

ONIRIS - ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE, AGROALIMENTAIRE ET DE  
L'ALIMENTATION

ANNÉE 2019

# CONSÉQUENCES ZOOTECHNIQUES, SANITAIRES ET COMPORTEMENTALES DE TROIS MODALITÉS D'ALLAITEMENT DU VEAU LAITIER

THÈSE  
pour le  
diplôme d'État de  
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement le  
12 Novembre 2019  
devant  
la Faculté de Médecine de Nantes  
par

**Anna, Alice, Moana MATHIEU**

Née le 20 Juin 1992 à Papeete (98)

JURY

**Président** : Monsieur Patrick LUSTENBERGER

Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes

**Membres** : Madame Nathalie BAREILLE, Professeure à ONIRIS  
Monsieur Alain CHAUVIN, Professeur à ONIRIS  
Monsieur Bruno MARTIN, Directeur de Recherche à l'UMRH



ONIRIS - ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE, AGROALIMENTAIRE ET DE  
L'ALIMENTATION

ANNÉE 2019

# CONSÉQUENCES ZOOTECHNIQUES, SANITAIRES ET COMPORTEMENTALES DE TROIS MODALITÉS D'ALLAITEMENT DU VEAU LAITIER

THÈSE  
pour le  
diplôme d'État de  
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement le  
12 Novembre 2019  
devant  
la Faculté de Médecine de Nantes  
par

**Anna, Alice, Moana MATHIEU**

Née le 20 Juin 1992 à Papeete (98)

JURY

**Président** : Monsieur Patrick Lustenberger

Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes

**Membres** : Madame Nathalie BAREILLE Professeure à ONIRIS  
Monsieur Alain CHAUVIN Professeur à ONIRIS  
Monsieur Bruno MARTIN Directeur de Recherche à l'UMRH



Directrice Générale: Dominique BUZONI-GATEL

<b>Département BPSA Biologie, Pathologie et Sciences de l'Aliment</b>		
Responsable : <b>Hervé POULIQUEN</b> - adjoint : <b>Emmanuel JAFFRES</b>		
Nutrition et endocrinologie	Patrick NGuyen* (Pr)	
Pharmacologie et Toxicologie	Jean-Claude Desfontis (Pr) Yassine Mallem (Pr) Antoine Rostang (MCC)	Martine Kammerer (Pr) Hervé Pouliquen* (Pr)
Physiologie fonctionnelle, cellulaire et moléculaire	Jean-Marie Bach (Pr) Lionel Martignat (Pr)	Julie Herve (MC) Grégoire Mignot (MC)
Histologie et anatomie pathologique	Jérôme Abadie* (MC) Laetitia Jaillardon* (MC)	Marie-Anne Colle* (Pr) Frédérique Nguyen* (MC)
Pathologie générale, microbiologie et immunologie	François Meurens (Pr) Jean-Louis Pellerin* (Pr)	Emmanuelle Moreau (MC HDR) Hervé Sebbag (MC)
Biochimie alimentaire industrielle	Clément Cataneo (MC) Laurent Le Thuaut (MC) Thierry Serot (Pr)	Joëlle Grua (MC) Carole Prost (Pr) Florence Texier (MC)
Microbiotech	Géraldine Boue (MC) Emmanuel Jaffres (MC) Raouf Tareb (MCC) Bénédicte Sorin (IE)	Nabila Haddad (MC) Mathilde Mosser (MC) Hervé Prevost (Pr)

<b>Département SAESP Santé des Animaux d'Élevage et Santé Publique</b>		
Responsable : <b>Alain CHAUVIN</b> - adjoint : <b>Raphaël GUATTEO</b>		
Hygiène et qualité des aliments	Jean-Michel Cappelier* (Pr) Michel Federighi (Pr) Catherine Magras* (Pr) Fanny Renois -Meurens (MC)	Eriic Dromigny (MC HDR) Bruno Le Bizec (Pr) Marie-France Pilet(Pr)
Médecine des animaux d'élevage	Sébastien Assie* (MC) Isabelle Breyton (MC) Alain Douart* (MC) Mily Leblanc Maridor (MC) Anne Relun (MCC)	Catherine Belloc* (Pr) Christophe Chartier* (Pr) Raphaël Guatteo* (Pr)
Parasitologie, aquaculture, Faune sauvage	Albert Agoulon (MC) Suzanne Bastian (MC) Ségolène Calvez (MC)	Alain Chauvin* (Pr) Nadine Ravinet (MC)
Maladies réglementées, zoonoses et réglementation sanitaire	Carole Peroz (MC)	Nathalie Ruvoen* (Pr)
Élevage, nutrition et santé des animaux domestiques	Nathalie Bareille* (Pr) Christine Fourichon* (Pr HDR) Henri Dumon* (Pr)	François Beaudeau* (Pr) Aurélien Madouasse (MC) Nora Navarro-Gonzalez (MCC) Lucile Martin (Pr)

<b>Département DSC Sciences Cliniques</b>		
Responsable : <b>Catherine IBISCH</b> – adjoint : <b>Olivier GAUTHIER</b>		
Anatomie comparée	Eric Betti (MC) Claude Guintard (MC)	Claire Douart (MC)
Pathologie chirurgicale et anesthésiologie	Eric Aguado (MC HDR) Eric Goyenville (MC HDR) Caroline Tessier* (MC)	Olivier Gauthier (Pr) Béatrice Lijour (MC) Gwénola Touzot-Jourde* (MC)
Dermatologie, parasitologie des carnivores et des équidés, mycologie	Patrick Bourdeau* (Pr)	Emmanuel BENSIGNOR (Pr Ass)
Médecine interne, imagerie médicale et législation professionnelle vétérinaire	Nora Bouhsina (MCC) Anne Courouce * (Pr) Amandine Drut* (MC) Catherine Ibisch (MC) Odile Senecat (MC)	Nicolas Chouin (MC) Jack-Yves Deschamps (Pr) Marion Fusellier-Tesson (MC) Françoise Roux* (Pr)
Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Djemil Bencharif (MC HDR) Jean-François Bruyas* (Pr)	Lamia Briand (MC HDR) Francis Fieni* (Pr)

<b>Département GPA Génie des Procédés Alimentaires</b>	
Responsable : <b>Olivier ROUAUD</b> - adjoint : <b>Sébastien CURET-PLOQUIN</b>	
Lionel Boillereaux (Pr) Marie De Lamballerie (Pr) Francine Fayolle (Pr) Vanessa Jury (MC) Alain Lebail (Pr) Jean-Yves Monteau (MC HDR) Laurence Pottier (MC) Cyril Toubanc (MC)	Sébastien Curet Ploquin (MC) Dominique Della Valle (MC HDR) Michel Havet (Pr) Emilie Korbel (MCC) Catherine Loisel (MC) Olivier Rouaud (Pr) Eve-anne Norwood (MCC)

<b>Département MSC Management, Statistiques et Communication</b>		
Responsable : <b>Michel SEMENOU</b> - adjoint <b>Pascal BARILLOT</b>		
Mathématiques, statistiques, Informatique	Véronique Cariou (MC) El Mostafa Qannari (Pr) Chantal Thorin (Pr AG.)	Philippe Courcoux (MC) Michel Semenou (MC) Evelyne Vigneau (Pr)
Economie, gestion	Pascal Barillot(MC) Florence Beaugrand (MC) Sonia EL Mahjoub (MC) Samira Rousseliere (MC)	Ibrahima Barry (MCC) Sibylle Duchaine (MC) Jean-Marc Ferrandi (Pr)
Langues et communication	Marc Bridou (PLPa) David Guyler (ens. cont.) Shaun Meehan (ens. cont.)	Franck Insignares (IE) Linda Morris (PCEA)

Enseignants BTs : **Laurence Freret (PCEA)** Christophe Caron (PLPA), Pascale Fleury(PCEA), Virginie Magin (Ens. Cont.), Françoise Brichet (IAE).

Professeurs émérites : Poncelet

**Pr** : Professeur

**Pr. AG** : Professeur agrégé

**MC** : maître de Conférences

**MCC** : MC contractuel

**PLPA** : Professeur Lycée Professionnel Agricole

**PCEA** : Professeur Certifié Enseignement Agricole

**IE** : Ingénieur d'Etudes

**IAE** : Ingénieur de l'Agriculture et de l'Environnement

**Ens. cont.**: enseignant contractuel

**HDR** : Habilité à Diriger des Recherches

\* Vétérinaire spécialiste d'une spécialité européenne, américaine ou française

## **Normes de citation de la thèse et plagiat**

La reproduction d'extraits de cette thèse est autorisée avec mention de la source. Toute reproduction partielle doit être fidèle au texte utilisé. Cette thèse devra donc être citée comme suit :

**MATHIEU, A. (2019) Conséquences zootechniques, sanitaires et comportementales de trois modalités d'allaitement du veau laitier. Thèse de Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine de Nantes. Oniris : École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique, p112.**





**À Monsieur Patrick LUSTENBERGER,**

Professeur à la faculté de médecine de Nantes  
Pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury de thèse,  
Sincères remerciements.

**À Madame Nathalie BAREILLE,**

Professeure à l'École Nationale Vétérinaire de Nantes – ONIRIS  
Pour avoir accepté d'être mon rapporteur de thèse, pour m'avoir encadrée tout au long de cette thèse ainsi qu'au long de cette dernière année d'étude, pour m'avoir trouvé ce sujet de thèse,  
Sincères remerciements.

**À Monsieur Alain CHAUVIN,**

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Nantes – ONIRIS  
Pour avoir accepté d'être mon assesseur de thèse,  
Sincères remerciements.

**À Monsieur Bruno MARTIN,**

Directeur de recherche à l'UMRH  
Pour m'avoir accueillie dans ce beau projet avec cette anticipation qui nous caractérise, pour son aide et ses conseils précieux,  
Sincères remerciements.

**À Madeline KOCZURA,**

Chercheur post-doctorale à l'UMRH  
Pour m'avoir autant aidée, motivée et soutenue au cours de ces 7 mois, pour avoir toujours été là pour moi,  
Sincères remerciements.

**À Alessandra NICOLAO,**

Doctorante au sein de l'UMRH  
Pour avoir été avec moi ces 5 mois, travailler avec toi était un vrai plaisir,  
Sincères remerciements

**À toute l'équipe de Marcenat,**

Pour m'avoir si bien accueillie dans votre beau Cantal,  
Sincères remerciements.

Merci ma tribu, ma famille d'amour, mon chez moi pour toujours.

Merci ma grande famille, tous mes cousins cousines, mes tatas tontons.

Merci mon amoureux, mon p'tit Jésus.

Merci mes amoureux d'avant.

Merci mes colocs de Besançon, Nantes et Marcenat.

Merci mes coupains coupines.

Merci à tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

# TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES.....	18
INTRODUCTION.....	21
PARTIE 1 : ÉTUDE PERSONNELLE.....	27
I. Cadre et objectifs de l'étude.....	27
II. Matériels et méthodes.....	29
1. Schéma expérimental et conduite d'élevage.....	29
1.1. Ferme expérimentale de l'INRA.....	29
1.2. Constitution des lots.....	29
1.3. Description des lots.....	30
1.4. Logement et alimentation.....	30
1.5. Interventions autour de l'allaitement.....	32
2. Mesures et prélèvements réalisés.....	33
2.1. Mesures et observations.....	33
2.1.1. Sur les vaches.....	33
2.1.2. Sur les veaux.....	33
2.1.2.1. Quantités ingérées.....	33
2.1.2.2. Performances et santé.....	33
2.1.3. Sur les couples mère-veau.....	34
2.2. Prélèvements et analyses.....	34
2.2.1. Sur les vaches.....	34
2.2.1.1. Colostrum.....	34
2.2.1.2. Lait.....	34
2.2.2. Sur les veaux.....	34
3. Analyse statistique.....	35
3.1. Zootechnie.....	35
3.1.1. Evolution de la production laitière, de la qualité du lait des vaches et le poids des veaux.....	35
3.1.2. Production laitière traite cumulée sur toute la lactation.....	36
3.1.3. GMQ des veaux.....	36
3.2. Comportement : vocalises.....	36
3.3. Santé.....	36
3.3.1. Évènements sanitaires.....	36
3.3.2. Poids et note d'état corporel des vaches.....	37
3.3.3. Formules sanguines des veaux.....	37

3.3.4. Immunoglobulines du colostrum et du sang.....	37
III. Résultats.....	39
1. Conséquences zootechniques.....	39
1.1. Caractéristiques zootechniques de chaque lot.....	39
1.2. Sur les vaches.....	39
1.2.1. Production laitière.....	39
1.2.1.1. Lait cumulé en fin d'essai.....	39
1.2.1.2. Lait cumulé des 3 premières semaines.....	41
1.2.1.3. Lait cumulé jusqu'au sevrage.....	41
1.2.1.4. Courbes de lactation du lait trait.....	41
1.2.1.5. Courbes de lactation du lait commercialisable.....	44
1.2.2. Qualité du lait trait.....	45
1.2.2.1. Qualité du lait trait.....	45
1.2.2.2. Évolution du taux butyreux et de la matière grasse du lait trait.....	48
1.2.2.3. Évolution du taux protéique et de la matière protéique.....	50
1.2.2.4. Concentration en cellules somatiques.....	51
1.3. Sur les veaux.....	52
1.3.1. Croissance générale.....	52
1.3.2. Croissance.....	54
1.3.3. Ingestion.....	55
2. Conséquences sur le bien-être animal.....	56
2.1. Sur la totalité de l'étude.....	56
2.1.1. Vaches.....	56
2.1.2. Veaux.....	57
2.2. Autour de la semaine 3.....	59
2.2.1. Santé des veaux.....	59
2.2.2. Comportement.....	61
2.2.2.1. Vaches.....	61
2.2.2.2. Veaux.....	61
2.3. Autour du sevrage.....	62
2.3.1. Santé des veaux.....	62
2.3.2. Comportement.....	64
2.3.2.1. Vaches.....	64
2.3.2.2. Veaux.....	64
2.3.3. Transfert immunitaire.....	65
2.3.3.1. Qualité du colostrum.....	65
2.3.3.2. Concentration en immunoglobulines dans le plasma des veaux.....	66
PARTIE 2 : DISCUSSION.....	67

I. Recherche du meilleur compromis entre performances et bien-être animal.....	67
1. Performances zootechniques.....	67
1.1. Le lait.....	67
1.1.1. Perte de lait dans les lots expérimentaux.....	67
1.1.2. Effet race.....	70
1.1.3. Relation avec la croissance des veaux.....	70
1.1.4. Composition du lait trait.....	71
1.2. Croissance des veaux.....	72
2. Bien-être animal.....	73
2.1. Sanitaire.....	73
2.1.1. Vaches.....	73
2.1.2. Veaux.....	74
2.1.3. Transfert immunitaire.....	75
2.2. Comportement.....	75
2.2.1. Veaux.....	76
2.2.2. Vaches.....	77
II. Perspectives et implications.....	78
1. Limites de l'étude et pistes d'approfondissement.....	78
2. Difficultés et enjeux de l'applicabilité du système.....	80
3. Perspectives.....	81
CONCLUSION.....	85
BIBLIOGRAPHIE.....	87
ANNEXES.....	95
Annexe 1 : Rations distribuées aux vaches sur la période de l'étude.....	89
Annexe 2 : Compositions et valeurs nutritionnelles des concentrés distribués aux vaches.....	90
Annexe 3 : Compositions et valeurs nutritionnelles des concentrés distribués aux veaux.....	91
Annexe 4 : Plan d'alimentation des veaux femelles.....	92
Annexe 5 : Planning d'élevage et prélèvements des veaux et des vaches.....	93
Annexe 6 : Grille de notation de l'état corporel.....	94
Annexe 7: Autres prélèvements réalisés.....	94
Annexe 8 : Lait trait cumulé des 14 semaines par race et par lot.....	95
Annexe 9 : Lait commercialisable cumulé des 14 semaines par race et par lot.....	95
Annexe 10: Ingestion de concentré par les veaux entre avril et juin (en g/veau/jour).....	96

Annexe 11: Consommation des veaux au DAL.....	96
Annexe 12: Évolution du poids des vaches au cours des 14 semaines de lactation.....	97
Annexe 13: Différence de NEC des vaches au cours de 14 semaines de lactation.....	97
Annexe 14: Formules sanguines des veaux en S3.....	98
Annexe 15: Formule sanguine des veaux en S3 et S10.....	98
Annexe 16: Concentration en IGG dans les colostrum des traites du jour 1 et jour 3.....	98
Annexe 17: P-values des variables en mesures répétées.....	99
Annexe 18: P-values des autres variables de l'étude.....	100

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Constitution des lots.....	29
Tableau II: Grille de notation de l'état général des veaux.....	33
Tableau III: Lait trait moyen des 14 semaines de lactation.....	40
Tableau IV: Nombre de vaches ayant eu au moins un évènement sanitaire sur les 14 semaines de lactation.....	57
Tableau V: Nombre de veaux ayant eu au moins un évènement sanitaire au cours 14 semaines .....	58
Tableau VI: Nombre de veaux ayant eu au moins un évènement sanitaire autour de la S3.....	60
Tableau VII: Nombre de veaux ayant eu au moins un évènement sanitaire autour du sevrage	63
Tableau VIII: Concentration en IGG dans le colostrum de première traite (en g/L).....	65
Tableau IX: Concentration en IGG dans le plasma des veaux à 48h de vie (en g/L).....	66
Tableau X: Estimation de la consommation des veaux au pis à partir des GMQ et de la consommation au DAL.....	69
Tableau XI: Comparaison des avantages et inconvénients des 3 lots.....	81

# LISTE DES FIGURES

Figure 1: Lait trait et lait commercialisable cumulés des 14 semaines de lactation.....	33
Figure 2 : Évolution du lait trait sur les 14 semaines de lactation (lot × semaine, $p<0,001$ )....	35
Figure 3: Évolution du lait trait du soir sur les 14 semaines de lactation (lot × semaine × matin/soir, $p<0,001$ ).....	36
Figure 4: Évolution du lait trait du matin sur les 14 semaines de lactation (lot × semaine × matin/soir, $p<0,001$ ).....	37
Figure 5: Évolution du lait commercialisable sur les 14 semaines de lactation (lot × semaine, $p<0,001$ ).....	38
Figure 6: Taux butyreux moyen de S2 à S14 ( $p<0,05$ ).....	39
Figure 7: Matière grasse produite moyenne de S2 à S14 ( $p<0,001$ ).....	39
Figure 8: Taux protéique moyen de S2 à S14 ( $p<0,001$ ).....	40
Figure 9: Matière protéique produite moyenne de S2 à S14 ( $p<0,001$ ).....	40
Figure 10: Concentration en Cellules Somatiques moyenne de S2 à S14 ( $p=0,83$ , NS).....	41
Figure 11: Évolution du taux butyreux de S2 à S14 (lot × semaine, $p<0,001$ ).....	42
Figure 12: Évolution de la matière grasse produite de S2 à S14 (lot × semaine, $p<0,001$ ).....	42
Figure 13: Évolution du taux protéique de S2 à S14 (lot × semaine, $p= 0,10$ ).....	43
Figure 14: Évolution de la matière protéique produite de S2 à S14 (lot × semaine, $p<0,001$ ).....	44
Figure 15: Évolution de la concentration en cellules somatiques de S2 à S14 (NS).....	45
Figure 16: Poids des veaux à 14 semaines de vie ( $p<0,001$ ).....	45
Figure 17: Poids des veaux à 10 semaine ( $p<0,001$ ).....	46
Figure 18: Gain moyen quotidien des veaux de la naissance au sevrage ( $p<0,05$ ).....	46
Figure 19: Évolution du poids des veaux sur les 14 semaines de vie (lot × semaine, $p<0,001$ ) .....	47
Figure 20: Gains moyens quotidiens des veaux sur quatre périodes pendant les 14 semaines.....	48
Figure 21: Différences maximales de poids au cours des 14 semaines de lactation.....	49
Figure 22: Nombre d'évènements sanitaires des vaches au cours des 14 semaines.....	50
Figure 23: Nombre d'évènements sanitaires des veaux au cours des 14 semaines.....	51

Figure 24: Nombre d'évènements sanitaires des veaux au cours des 3 semaines avant la S3. .52	.52
Figure 25: Nombre d'évènements sanitaires des veaux au cours des 4 semaines après la S3. .53	.53
Figure 26: Proportions de vaches vocalisant lors de la séparation des veaux en S3.....54	54
Figure 27: Proportion de veaux vocalisant lors de la séparation de leur mère en S3.....54	54
Figure 28: Nombre d'évènements sanitaires des veaux au cours des 3 semaines avant le sevrage.....55	55
Figure 29: Nombre d'évènements sanitaires des veaux au cours des 4 semaines après le sevrage.....56	56
Figure 30: Proportion de vaches vocalisant lors du sevrage des veaux.....57	57
Figure 31: Proportions de veaux vocalisant lors du sevrage.....58	58
Figure 32: Comparaison de la proportion de veaux vocalisant lors de la séparation de leur mère.....69	69
Figure 33: Proportion de vaches vocalisant lors de la séparation de leur veaux.....70	70

# LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES

**ANSES** : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

**BPI** : BronchoPneumonie Infectieuse

**CCS** : Concentration en Cellules Somatiques

**DAC** : Distributeur Automatique de Concentré

**DAL** : Distributeur Automatique de Lait

**EFSA** : European Food Safety Authority

**Fe** : Femelle

**FiBL** : Institut de recherche de l'agriculture biologique

**FIDOCL** : Fédération Inter-départementale des Entreprises de Conseil Élevage du Sud-Est

**GB** : Leucocytes

**GMQ** : Gain Moyen Quotidien

**GR** : Érythrocytes

**Ho** : Prim'Holstein

**IDELE** : Institut de l'Élevage

**IgG** : Immunoglobulines G

**LIAL** : Laboratoire Interprofessionnel d'Analyses Laitières

**Ma** : Mâle

**MB** : Matière Brute

**MF** : « Mâle-Femelle »

**MG** : Matière Grasse

**Mo** : Montbéliarde

**MP** : Matière Protéique

**NEC** : Note d'Etat Corporel

**NF** : Numération Formule (Numération de la formule sanguine)

**OIE** : Organisation mondiale de la santé animale

**S0j** : Lot séparation à 0 jour

**S21j** : Lot séparation à 21 jours

**S72j** : Lot séparation à 72 jours

**TB** : Taux Butyreux

**TP** : Taux Protéique

**UI** : Unité Internationale

**UMRH** : Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores

**VGM** : Volume Globulaire Moyen





# INTRODUCTION

Au regard de l'évolution des sociétés dans le respect du bien-être animal, qui réinterrogent un héritage culturel qui avait mis l'animal et la nature à notre disposition, repenser l'élevage actuel semble s'imposer. Beaucoup tentent de trouver un compromis plus humainement responsable entre le respect de l'animal et de son bien-être et celui de l'environnement, avec une production acceptable pour l'éleveur, compatible avec l'enjeu majeur de nourrir la planète de demain. Les éleveurs laitiers sont des acteurs importants dans ce bouleversement de l'élevage, prenant conscience de la nécessité d'un changement de pratiques au profit de nouvelles, plus respectueuses du vivant.

