 %	> 16,14 %	≤ 23,94 %	> 23,94 %	≤ 11,76 %	> 11,76 %
Effectif	28	27	28	27	28	27

4) Comparaison des lots selon le déficit alimentaire

a. Les brebis

i. Répartition des brebis

On remarque que les brebis les plus déficitaires le sont pour la plupart à la fois en UFL, en PDIN et en PDIE (21 brebis sur 27).

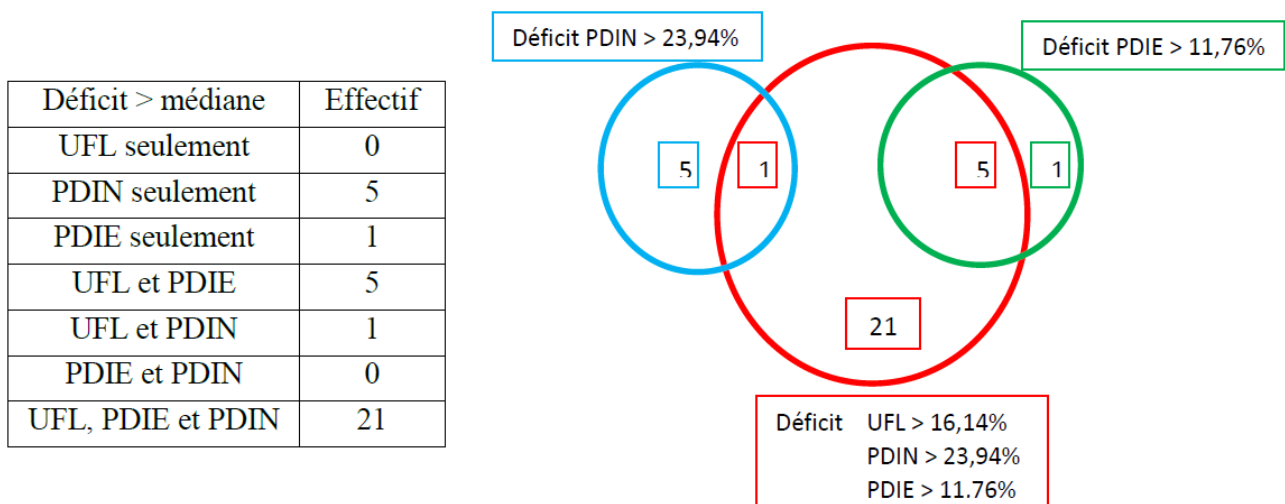


Figure 37 : Répartition des brebis dans les lots de déficits en UFL, PDIN et PDIE

ii. Paramètres sanguins dans les 5 semaines précédant la mise-bas

Pour simplifier l'interprétation des paramètres sanguins 5 semaines avant la mise-bas, les brebis ont été séparées en 2 lots : les brebis dont les déficits en UFL, PDIN et PDIE sont tous supérieurs à la médiane (21 brebis) et celles dont les déficits sont inférieurs à la médiane (22 brebis). Cela permet d'interpréter plus aisément l'évolution des paramètres sanguins selon l'importance des déficits alimentaires supportés par les brebis.

Concernant les concentrations de β -OH (figure 38), on retrouve un pic deux semaines avant la mise-bas pour les brebis des deux lots (1,20 +/- 0,64 mmol/L et 1,27 +/- 0,56 mmol/L), tout comme pour les brebis réparties selon les poids de portée. Durant la totalité du suivi, les valeurs des 2 groupes étaient similaires.

L'évolution des concentrations en glucose est ici aussi très variable selon les groupes et on note également une hausse pour les deux lots lors de la dernière semaine avant la mise bas (+0,43 +/- 0,43 mmol/L pour les moins déficitaires et +0,34 +/- 0,40 mmol/L pour les plus déficitaires) (figure 38).

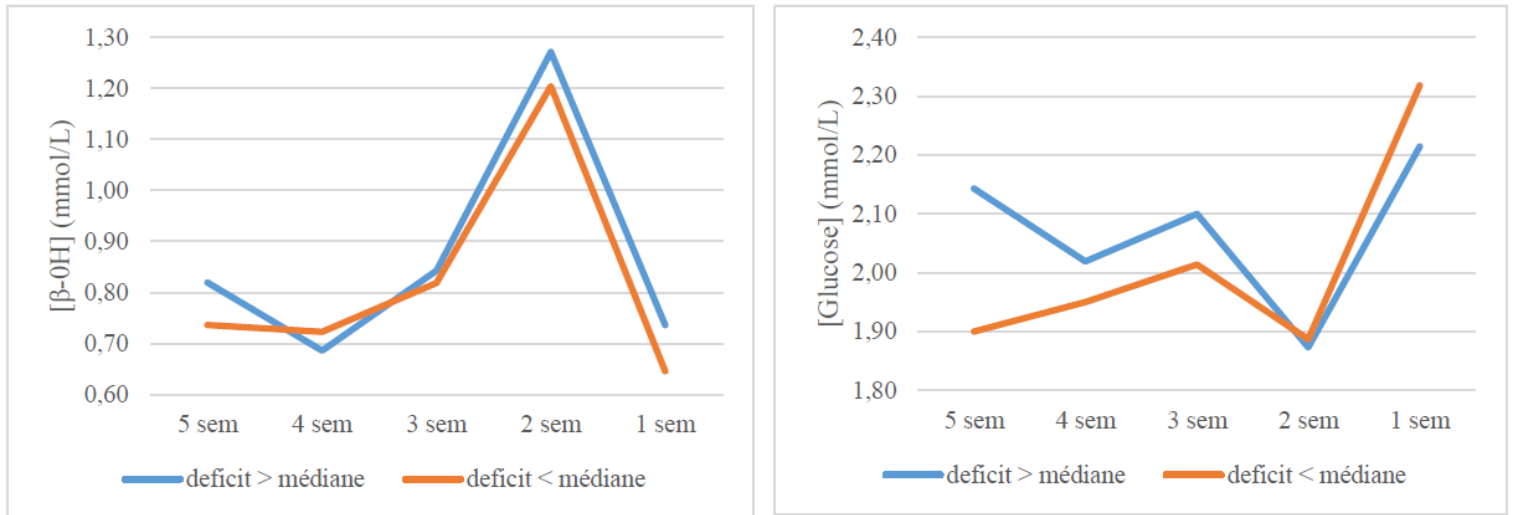


Figure 38 : Evolution des concentrations en $\beta\text{-OH}$ et en Glucose 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon le déficit alimentaire

Concernant les concentrations moyennes en urée, on observe une diminution pour les deux lots entre la 3^{ème} et la dernière semaine avant le part, avec une baisse nettement plus marquée pour les brebis les moins déficitaires (-1,97 +/- 0,87 mmol/L contre -0,71 +/- 0,92 mmol/L).

Les concentrations sériques en AGNE ont diminué tout au long des cinq semaines précédant l'agnelage, avec une chute plus marquée pour le lot le moins déficitaire (-0,41 +/- 0,24 mmol/L contre -0,13 +/- 0,32 mmol/L pour le lot le plus déficitaire) (figure 39).

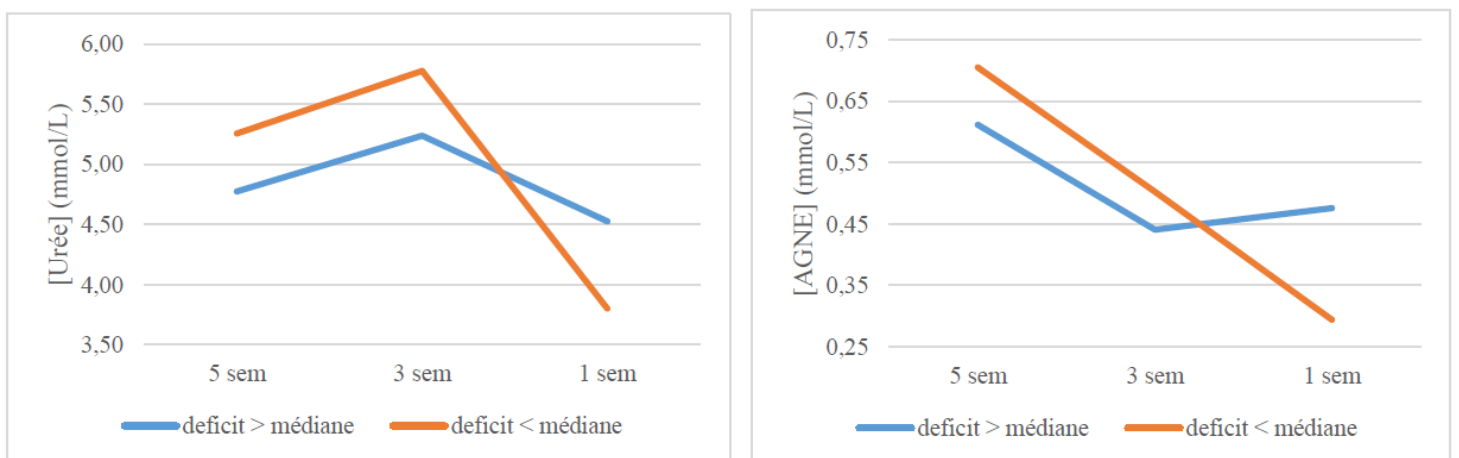


Figure 39 : Evolution des concentrations en Urée et en AGNE 5 semaines avant la mise-bas : comparaison des lots selon le déficit alimentaire

iii. Poids de portée

Le poids de portée moyen était supérieur chez les brebis les plus déficitaires en UFL, mais cette différence n'est pas significative (10,53 +/- 1,95 kg et 9,82 +/- 1,92 kg, test de Wilcoxon : $p = 0,7876$).

Les brebis du lot le plus déficitaire en PDIN avaient un poids de portée moyen inférieur, mais cette différence n'est pas significative (9,82 +/- 1,94 kg et 10,50 +/- 1,91 kg, test de Wilcoxon : $p = 0,1318$).

Le poids de portée moyen des brebis du lot le moins déficitaire en PDIE était plus faible, mais cette différence n'est pas significative (9,62 +/- 1,93 kg et 10,73 +/- 1,84 kg, test de Wilcoxon : $p = 0,9329$).

iv. Concentrations colostrales en IgG1

Quelle que soit la nature du déficit, la concentration colostrale moyenne en IgG1 était toujours supérieure chez les brebis les plus déficitaires (lot UFL : 92,12 +/- 33,33 g/L et 85,02 +/- 24,40 g/L, lot PDIN : 93,73 +/- 30,65 g/L et 82,80 +/- 29,87 g/L, lot PDIE : 93,40 +/- 34,11 g/L et 83,95 +/- 24,26 g/L). Cependant, cette différence n'était jamais significative (test de Wilcoxon, p -UFL = 0,8793 ; p -PDIN = 0,9261 ; p -PDIE = 0,5776).

Ainsi, la concentration du colostrum des brebis en IgG ne semblait pas être fortement influencée par le déficit alimentaire des brebis.

b. Les agneaux

i. Couleur de l'agneau à la naissance

Quelle que soit la nature du déficit étudié, les agneaux « marron » (M) étaient plus fréquents au sein des lots les plus déficitaires (figures 40, 41 et 42). Cependant cette différence n'est pas significative pour les déficits UFL et PDIE (test de Fisher, p -UFL = 0,1004 ; p -PDIE = 0,2833). En revanche, pour le déficit en PDIN, la différence est significative (4,9% de « marron » contre 19,4%, $p = 0,0249$).