La filière laitière française occupe une place importante au niveau international : avec un cheptel de 3,6 millions de vaches laitières réparties en 56 979 exploitations, la France est le 2<sup>ème</sup> pays producteur de lait de vache en Europe, derrière l'Allemagne, et le 9<sup>ème</sup> au niveau mondial en 2017 (La filière laitière, 2019). Elle reste moteur dans l'économie française, malgré un effectif en baisse et une augmentation de la taille des exploitations. La France tend ainsi vers une intensification de l'élevage bovin laitier avec des éleveurs qui tentent de trouver un équilibre entre l'économie de leur élevage, la praticité des méthodes d'élevage et le bien-être humain et animal.

En parallèle, la prise de conscience du consommateur sur l'importance de prendre en compte les conditions d'élevage engendre des remises en question des pratiques d'élevage courantes (Busch et al., 2017) et de l'élevage intensif, avec « 86% des Français qui se déclarent favorables à l'interdiction de l'élevage intensif » (IFOP, 2018a). Le bien-être animal se retrouve alors au cœur des préoccupations sociétales et politiques. Le bien-être d'un animal désigne, selon l'ANSES (2019), « l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal. ». 92 % des Français pensent que le respect du bien-être animal est important (IFOP, 2018b), et les consommateurs s'inquiètent de l'effet indirect de la qualité de vie des animaux sur la qualité des produits (Cardoso et al., 2016). Cette prise en compte du bien-être animal est à l'origine d'un certain nombre de réformes et directives (Conseil de l'Union Européenne, 2008; EFSA, 2016). Elle a déjà permis d'améliorer la situation, et, selon 71 % des Français, les agriculteurs sont maintenant plus soucieux du bien-être animal.

L'éleveur laitier consacre un temps important à l'élevage des veaux et génisses de renouvellement ; 12 à 15 h par veau sont consacrées à leur élevage la naissance au sevrage

(Le Cozler et al., 2012), et l'éleveur essaie d'optimiser ce temps de travail tout en maintenant une bonne croissance et une bonne santé animale. L'élevage classique des veaux laitiers, en suivant les conseils apportés actuellement aux éleveurs dans le but de contrôler à la fois la prise colostrale et le risque d'exposition aux maladies (Assié et Douart, 2014), consiste à séparer dès la naissance le veau de sa mère (Vasseur, 2006). Cet élevage est lui aussi soumis à une réglementation (Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2019) conçue initialement pour l'élevage des veaux de boucherie. Elle concerne la nature de l'aliment (Conseil de l'Union Européenne, 2008), l'infrastructure et le transport, mais ne fait référence à aucun mode d'alimentation ou d'allaitement. Le veau est alors nourri avec du colostrum puis avec soit de la poudre de lait, soit le lait du troupeau, soit du lait fermenté (Chambre d'agriculture de Seine-Maritime, 2018), et il est sevré avant l'âge de 3 mois (Le Cozler et al., 2012). La plupart des éleveurs utilisent cette pratique car ils considèrent qu'elle permet notamment une meilleure production laitière, une meilleure surveillance des veaux et une diminution du stress au sevrage (Michaud et al., 2018).

Cette méthode d'élevage est cependant fortement dénoncée à l'international, comme en Amérique du Nord, en Allemagne (Busch et al., 2017) et au Brésil (Hötzel et al., 2017) en raison du non-respect du lien mère-veau et parce qu'elle déroge aux « libertés fondamentales » (OIE, 2019), dans la mesure où la vache et le veau ne peuvent pas exprimer le comportement naturel normal de leur espèce. Les opposants soulignent les impacts négatifs de la séparation précoce de la mère et du veau sur les émotions des animaux, l'absence d'accès direct au colostrum et au lait pour le veau, ainsi que l'aspect non « naturel » de cette pratique (Ventura et al., 2013).

Pour répondre à cette attente du consommateur, des systèmes d'allaitement dits « naturels » sont mis en place par certains éleveurs en Europe et plus récemment en France (Michaud et al., 2018). Ils consistent à laisser le veau sous la mère soit exclusivement, soit avec un relais plus ou moins tardif en allaitement artificiel ou sous une vache nourrice. Les veaux restent avec les vaches soit en continu (24h par jour) ; soit par demi-journée (le jour ou la nuit) ; soit par périodes de 15 ou 30 minutes une ou deux fois par jour. Il n'existe cependant, aucune réglementation ou aucun cahier des charges (Agriculture Biologique (AB), Nature et Progrès) qui impose ces pratiques en France (Conseil de l'Union Européenne, 2007; Nature et Progrès, 2017). Elles semblent davantage prises en compte à l'international, en Norvège où le cahier des charges de l'AB impose de laisser la mère allaiter son veau au moins 3 jours (Johnsen et al., 2016). Ces pratiques, a priori plus respectueuses du bien-être animal, sont encore peu connues. Leurs conséquences éventuelles sur les performances des animaux, leur santé et leur bien-être ont fait l'objet de peu d'études. La volonté croissante de mise en place de telles pratiques dans les élevages fait apparaître un réel besoin de connaissances précises afin de pouvoir mieux conseiller et adapter ces systèmes aux éleveurs demandeurs.

Les études déjà réalisées sur pratiques d'élevage (Johnsen et al., 2016) s'intéressent principalement aux effets de l'allaitement des veaux par leur mère (ou par une nourrice) sur le

bien-être animal (Fröberg et Lidfors, 2009), la production laitière et la croissance des veaux (Veissier et al., 2013). Certaines ont plus spécifiquement concerné l'impact sur la santé de la mamelle (Fröberg et al., 2007) et la sécrétion d'ocytocine chez la vache (De Passillé et al., 2008).

Il ressort de nombreuses études que, avant le sevrage de leur veau, la quantité de lait trait des vaches allaitant leur veau est significativement inférieure à celle de vaches n'allaitant pas leur veau (Bec, 2018; Johnsen et al., 2016; Meagher et al., 2019; Pomiès et al., 2018). Cette différence s'atténue au sevrage et disparaît après une semaine (De Passillé et al., 2008). Elle est due à la consommation de lait par le veau, mais également à une sécrétion d'ocytocine plus faible chez les vaches allaitant leur veau au moment de la traite mécanique (De Passillé et al., 2008). La diminution, sur l'ensemble de la lactation, du lait trait des vaches allaitant leur veau par rapport à celui de vaches n'allaitant par leur veau n'a pas été réellement démontré. En effet, certains auteurs ont montré cette diminution (Zipp et al., 2015), tandis que dans d'autres études le lait trait sur la lactation était identique dans les deux cas (Krohn, 2001).

La qualité du lait trait des vaches allaitant leur veau semble affectée de manière très variable selon le composant étudié. Dans un grand nombre d'études, le taux butyreux du lait trait des vaches allaitant leur veau s'est avéré inférieur à celui de vaches uniquement traitées (Johnsen et al., 2016 et citation incluses; Nicolao, 2018; Pomiès et al., 2018). Les études se contredisent en ce qui concerne le taux protéique du lait trait des vaches allaitant leur veau : certaines mettent en évidence une légère augmentation (Bec, 2018; Boden et Leaver, 1994) lorsque d'autres ne relèvent aucune différence (Mendoza et al., 2010) avec celui des vaches n'allaitant pas leur veau. La concentration en cellules somatiques du lait trait des vaches allaitant leur veaux est soit inférieure (Fröberg et al., 2007) soit non significativement différente (Nicolao, 2018; Pomiès et al., 2018).

La croissance avant sevrage des veaux allaités par leur mère est supérieure à celle de veaux élevés classiquement dans la majorité des études (Johnsen et al., 2016 et citations incluses), même si quelques études ont montré qu'elle était identique (Fröberg et al., 2008; Nicolao, 2018). La croissance après sevrage, en revanche, montre des résultats plus hétérogènes entre les études : elle est soit inférieure (Veissier et al., 2013) soit égale (Julie Føske Johnsen et al., 2015a) à celle de veaux élevés classiquement, mais une chute post-sevrage est fréquemment observée, plus importante chez les veaux allaités par leur mère. Par ailleurs, Rosenberger et al. (2017) ont montré que les veaux nourris avec le moins de lait sont ceux qui consomment le plus d'aliments solides, surtout lors des 4 premières semaines de vie, et Fröberg et al. (2011) ont précisé que les veaux allaités par leur mère consommaient moins d'aliments concentrés que les veaux nourris au lait par l'éleveur dès la 4<sup>ème</sup> semaine de vie.

L'aspect le plus étudié de la santé des vaches allaitant leur veau est celui de la mamelle. Un certain nombre d'études montre une tendance à la diminution de la concentration en cellules somatiques ainsi qu'une augmentation significative de la proportion en lactose dans le lait trait des vaches allaitant leur veau (Fröberg et al., 2007), ces deux paramètres témoignant de la santé de la mamelle de la vache. Quelques études ont également trouvé que l'allaitement

des veaux diminuait le nombre de mammites des vaches (Beaver et al., 2019). Par ailleurs, la présence du veau aurait un effet sur l'involution utérine, a priori plus rapide (Metz, 1987). L'impact de l'allaitement sur le poids et l'état corporel des vaches, bien que peu étudié, semble mineur (Msanga et Bryant, 2004).

L'impact de l'allaitement par leur mère sur la santé des veaux a été étudié principalement autour des problèmes de diarrhées, d'affections respiratoires et de transfert immunitaire. La majorité des études s'accorde à dire que l'allaitement du veau par sa mère diminue la fréquence des diarrhées (Grøndahl et al., 2007), et les rares cas montrant une augmentation de cette fréquence semblent plutôt indiquer une modification de la consistance des fèces, plus liquides, due à l'augmentation de la quantité de lait bue (Beaver et al., 2019). La fréquence des affections respiratoires des veaux, en revanche, semble moins corrélée à la présence des mères, les études montrant soit l'absence d'impact de l'allaitement, soit des réponses contradictoires (Beaver et al., 2019). Le mélange d'animaux d'âges différents pourrait être à l'origine de problèmes sanitaires chez les jeunes (Johnsen et al., 2016). La formule sanguine des veaux est modifiée en cas d'atteinte générale sévère (Gitau et al., 1994), mais peu d'études parlent de possibles modifications de cette formule sanguine chez des veaux allaités par leur mère. Même si le transfert immunitaire de la vache au veau semble être amélioré par le contact, ou du moins la proximité, mère-veau, à heure et volume de colostrum bu égaux dans certaines études (Weaver et al., 2018), les résultats sont très contradictoires (Beaver et al., 2019). Peu d'études évoquent l'influence de la présence du veau sur la qualité du colostrum.

La séparation de la vache et de son veau, quelle que soit la durée de contact, est un événement stressant. Ce stress se manifeste notamment par les vocalisations de la vache et du veau (Watts et Stookey, 2000). Au moment de la séparation précoce de son veau, juste après la naissance, la vache vocalise peu et pendant une courte période. En revanche, lors d'une séparation plus tardive, après 2 semaines passées avec son veau, la vache vocalise plus et plus longtemps (Flower et Weary, 2001). Cependant, plus cette séparation tardive se fait tard, après 9 semaines, moins les vocalisations des vaches semblent nombreuses (Pérez-Torres et al., 2016). Lorsque la séparation des veaux est associée au sevrage, les vaches vocalisent majoritairement le deuxième jour puis le nombre de vocalises diminue pour devenir nul au 5<sup>ème</sup> jour (Julie Føske Johnsen et al., 2015b).

Au moment de la séparation précoce de sa mère juste après la naissance, le veau vocalise au bout de 18 heures après la séparation. Lors d'une séparation plus tardive à 2 semaines, le veau vocalise autant voir plus que lors d'une séparation précoce (Flower et Weary, 2001). Cependant, plus cette séparation tardive est délayée, après 9 semaines, moins les vocalisations des veaux semblent nombreuses (Pérez-Torres et al., 2016). Dans le cas d'un élevage « classique », le sevrage est un événement stressant, avec des veaux qui vocalisent majoritairement le deuxième jour, puis le nombre de vocalisations diminue (Budzynska et Weary, 2008). Lorsqu'elle est associée au sevrage, la séparation de la mère est plus stressante qu'un sevrage « classique » : les veaux vocalisent beaucoup dès le premier jour, puis le nombre de vocalisations diminue (Julie Føske Johnsen et al., 2015b). C'est pour cette raison

que Johnsen et al. (2016) conseillent de séparer ces deux évènements pour diminuer le stress du sevrage des veaux allaités par leur mère.

Malgré le grand nombre d'études autour de l'allaitement maternel des veaux laitiers, un certain nombre de conséquences de ces pratiques sont encore peu connues. En effet, l'impact de l'allaitement par leur mère sur la santé des veaux n'a jusqu'ici été peu étudié de manière directe, tout comme l'impact sur le transfert d'immunité de la vache au veau, la santé de l'appareil reproducteur des vaches. Un suivi des vocalisations des vaches et des veaux au moment de la séparation, précoce ou non, associée au sevrage ou non, dans la même étude pourrait également s'avérer utile pour pouvoir comparer directement les différentes séparations de la vache et de son veau. Le comportement des veaux au pâturage pourrait également être intéressant à étudier, notamment si le fait de laisser le veau pâturer avec sa mère joue un rôle dans son apprentissage.

Dans une société repensant l'animal de production comme un être sensible, l'allaitement des veaux laitiers par leur mère pourrait offrir l'opportunité d'intégrer l'élevage laitier dans cette dynamique globale d'amélioration et de restructuration de l'élevage. Au vu des études réalisées sur ce sujet, en prenant en compte les points forts et les lacunes de chacune, cette nouvelle étude ajoutera sa pierre à l'édifice pour aider à trouver ce compromis plus éthiquement acceptable. Elle s'intéressera, en comparant l'allaitement artificiel à deux modalités d'allaitement naturel actuellement présentes en France, aux conséquences zootechniques, sanitaires et comportementales de l'allaitement naturel du veau laitier.



# PARTIE 1 : ÉTUDE PERSONNELLE

## I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

L'Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH) de l'Inra d'Auvergne-Rhône Alpes, à travers le projet européen ProYoungStock ("ProYoungStock," 2018), participe au développement de systèmes laitiers respectueux du lien mère-veau et étudie leurs conséquences sur le bien-être animal et les performances économiques. C'est dans ce contexte que deux projets, Volame 1 et 2 aujourd'hui terminés, ont eu lieu en 2017 et 2018 (Bec, 2018; Nicolao, 2018; Pomiès et al., 2018) avec pour objectif de trouver le meilleur compromis possible entre production laitière, croissance des futures génisses de renouvellement et bien-être animal. Michaud et al. (2018) ont réalisé une enquête sur les pratiques d'allaitement naturel aujourd'hui utilisées en France.

Dans la continuité des deux études précédentes, en se basant sur les résultats de l'enquête, l'UMRH a mis au point cette troisième étude, Volame 3, qui a pour objectif de comparer les conséquences zootechniques, sanitaires et comportementales d'un allaitement classique et de deux modalités d'allaitement naturel rencontrées en France. C'est dans le cadre de cette étude que mon stage de fin d'études vétérinaires dans le secteur animaux d'élevage a été réalisé. L'ensemble de l'étude s'est déroulé dans la ferme expérimentale de Marcenat, l'un des trois sites de l'unité expérimentale Herbipole consacré à l'étude des bovins laitiers. Cette étude s'intègre dans le même objectif global de recherche d'un compromis gérable pour l'éleveur entre l'amélioration du bien-être des animaux et de leur santé, et les performances de son troupeau.

Volame 1 (Pomiès et al., 2018) comportait trois lots, dont un lot témoin et 2 lots expérimentaux où les veaux étaient allaités par leur mère soit juste avant, soit juste après la traite. L'allaitement après la traite s'est révélé trop pénalisant pour les veaux si bien que l'essai a dû être interrompu. L'allaitement avant la traite, très contraignant car nécessitant beaucoup de main d'œuvre, a montré une amélioration de la croissance des veaux (150 g/j en plus jusqu'au sevrage) associée à un contact mère-veau riche, ainsi qu'une perte de lait trait importante (12,5 kg/j en moins) par rapport au lot Témoin. Volame 2 (Nicolao, 2018) comportait 2 lots, un lot témoin et un lot « Mère » dans lequel les veaux restaient avec leur mère la journée. Cette fois, le lot expérimental a montré un contact mère-veau enrichi mais une croissance des veaux identique ainsi qu'une perte de lait (12 kg/j en moins) par rapport au lot Témoin.

Pour notre étude, les animaux ont été répartis en trois lots qui correspondaient à un lot d'allaitement artificiel et deux lots d'allaitement naturel en demi-journée. Ces derniers ont été choisis en fonction des résultats de l'enquête menée par Michaud et al. (2018) et

correspondent aux deux pratiques les plus couramment utilisées actuellement en France. Le système de contact en demi-journée uniquement a été choisi pour limiter les pertes de lait à la traite du matin. Deux races de vaches ont été utilisées, Prim'Holstein et Montbéliarde, car ce sont les plus présentes en France, et connues pour leurs différences de production laitière, de qualité du lait, de résistance aux affections et de caractère, ce dernier pouvant modifier l'attachement maternel. Les animaux ont été suivis pendant 14 semaines, soit 4 semaines après le sevrage, période au-delà de laquelle les différences entre lots ne sont normalement plus présentes (Bec, 2018). Pour limiter la perte de lait observée lors des deux dernières études et faciliter la gestion des animaux, seuls les veaux femelles ont été gardés et les veaux mâles ont été vendus à 3 semaines. Cela a permis également de se rapprocher de la réalité d'un élevage conventionnel où seule une partie des veaux est gardée. Les veaux femelles ont été sevrés à 10 semaines et 100 kg, ce qui correspond aux recommandations classiques faites aux éleveurs (Chambre d'agriculture de Seine-Maritime, 2018).

L'allaitement artificiel et l'allaitement maternel des veaux jusqu'au sevrage constituent des modes d'allaitement adverses. En effet, pour l'allaitement maternel, nous nous attendons à ce que la quantité de lait trait des vaches soit inférieure et la croissance des veaux et le bien-être animal supérieurs à ce qu'on trouverait en allaitement artificiel. En laissant les veaux seulement la journée avec les mères et en séparant les veaux mâles dès 3 semaines d'âge, nous nous attendons alors à un compromis entre les performances des animaux, production laitière et croissance des veaux femelles, et le bien-être animal.