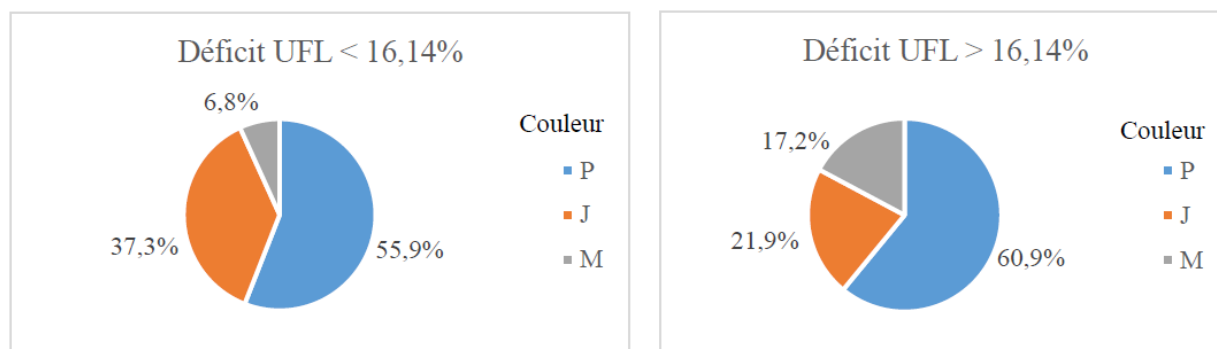


Figure 40 : Répartition de la couleur des agneaux à la naissance : comparaison des lots selon le déficit en UFL

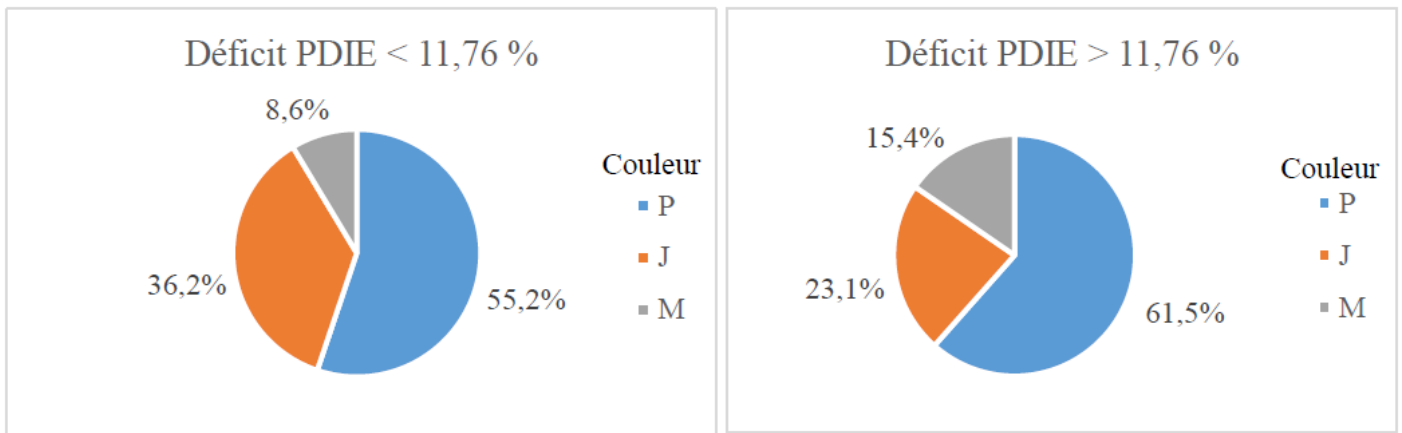


Figure 41 : Répartition de la couleur des agneaux à la naissance : comparaison des lots selon le déficit en PDIE

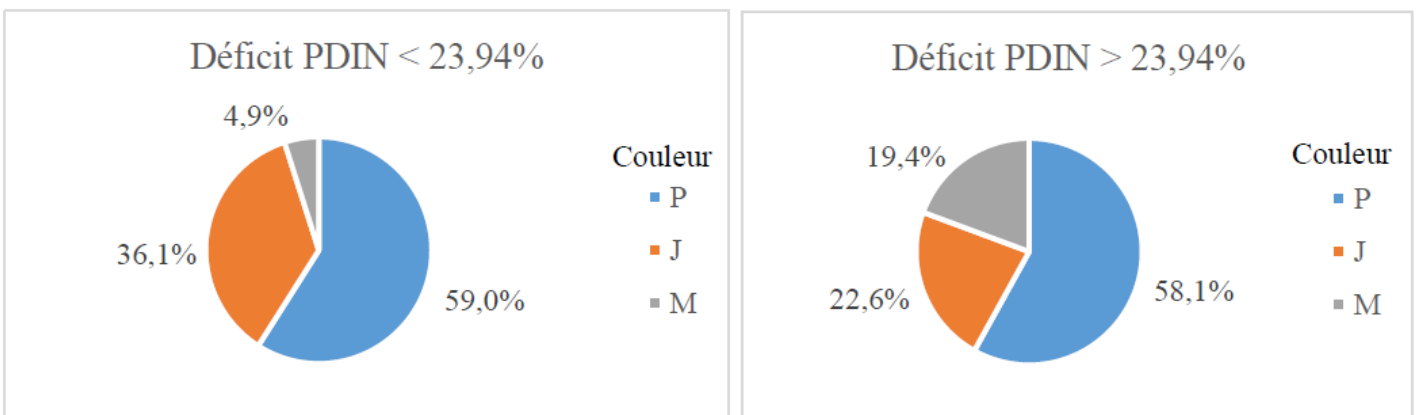


Figure 42 : Répartition de la couleur des agneaux à la naissance : comparaison des lots selon le déficit en PDIN

ii. Poids des agneaux

Les lots de brebis les plus déficitaires en UFL, PDIN et PDIE ont donné naissance à des agneaux moins lourds que les autres groupes (lot UFL : 3,66 +/- 1,00 kg et 4,10 +/- 1,01 kg, lot PDIN : 3,83 +/- 1,00 kg et 3,91 +/- 1,00 kg, lot PDIE : 3,69 +/- 1,00 kg et 4,08 +/- 1,01 kg) (figures 43,44 et 45). Cependant, aucune de ces différences n'est significative au seuil de 5%, même si certaines tendances se dessinent (test de Wilcoxon : p-UFL = 0,06783 ; p-PDIN = 0,2102 ; p-PDIE = 0,1312).

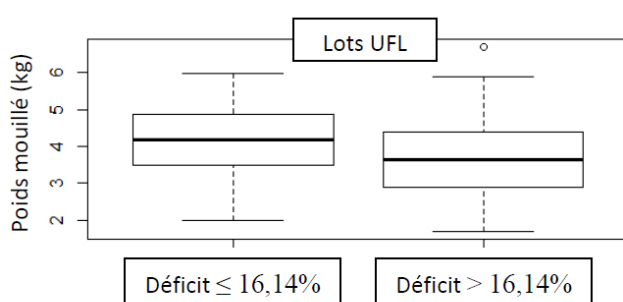


Figure 43 : Poids des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en UFL

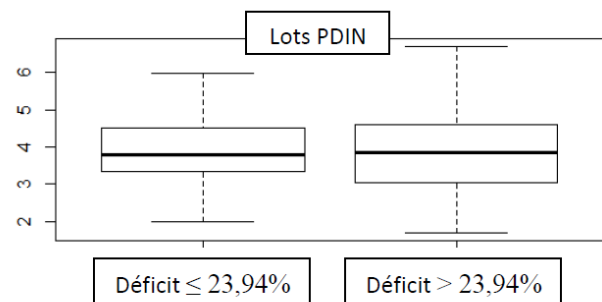


Figure 44 : Poids des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en PDIN

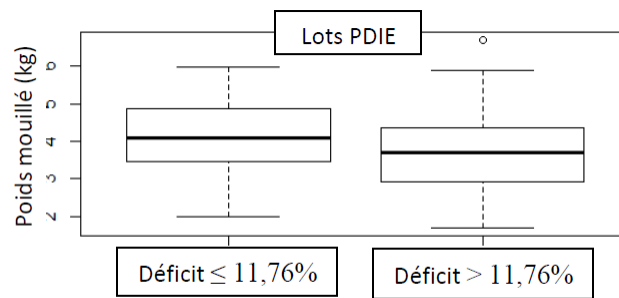


Figure 45 : Poids des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en PDIE

iii. Facilité de naissance

En comparant les déficits entre eux, aucune tendance ne semble se dégager. Ainsi, les agneaux ne sont pas nés plus difficilement selon l'ampleur du déficit en UFL, PDIN ou PDIE (figures 46, 47 et 48).

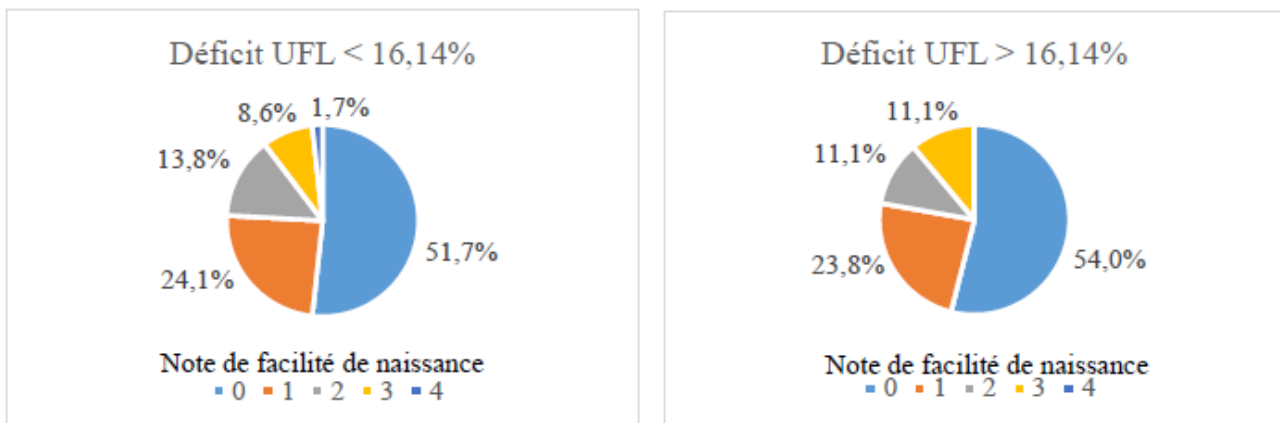


Figure 46 : Répartition de la facilité de naissance : comparaison des lots selon le déficit en UFL

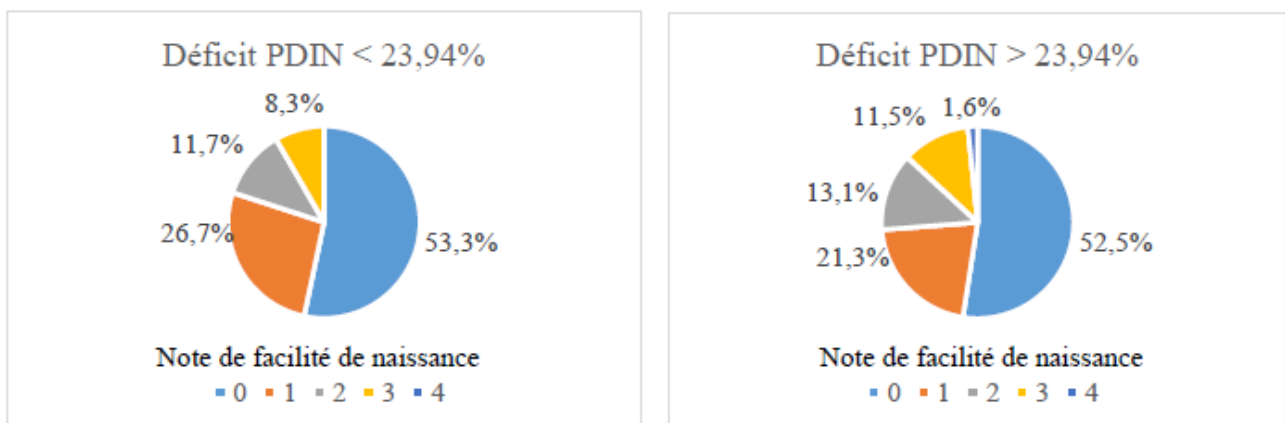


Figure 47 : Répartition de la facilité de naissance : comparaison des lots selon le déficit en PDIN