C'est donc sur cette base de connaissances et de réflexion que l'étude expérimentale décrite ci-dessous a été réalisée, dans le but de vérifier ces hypothèses et d'objectiver l'intérêt de mettre en place un système laitier alliant contact mère-veau, bonnes performances et santé des animaux. Les aspects positifs et négatifs de ces trois types d'allaitement seront étudiés point par point pour déterminer les améliorations possibles de ces pratiques observées dans les élevages français.

## II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'expérimentation s'est déroulée du 1<sup>er</sup> vêlage de l'étude (12 février 2019) à la 14<sup>ème</sup> semaine après le dernier vêlage (11 août 2019). Les mises à l'herbe des vaches et des veaux se sont faites respectivement les 9 et 22 juillet 2019.

### 1. SCHÉMA EXPÉRIMENTAL ET CONDUITE D'ÉLEVAGE

#### 1.1. Ferme expérimentale de l'INRA

L'ensemble de l'étude s'est déroulé sur la ferme expérimentale de l'INRA de Marcenat (Cantal), site de l'unité expérimentale Herbipôle (INRA Auvergne-Rhône Alpes). C'est une ferme de 390 hectares située à 1100 mètres d'altitude, avec 165 vaches traites, de race Prim'Holstein (**Ho**) et Montbéliarde (**Mo**). Les vaches étaient traites 2 fois par jour, le matin à partir de 6h30 et l'après-midi à partir de 15h30.

#### 1.2. Constitution des lots

Trois lots équilibrés de 14 vaches ont été formés selon la race, le rang de lactation, la date de vêlage et l'index lait (Tableau I). Au fil des vêlages, la mise en lot des veaux a été ajustée dans la mesure du possible selon le sex-ratio entre lots. Afin d'avoir un nombre de veaux suffisant par lot jusqu'au sevrage, certains mâles ont été considérés comme femelles (nommés « Mâles-Femelles » (**MF**)) et ont suivi le même calendrier que ces dernières, en fonction de leur lot. Les vaches et les veaux femelles ont été suivies du vêlage à 4 semaines après le sevrage (*i.e.* 14<sup>ème</sup> semaine de lactation/vie), et les veaux mâles durant 21 jours. Ces trois lots représentent les pratiques d'allaitement les plus fréquentes en France.

Tableau I: Constitution des lots

Animal			Lots		
			S0j	S21j	S70j
Veaux	Race	Ho	3 M 2 F 3 MF	2 M 5 F	1 M 5 F 1 MF
		Mo	2 M 1 F 3 MF	3 M 3 F 1 MF	4 M 3 F
Vaches	Race	Ho	8	7	7
		Mo	6	7	7
	Index lait moyen		193	131	163
	Rang de lactation moyen		2,3	1,9	2,2

### 1.3. Description des lots

→ **Lot Séparation 0j (S0j)** :

Ce lot représentait l'allaitement artificiel le plus couramment rencontré en ferme laitière française. Dès le vêlage, les veaux ont été séparés de leur mère. A l'âge de 3 semaines (> 21 jours), les mâles ont été vendus tandis que les femelles sont restées jusqu'au sevrage (poids > 100 kg, soit ~10 semaines d'âge), afin d'être suivies encore 4 semaines.

→ **Lot Séparation 21j (S21j)** :

Ce lot représentait une pratique d'allaitement naturel où le veau reste sous la mère en demi-journée (ici le jour) avec un relais en allaitement artificiel au bout de trois semaines. Au vêlage, les veaux ont été laissés avec leur mère durant 5 jours (*i.e.* 10 traites après la mise bas) en box de vêlage afin de favoriser l'attachement maternel. Ils ont ensuite rejoint le reste du lot dans lequel les vaches et les veaux étaient ensemble. A l'âge de 3 semaines (> 21 jours), tous les veaux ont été séparés de leur mère, les mâles ont été vendus tandis que les femelles sont restées jusqu'au sevrage (poids > 100 kg, soit ~10 semaines d'âge), afin d'être suivies encore 4 semaines.

→ **Lot Séparation 70j (S70j)** :

Ce lot représentait une autre pratique d'allaitement naturel pour laquelle le veau reste sous la mère jusqu'au sevrage, avec un contact en demi-journée (ici le jour). Au vêlage, les veaux ont été laissés avec leur mère durant 5 jours pleins (*i.e.* 10 traites après la mise bas) en box de vêlage pour favoriser l'attachement maternel, puis ont rejoint le reste du lot où les vaches et les veaux étaient ensemble. A l'âge de 3 semaines (> 21 jours), les mâles ont été vendus tandis que les femelles sont restées avec leur mère jusqu'au sevrage (poids > 100 kg, soit ~10 semaines d'âge) pour être suivies encore 4 semaines. Après la mise à l'herbe, les veaux ont accompagné leur mère au pâturage durant la journée et ont été à nouveau séparés la nuit. Avant la mise à l'herbe, une sortie diurne des veaux et des mères pour habitude sur une aire clôturée commune a été réalisée pendant 2 jours.

### 1.4. Logement et alimentation

➤ **Logement**

Les vaches sont restées en stabulation libre à logettes (parc réservé à chaque lot pour les lots S21j et S70j et avec d'autres vaches non expérimentales pour le lot S0j), au pâturage la journée après la mise à l'herbe puis jour et nuit dès le 09 juillet 2019. Les lots de veaux S21j et S70j étaient chacun dans un parc paillé collectif, attendant aux parcs des mères avec un contacte visuel possible (sol paillé + abri couvert + radiants infrarouges), et ouvert vers les vaches pendant la journée. Après leur séparation, les veaux du lot S21j ont été placés dans un parc paillé collectif avec un distributeur automatique de lait (**DAL**). Pour la première semaine de vie (maximum 10 jours), les veaux du lot S0j étaient en niche individuelle puis dans un

parc paillé collectif avec un DAL (avec d'autres veaux hors expérimentation). Les femelles sevrées de tous les lots étaient en parc paillés collectifs (3 parcs différents côte à côte), puis en alternance parcs paillés collectifs la nuit et pâturage (3 parcelles différentes) la journée après leur mise à l'herbe.

### ➤ **Alimentation et abreuvement**

Tout au long de l'essai, les animaux avaient accès à l'eau à volonté et sans contrôle.

### **Vaches**

Les vaches recevaient une ration complète mélangée (fourrages + concentrés + minéraux) (Annexe 1 et Annexe 2) distribuée à l'auge et identique entre les 3 lots de vaches, à volonté et sans contrôle d'alimentation. Après la mise à l'herbe les vaches consommaient l'herbe du pâturage selon une rotation de pâture homogène entre lots.

### **Veaux**

#### ➔ Avant le sevrage

A la naissance, les veaux du lot S0j recevaient au moins 2 litres de colostrum frais (préalablement analysé par réfractomètre, avec une valeur supérieure à 24% de BRIX) ou décongelé et réchauffé si la qualité du frais n'était pas suffisante. Ils passaient ensuite à une alimentation individuelle en lait (lait du tank), au biberon (période en niche), puis au DAL, et en concentré (composition en Annexe 3) au DAC avec du foin à volonté (Annexe 4).

Les veaux du lot S21j ont été nourris au lait maternel (tétée de 9h à 15h30) avec une alimentation collective à volonté en concentré et en foin jusqu'à 3 semaines, et passaient ensuite à une alimentation individuelle en lait (issu du tank) au DAL et en concentré (composition en Annexe 3) au DAC avec du foin à volonté (Annexe 4).

Les veaux du lot S70j ont été nourris au lait maternel (tétées de 9h à 15h30) avec une alimentation collective à volonté en concentré (composition en Annexe 3) et en foin.

#### ➔ Après le sevrage

Les veaux de tous les lots ont été nourris en alimentation collective au foin à volonté et en concentré (composition en Annexe 3) distribué 2 fois par jour (2 kg de matière sèche par jour et par veau).

## **1.5. Interventions autour de l'allaitement**

### **➤ Encadrement des tétées et des buvées**

Lors de la première semaine (en case individuelle) l'ingestion de lait au biberon des veaux du lot S0j ont été surveillées et assistées au besoin, jusqu'à ce que les veaux soient autonomes, vérifiant ainsi que les veaux buvaient 2 fois par jour.

Lors du passage en parc paillé, les veaux des lots S0j et S21j étaient menés trois fois par jour à la tétine, jusqu'à ce qu'ils soient autonomes pour boire au DAL.

Lors des 5 premiers jours (en parc de vèlage) les tétées des veaux des lots S21j et S70j étaient surveillées et assistées au besoin, jusqu'à ce que les veaux soient autonomes. Nous vérifiions ainsi que les veaux tétaient au moins 2 fois par jour et que l'attachement mère-veau était réalisé.

### **➤ Séparations des veaux (Annexe 5)**

Les veaux mâles (à vendre) des 3 lots étaient séparés toutes les 2 semaines, après 3 semaines complètes minimum, et placés dans un parc spécial, alimentés au seau et vendus le lundi suivant.

Les veaux femelles du lot S21j étaient séparés de leur mère toutes les deux semaines, après 3 semaines complètes minimum d'élevage sous leur mère, et déplacées dans le parc paillé collectif du lot S21j (DAL) avant le retour des vaches de la salle de traite.

Les veaux femelles du lot S70j étaient séparées de leur mère toutes les deux semaines, après 10 semaines complètes minimum d'élevage sous leur mère, et déplacées dans le parc paillé collectif de post-sevrage du lot S70j avant le retour des vaches de la salle de traite.

### **➤ Sevrage des veaux femelles des 3 lots (Annexe 5)**

Toutes les 2 semaines, les veaux femelles étaient déplacées dans les parcs post-sevrage des génisses avant le retour des vaches de la salle de traite.

## 2. MESURES ET PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS

### 2.1. Mesures et observations

#### 2.1.1. Sur les vaches

La production laitière de chaque vache a été mesurée à chaque traite, dès la première traite. Dans le cas où le vêlage avait lieu avant 6h, la 1ère traite avait lieu le soir, et pour un vêlage avant 15h le lendemain matin. Tous les matins, les vaches étaient pesées automatiquement en sortie de salle de traite. Leurs notes d'état corporel (NEC) étaient évaluées au vêlage, une fois par mois et au sevrage du veau, suivant la méthode de Petit M. & Agabriel J. (1993) (Annexe 6). Chaque évènement sanitaire a été reporté dans le cahier sanitaire de l'élevage.

#### 2.1.2. Sur les veaux

##### 2.1.2.1. Quantités ingérées

Les quantités de lait bues par les veaux des lots S0j et S21j au DAL étaient enregistrées quotidiennement, Tout comme les quantités de concentrés consommées au DAC par les veaux des lots S0j ceux du lot S21j entre la séparation et le sevrage. Les quantités de concentré consommées par les veaux des lots S21j et S70j ont été calculées une fois par semaine en pesant les offerts le mercredi matin et les refus le jeudi matin.

##### 2.1.2.2. Performances et santé

Chaque veau a été pesé à sa naissance puis une fois par semaine. De plus, les veaux ont été observés chaque semaine afin de noter leur état de santé selon la grille présentée dans le Tableau II. Enfin, chaque évènement sanitaire a été reporté dans le cahier sanitaire de l'élevage.

**Tableau II: Grille de notation de l'état général des veaux**

Score	Propreté générale	Propreté arrière-train	Toux	Écoulement nasal	Écoulement oculaire	Boiterie
0	Propre	Propre	Absence	Absence	Absence	Absence
1	Sale	Sale	Présence	Présence	Présence (> 3cm)	Présence

### **2.1.3. Sur les couples mère-veau**

Le jour de la séparation, les veaux et les vaches du lot S21j étaient amenés dans leur parc respectif. À l'heure de réunion théorique (*i.e* moment de tétée des jours précédents), ils étaient observés, en même temps, afin de noter s'ils vocalisaient ou non.

Le jour du sevrage, les veaux et les vaches des lots S21j et S70j étaient amenés dans leur parc respectif puis observés, en même temps, afin de noter s'ils vocalisaient ou non.

Le jour du sevrage, les veaux du lot S0j étaient amenés dans leur parc puis observés, en même temps que les veaux des autres lots, afin de noter s'ils vocalisaient ou non.

Ces observations avaient lieu durant une semaine : le lundi (J-1), le mardi (sevrage, J0), le mercredi (J1), le vendredi (J3) et le lundi suivant (J6).

## **2.2. Prélèvements et analyses**

### **2.2.1. Sur les vaches**

#### **2.2.1.1. Colostrum**

Les échantillons de colostrum ont été prélevés dans des flacons secs de 30 mL, à la 1<sup>ère</sup> traite et au soir du 3<sup>ème</sup> jour de traite puis congelés à -20°C, dans le but de doser les immunoglobulines G (**IgG**). Le dosage des IgG a été réalisé au Laboratoire Interprofessionnel d'Analyses Laitières (**LIAL**, Aurillac) par technique d'immunodiffusion.

#### **2.2.1.2. Lait**

Des prélèvements de lait ont été effectués chaque semaine dans des flacons bronopolés de 30mL et les analyses ont été réalisées sur lait frais au LIAL. Les taux butyreux (**TB**) et protéique (**TP**) des échantillons de lait prélevés chaque semaine sur 4 traites consécutives ont été mesurés au Spectromètre Moyen Infra Rouge (**MIRS**). La concentration en cellules somatiques (**CCS**) des échantillons de lait prélevés chaque semaine sur 2 traites consécutives a été mesurée par épifluorescence.

### **2.2.2. Sur les veaux**

Les échantillons de sang ont été prélevés sur tous les veaux à la veine jugulaire dans un tube EDTA à trois dates différentes. Un premier prélèvement a été réalisé sur tous les veaux 48 h après la naissance (+/- 24h strict), les tubes EDTA ont été centrifugés à 3000 tr/min pendant 20 min, le plasma pipeté dans des cupules de 2 millilitres puis congelé à -20°C. Le dosage des IgG a été réalisé par le laboratoire de Vetagro Sup à Lyon (Laboratoire Vétérinaire Départemental du Rhône) par technique d'immunodiffusion radiale pour étudier la qualité du transfert immunitaire. Un deuxième prélèvement, en 3<sup>ème</sup> semaine de vie, a été réalisé sur tous les veaux, le matin avant la séparation des veaux concernés. La numération de la formule

sanguine (NF) a été réalisée sur sangréfrigéré 3 jours après. Le dernier prélèvement, en 10<sup>ème</sup> semaine de vie, a été réalisé sur tous les veaux femelles, le matin avant leur sevrage. La NF a été réalisée en frais 3 jours après.

La NF des veaux a été réalisée à l'aide d'un hématomètre Scil Vet ABC (Référence : RAC-020-A-Ind.B).

*NB : un grand nombre de prélèvements et mesures, non cités ici, a été réalisé mais ne sera pas présenté dans cette étude (résultats non disponibles à temps) (Annexe 7).*

### 3. ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse des données a été effectuée à l'aide des logiciels Microsoft Excel et SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC). Avant tout test de comparaison de moyennes, les bases de données ont été minutieusement vérifiées en supprimant les données aberrantes dues aux erreurs de mesure. La normalité de la distribution des données a été testée à l'aide des tests de Shapiro-Wilk et Kolmogorov-Smirnoff. En cas de non normalité initiale, trois options ont été appliquées :

- ➔ Si le type de variable le permettait, les données ont subi une transformation de type logarithmique.
- ➔ Si la transformation des données ne permettait pas d'atteindre la normalité, mais que la distribution en était proche, les tests paramétriques ont tout de même été effectués, puis la normalité et l'homoscédasticité des résidus du modèle ont été testés et confirmés.
- ➔ Si aucune des deux options précédentes n'était possible, l'analyse des données s'est cantonnée à des tests non paramétriques ou des statistiques descriptives.

#### 3.1. Zootechnie

##### 3.1.1. Evolution de la production laitière, de la qualité du lait des vaches et le poids des veaux

Tout d'abord, la production laitière, les taux butyreux et protéique et la CCS du lait des vaches, ainsi que le poids des veaux des différents lots ont été analysés au cours des 14 premières semaines de lactation. Dans le cas de la CCS, une transformation logarithmique a préalablement été effectuée. Les données journalières moyennes par semaine de lactation ont été comparées à l'aide d'une ANOVA (modèle à effet mixte) à 3 facteurs en mesures répétées. Le facteur de répétition considéré était la semaine de lactation, avec la vache individuelle comme sujet (n=42). La structure de covariance choisie était la symétrie composée. Les effets

fixes inclus étaient le lot (S70j, S21j ou S0j), la semaine de lactation (1 à 14), la race (Holstein ou Montbéliarde) et toutes leurs interactions. Enfin, un modèle plus précis analysant les moyennes par traite (matin ou soir) selon la semaine de lactation ou autour de la séparation/sevrage a été utilisé. Il consistait en une ANOVA à 4 facteurs en mesures répétées. Cette fois, le facteur répété était la traite dans la semaine, la vache individuelle étant le sujet de répétition, avec une symétrie composée comme structure de covariance. Les effets fixes incluaient le lot, la semaine, la traite, la race, ainsi que les interactions lot × traite, lot × traite × semaine et lot × traite × semaine × race.

### **3.1.2. Production laitière traite cumulée sur toute la lactation**

Les productions individuelles traites cumulées sur les 14 semaines de lactation ont été calculées pour chaque vache. Pour les lots S0j et S21j, le lait commercialisable a été calculé en soustrayant au lait trait la consommation des veaux au DAL. Ensuite, la production laitière commercialisable cumulée a été calculée. Ces données ont été comparées à l'aide d'une ANOVA 2 facteurs incluant les effets fixes du lot, de la race et de leur interaction.

### **3.1.3. GMQ des veaux**

Les GMQ suivants ont été calculés pour les veaux femelles restant dans l'essai de la naissance au sevrage sur cinq périodes : de la naissance au sevrage, durant les 3 semaines avant la séparation, les 3 semaines après, les 3 semaines avant le sevrage et les 3 semaines après le sevrage. Pour chaque GMQ, les moyennes des différents lots ont été comparées à l'aide d'une ANOVA 2 facteurs. Les effets fixes considérés étaient le lot, la race et leur interaction, avec le sexe du veau (femelle ou mâle-femelle) et son mois de naissance (février, mars, avril ou mai) comme facteur aléatoire.

## **3.2. Comportement : vocalises**

Pour chaque journée d'observation autour de la séparation et du sevrage, la proportion totale de vaches et veaux vocalisant par lot a été calculée. Des graphiques décrivant la semaine de la séparation/du sevrage ont ensuite été réalisés à l'aide du logiciel Excel afin de représenter les proportions de vaches et veaux vocalisant selon les lots. Un graphique comparant la proportion de veaux S70j vocalisant au sevrage à celle de veaux S21j vocalisant à la séparation a également été produit.

## **3.3. Santé**

### **3.3.1. Évènements sanitaires**

Pour les vaches, le nombre de types d'évènements sanitaires (appareil uro-génital, mamelle et membres) par lot a été comptabilisé sur la lactation (semaine 1 à 14). Afin d'éviter de comptabiliser les récurrences, le nombre de vaches par lot ayant déclenché au moins un

évènement sanitaire au cours de leur lactation a également été compté. La faible occurrence d'évènements sanitaires chez les vaches au cours des 14 semaines d'essai n'a pas permis d'analyse statistique plus poussée.

Pour les veaux, l'occurrence de 2 types d'évènements sanitaires (atteinte respiratoire et diarrhée) a été enregistrée sous forme de données binaires (absence=0, présence=1) pour chacune des 14 semaines. Des tests du  $\chi^2$  (SAS) ont été effectués afin de comparer la proportion d'évènements sanitaires étant survenus par lot durant les 3 premières semaines de vie, de la S4 à la S7 (après la séparation des veaux mâles de tous les lots et de tous ceux du lot S21j), de la S8 à la S10 (3 semaines avant le sevrage) et enfin de la S11 à la S14 (après le sevrage). De la même manière que pour les vaches, le nombre de veaux ayant eu au moins un évènement sanitaire a été comptabilisé et comparé pendant les périodes sus-décrites.

### **3.3.2. Poids et note d'état corporel des vaches**

La variation de poids et de NEC des vaches au cours de la lactation a été calculée en soustrayant le poids/la NEC minimal(e) enregistré(e) sur les 14 premières semaines au poids/NEC maximal(e) enregistré(e) sur la même période. Ensuite, les moyennes par lot ont été comparées à l'aide d'une ANOVA à 2 facteurs testant les effets du lot, de la race et de leur interaction.

### **3.3.3. Formules sanguines des veaux**

Afin d'analyser les données de la formule sanguine des veaux, deux modèles différents ont été utilisés. Dans un premier temps, un modèle incluant tous les veaux (n=42, mâles comme femelles) en troisième semaine de vie (juste avant la séparation) a permis de tester les effets fixes de la race, du sexe, du lot et l'interaction lot  $\times$  race (ANOVA à 3 facteurs). Dans un second temps, une ANOVA à 3 facteurs en mesures répétées effectuée pour tous les veaux considérés comme femelles (n=26) a testé l'évolution des mêmes variables entre la semaine 3 et la semaine 10. Le facteur de répétition était la semaine, avec le veau comme sujet et la symétrie composée comme structure de covariance. Les effets fixes testés incluaient la semaine, le lot, la race ainsi que les interactions lot  $\times$  semaine et lot  $\times$  race.

### **3.3.4. Immunoglobulines du colostrum et du sang**

Les concentrations en IgG ont subi une transformation logarithmique. En premier lieu, la corrélation entre la concentration en IgG du colostrum de la vache en jour 1 et le sang du veau à 48 h (n=42) a été vérifiée et le coefficient de corrélation de Pearson calculé (procédure « corr » sur SAS).

Les concentrations en IgG du sang des veaux ont ensuite été classées comme suit afin de qualifier la nature du transfert immunitaire selon la classification de Lora et al. (2018) :

< 10 g/L : « échec »

10 < ... < 16 g/L : « correct »

> 16 g/L : « optimal »

La proportion d'échantillons de chaque lot correspondant à ces classes a ensuite été comparée à l'aide d'un test du  $\text{Khi}^2$  (SAS).

Concernant les concentrations en IgG du colostrum en jour 1 et 3, elles ont été classées comme suit afin de qualifier la qualité du colostrum selon la classification de Lora et al. (2018) :

< 50 g/L : colostrum de mauvaise qualité

$\geq$  50g/L : colostrum de bonne qualité

La proportion d'échantillons de chaque lot correspondant à ces classes a ensuite été comparée à l'aide d'un test du  $\text{Khi}^2$  (SAS).

Pour tous les modèles de comparaisons de moyennes et les  $\text{Khi}^2$ , le niveau de significativité a été défini par une p-value inférieure à 0,05.

# III. RÉSULTATS

Une vache et son veau femelle du lot S0j ont été retirées de l'essai pour retard de croissance important du veau. Les données correspondant à ses animaux n'ont pas été exploitées.

Les p-values des variables étudiées en ANOVA ont été rassemblées en Annexe 17 et Annexe 18.

## 1. CONSÉQUENCES ZOOTECHNIQUES

### 1.1. Caractéristiques zootechniques de chaque lot

Les caractéristiques zootechniques initiales de chaque lot ont été calculées pour pouvoir vérifier l'homogénéité des lots.

La date moyenne de vêlage est au 29 mars pour le lot Séparation 0j, au 26 mars pour le lot Séparation 21j et au 27 mars pour le lot Séparation 70j.

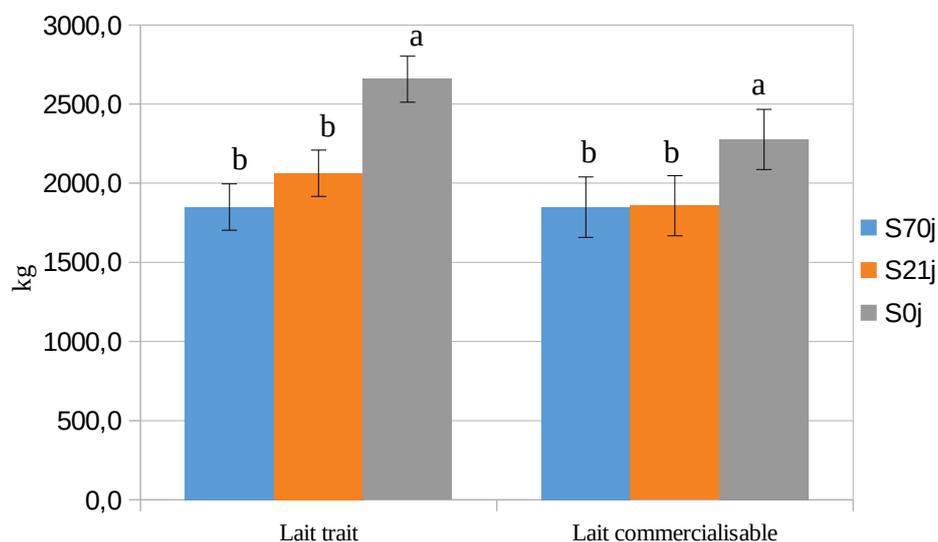
Le poids moyen des vaches au vêlage est de  $670 \pm 18,3$  kg pour le lot Séparation 0j, de  $702 \pm 17,2$  kg pour le lot Séparation 21j et de  $705 \pm 17,2$  kg pour le lot Séparation 70j.

### 1.2. Sur les vaches

#### 1.2.1. Production laitière

##### 1.2.1.1. Lait cumulé en fin d'essai

Le lait trait cumulé par vache des 14 premières semaines de lactation est plus élevé pour le lot S0j que pour les deux autres lots (Figure 1) :  $2657 \pm 110,6$  kg pour le lot S0j,  $2063 \pm 103,7$  kg pour le lot S21j et  $1849 \pm 103,7$  kg pour le lot S70j. Le lait trait du lot S0j est supérieur à celui du lot S21j de 28 % ( $p < 0,001$ ), et à celui du lot S70j de 43 % ( $p < 0,001$ ), ces deux derniers n'étant pas statistiquement différents. Le lot S21j a donc perdu environ 600 kg de lait trait par vache par rapport au lot S0j, et le lot S70j 800 kg sur les 14 premières semaines de lactation. Cela correspond à un lait trait journalier de  $27,3 \pm 1,16$  kg pour le lot S0j, de  $21 \pm 1,08$  kg pour le lot S21j et de  $18,9 \pm 1,08$  kg pour le lot S70j (Tableau III).



**Figure 1: Lait trait et lait commercialisable cumulés des 14 semaines de lactation**

<sup>ab</sup> pour chaque lait, des lettres différentes indiquent une différence significative à  $p < 0,05$   
 Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

Le lait commercialisable cumulé des 14 premières semaines de lactation est de  $2276 \pm 121,6$  kg,  $1858 \pm 114,0$  kg et  $1849 \pm 114,0$  kg pour les lots S0j, S21j et S70j respectivement. Le lait commercialisable cumulé du lot S0j est donc également supérieur, cette fois-ci de 22 %, à celui du lot S21j ( $p < 0,05$ ) et de 23 % à celui du lot S70j ( $p < 0,05$ ) (Figure 1), ces deux derniers étant identiques. Il y a donc une perte de lait commercialisable cumulé pour les lots S21j et S70j de 420 kg environ par rapport au lot S0j. Cela correspond à un lait commercialisable journalier de  $23,4 \pm 1,27$  kg pour le lot S0j, de  $18,9 \pm 1,19$  kg pour le lot S21j et de  $18,9 \pm 1,19$  kg pour le lot S70j.

**Tableau III: Lait trait moyen des 14 semaines de lactation**

Traite	Lot			SEM	P-value	
	S70j	S21j	S0j		lot	matin/soir
Jour	18,9 b	21,0 b	27,3 a	1,16	<0,001	-
Matin	13,7 b	13,6 b	16,5 a	16,5	<0,001	<0,001
Soir	5,2 c	7,4 b	10,8 a	10,8	<0,001	<0,001

<sup>abc</sup> Au sein d'une ligne, des lettres différentes indiquent une différence significative à  $p < 0,05$ .

L'écart entre les lots au sein d'une même race est plus important pour les vaches de race Prim'Holstein (Ho) que Montbéliarde (Mo) (Annexe 8). Pour les Ho, le lait trait du lot S0j est supérieur à celui du lot S70j de 55 % ( $p < 0,001$ ) alors que pour les Mo il est supérieur de 33 % ( $p < 0,01$ ). Pour les Ho, le lait trait du lot S0j est supérieur à celui du lot S21j de 37 % ( $p < 0,001$ ) alors que pour les Mo il tend à être supérieur de 21 % ( $p = 0,06$ ). Cet effet est accentué pour le lait commercialisable où la différence entre les Mo n'est pas significative

entre les trois lots alors que pour les Ho le lait commercialisable du lot S0j est supérieur de 32 % à celui du lot S70j et de 31 % à celui du lot S21j ( $p < 0,05$ ) (Annexe 9).

#### 1.2.1.2. Lait cumulé des 3 premières semaines

Le lait trait cumulé par vache des 3 premières semaines de lactation, avant la séparation des veaux pour le lot S21j ou des mâles pour le lot S70j, est plus élevé pour le lot S0j que pour les deux autres lots :  $546 \pm 30,9$  kg pour le lot S0j, de  $250 \pm 29,0$  kg pour le lot S21j et de  $274 \pm 29,0$  kg pour le lot S70j. Le lait trait du lot S0j est environ 2 fois supérieur à celui du lot S21j et à celui du lot S70j ( $p < 0,001$ ), ces deux derniers étant identiques. Le lot S21j a donc perdu 296 kg de lait trait par vache par rapport au lot S0j, et le lot S70j 272 kg pendant les 3 premières de lactation. Cela correspond à un lait trait journalier de  $26,0 \pm 1,47$  kg/j pour le lot S0j,  $11,9 \pm 1,38$  kg/j pour le lot S21j et  $13,0 \pm 1,38$  kg/j pour le lot S70j.

#### 1.2.1.3. Lait cumulé jusqu'au sevrage

Le lait trait cumulé par vache des 10 premières semaines de lactation, avant le sevrage des veaux, est plus élevé pour le lot S0j que pour les deux autres lots :  $1969 \pm 102,6$  kg pour le lot S0j, de  $1400 \pm 96,2$  kg pour le lot S21j et de  $1246 \pm 96,3$  kg pour le lot S70j. Le lait trait du lot S0j est supérieur à celui du lot S21j de 41 % ( $p < 0,001$ ), et à celui du lot S70j de 58 % ( $p < 0,001$ ), ces deux derniers étant identiques. Le lot S21j a donc perdu 569 kg de lait trait par vache par rapport au lot S0j, et le lot S70j 723 kg pendant les 10 premières de lactation. Cela correspond à un lait trait journalier de  $28,1 \pm 1,47$  kg/j pour le lot S0j,  $20,0 \pm 1,38$  kg/j pour le lot S21j et  $17,8 \pm 1,38$  kg/j pour le lot S70j.

Le lait commercialisable cumulé des 10 premières semaines de lactation, avant le sevrage des veaux, est plus élevé pour le lot S0j que pour les deux autres lots :  $1604 \pm 113,7$  kg pour le lot S0j, de  $1222 \pm 106,7$  kg pour le lot S21j et de  $1246 \pm 106,7$  kg pour le lot S70j. Le lait trait du lot S0j est supérieur à celui du lot S21j de 31 % ( $p < 0,05$ ), et à celui du lot S70j de 29 % ( $p < 0,05$ ), ces deux derniers étant identiques. Le lot S21j a donc perdu 382 kg de lait trait par vache par rapport au lot S0j, et le lot S70j 356 kg pendant les 10 premières de lactation. Cela correspond à un lait trait journalier de  $22,9 \pm 1,63$  kg/j pour le lot S0j,  $17,5 \pm 1,53$  kg/j pour le lot S21j et  $17,8 \pm 1,53$  kg/j pour le lot S70j.

#### 1.2.1.4. Courbes de lactation du lait trait

Pour aller plus loin dans l'étude de la production laitière, l'évolution du lait trait au cours des 14 semaines a été représentée sur la Figure 2. Le lot S0j a une courbe de lactation « classique », avec un pic de lactation à 30 kg/jour dans les premières semaines et une diminution progressive à partir de la 5<sup>ème</sup> semaine. Les lots S21j et S70j présentent un pic de lactation écrêté, formant un plateau. La production des vaches du lot S21j change d'allure après la 3<sup>ème</sup> semaine, moment de séparation des veaux, en augmentant plus fortement, atteint 25 kg/jour, soit 1,8 fois plus qu'en 3<sup>ème</sup> semaine, dès la 6<sup>ème</sup> semaine et se maintient jusqu'à la

12<sup>ème</sup> semaine. Dans le cas du lot S70j, un premier plateau à 21 kg/jour est atteint en 6<sup>ème</sup> semaine suivi d'un pic de production à 23 kg/jour en 12<sup>ème</sup> semaine, 2 semaines après la séparation de leurs veaux.

Lors des 4 premières semaines de lactation le lait trait du lot S0j est globalement 2 fois supérieur aux deux autres lots ( $p < 0,001$ ) : de 110 % (S21j) et de 94 % (S70j). Pendant cette même période les laits traités des lots S70j et S21j sont rigoureusement identiques. La quantité de lait trait du lot S0j reste supérieure à celle du lot S21j de 24 % jusqu'à la 8<sup>ème</sup> semaine ( $p < 0,05$ ) et ce dernier le rejoint, en 9<sup>ème</sup> semaine, soit 6 semaines après la séparation des veaux ; et au lot S70j de 43 % jusqu'à la 11<sup>ème</sup> semaine ( $p < 0,001$ ) et ce dernier le rejoint en 12<sup>ème</sup> semaine, soit 2 semaines après la séparation des veaux. Après la 4<sup>ème</sup> semaine, soit après la séparation, le lait trait du lot S21j remonte et devient supérieur de 22 % à celui du S70j de la 6<sup>ème</sup> semaine ( $p < 0,05$ ) jusqu'à la 11<sup>ème</sup> semaine ( $p < 0,01$ ). À partir de la 12<sup>ème</sup> semaine de lactation les laits traités des trois lots sont identiques, soit 2 semaines après que tous les veaux aient été séparés. Aucune remontée du lait trait des vaches du lot S70j n'est observée après la séparation des veaux mâles la 3<sup>ème</sup> semaine.

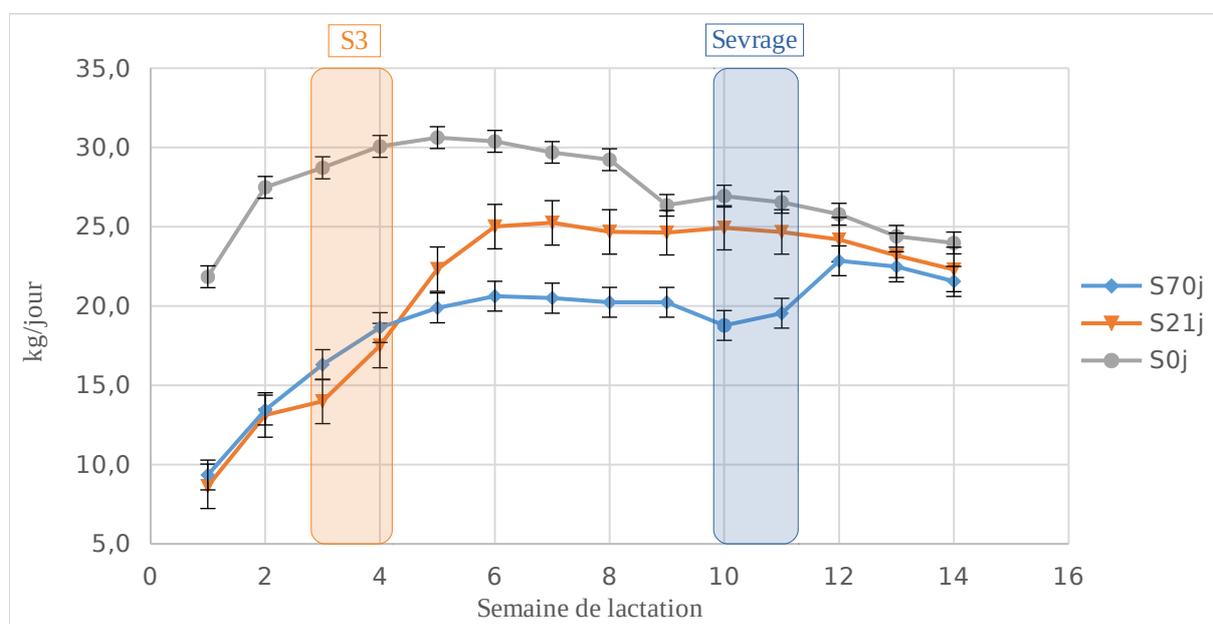


Figure 2 : Évolution du lait trait sur les 14 semaines de lactation (lot × semaine,  $p < 0,001$ )

Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

Cette perte de lait des lots S21j et S70j est surtout due à la traite du soir (Tableau III).

La Figure 3 montre que l'allure des courbes du lait trait du soir est similaire au lait trait journalier, avec des écarts plus importants. Par exemple, le lait trait du matin du lot S0j est supérieur de 285 % à celui du lot S21j et de 300 % à celui du lot S70j ( $p < 0,001$ ) les 4 premières semaines de lactation. Les remontées en lait des lots S21j et S70j lors des 2 semaines après la séparation de leur veau, soit respectivement après la 3 et la 10<sup>ème</sup> semaine,

est plus visible pour le lait traité du soir. Après la séparation des veaux mâles, on observe une légère accélération de la remontée du lait traité du matin des vaches du lot S70j. Une légère du lait traité des vaches du lot S70j est observée après la séparation des veaux mâles la 3<sup>ème</sup> semaine.

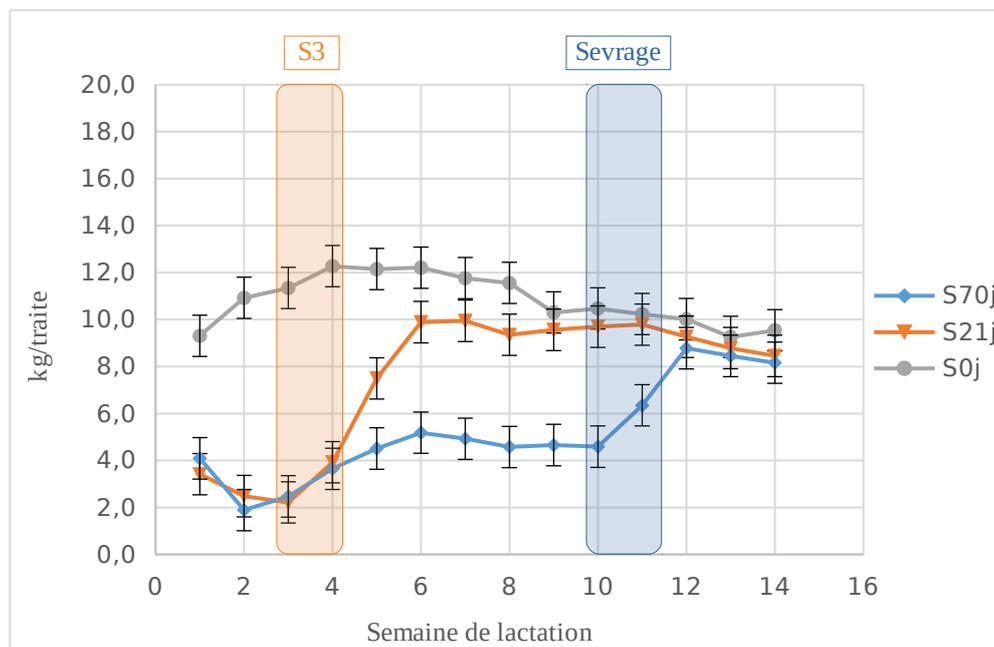
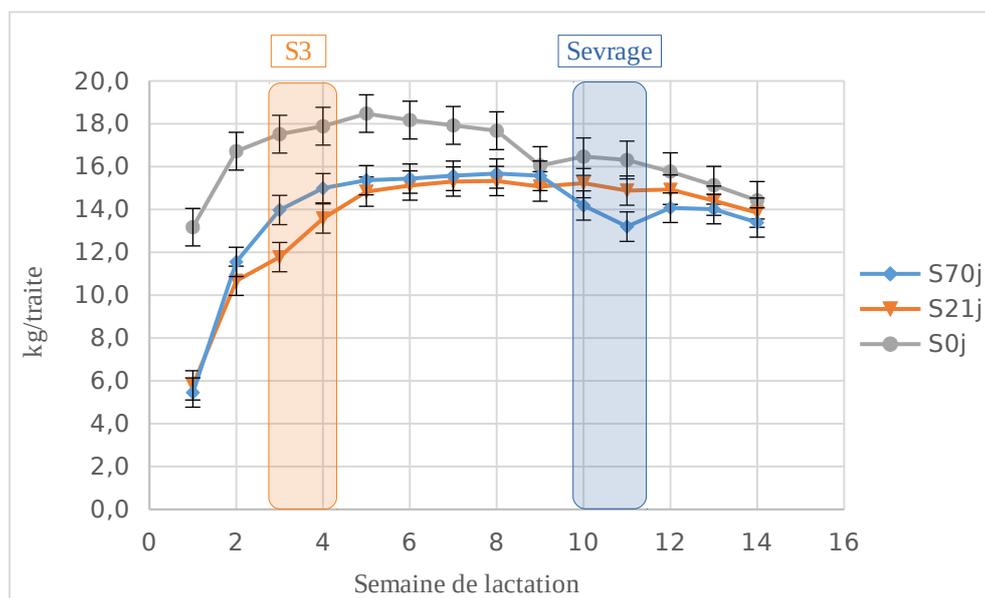


Figure 3: Évolution du lait traité du soir sur les 14 semaines de lactation (lot × semaine × matin/soir,  $p < 0,001$ )

Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

Le lait traité du soir du lot S21j est donc intermédiaire entre les deux autres lots.