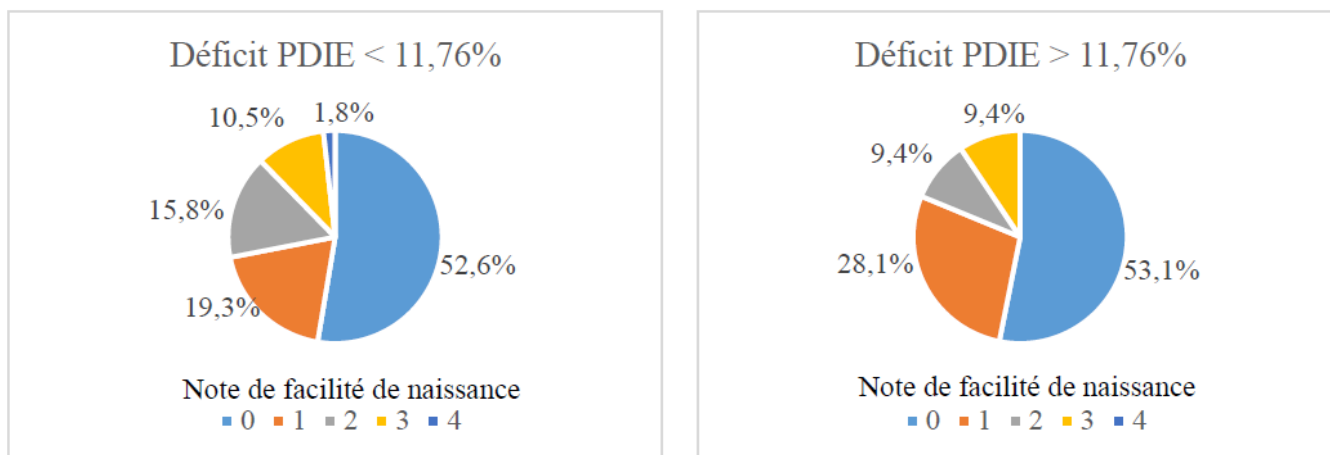


Figure 48 : Répartition de la facilité de naissance : comparaison des lots selon le déficit en PDIE

iv. Activité de l'agneau à T + 5min

Le lot UFL<16,14% comprenait davantage d'agneaux extrêmement vigoureux (note 1) que l'autre lot (37% contre 25,9%) (figure 49). Cependant, cette différence n'apparaît pas significative (test de Fisher, $p = 0,226$). Les brebis les plus déficitaires en UFL ont donné naissance à significativement plus d'agneaux faibles à très faibles (note 3) que les autres brebis (19% contre 1,9%, $p = 0,00432$).

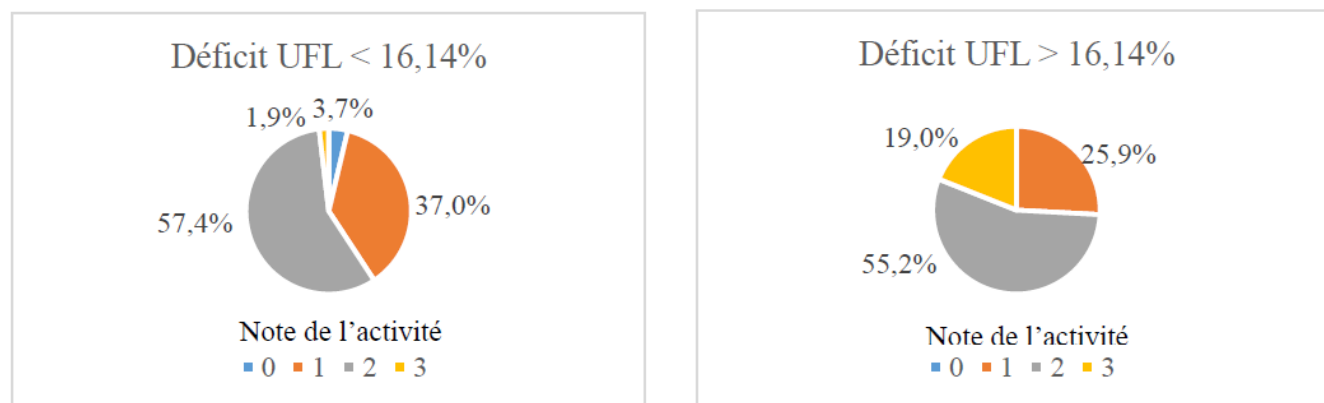


Figure 49 : Répartition de l'activité de l'agneau: comparaison des lots selon le déficit en UFL

Les agneaux extrêmement vigoureux (note 1) étaient plus nombreux dans le lot PDIN<23,94% (35,7% contre 26,8%), mais la différence n'est pas significative (test de Fisher, $p = 0,4151$) (figure 50). La proportion d'agneaux faibles et très faibles (note 3) dans le lot PDIN>23,94% était en revanche significativement plus importante (17,9% contre 3,6%, test de Fisher, $p = 0,02886$).

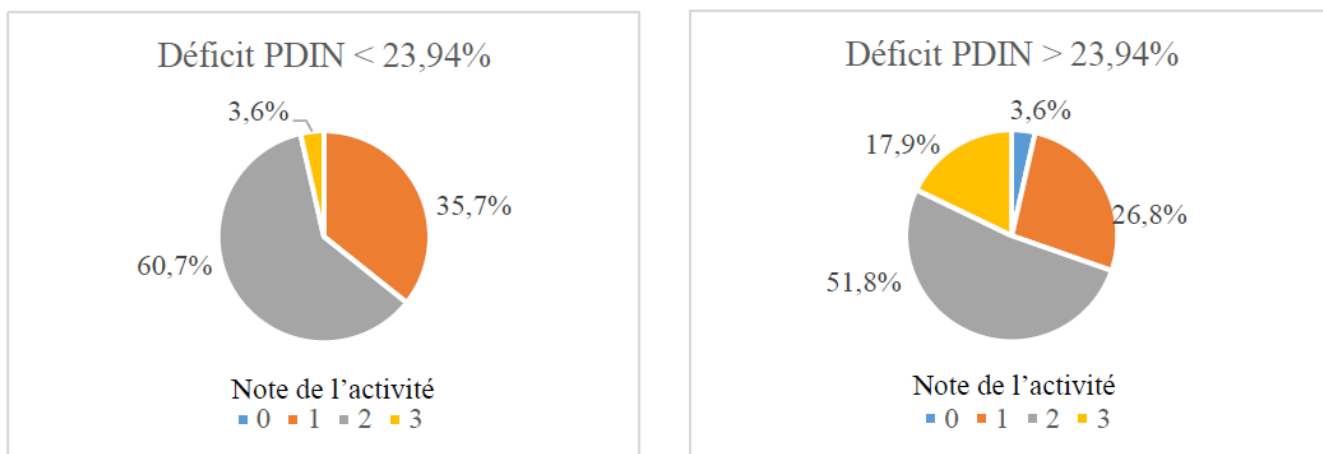


Figure 50 : Répartition de l'activité de l'agneau : comparaison des lots selon le déficit en PDIN

Le lot le moins déficitaire en PDIE comprenait davantage d'agneaux extrêmement vigoureux (37,7% contre 25,4%), mais la différence n'est pas significative (test de Fisher, $p = 0,2205$). Les brebis les plus déficitaires ont donné naissance à significativement plus d'agneaux faibles ($p = 0,03185$), avec 16,9% des agneaux qui ont été notés 3 contre 3,8% (figure 51).

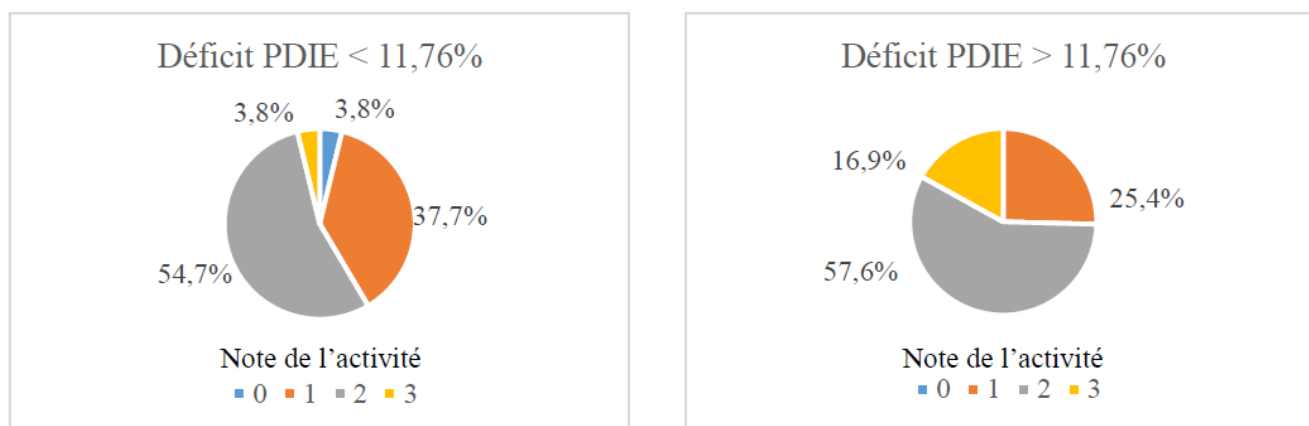


Figure 51 : Répartition de l'activité de l'agneau : comparaison des lots selon le déficit en PDIE

v. Faculté de téter

Le lot le plus déficitaire en UFL comprenait davantage d'agneaux ayant des difficultés pour téter (notes 1 et 2), mais cette différence n'est pas significative (test de Fisher, $p-1 = 0,1451$ et $p-2 = 0,148$). Les agneaux du lot $UFL < 16,14\%$ étaient significativement plus autonomes (test de Fisher, $p = 0,0016$) avec 78,4% d'agneaux notés 0 contre 46,8% dans le lot $UFL > 16,14\%$ (figure 52).

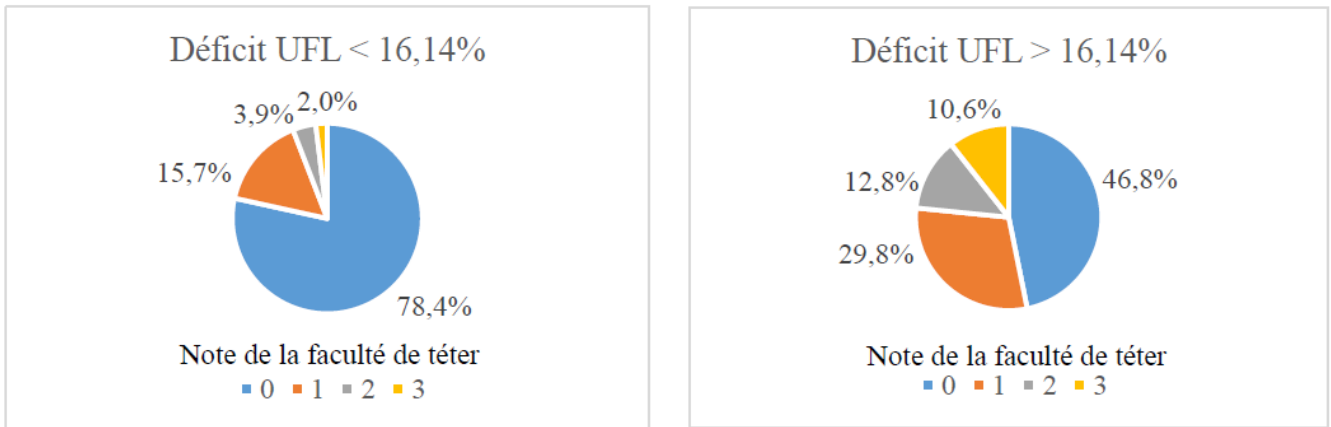


Figure 52: Répartition de la faculté de téter : comparaison des lots selon le déficit en UFL

Dans le lot PDIN>23,94%, les agneaux avaient davantage de difficultés à téter (notes 1 et 2) que dans l'autre lot, mais ce n'est pas significatif avec le test de Fisher ($p-1 = 0,05112$ et $p-2 = 0,4747$) (figure 53). Les agneaux ne nécessitant aucune aide pour téter (note 0) étaient significativement plus nombreux (test de Fisher, $p = 0,000333$) dans le lot le moins déficitaire en PDIN (80,4% contre 44,7%).