La Figure 4 représente le lait traité du matin : on observe peu de variations entre lots, qui ont des allures de courbe similaires, avec un plateau plus ou moins long à partir de la 4<sup>ème</sup> semaine. Les lots S21j et S70j ne sont jamais significativement différents, et le lot S0j est significativement supérieur au lot S21j et S70j les 7 premières semaines de lactation seulement. Le lait traité du soir est inférieur à celui du matin pour tous les lots ( $p < 0,001$ ) (Tableau III). Plus précisément, on observe que le lait traité du soir est en moyenne inférieur au lait traité du matin de 35 % pendant les 14 semaines pour le lot S0j, de 68 % les 4 premières semaines puis de 38 % pour le lot S21j, et de 71 % les 11 premières semaines puis de 39 % pour le lot S70j.



**Figure 4: Évolution du lait traité du matin sur les 14 semaines de lactation (lot × semaine × matin/soir,  $p < 0,001$ )**

Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

C'est donc pour les lots S21j et S70j que les écarts entre la traite du matin et la traite du soir sont les plus importants.

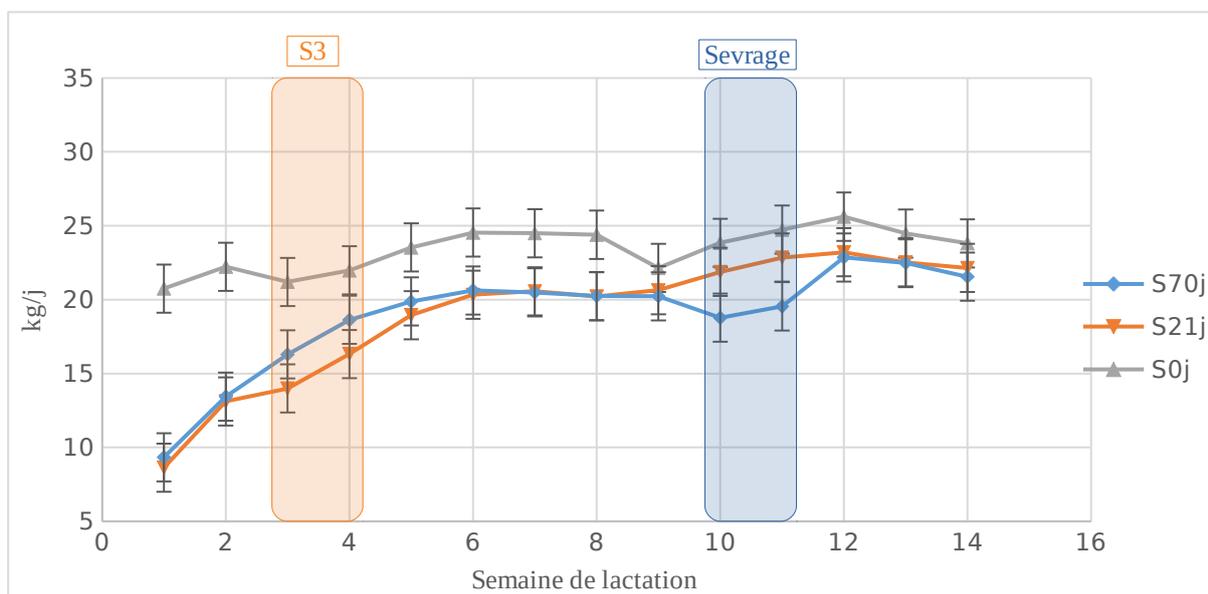
#### 1.2.1.5. Courbes de lactation du lait commercialisable

Afin de comparer le lait disponible pour la commercialisation après la consommation du veau, le lait commercialisable a été étudié et représenté sur la Figure 5.

Pour le lot S0j, la courbe de lait commercialisable est presque horizontale, avec quelques variations en 3<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> semaine. Celle du lot S21j présente deux points d'inflexion en 3<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> semaine, séparés par un plateau entre les semaines 6 et 9. Enfin, celle du lot 70j est la même que pour le lait traité.

Lors des 3 premières semaines de lactation, le lait commercialisable lot S0j est supérieur à celui des deux autres lots de 80 % ( $p < 0,05$ ). Les semaines 4 et 5 il est seulement supérieur à celui de S21j de 30 % ( $p < 0,05$ ).

Ensuite, de la semaine 6 à la semaine 9 puis de la semaine 12 à la semaine 14, les 3 lots ne sont pas significativement différents. En semaine 10 et 11 le lait commercialisable du lot S0j est supérieur à celui du lot S70j de 55 % ( $p < 0,05$ ).



**Figure 5: Évolution du lait commercialisable sur les 14 semaines de lactation (lot × semaine,  $p < 0,001$ )**  
 Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

C'est donc en semaines 1, 2, 3, 4, 5, 10 et 11 qu'il y a une différence significative entre lots.

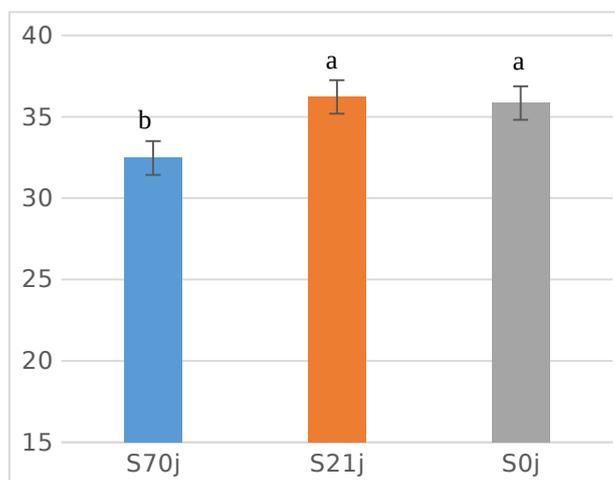
### 1.2.2. Qualité du lait trait

*NB. : La qualité du lait de la première semaine de lactation n'a pas été représentée car il y avait trop peu de données.*

#### 1.2.2.1. Qualité du lait trait

La qualité du lait trait varie entre lots, de manière plus ou moins significative selon le composant étudié.

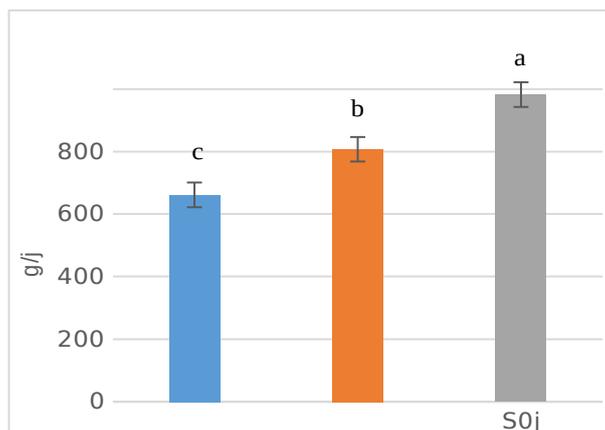
Les taux butyreux (TB) (Figure 6) moyens des semaines de lactation 2 à 14 des lots S0j ( $35,8 \pm 1,03$  g/kg) et S21j ( $36,2 \pm 1,02$  g/kg) sont rigoureusement identiques et supérieurs à celui du lot S70j ( $32,5 \pm 1,04$  g/kg) de 11 % ( $p < 0,05$ ).



**Figure 6: Taux butyreux moyen de S2 à S14 ( $p < 0,05$ )**

<sup>ab</sup> Des lettres différentes indiquent une différence significative à  $p < 0,05$   
 Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

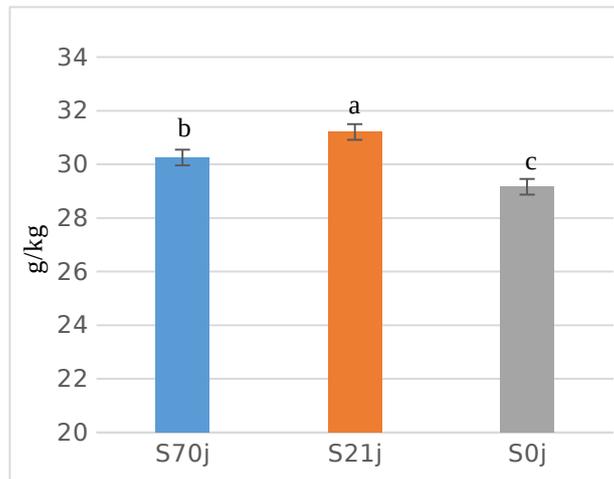
La matière grasse (MG) produite moyenne des semaines de lactation 2 à 14 (Figure 7) du lot S0j ( $980 \pm 39,5$  g/j) est supérieure à celle du lot S21j ( $810 \pm 40$  g/j) de 22 % ( $p < 0,01$ ) et à celle du lot S70j ( $660 \pm 40$  g/j) de 50 % ( $p < 0,001$ ). La MG du lot S21j est supérieure à celle du lot S70j de 22 % ( $p < 0,05$ ).



**Figure 7: Matière grasse produite moyenne de S2 à S14 ( $p < 0,001$ )**

<sup>abc</sup> Des lettres différentes indiquent une différence significative à  $p < 0,05$   
 Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

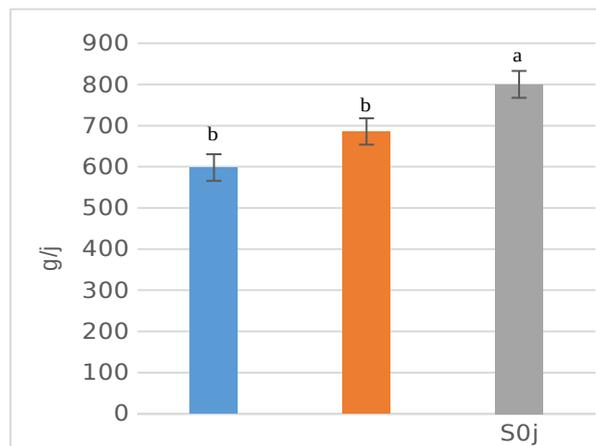
Le taux protéique (TP) moyen des semaines de lactation 2 à 14 (Figure 8) du lot S21j ( $31,2 \pm 0,29$  g/kg) est supérieur à celui du lot S0j ( $29,2 \pm 0,29$  g/kg) de 7 % ( $p < 0,001$ ) et à celui du lot S70j ( $30,2 \pm 0,29$  g/kg) de 3 % ( $p < 0,05$ ). Le TP du lot S70j est supérieur à celui du lot S0j de 4 % ( $p < 0,05$ ). Le lot S70j a donc un TP moyen situé entre ceux du lot S0j et S21j.



**Figure 8: Taux protéique moyen de S2 à S14 (p<0,001)**

<sup>abc</sup> Des lettres différentes indiquent une différence significative à p<0,05  
 Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

La matière protéique (MP) produite moyenne des semaines de lactation 2 à 14 (Figure 9) du lot S0j ( $800 \pm 32,6$  g/j) est supérieure à celle des autres lots : de 17 % à celle du lot S21j ( $686 \pm 32,3$  g/j) (p<0,05) et de 34 % à celle du lot S70j ( $598 \pm 32,6$  g/j) (p<0,001). Les lots S21j et S70j ne sont pas significativement différents.



**Figure 9: Matière protéique produite moyenne de S2 à S14 (p<0,001)**

<sup>ab</sup> Des lettres différentes indiquent une différence significative à p<0,05  
 Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

Les logarithmes de la concentration en cellules somatiques (CCS) moyen des semaines de lactation 2 à 14 (Figure 10) des trois lots ne sont pas significativement différents : le lot S0j a une CCS moyenne de  $86,3 * 10^3$  cellules/mL, le lot S21j de  $65,0 * 10^3$  cellules/mL et le lot S70j de  $114,4 * 10^3$  cellules/mL.

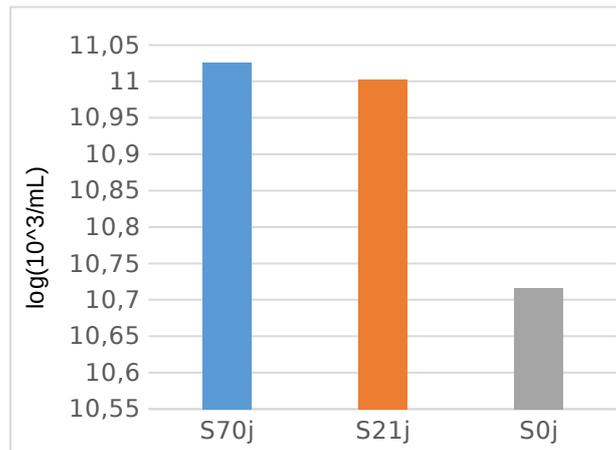
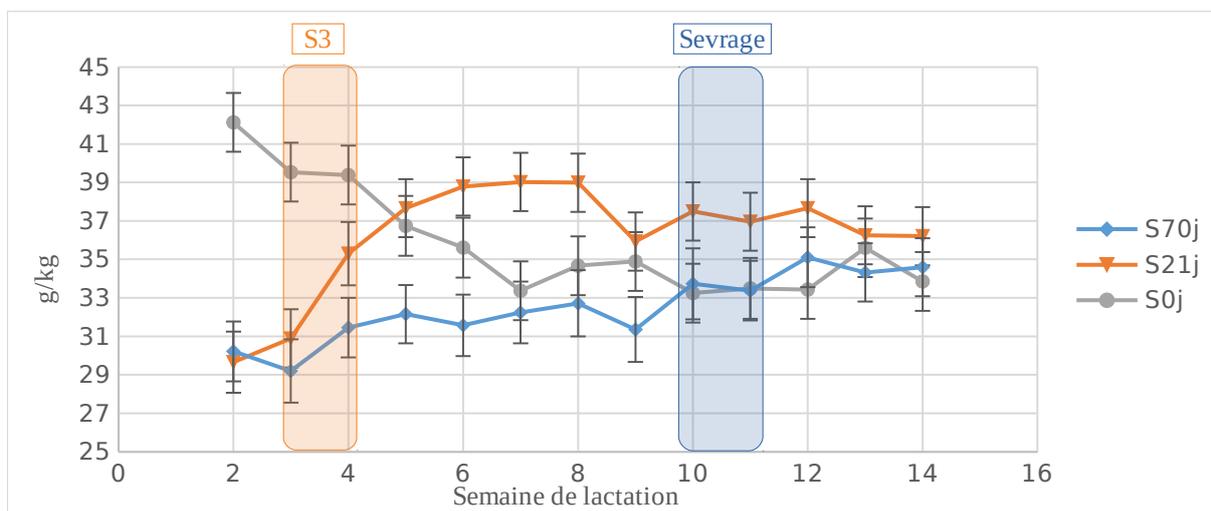


Figure 10: Concentration en Cellules Somatiques moyenne de S2 à S14 (p=0,83, NS)

#### 1.2.2.2. Évolution du taux butyreux et de la matière grasse du lait trait

La Figure 11 représente l'évolution du TB de la 2<sup>ème</sup> à la 14<sup>ème</sup> semaine de lactation. La courbe du TB du lot S0j présente une diminution plus ou moins régulière en partant de  $42,1 \pm 1,53$  g/kg en 2<sup>ème</sup> semaine jusqu'à  $33,9 \pm 1,53$  g/kg la 14<sup>ème</sup> semaine. Celle du lot S21j commence à 29,7 g/kg et croît significativement après la séparation des veaux en semaine 3, jusqu'à atteindre un plateau en 6<sup>ème</sup> semaine, avec une diminution non significative du plateau en 9<sup>ème</sup> semaine à  $37,5 \pm 1,51$  g/kg. La courbe du TB du lot S70j est inversée à celle du lot S0j en montrant une augmentation plus ou moins régulière, en partant de  $30,2 \pm 1,55$  g/kg en 2<sup>ème</sup> semaine jusqu'à  $34,6 \pm 1,51$  g/kg la 14<sup>ème</sup> semaine, sans modification de la courbe après la séparation des veaux mâles en semaine 3 ou des veaux femelles en semaine 10.

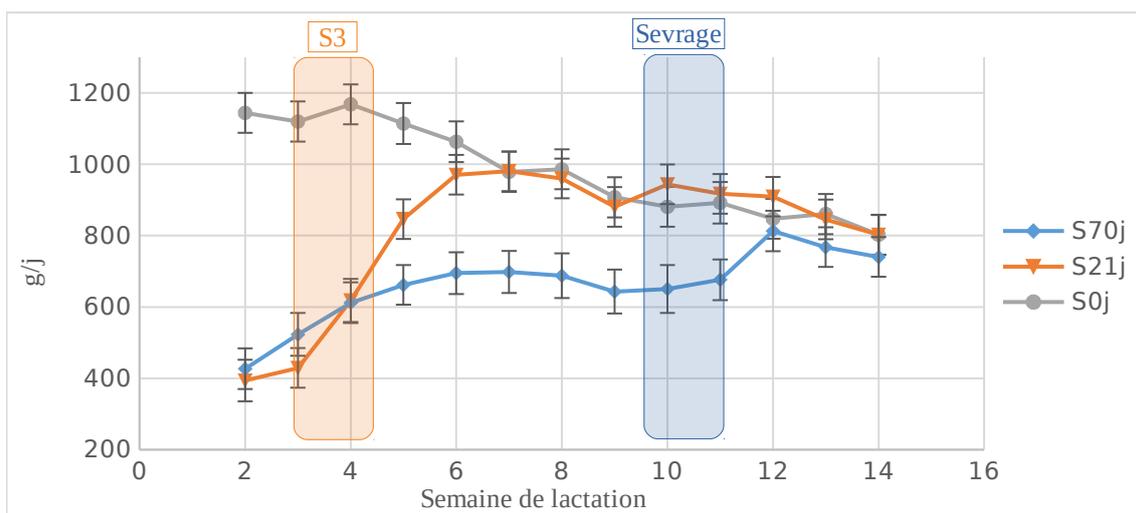
Lors des semaines 2 et 3, le TB du lot S0j est supérieur aux deux autres lots de 36 % (p<0,001). Le TB du lot S21j remonte dès la 3<sup>ème</sup> semaine après la séparation des veaux, tandis que celui du lot S0j diminue et leurs courbes se croisent la 5<sup>ème</sup> semaine. Le TB du lot S0j reste supérieur à celui du lot S70j jusqu'à la 5<sup>ème</sup> semaine, au-delà de laquelle les deux lots sont identiques. Le TB du lot S21j devient significativement supérieur de 19 % au lot S70j dès la 5<sup>ème</sup> semaine (p<0,05) jusqu'à la 9<sup>ème</sup> et à celui du lot S0j les semaines 7 et 8 de 15 % (p<0,05). On notera qu'entre les semaines 7 et 12, il y a une tendance pour le TB du lot S21j à être supérieur à celui du lot S0j. À partir de la 12<sup>ème</sup> semaine les TB des 3 lots sont identiques. Il n'y a pas d'effet race observé, que ce soit au sein de l'effectif entier ou au sein des lots.



**Figure 11: Évolution du taux butyreux de S2 à S14 (lot × semaine,  $p < 0,001$ )**

Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

Les courbes d'évolution de la MG produite conservent la même allure que celles du TB (Figure 12). A nouveau, la MG du lot S0j est supérieure à ceux des deux autres lots en début de lactation, de 114 % ( $p < 0,001$ ) les 5 premières semaines. La MG du lot S21j augmente à partir de la 3<sup>ème</sup> semaine après la séparation des veaux, jusqu'à rejoindre celle du lot S0j en semaine 6. La MG du lot S70j reste inférieure à celle des deux autres lots jusqu'à la semaine 11 après la séparation des veaux : entre la 6<sup>ème</sup> et la 11<sup>ème</sup> semaine, les MG des lots S0j et S21j la dépassent de 40 % ( $p < 0,01$ ). Comme pour le TB, aucun effet race n'est observé.



**Figure 12: Évolution de la matière grasse produite de S2 à S14 (lot × semaine,  $p < 0,001$ )**

Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

### 1.2.2.3. Évolution du taux protéique et de la matière protéique

L'évolution du TP au cours des 14 semaines de lactation est stable entre les lots (Figure 13). Le TP du lot S0j diminue régulièrement en partant de  $33,5 \pm 0,49$  g/kg la 2<sup>ème</sup> semaine, jusqu'à la 7<sup>ème</sup> semaine où il commence à remonter et ce jusqu'à la 11<sup>ème</sup> semaine, où il atteint un plateau à 29,2 g/kg. Le TP du lot S21j part de  $34,2 \pm 0,52$  g/kg la 2<sup>ème</sup> semaine et diminue les 3 premières semaines, avant de se stabiliser après la séparation des veaux autour de 31 g/kg. Celui du lot S70j part de  $33,6 \pm 0,51$  g/kg la 2<sup>ème</sup> semaine et diminue jusqu'à la 5<sup>ème</sup> semaine, 2 semaines après la séparation des veaux mâles, où il remonte pour se stabiliser sur un plateau à 30,2 g/kg, diminuer à nouveau la 11<sup>ème</sup> semaine et atteindre un deuxième plateau après la séparation des veaux à 29,6 g/kg.