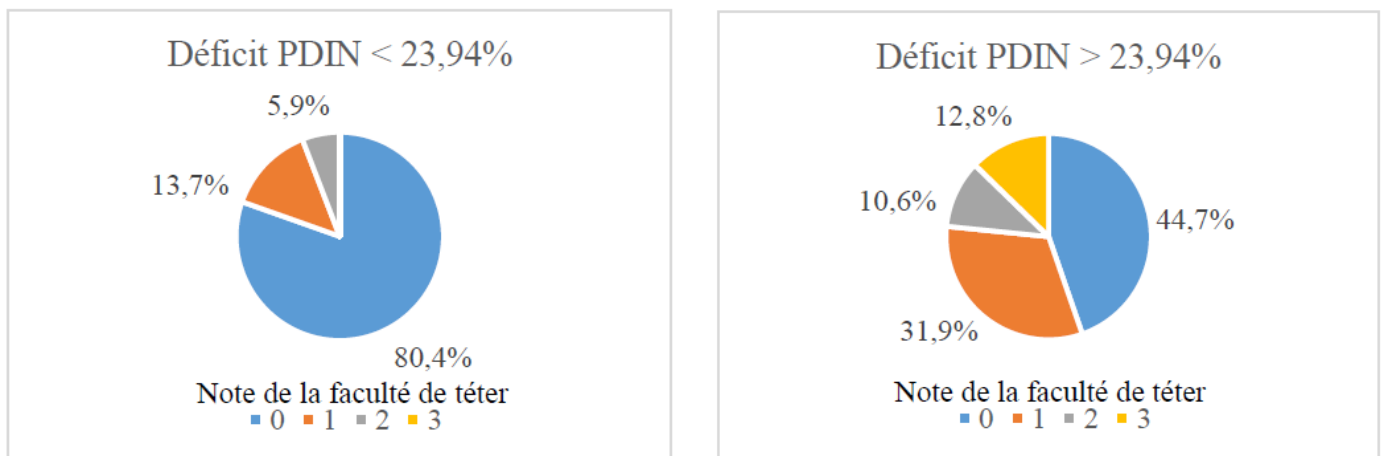


Figure 53: Répartition de la faculté de téter : comparaison des lots selon le déficit en PDIN

Dans le lot PDIE<11,76%, les agneaux étaient significativement plus autonomes que dans le lot PDIE>11,76% avec 74% de notes 0 contre 52,1% (test de Fisher, $p = 0,0357$) (figure 54). Les agneaux nécessitant de l'aide pour téter (notes 1 et 2) étaient plus nombreux dans le lot le plus déficitaire, mais cette différence n'est pas significative (test de Fisher, $p-1 = 0,3371$ et $p-2 = 0,1552$).

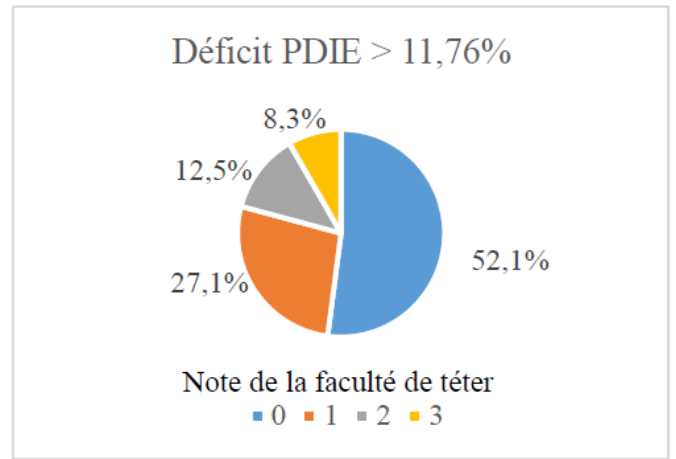
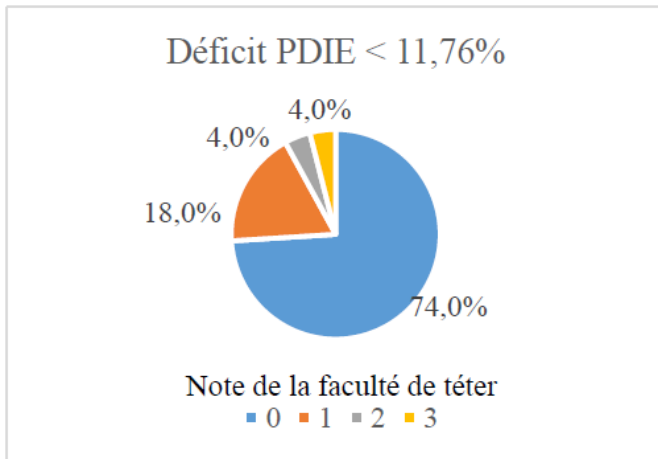


Figure 54: Répartition de la faculté de téter : comparaison des lots selon le déficit en PDIE

vi. Températures rectales des agneaux 12h après la naissance

Concernant les températures rectales à 12h, quels que soient les lots, les températures moyennes étaient semblables (lots UFL 39,2 +/- 0,4 °C et 39,3 +/- 0,4 °C, lots PDIN : 39,3 +/- 0,4 °C et 39,2 +/- 0,4 °C, lots PDIE : 39,2 +/- 0,4 °C et 39,3 +/- 0,4 °C) et aucune différence notable ne se dégage (test de Wilcoxon : p-UFL = 0,1122 ; p-PDIN = 0,4025 ; p-PDIE = 0,1936) (figures 55, 56 et 57).

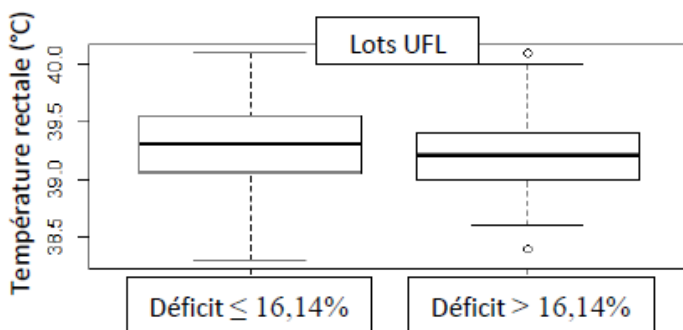


Figure 55: Températures rectales des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en UFL

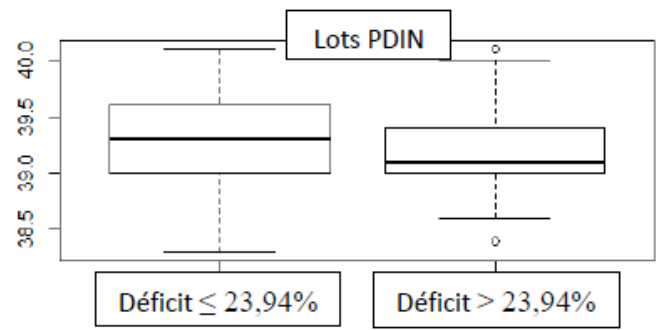


Figure 56: Températures rectales des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en PDIN

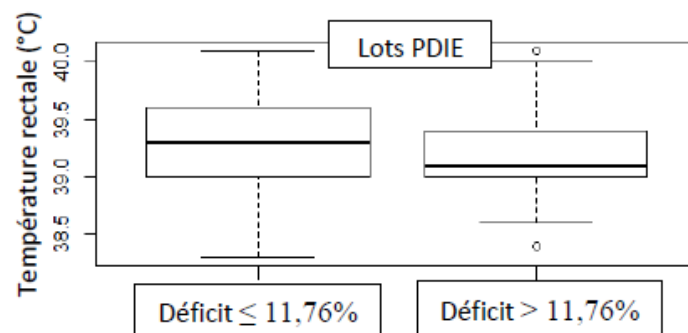


Figure 57: Températures rectales des agneaux : comparaison des lots selon le déficit en PDIE

vii. Concentrations plasmatiques en IgG1 à 24h

Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les lots ($p\text{-UFL} = 0,1306$; $p\text{-PDIN} = 0,7113$; $p\text{-PDIE} = 0,435$), même si les agneaux issus des brebis les moins déficitaires semblent avoir des concentrations plasmatiques en IgG1 plus variables (figures 58, 59 et 60).

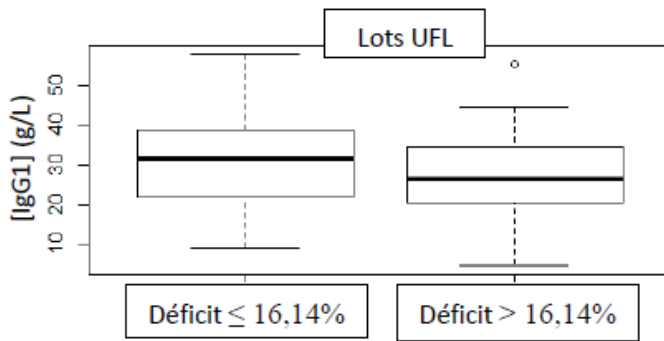


Figure 58: Concentrations plasmatiques en IgG1 : comparaison des lots selon le déficit en UFL

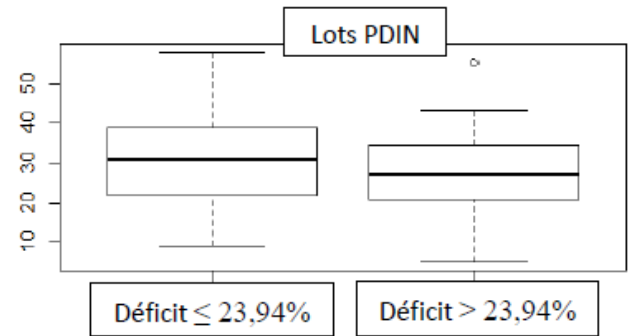


Figure 59: Concentrations plasmatiques en IgG1 : comparaison des lots selon le déficit en PDIN

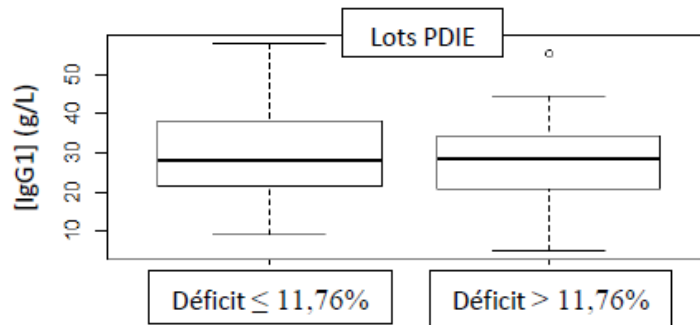


Figure 60: Concentrations plasmatiques en IgG1 : comparaison des lots selon le déficit en PDIE

DISCUSSION

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'influence du niveau de couverture des besoins alimentaires en énergie et protéines des brebis en fin de gestation sur la vigueur des agneaux à la naissance.

1) Difficultés rencontrées : le manque d'effectifs

Suite à des erreurs de dénombrement lors des échographies, de nombreuses brebis ont dû être exclues de l'essai, réduisant considérablement les effectifs de chaque lot. Ainsi, avec la répartition d'origine, nous n'avons pu comparer que deux lots : les brebis doubles nourries à 80% des recommandations INRA (D80 : 11 brebis et 22 agneaux) et celles nourries à 100% (D100 : 15 brebis et 29 agneaux). Aucune donnée sur les brebis triples n'a pu être exploitée. Plusieurs tendances ont pu être dégagées par la comparaison de ces lots, mais l'effectif était souvent un facteur limitant lors des comparaisons statistiques, notamment concernant l'interprétation des paramètres sanguins des brebis cinq semaines avant la mise-bas.

Ainsi, une seconde répartition a été établie, prenant en compte le poids de portée obtenu par rapport à ceux attendus. Ceci a permis d'augmenter les effectifs et donc de rendre l'analyse des paramètres sanguins plus facile. Cependant, cette répartition ne prenait pas en compte l'alimentation reçue par les brebis puisque celles nourries à 100% et celles nourries à 80% des recommandations INRA étaient mélangées.

La troisième répartition effectuée permettait à la fois de conserver les effectifs et de prendre en compte l'alimentation et le poids de portée. Ainsi, les brebis ont été classées selon leur déficit individuel en UFL, PDIN et PDIE. La difficulté principale de cette dernière approche résidait dans le fait de devoir séparer l'effectif en deux groupes, sans avoir *a priori* d'idée sur les seuils permettant cette séparation. Le choix de la médiane s'est fait sur des aspects plus statistiques que physiologiques.

Grâce à ces différents classements, nous avons pu évaluer l'impact de l'alimentation des brebis en fin de gestation sur les paramètres de vigueur de l'agneau. Cela a également permis de comparer les résultats selon les méthodes de répartition des brebis.

2) Les brebis

a. Les Notes d'Etat Corporel des brebis à l'agnelage

Les NEC à l'agnelage étaient relativement faibles avec des brebis en mauvais état pour tous les lots, ce qui indique une sous-alimentation générale des animaux. La baisse de NEC entre la mise en lot et l'agnelage était attendue, mais de façon moins marquée.

La perte de 0,91 point pour le groupe de brebis de taille de portée double et nourries à 80% des recommandations INRA (groupe D80), contre 0,77 point pour le brebis nourries à 100% des recommandations INRA (groupe D100), confirme un déficit alimentaire en fin de gestation plus important dans ce lot. La différence entre les deux lots est de 0,14 point perdu pour 20% d'écart d'apport alimentaire. Or, les brebis nourries à 100% des recommandations ont perdu 0,77 point. Ainsi, en comparant ces pertes de points, on peut supposer que les recommandations INRA pour les brebis en fin de gestation sont déficitaires de plus de 20% par rapport aux besoins réels de la brebis à ce stade et donc que les tables INRA ne sont plus adaptées.

Lorsque la répartition tient compte des poids de portée, la NEC des brebis donnant des portées plus légères a diminué de façon plus faible que les autres, ce qui concorde avec un déficit alimentaire moins important. Ainsi, plus le poids de portée était élevé, plus le déficit alimentaire était important et plus la NEC diminuait entre la mise en lot et l'agnelage.

b. Evolution des paramètres sanguins des brebis 5 semaines avant l'agnelage

La comparaison des évolutions des différents paramètres sanguins entre les lots D80 et D100 est difficilement interprétable compte tenu des effectifs réduits. Il est alors nécessaire d'utiliser la répartition en fonction des poids de portée et celle en fonction des déficits recalculés.

Que la taille des portées attendues soit double ou triple, les concentrations sériques en β -OH étaient d'autant plus élevées que le poids de portée était important. Ceci concorde avec un déficit alimentaire plus important pour ces brebis qui mobilisent ainsi d'avantage leurs réserves. Cependant, cette différence ne se retrouve pas lorsque les brebis sont réparties selon les déficits alimentaires, avec ici des concentrations en β -OH semblables entre les deux lots.

La diminution des valeurs de β -OH en toute fin de gestation (semaine -1) quelle que soit la répartition des brebis (poids de portée ou déficit alimentaire recalculé) est difficile à comprendre, sauf à faire l'hypothèse d'un épuisement des réserves graisseuses sur les brebis.

Les évolutions des concentrations en glucose restent difficilement interprétables quelle que soit la répartition des brebis. Un effet du délai entre la distribution du repas et la

réalisation des prélèvements semble exclu compte-tenu des modalités équivalentes de suivi des groupes.

Malgré les faibles effectifs, on note que les brebis ayant eu un poids de portée plus important présentent une concentration en urée supérieure aux autres durant tout le suivi. On peut supposer que ces valeurs supérieures sont dues à une formation d'urée plus importante chez ces brebis suite à un catabolisme musculaire augmenté. On observe également une chute de la concentration en urée pour toutes les brebis trois semaines avant l'agnelage.

Lorsque les brebis sont réparties selon les déficits alimentaires, on retrouve cette diminution en fin de gestation pour les deux lots, avec une chute moins marquée pour celles qui sont le plus déficitaires. L'hypothèse d'un catabolisme musculaire augmenté chez ces brebis peut ici aussi être émise.

Les brebis avec un poids de portée faible semblent présenter des concentrations sériques d'AGNE inférieures aux brebis ayant des portées plus lourdes. Ce résultat concorde avec un déficit alimentaire moins marqué, et donc une lipomobilisation et une formation plus réduite d'AGNE pour ces brebis.

En revanche, la diminution des concentrations en AGNE pour l'ensemble des animaux, quelle que soit leur répartition (poids de portée ou déficit alimentaire) durant tout le suivi, ne s'explique pas puisque l'amaigrissement devrait s'accroître et donc la formation d'AGNE également. Là aussi, l'hypothèse d'un épuisement des réserves graisseuses peut être émise.

c. Les poids de portée

Concernant le poids de la portée, les brebis du lot D100 donnent des portées plus lourdes que le lot D80. Ce résultat est en accord avec les études menées par Gardner et al. (2007) et Gao et al. (2008) qui montrent qu'un déficit alimentaire en fin de gestation provoque une diminution du poids des agneaux tandis qu'une ration enrichie permet de l'augmenter (Oldham et al., 2011 ; Mahboub et al., 2013). Cependant, la différence observée dans notre étude n'est pas significative, probablement en raison du faible effectif de la population étudiée.

Le poids de portée semble également être inférieur pour les brebis les plus déficitaires en PDIN, ce qui suit le même raisonnement. Contre toutes attentes, les brebis les plus déficitaires en UFL et PDIE ont donné, de façon non significative, des portées plus lourdes. Ce résultat doit être relativisé puisque la relation entre le poids de portée et le déficit alimentaire est biaisée. En effet, les déficits individuels ont été recalculés à partir du poids de portée obtenu. Or, il a été démontré que celui-ci était lui-même impacté par le déficit alimentaire (Rooke et al., 2015) ; donc ces deux variables ne sont pas indépendantes et les résultats sont difficilement interprétables.

d. Concentration colostrales en IgG1

Quelles que soient les brebis et leur alimentation, les concentrations colostrales en IgG1 étaient satisfaisantes. La majorité des colostrums a été jugée comme bonne (50-100g/L) à très bonne (>100g/L) et aucune différence flagrante n'est ressortie selon les lots. Ces résultats sont en apparente contradiction avec ceux de la bibliographie qui montrent une corrélation entre l'alimentation en fin de gestation et la qualité et la quantité du colostrum produit (Swanson et al., 2008 ; Banchemo et al., 2015). En réalité, cela concorde avec les résultats de cette étude qui explique que les brebis déficitaires ont effectivement des concentrations colostrales en IgG supérieures aux autres brebis, mais un volume colostrale et une masse totale en IgG (concentrations * volume) inférieurs.

3) Les agneaux

a. La facilité de naissance

La majorité des agneaux observés est née sans assistance (note 0). En comparant les lots, les agneaux du lot D100 semblent être plus nombreux à être nés sans aucune assistance, mais cette différence n'est pas significative. De plus, cette tendance n'est pas confirmée par la comparaison des lots de déficit en UFL, PDIN et PDIE.

En revanche, les agneaux ayant nécessité une aide importante pour leur naissance (notes 2 et 3) sont significativement plus nombreux dans le lot D80. Ainsi, les brebis les plus déficitaires auraient des mises-bas plus difficiles. Ce résultat est en accord avec celui obtenu dans l'étude menée par Dwyer et al. (2003) montrant qu'une restriction alimentaire en fin de gestation augmentait le taux de mauvaises présentations lors de la mise-bas. Pourtant, cette tendance n'est pas vérifiée avec la répartition selon les déficits individuels des brebis.

Les mises-bas plus difficiles chez les brebis les plus déficitaires pourraient s'expliquer par une diminution de la synthèse de plusieurs hormones intervenant dans le déclenchement et le bon déroulement de la parturition. En effet, l'axe hypothalamo-hypophysaire fœtal se développe particulièrement en fin de gestation et produit la corticolibérine (CRH), hormone permettant un pic de la concentration en cortisol qui intervient dans le déclenchement de la parturition (Sherwood et al., 2016). Une restriction alimentaire à cette période pourrait donc altérer le développement de cet axe et donc la synthèse de la CRH lors de la préparation au part. De plus, cela pourrait également diminuer la synthèse de la relaxine par le corps jaune, hormone permettant l'assouplissement du col et donc une mise-bas plus facile. Une synthèse restreinte de ces hormones provoquerait alors un part plus languissant et expliquerait des mises-bas plus difficiles pour les brebis en déficit alimentaire.

b. La couleur de l'agneau à la naissance

A la naissance, la couleur de l'agneau peut varier du blanc au marron suite à l'expulsion du méconium dans le liquide amniotique lors de la mise-bas. Ceci sera observé lors de parts plus longs, plus difficiles ou plus languissants que la normale. Or, d'après les observations ci-dessus (paragraphe 3.a), les brebis les plus déficitaires auraient des mises-bas plus difficiles et donc devraient donner d'avantage d'agneaux « marron ».

Que ce soit dans l'ensemble de l'échantillon d'étude ou dans les différents lots, la majorité des agneaux naissent « propres » ou « jaunes ». En comparant le critère « couleur jaune » aux autres paramètres, on déduit que cette couleur n'a pas de lien avec la vigueur de l'agneau. En revanche, si le nombre d'agneaux nés « marron » ne varie pas selon la taille des portées (environ 13% pour les portées doubles et triples), on peut relier cette couleur à une diminution de facilité de naissance, d'activité de l'agneau à cinq minutes de vie et de faculté de téter. Ainsi, un agneau « marron » signe un animal qui risque d'être moins vigoureux.

En comparant les lots D80 et D100, les agneaux nés « marron » semblent être plus nombreux dans le lot D80 comportant les brebis les plus déficitaires, mais cette différence n'est pas significative ($p = 0,2163$).

Cependant, cette tendance se confirme en comparant les lots selon les déficits individuels en UFL et en PDIE. Cette différence devient significative entre les lots réalisés selon le déficit en PDIN ($p = 0,0249$). Ainsi, il semblerait que les brebis les plus déficitaires donnent d'avantage d'agneaux « marron » donc moins vigoureux.

c. Le poids des agneaux à la naissance

La majorité des agneaux nés dans cette étude avait un poids compris entre 3kg et 5kg à la naissance. Les agneaux issus du lot D100 étaient significativement plus lourds (+690g) que ceux issus du lot D80. Ceci implique que des brebis moins alimentées donnent des agneaux plus légers. Ce résultat concorde avec ceux trouvés dans la littérature (Gardner et al., 2007 ; Gao et al., 2008 ; Oldham et al., 2011 ; Mahboub et al., 2013).