Le TP du lot S21j est supérieur de 9 % ( $p < 0,05$ ) à celui du lot S0j dès la 3<sup>ème</sup> semaine, et ce jusqu'à la 11<sup>ème</sup> semaine. Il est supérieur à celui du lot S70j uniquement les 4,5 et 11<sup>èmes</sup> semaines, de 6 % ( $p < 0,05$ ). Enfin le lot S70j est supérieur à celui du lot S0j de la 6<sup>ème</sup> à la 10<sup>ème</sup> semaine de 7 % ( $p < 0,05$ ). Tout au long des 14 semaines, le TP du lot S0j reste donc inférieur, de manière plus ou moins significative, à celui des deux autres lots, et ceux des lots S21j et S70j sont identiques, sauf en 4,5 et 11<sup>èmes</sup> semaines.

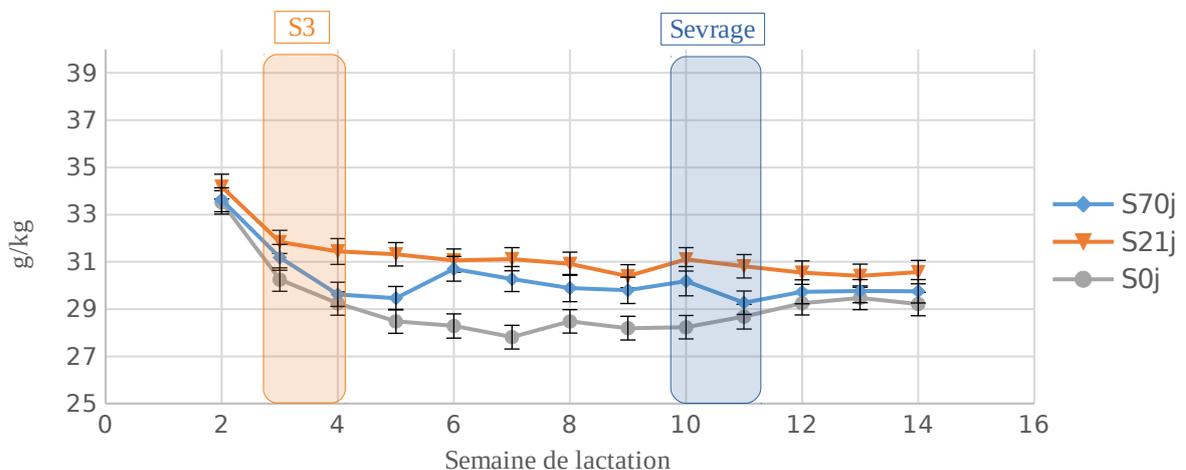
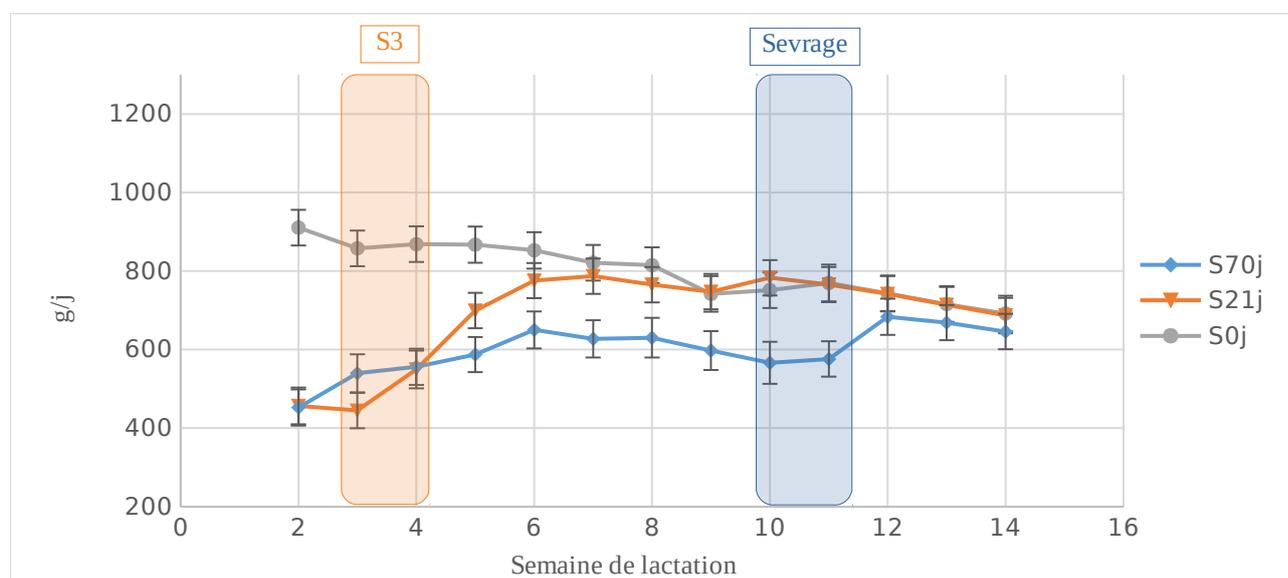


Figure 13: Évolution du taux protéique de S2 à S14 (lot x semaine,  $p = 0,10$ )

Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

Les courbes de la MP produite, représentées sur la Figure 14, montrent des évolutions différentes du TP. La MP du lot S0j diminue régulièrement tout au long des 13 semaines. Celle du lot S21j augmente après la séparation des veaux en semaine 3 et atteint un plateau la 6<sup>ème</sup> semaine, avant de diminuer à partir de la 11<sup>ème</sup> semaine. La MP du lot S70j augmente jusqu'en 6<sup>ème</sup> semaine où elle se maintient sur un plateau jusqu'à la séparation des veaux en 11<sup>ème</sup> semaine pour remonter ensuite et se stabiliser.

Jusqu'à la 5<sup>ème</sup> semaine, la MP du lot S0j dépasse celle des deux autres lots ( $p < 0,001$ ) : elle est supérieure de 69 % à la MP du lot S21j et de 66 % à celle du lot S70j. La 6<sup>ème</sup> semaine, la MP S21j rejoint la MP S0j, et ces dernières sont supérieures à la MP S70j ( $p < 0,01$ ) jusqu'à la 11<sup>ème</sup> semaine, de respectivement 30 et 27 %. Dès la 12<sup>ème</sup> semaine, 2 semaines après la séparation de tous les veaux, les trois lots produisent une MP identique.



**Figure 14: Évolution de la matière protéique produite de S2 à S14 (lot × semaine,  $p < 0,001$ )**

Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

#### 1.2.2.4. Concentration en cellules somatiques

Les courbes de CCS des trois lots ont globalement la même allure (Figure 15). On observe une diminution importante de 10 % entre la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> semaine puis une stabilisation autour de  $80 \times 10^3$  cellules/mL, légèrement croissante, jusqu'à la 14<sup>ème</sup> semaine. Pour les lots S70j et S21j, un pic, non significatif, de respectivement 280 et  $116 \times 10^3$  cellules/mL est observé en 11<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> semaine. Pendant les 14 semaines les lots ont des valeurs comprises entre 34 et  $280 \times 10^3$  cellules/mL.

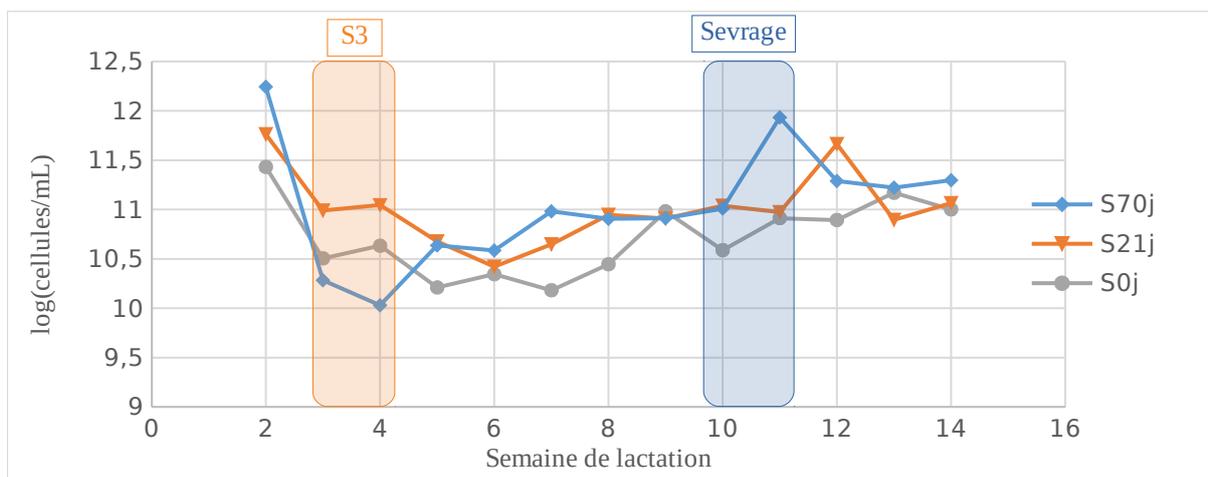


Figure 15: Évolution de la concentration en cellules somatiques de S2 à S14 (NS)

### 1.3. Sur les veaux

#### 1.3.1. Croissance générale

À la fin de l'étude, les poids des veaux étaient significativement différents entre lots (Figure 16). Le lot S0j avait un poids moyen à 14 semaines de  $116 \pm 2,4$  kg, le lot S21j de  $111 \pm 2,1$  kg et le lot S70j de  $124 \pm 2,2$  kg. Le lot S70j a donc un poids à 14 semaines supérieur à ceux des deux autres lots, ces derniers étant non différents. Son poids est supérieur de 6 % par rapport à celui du lot S0j ( $p < 0,05$ ) et de 11 % par rapport à celui du lot S21j ( $p < 0,001$ ).

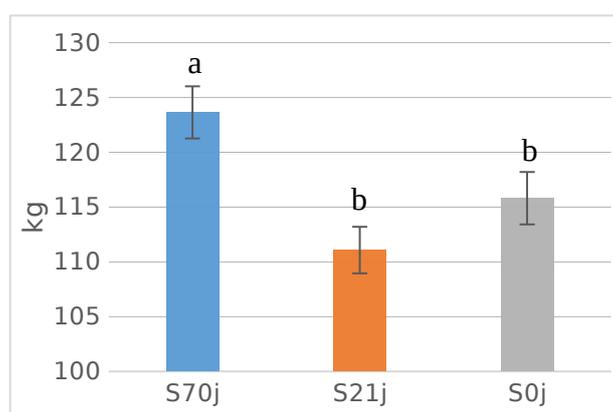
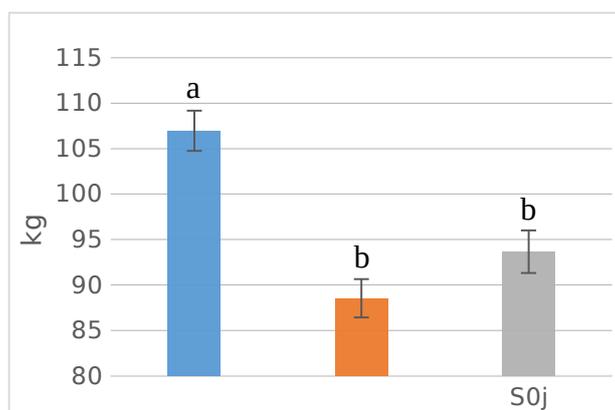


Figure 16: Poids des veaux à 14 semaines de vie ( $p < 0,001$ )

<sup>ab</sup> Des lettres différentes indiquent une différence significative à  $p < 0,05$   
Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

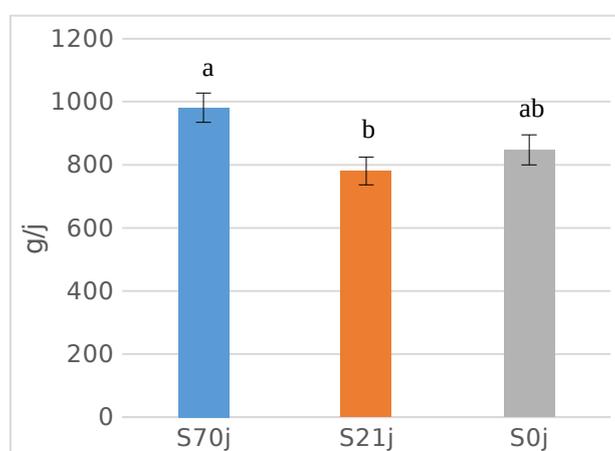
Au moment du sevrage, le poids des veaux était significativement différent entre lots (Figure 17). Le lot S0j avait un poids moyen à 10 semaines de  $94 \pm 2,3$  kg, le lot S21j de  $89 \pm 2,1$  kg et le lot S70j de  $107 \pm 2,2$  kg. Le lot S70j a un donc poids à 10 semaines supérieur à ceux des deux autres lots, ces derniers étant non différents. Son poids est supérieur de 14 % par rapport à celui du lot S0j ( $p < 0,001$ ) et de 21 % par rapport à celui du lot S21j ( $p < 0,001$ ).



**Figure 17: Poids des veaux à 10 semaine ( $p < 0,001$ )**

<sup>ab</sup> Des lettres différentes indiquent une différence significative à  $p < 0,05$   
 Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

En parallèle, de la naissance au sevrage la croissance des veaux est différente entre lots. En effet, la Figure 18 montre que le lot S0j a un gain moyen quotidien (GMQ) sur cette période de  $847 \pm 46,3$  g, le lot S21j de  $780 \pm 41,8$  g et le lot S70j de  $981 \pm 32,9$  g. Le GMQ du lot S70j est significativement supérieur à celui S21j de 16 % ( $p < 0,01$ ), et tend à être supérieur à celui du lot S0j de 16 %. Les lots S0j et S21j n'ont pas un GMQ significativement différent.



**Figure 18: Gain moyen quotidien des veaux de la naissance au sevrage ( $p < 0,05$ )**

<sup>ab</sup> Des lettres différentes indiquent une différence significative à  $p < 0,05$   
 Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

### 1.3.2. Croissance

On observe sur la Figure 19 que les poids des veaux des lots S0j et S21j croissent de manière régulière tout au long des 14 semaines. La courbe des poids des veaux du lot S70j, en revanche, présente 2 points d'inflexion en 6<sup>ème</sup> et 11<sup>ème</sup> semaine de vie : jusqu'à la 6<sup>ème</sup> semaine, l'augmentation du poids est régulière puis la pente de la courbe augmente ; entre la 6<sup>ème</sup> et la 11<sup>ème</sup> semaine l'augmentation est à nouveau régulière pour devenir moins importante 1 semaine après le sevrage. Dès la 5<sup>ème</sup> semaine, soit 2 semaines après la séparation des veaux du lot S21j, et jusqu'à la fin de l'étude, le poids des veaux du lot S70j est supérieur à celui du lot S21j de 17 % en moyenne ( $p < 0,01$  et  $p < 0,001$  dès la 7<sup>ème</sup> semaine). Dès la 8<sup>ème</sup> semaine, et jusqu'à la fin de l'étude, le poids des veaux du lot S70j est supérieur à celui du lot S0j de 11 % en moyenne ( $p < 0,05$ ). En 9<sup>ème</sup>, 12<sup>ème</sup> et 13<sup>ème</sup> semaines le poids des veaux du lot S0j est supérieur de 7 % à celui du lot S21j ( $p < 0,05$ ). Les autres semaines les lots ne sont pas significativement différents. Les veaux du lot S70j pèsent donc globalement plus lourd que ceux des autres lots.

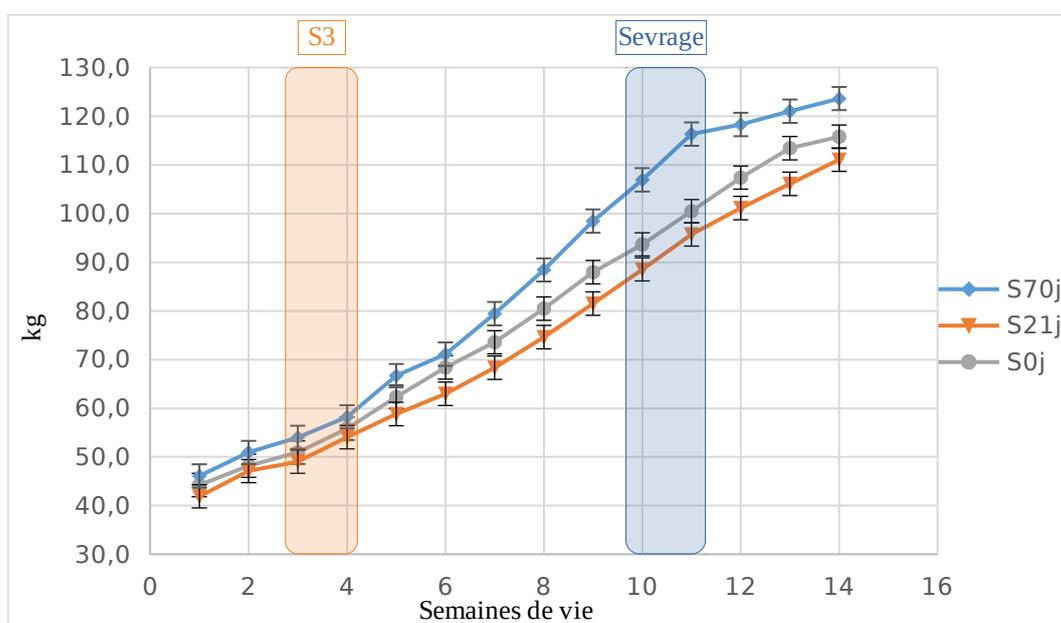
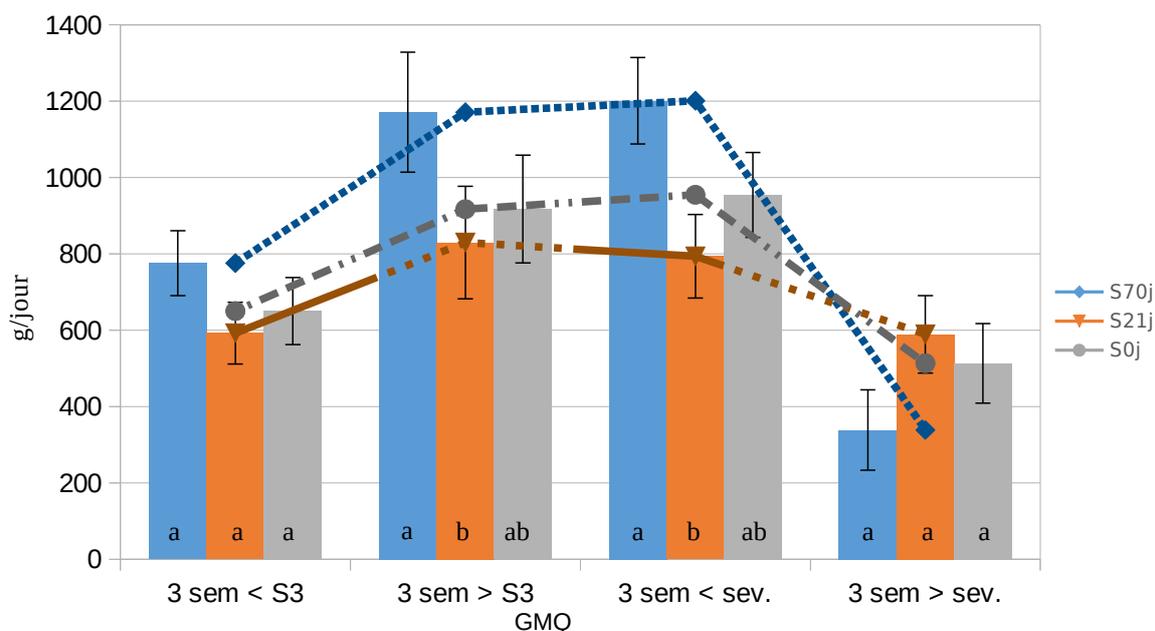


Figure 19: Évolution du poids des veaux sur les 14 semaines de vie (lot × semaine,  $p < 0,001$ )

Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

Les différences de croissance entre les lots aux périodes clés de la croissance des veaux sont représentées sur la Figure 20. Les GMQ des trois lots des 3 semaines avant la S3 (GMQ < S3) sont identiques. Le GMQ du lot S70j des 3 semaines après la S3 (GMQ > S3) est supérieur de 41 % à celui du lot S21j ( $p < 0,05$ ), et celui du lot S0j est identique à ceux des deux autres lots. Le GMQ du lot S70j des 3 semaines avant le sevrage (GMQ < sev.) est supérieur de 51 % à celui du lot S21j ( $p < 0,01$ ) et a tendance à être supérieur à celui du lot S0j de 26 % ( $p < 0,1$ ), ceux des lots S0j et S21j sont identiques. Pour le GMQ des 3 semaines après le sevrage (GMQ > sev.) l'ordre s'inverse : c'est celui du lot S21j qui a tendance à être

supérieur à celui du lot S70j de 74 % ( $p < 0,1$ ), et est identique à celui du lot S0j, ceux des lots S0j et S70j sont identiques.



**Figure 20: Gains moyens quotidiens des veaux sur quatre périodes pendant les 14 semaines**

<sup>ab</sup> Pour chaque GMQ, des lettres différentes indiquent une différence significative à  $p < 0,05$   
 Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

### 1.3.3. Ingestion

Le lot S70j a tendance à consommer moins de concentrés que les deux autres lots (Annexe 10) : de mi-mai à fin juin, la consommation de concentré augmente dans les lots S0j ( $\times 7$ ) et S21j ( $\times 5$ ), mais pas dans le lot S70j.

Les veaux du lot S0j ont consommé en moyenne 1,3 L de lait en plus par jour que les veaux du lot S0j. Jusqu'à la 6<sup>ème</sup> semaine les veaux des lots S0j et S21j n'ont pas consommé la totalité de leur quota de lait journalier. Dès la 7<sup>ème</sup> semaine les veaux ont bu jusqu'à leur quota sauf ceux du lot S21j en 7<sup>ème</sup> semaine (Annexe 11).

## 2. CONSÉQUENCES SUR LE BIEN-ÊTRE ANIMAL

### 2.1. Sur la totalité de l'étude

#### 2.1.1. Vaches

Le poids des vaches évolue de manière similaire entre les lots au cours des 14 semaines de lactation (Annexe 12). Les écarts maximaux de poids, représentés sur la Figure 21, sont cependant différents selon la race : les Ho perdent plus de poids que les Mo ( $p < 0,05$ ). On retrouve les mêmes résultats pour les écarts de note d'état corporel (Annexe 13) : les Ho perdent plus d'état corporel que les Mo, et il n'y a pas de différence entre les lots.

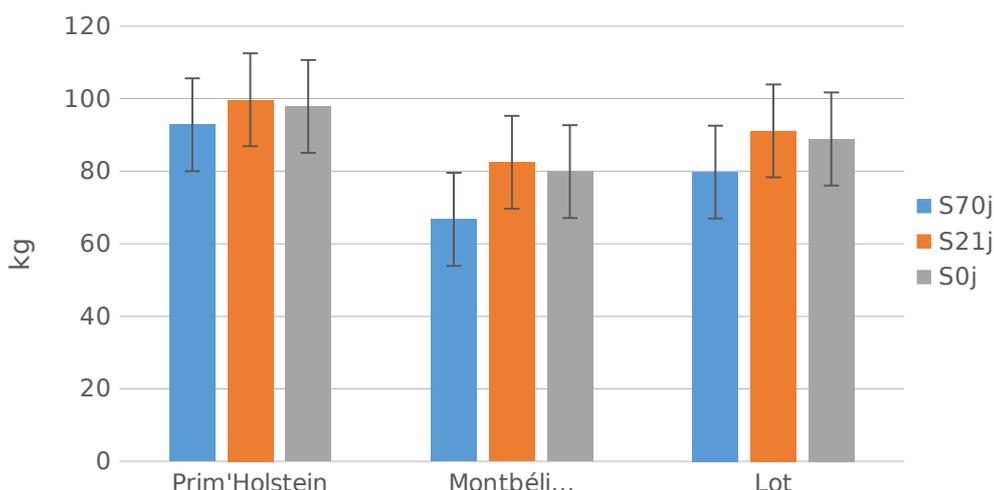


Figure 21: Différences maximales de poids au cours des 14 semaines de lactation

Les barres d'erreurs correspondent aux erreurs standards

Le nombre de vaches par lot ayant eu au moins un évènement sanitaire uro-génital (métrites principalement) est plus élevé dans le lot S0j (Tableau IV). Dans le lot S21j, moins de vaches ont eu des mammites. Pour les boiteries (affections des membres), les lots sont à peu près équivalents. Au total, c'est dans le lot S21j que les vaches ont eu le moins d'évènements sanitaires, suivi de près par les deux autres lots.

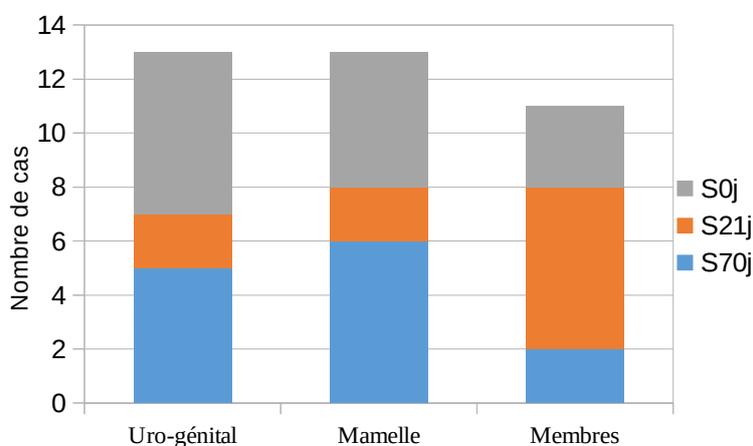
*NB : le nombre d'évènements sanitaires chez les vaches était trop faible pour réaliser une analyse statistique. Pour la même raison l'incidence et la prévalence n'ont pas été calculées.*

**Tableau IV: Nombre de vaches ayant eu au moins un évènement sanitaire sur les 14 semaines de lactation**

Affection	S70j	S21j	S0j
Uro-génital	3	2	5
Mamelle	3	1	3
Membres	2	3	2
TOTAL	7	5	7

Lot S0j : 13 vaches ; lot S21j : 14 vaches ; lot S70j : 14 vaches

Les proportions changent entre les lots lorsqu'on s'intéresse aux nombres d'évènements sanitaires par lots (prenant en compte les récives), représentés sur la Figure 22. En effet, le lot S21j est celui qui présente le moins d'évènements sanitaires de types métrites et mammites, mais le plus de boiteries. Le lot S0j est équivalent au lot S70j en termes de quantité de métrites, de mammites et de boiteries.



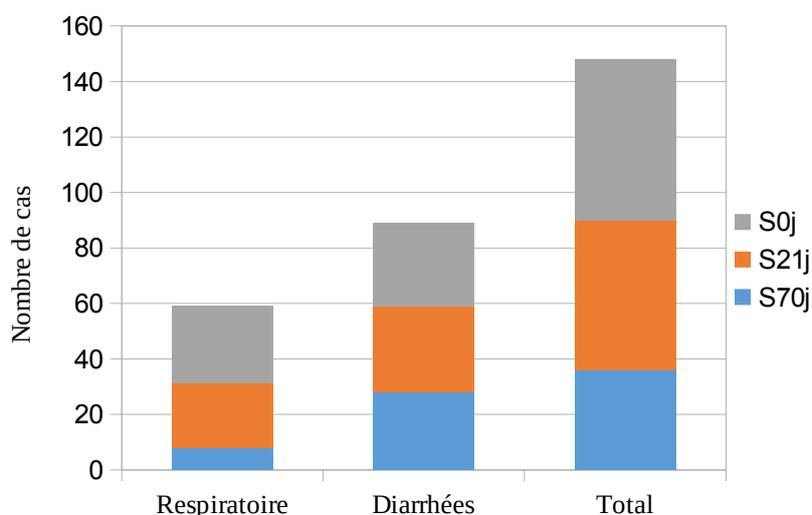
**Figure 22: Nombre d'évènements sanitaires des vaches au cours des 14 semaines**

Lot S0j : 13 vaches ; lot S21j : 14 vaches ; lot S70j : 14 vaches

### 2.1.2. Veaux

Sur les 14 premières semaines de vie, le nombre d'évènements sanitaires des veaux par lot est représenté sur la Figure 23. On voit que dans lot S70j, le nombre d'affections respiratoires est significativement inférieur aux deux autres lots ( $p < 0,01$ ). En effet, la répartition des évènements sanitaires est telle que seulement 14 % des affections respiratoires des trois lots se retrouvent dans le lot S70j, contre 47 % dans le lot S0j et 39 % dans le lot S21j. Si on s'intéresse au nombre de diarrhées on observe que la répartition est homogène entre les trois lots.

Au total, c'est le lot S70j qui présente le moins d'évènements sanitaires sur la durée de l'étude, 24 % des évènements totaux, contre 39 et 36 % dans les lots S0j et S21j.



**Figure 23: Nombre d'évènements sanitaires des veaux au cours des 14 semaines**

Lot S0j : 13 veaux; lot S21j : 14 veaux; lot S70j : 14 veaux

*NB : on ne calculera pas ici d'incidence et de prévalence, les données correspondant à une notation de l'état général des veaux et non pas des affections en tant que telles.*

Les proportions changent entre les lots dès lors que l'on s'intéresse aux nombres de veau ayant eu au moins un évènement sanitaire par lot (ne prenant pas en compte les récurrences), représentés dans le Tableau V. En effet, même si l'ordre est conservé les différences entre lots sont plus atténuées, et on remarque que dans tous les lots presque tous les veaux, tous dans le lot S21j, ont eu au moins un épisode de diarrhées

**Tableau V: Nombre de veaux ayant eu au moins un évènement sanitaire au cours 14 semaines**

Affection	S70j	S21j	S0j
Respi	7	9	10
Diarrhée	12	14	11
Total	19	23	21

Lot S0j : 13 veaux; lot S21j : 14 veaux; lot S70j : 14 veaux

## 2.2. Autour de la semaine 3

### 2.2.1. Santé des veaux

Lors des 3 premières semaines de vie, les trois lots sont atteints de diarrhées de manière non différente ( $p>0,1$ ) (Figure 24). Les veaux du lot S0j sont plus atteints d'affections respiratoires que les veaux du lot S70j, au sein duquel aucun veau n'est atteint ( $p<0,05$ ). En effet, 71 % du total des affections respiratoires des veaux dans cette période concernent le lot S0j. Dans le lot S21j, on retrouve 29 % des affections respiratoires, qui se situe donc entre les deux autres lots. Au total, c'est le lot S70j qui présente le moins d'évènements sanitaires sur les 3 premières semaines de vie, 24 % des évènements totaux, suivi par les lots S21j et S0j qui sont très proches, avec respectivement 36 et 39 % des évènements de l'ensemble des veaux.

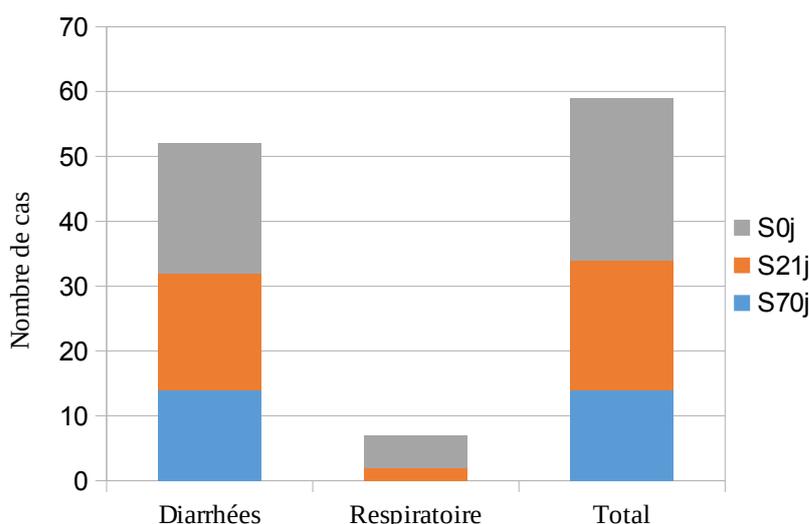
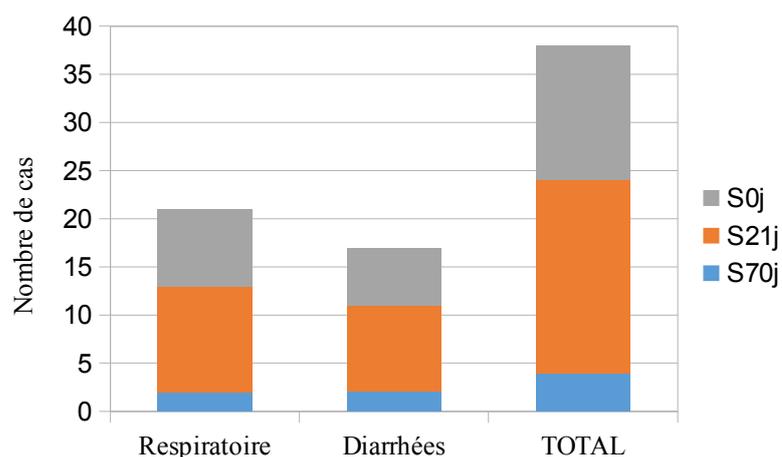


Figure 24: Nombre d'évènements sanitaires des veaux au cours des 3 semaines avant la S3

Lot S0j : 13 veaux; lot S21j : 14 veaux; lot S70j : 14 veaux

Lors des 4 semaines après la semaine 3, les veaux du lot S21j sont significativement plus atteints d'affections respiratoires que les veaux du lot S70j. La Figure 25 montre que l'on retrouve en effet dans le lot S21j 52 % des affections respiratoires totales contre seulement 10 % dans le lot S70j ( $p<0,05$ ). Le lot S0j, où l'on en observe 38 %, se situe entre les deux autres lots en termes d'affections respiratoires lors des 4 semaines après la semaine 3. Les trois lots sont atteints de diarrhées de manière non différentes, mais on observe une tendance ( $p<0,1$ ) pour le lot S21j à être plus atteint de diarrhées que le lot S70j. En effet, 53 % des diarrhées sont observées dans le lot S21j, contre 12 % dans le lot S70j. Avec 35 % de diarrhées observées dans le lot S0j, ce lot se retrouve à nouveau entre les deux autres. Au total, c'est le lot S70j qui présente à nouveau le moins d'évènements sanitaires sur les 4 semaines après la semaine 3, avec 10 % des évènements totaux, suivi par le lot S0j avec 37 % et enfin le lot S21j qui présente le plus d'évènements sanitaires : 53 % sur les trois lots.



**Figure 25: Nombre d'évènements sanitaires des veaux au cours des 4 semaines après la S3**

Lot S0j : 8 veaux; lot S21j : 9 veaux; lot S70j : 9 veaux

En revanche, lorsque l'on s'intéresse aux nombres de veaux ayant eu au moins un évènement sanitaire par lot (Tableau VI) les différences entre lots sont atténuées, même si le lot S70j reste celui présentant le moins d'évènements sanitaires, surtout au niveau respiratoire, autour de la 3<sup>ème</sup> semaine.

**Tableau VI: Nombre de veaux ayant eu au moins un évènement sanitaire autour de la S3**

		S70j	S21j	S0j
S1 → S3	Respi	0	3	5
	Diarrhée	9	10	11
	Total	9	13	16
S4 → S7	Respi	2	8	5
	Diarrhée	3	7	5
	Total	5	15	10

Lot S0j : 13 veaux; lot S21j : 14 veaux; lot S70j : 14 veaux

Les formules sanguines des veaux en semaine 3, représentées dans l'Annexe 14, ne sont significativement différentes ni selon le lot, le sexe et la race du veau, ni pour l'interaction lot × race. Cela concerne les trois paramètres de la formule sanguines dosés, soit les leucocytes (GB), les érythrocytes (GR) et le volume globulaire moyen (VGM).

## 2.2.2. Comportement

### 2.2.2.1. Vaches

Au moment de la séparation de leur veaux (mâles et femelles pour le lot S21j et mâles uniquement pour le lot S70j), les vaches des lot S21j et S70j vocalisent de manière quasiment identique (Figure 26). Elles ne vocalisent pas le jour avant la séparation, puis 57 % (S21j) et 70 % (S70j) vocalisent le jour de la séparation. La proportion de vaches vocalisant diminue ensuite progressivement jusqu'à 7 % (S21j) ou 0 % (lot S70j) 6 jours après la séparation.

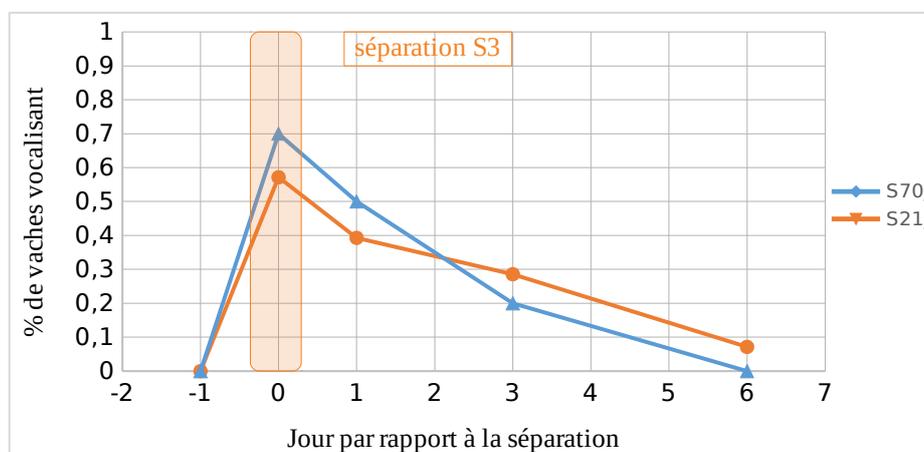


Figure 26: Proportions de vaches vocalisant lors de la séparation des veaux en S3

Lot S21j : 14 vaches concernées ; Lot S70j : 5 vaches concernées

### 2.2.2.2. Veaux

Les veaux séparés 21 j après la naissance ne vocalisent pas la veille, alors que 78 % vocalisent le jour de la séparation (Figure 27). La proportion de veaux vocalisant augmente le jour d'après et passe à 95 %, puis diminue en J3 et en J6 où elle passe à 6 %.

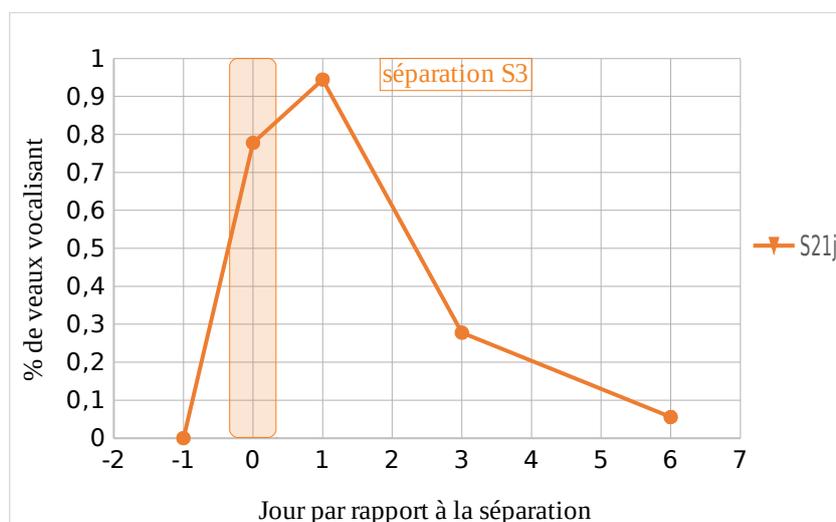


Figure 27: Proportion de veaux vocalisant lors de la séparation de leur mère en S3

Lot S21j : 9 veaux concernés

## 2.3. Autour du sevrage

### 2.3.1. Santé des veaux

Lors des 3 semaines avant le sevrage, les veaux des lots S0j et S21j ont tendance à être plus atteints d'affections respiratoires que ceux du lot S70j ( $p < 0,1$ ). La Figure 28 montre en effet que 50 % des affections respiratoires des veaux concernent le lot S0j et 38 % pour le lot S21j, contre seulement 12 % pour le lot S70j. Les trois lots sont atteints de diarrhées de manière équivalente ( $p > 0,1$ ). Au total, c'est le lot S70j qui présente à nouveau le moins d'évènements sanitaires sur les 3 semaines avant le sevrage avec 26 % des évènements totaux, contre 35 % dans le lot S21j et 39 % dans le lot S0j.