Cette tendance s'observe également en comparant les agneaux selon les déficits individuels des brebis, avec des agneaux plus légers dans les lots les plus déficitaires en UFL, PDIN et PDIE. Cependant, ces différences ne sont pas significatives puisque les résultats obtenus subissent le même biais que celui observé pour les poids de portée, à savoir que les variables « poids de portée » et « déficit individuel » ne sont pas indépendantes (paragraphe 2.c) (Rooke, 2015).

Cette diminution du poids de naissance, reflet de la croissance fœtale, pourrait s'expliquer par une diminution des échanges fœtaux-maternels et un défaut de synthèse hormonale. En effet, le développement fœtal a lieu majoritairement lors du dernier tiers de gestation et est permis par l'acquisition de nutriments, notamment de glucose, grâce aux échanges fœtaux-maternels *via* le placenta. Lors de restriction alimentaire, la concentration

sérique en glucose de la mère est diminuée et donc la disponibilité du glucose pour le fœtus également puisque les transporteurs permettant sa diffusion *via* le placenta sont temps et concentration dépendants (McMullen et al., 2005). Ainsi, la restriction énergétique induit une baisse du glucose plasmatique maternel et fœtal, ce qui pourrait expliquer la diminution du poids de naissance (Lekatz et al., 2011).

De plus, la croissance fœtale est également permise par des hormones telles que les Insulin-like Growth Factor (IGF) qui stimulent la multiplication et la différenciation cellulaire et qui influent sur la disponibilité des nutriments pour le fœtus. Or, il semblerait que la concentration en IGF diminue lors de restriction alimentaire chez les brebis (Osgerby et al., 2002), ce qui expliquerait également une diminution de la croissance fœtale et donc du poids de naissance des agneaux. On peut supposer qu'il en est de même pour les hormones thyroïdiennes qui ont un rôle majeur dans la différenciation cellulaire et la croissance fœtale, puisque le développement de la thyroïde a lieu lors des deux derniers tiers de la gestation et est donc soumis aux effets de la restriction alimentaire.

d. L'activité de l'agneau à T + 5min

Au sein de l'ensemble de l'échantillon d'étude, les agneaux étaient majoritairement actifs ou très actifs cinq minutes après leur naissance. Les agneaux extrêmement vigoureux (note 1) sont significativement plus nombreux dans le lot D100. Ainsi, les brebis les mieux alimentées donneraient des agneaux plus vigoureux à cinq minutes de vie. Cependant, si la tendance s'observe également pour les lots UFL, PDIN et PDIE, la différence n'est pas significative.

Les agneaux faibles à très faibles (note 3) étaient plus nombreux dans le lot D80 et cette tendance se confirme de façon significative dans les lots avec un déficit en UFL, PDIN et PDIE plus marqué. On peut donc conclure que les brebis les plus déficitaires tendent à donner d'avantage d'agneaux faibles voire très faibles cinq minutes après leur naissance.

Cependant, les agneaux actifs (note 2) se différencient peu des agneaux très actifs (note 1) sur la faculté de téter. Si le choix de noter à 5 minutes de vie l'activité de l'agneau est issu de la méthode de notation utilisée par la Suffolk Sheep Society (Matheson et al, 2012), sa pertinence sur les agneaux français peut être discutée. En effet, il semblerait que les agneaux debout à 6 ou 7 minutes ne présentent pas de différence sur les autres paramètres (en particulier la faculté de téter) par la suite, d'après mes observations personnelles et celles des autres opérateurs. De même, cette méthode de notation sous-évalue les agneaux actifs avant la fin des 5 minutes mais qui se sont recouchés à T + 5min, fatigués par leurs efforts. C'est pourquoi une autre méthode de notation sera proposée pour les autres campagnes d'agnelage, consistant à observer l'agneau durant ses 10 premières minutes de vie et à noter le temps qu'il met pour se lever la première fois.

e. La faculté de téter des agneaux

La majorité des agneaux observés a tété seule dans les deux heures suivant la mise-bas. Les agneaux étaient cependant moins autonomes pour téter dans les lots les plus déficitaires (D80, UFL, PDIN, PDIE) avec significativement moins d'agneaux tétant seuls (note 0). De plus, le lot D80 comportait significativement plus d'agneaux nécessitant une aide majeure pour téter (note 2).

Cette tendance se retrouve lorsque l'on répartit les brebis en fonction de leurs déficits individuels, mais n'est alors pas significative. Ainsi, les brebis les plus déficitaires donneraient naissance à des agneaux moins autonomes pour téter.

Pour expliquer cette observation, on pourrait supposer que la restriction imposée en fin de gestation impacte la maturation de l'hypothalamus qui régule la prise alimentaire. Mais cette hypothèse ne se vérifie pas dans l'étude menée par Laporte-Broux et al. en 2011 sur des chèvres.

f. Les températures rectales des agneaux à 12h

La surveillance de la température rectale est importante dans la lutte contre le syndrome d'inanition hypothermie, danger majeur pour la survie de l'agneau dans ses premières heures de vie (Gautier et al., 2011). Les agneaux de l'essai ont présenté une température moyenne de 39,2°C et aucune hypothermie marquée (<38°C) n'a été détectée. Environ 15% des agneaux (7/49) des lots D100 et D80 avaient une température rectale à 12h inférieur à 39°C.

Quel que soit le déficit alimentaire, les températures des différents lots sont semblables et aucune tendance ne se dégage. Ainsi, une sous-alimentation en fin de gestation ne semble pas avoir d'impact sur la température de l'agneau à 12h de vie.

Ces résultats sont contraires à ceux obtenus dans la littérature. En effet, dans son étude de 2013, Mahboub et al. indiquaient qu'une complémentation alimentaire de la brebis en fin de gestation provoquait une hausse de la température à 24h de vie, mais de façon non significative. De plus, l'étude de Dwyer et al. (2006) a montré que les agneaux plus légers et moins vigoureux avaient une température rectale inférieure à celle des autres.

Cependant, il est important de prendre en compte les conditions d'agnelage lors de notre essai : les mises-bas ayant eu lieu en bergerie, dans des conditions de température relativement clémentes (5,8 +/- 3°C en moyenne). Il est possible qu'une étude similaire donne des résultats plus marqués avec des agnelages en extérieur.

g. Concentrations sériques en IgG1 des agneaux à 24h

Dans la majorité des cas, les concentrations sériques en IgG1 des agneaux était supérieure à 15 g/L, ce qui traduit un transfert d'immunité passive satisfaisant. Les concentrations sériques moyennes en IgG1 ne différaient par ailleurs pas de manière

significativement entre les lots. Ainsi, nos résultats ne semblent pas en faveur d'un impact du déficit alimentaire en fin de gestation sur la qualité du transfert d'immunité passive.

Cependant, ce résultat est contraire à celui rapporté par Mahboub et al. en 2013 qui montrent un lien direct entre l'alimentation de la brebis et la concentration sérique en IgG1 de l'agneau. De plus, des études montrent que l'alimentation de la brebis en fin de gestation a un impact sur la concentration colostrale en IgG, agissant elle-même sur la concentration sérique en IgG de l'agneau (Parker et al., 1990 ; Nowak et al., 2006 ; Dwyer, 2008 ; Banchemo et al., 2015). On peut supposer que cette différence de résultat dans l'essai est due au manque d'effectif mais aussi à une comparaison de brebis ayant toutes un déficit alimentaire, contrairement à ces études qui comparent des brebis sous-alimentées à des brebis correctement nourries.

CONCLUSION

La productivité numérique est un enjeu majeur pour la filière ovine allaitante car elle détermine pour partie sa rentabilité économique. Parmi les paramètres la conditionnant, la réduction de la mortalité des agneaux est celui pour lequel les plus grandes marges de progrès sont envisageables. Par ailleurs, le lien entre la vigueur de l'agneau à la naissance et la mortinatalité est clairement établi. Les facteurs influençant la vigueur des agneaux restent assez mal connus et leur étude intéresse les professionnels de la filière, comme l'indique la mise en place de protocoles permettant son évaluation en ferme.

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence du niveau de couverture des besoins alimentaires des brebis en fin de gestation sur la vigueur des agneaux à la naissance. Lors de cette campagne d'agnelage, les brebis ont majoritairement mis bas facilement et donné des agneaux vigoureux, actifs à 5 minutes de vie et tétant seuls. Les résultats obtenus montrent tout de même que les brebis les plus déficitaires mettaient bas plus difficilement et donnaient naissance à des agneaux significativement moins lourds (-690g) qui étaient par la suite moins actifs à 5 minutes de vie et moins autonomes pour téter. Aucune différence notable n'a cependant pu être observée concernant les concentrations colostrales en IgG1, les températures rectales des agneaux et les concentrations sériques en IgG1 des agneaux à 24h de vie. Ainsi, conformément aux résultats rapportés dans la littérature, une restriction alimentaire des brebis en fin de gestation diminue globalement la vigueur des agneaux à la naissance.

Les premiers résultats de cette étude sont relativement satisfaisants, malgré les difficultés rencontrées. En effet, les brebis ayant donné naissance à plus d'agneaux que prévu, les restrictions alimentaires supportées par les mères étaient plus importantes et les déficits en UFL, PDIN et PDIE ont dû être recalculés. De plus, plusieurs brebis et leurs agneaux ont dû être exclus de l'essai et l'effectif s'est révélé être un facteur limitant à plusieurs reprises, notamment pour l'analyse des paramètres sanguins (glucose, β -OH, urée et AGNE) des brebis 5 semaines avant l'agnelage.

Suite à cette première campagne d'agnelage, certaines observations ont conduit à des modifications du protocole (notamment quant à l'évaluation de l'activité de l'agneau à 5 minutes de vie) afin de l'optimiser pour les campagnes à venir. Ainsi, les résultats de cette étude restent à confirmer et doivent encore être consolidés avec ceux qui seront obtenus lors de la prochaine campagne d'agnelage.

ANNEXE 1 : RATION DES LOTS

Rations de concentrés avant l'agnelage:

➤ Lot 100 % Recommandations INRA: Brebis TRIPLES

	-6 à -5 semaines	-4 à -3 semaines	-2 à -1 semaines
Orge	0,07 kg	0,04 kg	0,74 kg
Tourteaux de Colza	0,33 kg	0,75 kg	0,42 kg
CMV 2-29-4	0,02 kg	0,02 kg	0,02 kg

➤ Lot 100 % Recommandations INRA: Brebis DOUBLES

	-6 à -5 semaines	-4 à -3 semaines	-2 à -1 semaines
Orge	0,16 kg	0,25 kg	0,61 kg
Tourteaux de Colza	0,18 kg	0,33 kg	0,34 kg
CMV 2-29-4	0,02 kg	0,02 kg	0,02 kg

➤ Lot 80 % Recommandations INRA: Brebis TRIPLES

	-6 à -5 semaines	-4 à -3 semaines	-2 à -1 semaines
Orge	0 kg	0 kg	0,52 kg
Tourteaux de Colza	0,18 kg	0,49 kg	0,29 kg
CMV 2-29-4	0,02 kg	0,02 kg	0,02 kg

➤ Lot 80 % Recommandations INRA: Brebis DOUBLES

	-6 à -5 semaines	-4 à -3 semaines	-2 à -1 semaines
Orge	0 kg	0,03 kg	0,35 kg
Tourteaux de Colza	0,13 kg	0,3 kg	0,27 kg
CMV 2-29-4	0,02 kg	0,02 kg	0,02 kg

ANNEXE 2 : VALEURS ALIMENTAIRES

Valeurs alimentaires prévisionnelles du mélange fermier (sur la matière brute) :

MAT	33,3	TOURTEAU DE COLZA :	
UFL	0,82	ORGE :	
PDIN	217 g	MAT	10,3
PDIE	137 g	UFL	0,93
		PDIN	70 g
		PDIE	90 g

Valeurs alimentaires prévisionnelles du fourrage (sur la matière sèche) :

Parcelles	Type de prairie	% MS	UFL	PDIN	PDIE	PDIA
GP6	PT	89,29	0,73	36 g	68 g	16
GP7	PT	90,59	0,64	43 g	66 g	19
Goulet 2	PT	90,66	0,69	64 g	78 g	31
Goulet 3	PP	89,98	0,71	66 g	80 g	32

Apport alimentaire des différents lots :

		T80	T100	D80	D100
S6-S5	UFL	0,85	1,01	0,81	1,00
	PDIN	104	135	93	115
	PDIE	105	121	98	119
S4-S3	UFL	1,10	1,35	0,97	1,20
	PDIN	171	231	132	154
	PDIE	147	186	124	148
S2-S1	UFL	1,42	1,73	1,25	1,55
	PDIN	164	208	148	181
	PDIE	167	204	148	181

Formule calculs :

$$\text{Apport UFL} = (\text{UFL}_{\text{fourrage}} \times \text{Q}_{\text{fourrage}}) + (\text{UFL}_{\text{colza}} \times \text{Q}_{\text{colza}}) + (\text{UFL}_{\text{orge}} \times \text{Q}_{\text{orge}})$$

$$\text{Apport PDIN} = (\text{PDIN}_{\text{fourrage}} \times \text{Q}_{\text{fourrage}}) + (\text{PDIN}_{\text{colza}} \times \text{Q}_{\text{colza}}) + (\text{PDIN}_{\text{orge}} \times \text{Q}_{\text{orge}})$$

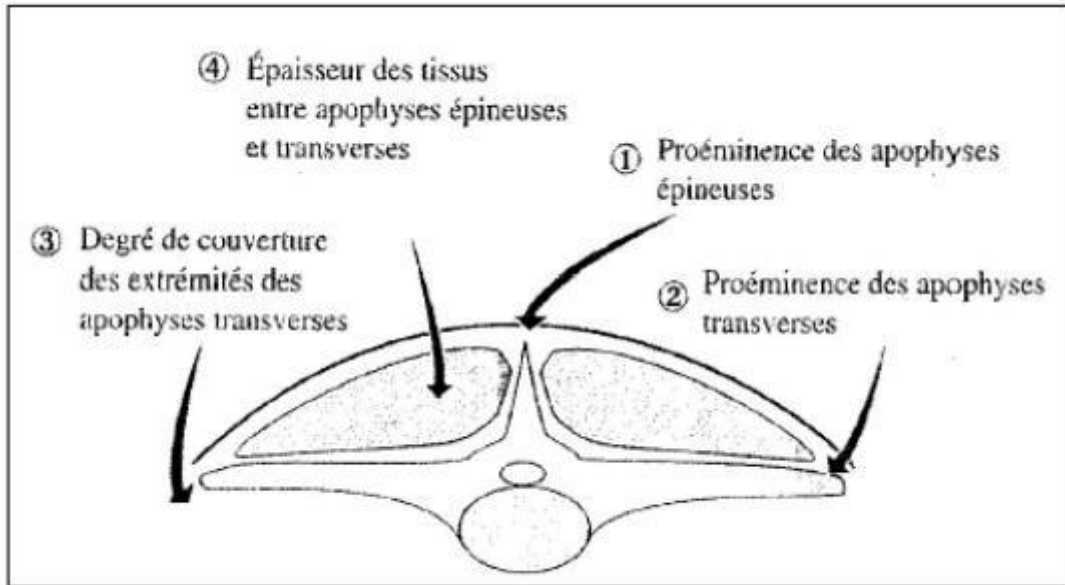
$$\text{Apport PDIE} = (\text{PDIE}_{\text{fourrage}} \times \text{Q}_{\text{fourrage}}) + (\text{PDIE}_{\text{colza}} \times \text{Q}_{\text{colza}}) + (\text{PDIE}_{\text{orge}} \times \text{Q}_{\text{orge}})$$

Ex : Apport UFL lot triple 80% entre S2 et S1

$$\text{UFL}_{\text{T80}} = (0,7 \times 1) + (0,82 \times 0,29) + (0,93 \times 0,52) = 1,42$$

ANNEXE 3 : BARÈME DE NOTATION D'ETAT CORPOREL

D'après l'Institut de l'Elevage



Note 0 : Extrêmement émacié sur le point de mourir : impossibilité de détecter des tissus musculaires ou adipeux entre la peau et l'os.

Note 1 : les apophyses épineuses sont saillantes et pointues. Les apophyses transverses sont également pointues, les doigts passant facilement sous leurs extrémités et il est possible de les engager entre elles. La noix du muscle est peu épaisse et on ne détecte pas de gras de couverture.

Note 2 : les apophyses épineuses sont encore proéminentes, mais sans « rugosité ». Chaque apophyse est sentie au toucher simplement comme une ondulation. Les apophyses transverses sont également arrondies et sans rugosité et il est possible, en exerçant une légère pression d'engager les doigts entre leurs extrémités. La noix du muscle est d'épaisseur moyenne avec une faible couverture adipeuse.

Note 3 : les apophyses épineuses forment seulement de très légères ondulations souples; chacun de ces os ne peut être individualisé que sous l'effet d'une pression des doigts. Les apophyses transverses sont très bien couvertes et seule une forte pression permet d'en sentir les extrémités. La noix du muscle est « pleine » et sa couverture adipeuse est moyenne.

Note 4 : Seule la pression permet de détecter les apophyses épineuses sous la forme d'une ligne dure entre les deux muscles (recouverts de gras) qui forment une surface continue. On ne peut pas sentir les extrémités des apophyses transverses. La noix du muscle est « pleine » avec une épaisse couverture adipeuse.

Note 5 : les apophyses épineuses ne peuvent être détectées, même avec une pression ferme. Les deux muscles recouverts de graisse sont proéminents et on observe une dépression le long de la ligne médiane du dos. Les apophyses transverses ne peuvent être détectées. La noix des muscles est très « pleine » avec une très épaisse couverture adipeuse. D'importantes masses de graisse se sont déposées sur la croupe et la queue.

ANNEXE 4 : FICHE DE SUIVI

FICHE SUIVI VIGAGNO

BREBIS

Numéro: _____

Lot: _____

AGNELAGE

Date: _____

Heure: _____

Taille portée: 1 / 2 / 3 / 4 / autre: _____

COLOSTRUM

Heure: _____

Réfractomètre: _____

	Numéro	Poids	Couleur	Facilité de naissance	Activité à 5 min	Faculté de tétée	Température à 12j		Prise de sang		Remarques : Bib / Morts
							Rectale	Au front	Heure	Réfracto	
AGNEAU 1											
AGNEAU 2											
AGNEAU 3											

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, agneaux coincés efforts conséquents

4 Conséquences majeures pour la brebis

Activité de l'agneau (N + 5min)

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

Faculté de tétée

0 Boit correctement, sans aide

1 Aide mineure pour téter: 1 seule fois

2 Aide majeure pour téter: plus d'1 fois

3 Exclus de l'analyse: mère sans lait, agneau non adopté, orphelin, abandonné

COULEUR

P PROPRE

J JAUNE

M MARRON

ANNEXE 5 : COULEUR DES AGNEAUX

Agneaux « propres »



Agneaux « jaunes »



Agneaux « marron »



ANNEXE 7 : FORMULES DE CALCUL DES DEFICITS INDIVIDUELS

Besoins UFL :

$[0.033 * \text{Poids moyen brebis (kg)}^{0.75} + 0.0175 * \text{Poids de la portée (kg)} * \exp(2.09 + 0.362 * \text{semaine par rapport à l'agnelage})] * [1 + 0.1 * (\text{Note d'état corporel} < 3)] + \text{apport UFL fourrages (par kg MS)} * (0.345 - 0.0183 * \text{température ambiante (°C)})$

Besoins PDIE (Apport optimum) :

$[2.64 * \text{Poids moyen (kg)}^{0.75} + 9.722 * \text{Poids de la portée (kg)} * \ln(4.142 + 0.444 * \text{semaine par rapport à l'agnelage})] + [1 + 0.1 * (\text{Note d'état corporel} < 3)]$

Besoins PDIN :

$\text{Min} \left[\max [1.9 * \text{Poids moyen (kg)}^{0.75} + \min [\text{Apport PDIE (g)}; (2.5 * \text{Apport PDIE (g)} + 1.9 * \text{Optimum PDIE (g)})/4.4]; \text{Apports PDIE (g)}]; \text{Optimum PDIE (g)} + 4.4 * \text{Poids moyen (kg)}^{0.75} \right]$

Avec : (Note d'état corporel (<3)) : valeur logique : si note d'état corporel < 3 alors valeur 1, sinon valeur 0

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARSENAULT J, GIRARD C, DUBREUIL P, BELANGER D (2003). Incidence, temporal distribution, causes and risk factors of preweaning lamb mortality in 30 sheep flocks in Quebec, Canada. *Proceedings of the 10th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics*.
- 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.
- BARAZANDEH A, MOGHBELI S.M, VATANKHAH M, HOSSEIN-ZADEH N.G (2012). Lamb survival analysis from birth to weaning in Iranian Kermani sheep. *Tropical Animal Health and Production*, **44**, 929-934.
- BELLET V, CARLIER M, CHOTTEAU P, MILET G, MORIN E, RUBIN B, YOU G (2016a). La viande ovine dans l'Union Européenne. *Economie de l'élevage*, n°**478**, 16-23.
- BELLET V, CARLIER M, CHOTTEAU P, MILET G, MORIN E, RUBIN B, YOU G (2016b). La viande ovine dans le monde. *Economie de l'élevage*, n°**478**, 24-27.
- BELLET V, CARLIER M, CHOTTEAU P, MILET G, MORIN E, RUBIN B, YOU G (2016c). La viande ovine en France. *Economie de l'élevage*, n°**478**, 10-15.
- BOLAND T.M, KEANE N, NOWAKOWSKI P, BROPHY P.O, CROSBY T.F (2005). High mineral and vitamin E intake by pregnant ewes lowers colostral immunoglobulin G absorption by the lamb. *Journal of Animal Science*, **83**, 871–878.
- CLARKE L, HEASMAN L, JUNIPER D.T, SYMONDS M.E (1998). Maternal nutrition in early-mid gestation and placental size in sheep. *British Journal of Nutrition*, **79**, 359-364.
- CORBIERE F, CHOVAUX E, FRANCOIS D, WEISBECKER J.L, BOUVIER F, AUTRAN P, BOUQUET P.M, GAUTIER J.M (2012). Facteurs de risque individuels et environnementaux de la mortalité des agneaux : analyse des données des stations expérimentales du département de génétique animale de l'INRA. *Rencontres Recherches Ruminants*, **19**, 131-134.
- DALTON D.C, KNIGHT T.W, JOHNSON D.L (1980). Lamb survival in sheep breeds on New Zealand hill country. *N.Z. Journal Of Agricultural Research*, **23**, 167-173.
- DARWISH R.A (2005). Effect of birth difficulty on ewe maternal behavior and lamb survival. *Beni-Suef Veterinary Medical Journal*, **Vol. 15, N°2**, 166-170
- DWYER C.M (2008). Genetic and physiological determinants of maternal behavior and lamb survival: Implications for low-input sheep management. *Journal of Animal Science*, **86(E. Suppl.)**, E246-E258.

DWYER C.M, LAWRENCE A.B, BISHOP S.C, LEWIS M (2003). Ewe–lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *British Journal of Nutrition*, **89**, 123–136.

DWYER C.M, MORGAN C.A (2006). Maintenance of body temperature in the neonatal lamb: Effects of breed, birth weight, and litter size. *Journal of Animal Science*, **84**, 1093-1101.

ELLIES M.P (2014). Les filières animales françaises. Caractéristiques, enjeux et perspectives. Edition Lavoisier, collection Synthèse Agricole, 527 p.

EVERETT-HINCKS J.M, DODDS K.G (2008). Management of maternal-offspring behavior to improve lamb survival in easy care sheep systems. *Journal of Animal Science*, **86(E. Suppl.)**, E259-E270.

FRAGKOU I.A, MAVROGIANNI V.S, FTHENAKIS G.C (2010). Diagnostic investigation of cases of deaths of newborn lambs. *Small Ruminant Research*, **92**, 41-44

GAO F, HOU X.Z, LIU Y.C, WU S.Q, AO C.J (2008). Effect of maternal under-nutrition during late pregnancy on lamb birth weight. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, **21 (3)**, 371-375.

GARDNER D.S, BUTTERY P.J, DANIEL Z, SYMONDS M.E (2007). Factors affecting birth weight in sheep: maternal environment. *Reproduction*, **133(1)**, 297–307.

GAUTIER J.M, CORBIERE F (2011). La mortalité des agneaux : état des connaissances. *Rencontres Recherches Ruminants*, **18**, 255-262.

GAUTIER J.M, SAGOT L, CHOMEL M, CORBIERE F (2013). La mortalité des agneaux dans le Massif Central : taux, causes et fréquence d'exposition aux facteurs de risque. *Rencontres Recherches Ruminants*, **20**, 403.

GIRARD C, ARSENAULT J (2003). La mortalité des agneaux en période périnatale. *Le Médecin Vétérinaire du Québec*, **Vol. 33 (1 et 2)**, 13-15.

HINCH G.N, CROSBIE S.F, KELLY R.W, OWENS J.L, DAVIS G.H (1985). Influence of birth weight and litter size on lamb survival in high fecundity Booroola-Merino crossbred flocks. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **Vol. 28**, 31-38.

KERSLAKE J.I, EVERET J.M, HINCKS T, CAMPBELL A.W (2005). Lamb survival: a new examination of an old problem. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, **65**, 13-18.

LAPORTE-BROUX B, ROUSSEL S, PONTER A.A, PERAULT J, CHAVATTE-PALMER P, DUVAUX-PONTER C (2011). Short-term effects of maternal feed restriction during pregnancy on goat kid morphology, metabolism, and behavior. *Journal of Animal Science*, **89**, 2154-2163.

LEKATZ L.A, WU G, CATON J.S, TAYLOR J.B, REYNOLDS L.P, REDMER D.A, VONNAHME K.A (2011). Maternal selenium supplementation and timing of nutrient

restriction in pregnant sheep: impacts on nutrient availability to the fetus. *Journal of Animal Science*, **89**, 59-76.

MAHBOUB H.D.H, RAMADAN S.G.A, HELAL M.A.Y, AZIZ E.A.K (2013). Effect of Maternal Feeding in Late Pregnancy on Behaviour and Performance of Egyptian Goat and Sheep and Their Offspring. *Global Veterinaria*, **11** (2), 168-176.

MATHESON S.M, BÜNGER L, DWYER C.M (2012). Genetic Parameters for Fitness and Neonatal Behavior Traits in Sheep. *Behavior Genetics*, **42**, 899–911.

MAXA J, SHARIFI A.R, PEDERSEN J, GAULY M, SIMIANER H, NORBERG E (2009). Genetic parameters and factors influencing survival to twenty-four hours after birth in Danish meat sheep breeds. *Journal of Animal Science*, **87**, 1888–1895.

MCHUGH N, BERRY D.P, PABIOU T (2016). Risk factors associated with lambing traits. *Animal*, **10:1**, 89–95.

MCMULLEN S, OSGERBY J.C, MILNE J.S, WALLACE J.M, WATHES D.C (2005). The effects of acute nutrient restriction in the mid-gestational ewe on maternal and fetal nutrient status, the expression of placental growth factors and fetal growth. *Placenta*, **26**, 25-33.

MITCHELL L.M, ROBINSON J.J, WATT R.G, MCEVOY T.G, ASHWORTH C.J, ROOKE J.A, DWYER C.M (2007). Effects of cobalt/vitamin B12 status in ewes on ovum development and lamb viability at birth. *Reproduction, Fertility and Development*, **19**, 553–562.

NASH M.L, HUNGERFORD L.L, NASH T.G, ZINN G.M (1996). Risk factors for perinatal and postnatal mortality in lambs. *Veterinary Record*, **139**, 64-67.

NOROUZIAN M.A, MALAKI M, KHADEM A.A (2014). Effects of the parenteral administration of cobalt, copper and iron in late pregnancy on ewe hematology and lamb vigour. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, **4(2)**, 285-289.

NOWAK R, POINDRON P (2006). From birth to colostrum: early steps leading to lamb survival. *Reproduction Nutrition Development*, **46**, 431–446

OLDHAM C.M, THOMPSON A.N, FERGUSON M.B, GORDON D.J, KEARNEY G.A, PAGANONI B.L (2011). The birthweight and survival of Merino lambs can be predicted from the profile of liveweight change of their mothers during pregnancy. *Animal Production Science*, **51**, 776–783.

OSGERBY J.C, WATHES D.C, HOWARD D, GADD TS (2002). The effect of maternal undernutrition on ovine fetal growth. *Journal of Endocrinology*, **173**, 131-141.

PARKER R.J, NICOL A.M (1990). The measurement of serum immunoglobulin concentration to estimate lamb colostrum intake. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, **Vol 50**, 275-278.

RODEN J (2008). Defining optimum subjective scoring systems to use in sheep improvement. *Institute of Biological, Environmental and Rural Science for the Sheep Improvement Group*, 1-49.

ROOKE J.A, ARNOTT G, DWYER C.M, RUTHERFORD K.M.D (2015). The importance of the gestation period for welfare of lambs: maternal stressors and lamb vigour and wellbeing. *Journal of Agricultural Science*, **153:3**, 497-519.

ROOKE J.A, DWYER C.M, ASHWORTH C.J (2008). The potential for improving physiological, behavioural and immunological responses in the neonatal lamb by trace element and vitamin supplementation of the ewe. *Animal*, **2:4**, 514–524.

SAWALHA R.M, CONINGTON J, BROTHERSTONE S, VILLANUEVA B (2007). Analyses of lamb survival of Scottish Blackface sheep. *Animal*, **1**,151–157.

SHARIF L, OBEIDAT J, AL-ANI F (2005). Risk factors for lamb and kid mortality in sheep and goat farms in Jordan. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, **8, No 2**, 99-108.

SHERWOOD L, KLANDORF H, YANCEY P (2016). *Physiologie animale*, chapitre 16 : Systèmes reproducteurs. Paris : Deboeck Supérieur, 806-807, ISBN 976-2-8073-0286-0.

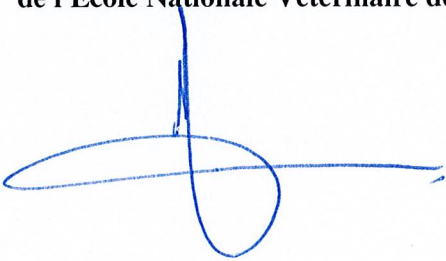
SWANSON T.J, HAMMER C.J, LUTHER J.S, CARLSON D.B, TAYLOR J.B, REDMER D.A, NEVILLE T.L, REED J.J, REYNOLDS L.P, CATON J.S, VONNAHME K.A (2008). Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. *Journal of Animal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

AGREMENT SCIENTIFIQUE

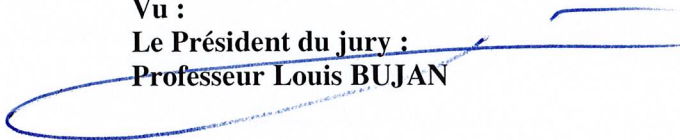
En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, **Fabien CORBIERE**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Peggy CHOLET** intitulée «**Influence d'une restriction alimentaire sur des brebis en fin de gestation sur la vigueur de l'agneau à la naissance**» et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 28 novembre 2017
Docteur Fabien CORBIERE
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
Le Président du jury :
Professeur Louis BUJAN



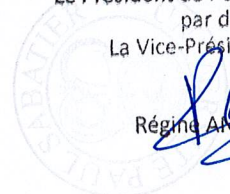
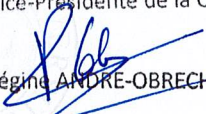
Peggy CHOLET
a été admis(e) sur concours en : 2012
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 17/03/2016
a validé son année d'approfondissement le : 02/11/2017
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

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



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 **ANDRE-OBRECHT**

Année 2017
Nom : CHOLET

Prénom : Peggy

TITRE : Influence d'une restriction alimentaire sur des brebis en fin de gestation sur la vigueur de l'agneau à la naissance.

RESUME : La vigueur de l'agneau est un facteur de risque majeur de la mortalité et semble être influencée par l'alimentation des brebis en gestation. Cette étude s'est intéressée à l'influence d'une restriction alimentaire sur des brebis en fin de gestation sur la vigueur de l'agneau à la naissance. Pour cela, 56 brebis en gestation ont été réparties en 4 lots, selon les tailles de portées attendues (21 portées doubles et 7 triples) et le niveau des apports alimentaires (100% ou 80% des recommandations INRA). La facilité de naissance, la couleur et le poids des agneaux à la naissance, leur activité à 5 minutes de vie, leur faculté de téter, leur température rectale à 12h et leur concentration sérique en IgG1 à 24h de vie ont été évalués. Les résultats ont été comparés selon la répartition des lots, ainsi que selon les poids de portées et les déficits énergétiques et protéiques recalculés de chaque brebis. Les résultats indiquent que les brebis les plus déficitaires ont mis bas plus difficilement, ont donné naissance à des agneaux significativement moins lourds, moins actifs à 5 minutes de vie et moins autonome pour téter. L'analyse statistique des résultats obtenus a souvent été limitée par l'effectif et les résultats restent à confirmer avec d'autres campagnes d'agnelage à suivre.

Mots clés : ovin, productivité numérique, alimentation, vigueur des agneaux, mortalité des agneaux

TITLE: Influence of nutrition restriction in ewe in last gestation on lamb vigor at birth.

ABSTRACT: Lamb's vigor is a major risk factor of neonatal mortality, and seems to be influenced by plan of nutrition of pregnant ewes. This study aimed at evaluating the influence of a restricted diet in ewes during the last gestation period on their progeny vigor at birth. Fifty-six pregnant ewes were divided into 4 groups, based on the expected litter size (21 expecting twins, 7 expecting triplets) and the level of feeding (100% or 80% of INRA recommendations). Birth difficulty, color and weight of the lambs at birth, their activity at 5-minutes of age, their ability to suckle, rectal temperature at 12-hours old, and IgG1 serum concentration at 24-hours of age were evaluated. Results were compared according to the group distribution, the weight of the litters as well as the energy and protein deficits re-estimated at the individual level. Results indicate that ewes under the most restrictive diets delivered with more difficulty, gave birth to lighter lambs that were, less active at 5-minutes old, and less autonomous in their ability to suckle. The statistical analysis of the obtained results was often limited due to lack of data and the results need to be confirmed by other lambing campaigns to follow.

Key words: ewe, productivity, feeding, vigor, lamb vigor, lamb mortality