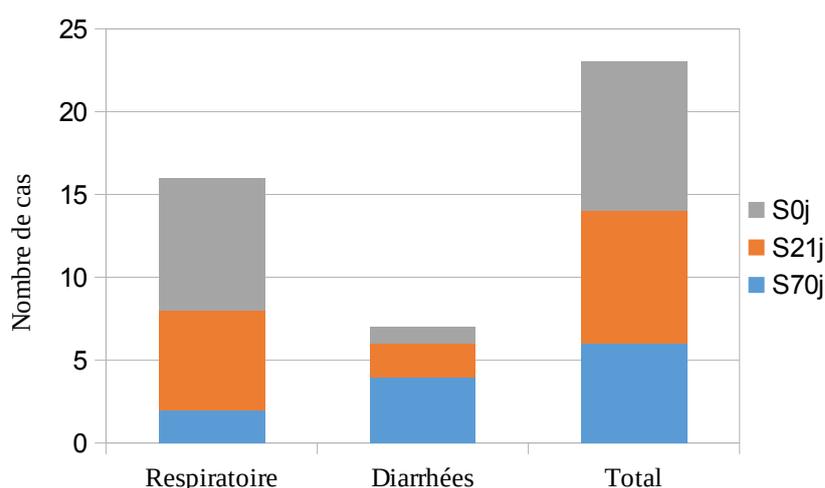
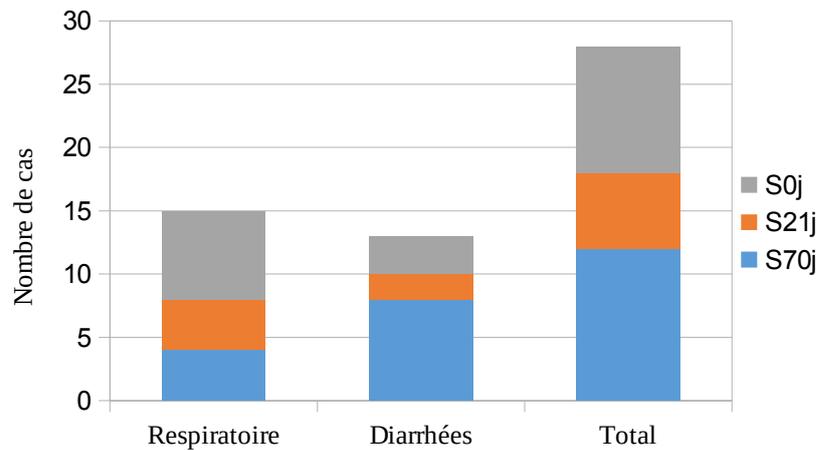


Figure 28: Nombre d'évènements sanitaires des veaux au cours des 3 semaines avant le sevrage

Lot S0j : 8 veaux; lot S21j : 9 veaux; lot S70j : 9 veaux

Lors des 4 semaines après le sevrage, les trois lots sont atteints d'affections respiratoires de manière similaire (Figure 29). Concernant les diarrhées, les veaux du lot S70j ont tendance à être plus atteints que ceux des deux autres lots ( $p < 0,1$ ). La Figure 29 montre en effet que 62 % des diarrhées des veaux se trouvent chez ceux du lot S70j, contre seulement 15 % chez ceux du lot S21j et 23 % chez ceux du lot S0j. Au total, c'est le lot S21j qui présente le moins d'évènements sanitaires sur les 4 semaines après le sevrage, mais de peu, avec 21 % des évènements totaux, contre 43 % dans le lot S70j et 36 % dans le lot S0j.



**Figure 29: Nombre d'évènements sanitaires des veaux au cours des 4 semaines après le sevrage**

Lot S0j : 8 veaux; lot S21j : 9 veaux; lot S70j : 9 veaux

En revanche, lorsqu'on s'intéresse aux nombres de veaux ayant eu au moins un évènement sanitaire par lot (Tableau VII) les différences entre lots sont atténuées.

**Tableau VII: Nombre de veaux ayant eu au moins un évènement sanitaire autour du sevrage**

		S70j	S21j	S0j
S8 → S10	Respi	2	5	4
	Diarrhée	3	4	0
	Total	5	9	4
S11 → S14	Respi	4	3	6
	Diarrhée	4	2	2
	Total	8	5	8

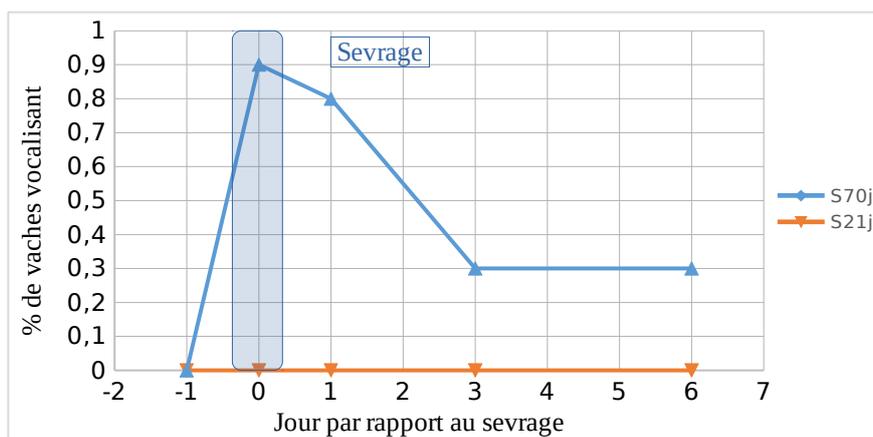
Lot S0j : 8 veaux; lot S21j : 9 veaux; lot S70j : 9 veaux

Les formules sanguines des veaux en semaine 10, représentées dans l'Annexe 15, ne sont significativement différentes ni selon le lot, le sexe et la race du veau, ni pour l'interaction lot × race. Cela concerne les trois paramètres de la formule sanguines dosés, soit les leucocytes (GB), les érythrocytes (GR) et le volume globulaire moyen (VGM). La seule différence significative observée est une diminution du VGM en semaine 10 par rapport à la semaine 3. Les deux autres paramètres ne diffèrent pas entre les semaines.

## 2.3.2. Comportement

### 2.3.2.1. Vaches

Au moment du sevrage de leurs veaux femelles, les vaches du lot S21j ne vocalisent pas, tandis que beaucoup de vaches du lot S70j vocalisent (Figure 30). En effet, le jour du sevrage, 90 % des vaches du lot S70j vocalisent, 80 % le jour d'après et 30 % en J3 et J6. Il est noté qu'aucune vache ne vocalise le jour avant le sevrage.



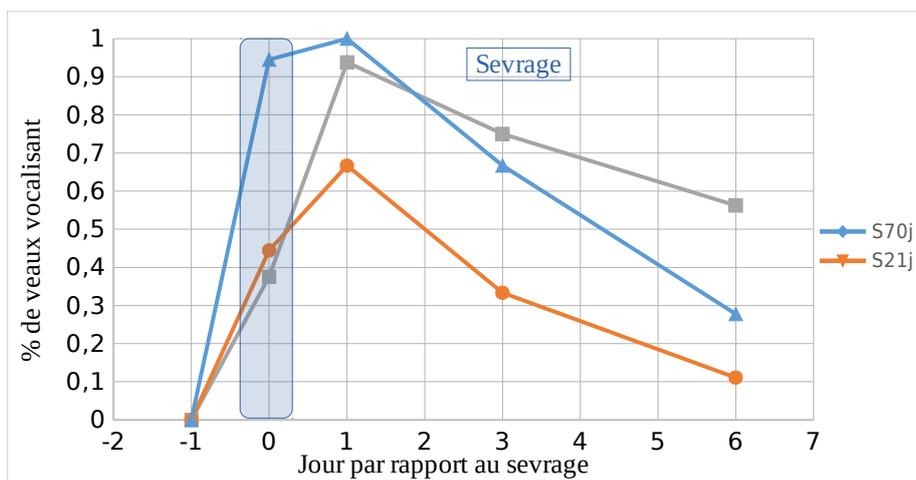
**Figure 30: Proportion de vaches vocalisant lors du sevrage des veaux**

Lot S21j : 9 vaches concernées ; Lot S70j : 9 vaches concernées

### 2.3.2.2. Veaux

Au moment du sevrage, les veaux femelles des trois lots ne vocalisent pas le jour avant le sevrage, puis 38 % (S0j), 45 % (S21j) et 95 % (S70j) vocalisent le jour du sevrage (Figure 31). La proportion de veaux vocalisant augmente le jour suivant le sevrage : 94 % des veaux dans le lot S0j vocalisent, 67 % dans le lot S21j et 100 % dans le lot S70j.

Elle diminue en J3 et J6 pour arriver en J6 à 56 % de veaux vocalisant dans le lot S0j, 11 % dans le lot S21j et 28 % dans le lot S70j. Ce sont donc les veaux du lot S21j qui vocalisent le moins. Plus de veaux du lot S70j vocalisent au début, mais cette proportion diminue plus rapidement que pour le lot S0j qui lui vocalise en moins grand nombre au début.



**Figure 31: Proportions de veaux vocalisant lors du sevrage**

Lot S0j : 8 veaux concernés ; Lot S21j : 9 veaux concernés ; Lot S70j : 9 veaux concernés

### 2.3.3. Transfert immunitaire

#### 2.3.3.1. Qualité du colostrum

La concentration en immunoglobulines de type G du colostrum de la première traite n'est pas significativement différente selon le lot, la race et leur interaction (Tableau VIII). La seule différence observée est une diminution de la concentration en IGG dans le colostrum du 3<sup>ème</sup> jour par rapport à celui de la 1<sup>ère</sup> traite (40 fois inférieur, Annexe 16).

**Tableau VIII: Concentration en IGG dans le colostrum de première traite (en g/L)**

Concentration	lot			SEM	p-values		
	S70j	S21j	S0j		Lot	Race	Lot*race
IGG (g/L)	47,9	39,2	60,8	7,18	0,1076	0,6236	0,7695

Lot S0j : 13 vaches ; lot S21j : 14 vaches ; lot S70j : 14 vaches

### 2.3.3.2. Concentration en immunoglobulines dans le plasma des veaux

La concentration en immunoglobulines de type G du plasma des veaux à 48 heures de vie n'est pas significativement différente selon le lot, la race et leur interaction (Tableau IX), même une fois l'effet de la qualité du colostrum de la première traite retiré.

**Tableau IX: Concentration en IGG dans le plasma des veaux à 48h de vie (en g/L)**

Concentration	lot				p-values			
	S70j	S21j	S0j	SEM	Colostrum J1	Lot	Race	Lot*race
IGG (g/L)	20,4554	17,3571	17,0625	2,5025	-	0,5551	0,1377	0,2385
IGG (g/L) Effet colostrum retiré	20,6223	18,6527	15,8757	2,5528	0,029	0,397	0,1536	0,298

Lot S0j : 13 veaux; lot S21j : 14 veaux; lot S70j : 14 veaux

# PARTIE 2 : DISCUSSION

## I. RECHERCHE DU MEILLEUR COMPROMIS ENTRE PERFORMANCES ET BIEN-ÊTRE ANIMAL

Dans ce travail de thèse, 3 modalités d'allaitement du veau laitier ont été testées pour quantifier leurs conséquences sur les performances zootechniques et sur le bien-être des animaux. En s'inspirant de la bibliographie et des résultats des essais précédents réalisés au sein de l'unité expérimentale Herbipôle, nous pensions trouver dans le lot S21j un bon compromis entre les performances des vaches et des veaux, leur santé et leur comportement à la séparation et au sevrage, par rapport aux deux autres lots. Le lot S0j correspondait à l'élevage conventionnel où vaches et veaux avaient le moins de contact possible pour favoriser à la fois performances des vaches et santé des veaux mais au détriment du bien-être des vaches et des veaux. Le lot S70j correspondait à l'allaitement maternel de longue durée où veaux et vaches restaient ensemble jusqu'au sevrage, au profit du bien-être et des performances des veaux mais au détriment des performances des vaches, notamment au regard des quantités de lait trait.

### 1. PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

#### 1.1. Le lait

##### 1.1.1. Perte de lait dans les lots expérimentaux

Pour le lait trait cumulé à la fin des 14 semaines de l'essai, nous nous attendions à avoir des quantités significativement différentes entre lots, avec  $S0j > S21j > S70j$ . En effet, plus les veaux restent longtemps avec leur mère plus ils devraient boire de lait au pis et donc plus le lait trait restant devrait être faible.

Cette hypothèse a été validée pour le lot S0j où la quantité de lait trait en fin d'essai a été supérieure comparativement aux 2 lots expérimentaux. Cette différence s'explique par une absence de pic de lactation pour les lots S21j et S70j due à la présence des veaux : c'est au cours de cette période que la plus grosse partie du lait des 14 semaines a été perdue. Or, c'est pendant le pic que les vaches produisent une grande partie du lait de leur lactation (Bareille et al., 2017). Avant la 3<sup>ème</sup> semaine : les lots S21j et S70j ont perdu respectivement 296 et 272 kg

de lait trait, soit 14,1 et 13,0 kg de moins par jour par rapport au lot S0j. Cette perte de lait trait est supérieure à celles rapportées dans la bibliographie, où les auteurs quantifient la perte de lait trait à 11 kg/j environ (Carbonneau et al., 2012; De Passillé et al., 2008). C'est le lait trait du soir qui a été le plus fortement impacté dans les lots expérimentaux lorsque les veaux sont présents, et c'est sa baisse qui est responsable d'une grande partie de la perte journalière. Ce résultat est cohérent avec l'hypothèse que la consommation des veaux est à l'origine d'une grande partie de la perte en lait trait. Néanmoins, si les veaux étaient responsables de la totalité de la différence de lait trait, ils auraient bu 14,1 et 13,0 kg de lait dans les lots S21j et S70j respectivement. Bar-Peled et al. (1997) ont montré que les veaux pouvaient boire en moyenne 15 kg de lait lors de leurs 6 premières semaines de vie : l'hypothèse est donc plausible. Cependant aucune différence de croissance n'est observée entre les lots au cours des 3 premières semaines, ce qui implique que soit la consommation plus importante de lait ne se fait pas ressentir immédiatement sur la croissance, soit les veaux n'ont pas réellement bu tout ce lait. La première hypothèse paraît peu probable car la croissance des veaux du lot S21j ne dépasse jamais celle du lot S0j qui avaient à disposition seulement 10 kg de lait/jour. La deuxième hypothèse, qui suggère que la production totale des vaches qui allaitent leur veau est diminuée paraît plus réaliste. En effet, De Passillé et al. (2008) avaient montré un problème d'éjection du lait au moment de la traite chez les vaches allaitant leur veau. Ces auteurs avaient attribué ce phénomène à une moindre sécrétion d'ocytocine lors de la traite, probablement due aux stimulations répétées de la mamelle au cours de la journée, à l'origine d'une augmentation du lait résiduel. Ce phénomène est probablement en cause ici et expliquerait cette baisse de lait trait dans les lots expérimentaux. Cette hypothèse est renforcée par l'observation du lait commercialisable cumulé en fin d'essai. Nous pensons qu'il serait identique entre les 3 lots, en se basant sur l'hypothèse que seul le lait bu par les veaux était responsable de la différence de lait trait et qu'il serait homogène entre les lots.

La quantité bue par les veaux du lot S70j jusqu'au sevrage n'a pas été mesurée dans notre étude car lors de l'essai précédent (Nicolao, 2018), la technique utilisée (pesée des veaux avant et après la tétée) ne s'était pas montrée satisfaisante. Après la 3<sup>ème</sup> semaine, il restait seulement 9 des 14 veaux avec les vaches du lot S70j. En présumant que les veaux ont tété toutes les vaches et qu'ils étaient responsables de l'écart de lait trait avec le lot S0j, il reste donc, en plus des 10 kg d'écart, le lait des 5 vaches sans veau, soit 50 kg de lait. Chaque veau du lot S70j aurait ainsi consommé 13 kg de lait par jour, ce qui serait en accord avec les travaux de Bar-Peled et al. (1997) qui ont montré que des veaux au pis buvaient en moyenne  $16,9 \pm 2,5$  kg/j de lait par jour. Même si la capacité d'ingestion des veaux augmente et donc leur consommation, le lait trait du soir augmente après que les 5 veaux aient été retirés du lot. Les 9 veaux restant n'ont donc pas consommé tout le lait que consommaient les 14 de départ au cours de la journée. Les mères ne produisant pas plus de lait le matin, les problèmes d'éjection du lait semblent perdurer au-delà des 3 premières semaines.

Pour les veaux du lot S21j, le même problème se pose lors des 3 premières semaines de vie. Au-delà, tous les veaux ont été séparés de leur mère et le lait trait correspondait au lait commercialisable. Après la séparation, ces veaux suivaient un plan d'alimentation avec une quantité de lait distribuée restreinte (Annexe 4). Jusqu'à la 6<sup>ème</sup> semaine, aucun de ces veaux

ne consommait son quota (10 kg/j), mais ensuite, une fois que la quantité de lait distribuée commençait à baisser, presque tous les veaux consumaient la totalité de leur quota. La consommation des veaux au DAL aurait peut-être été supérieure s'ils n'avaient pas été rationnés, diminuant ainsi les différences de lait commercialisable. Cependant, la consommation des veaux au DAL (6,8 et 6,3 L/jour pour les lots S0j et S21j) dépasse déjà ce qu'un veau nourri à volonté avec du lait entier (6 L) peut consommer (Korst et al., 2017) entre les 5 et 10<sup>ème</sup> semaines de vie. En se basant sur ces études nous pouvons supposer que les veaux n'auraient pas bu beaucoup plus, ne modifiant pas la différence de lait commercialisable entre lots. Il est aussi possible que la présence des mères stimule l'appétit des veaux et qu'ils consomment plus de lait que ceux au DAL comme l'ont montré Mendoza et al. (2010). Il faut noter également que les veaux sous la mère ont « accès » à une vache par veau, voire plus après les premières séparations, tandis que les veaux au DAL doivent se partager une tétine pour parfois plus de 15 veaux. Ceci a vraisemblablement contribué à diminuer la consommation des veaux les plus jeunes, plus dominés par les veaux plus âgés.

Pour essayer d'évaluer la part de lait perdue bu par les veaux, nous avons estimé leur consommation au pis en fonction de leur GMQ, avec comme hypothèse que l'efficacité alimentaire du lait (kg de veau produit/kg de lait ingéré) était identique dans les 3 lots (Tableau X).

**Tableau X: Estimation de la consommation des veaux au pis à partir des GMQ et de la consommation au DAL**

Lot		S70j	S0j	S21j
S1 → S3	Consommation en lait (L/j)	6,9	5,8	5,3
	GMQ (g/j)	775,8	650	592,3
S1 → S10	Consommation en lait (L/j)	8,1	7	5,7
	GMQ (g/j)	981,2	847,1	780

Cette estimation n'est pas cohérente avec l'hypothèse que la consommation des veaux est responsable de la quantité de lait trait perdue : il y a 5 kg d'écart. Nos calculs sous-estimeraient la consommation en lait des veaux au pis car nous avons estimé que la croissance dépendait autant de cette consommation pour les veaux au pis et au DAL. Or, au pis, elle dépend presque uniquement de la consommation en lait tandis qu'au DAL elle dépend également fortement de la consommation en aliments solides. De plus, cette incohérence peut être due à une efficacité alimentaire inférieure chez les veaux au pis, mais Rosenberger et al. (2017) l'avaient trouvée identique entre des veaux buvant 6 ou 9 kg de lait. Nous pouvons donc estimer qu'ici non plus l'efficacité alimentaire ne devrait pas varier entre lots, sachant que les diarrhées avant sevrage étaient moins fréquentes dans le lot S70j, et que leur efficacité alimentaire n'en était donc pas altérée. Ces simulations permettent de renforcer l'hypothèse de la baisse de production totale des vaches allaitant leur veau.

Les vaches du lot S21j étant restées avec les veaux 7 semaines de moins que celles du lot S70j au cours des 14 semaines de l'essai, nous nous attendions à une perte de lait trait moindre que dans le lot S70j. Bien que numériquement légèrement différentes (213 kg de lait trait de plus par vache pour le lot S21j), les quantités de lait trait des 2 lots expérimentaux en fin d'essai n'étaient pas significativement différentes. Malgré une remontée forte (+80% en 3 semaines après la séparation des veaux), la production des vaches du lot S21j ne se rapproche de celle des vaches du lot S0j qu'en 9<sup>ème</sup> semaine, soit 6 semaines après la séparation des veaux. Cette latence est nettement supérieure à celle classiquement rapportée dans la littérature (De Passillé et al., 2008). Le lait trait du lot S21j atteint un plateau dès la 6<sup>ème</sup> semaine, jamais dépassé par la suite. Ce n'est qu'une fois que le lait produit par les vaches du lot S0j commence à diminuer que la production des vaches des 2 lots devient identique. Le pic de lactation des vaches du lot S21j semble bien avoir été écrêté et la latence pourrait être due au fait que les veaux des autres vaches sont encore présents et boivent une partie du lait. Néanmoins, cela ne suffit pas à l'expliquer dans la mesure où la production laitière des vaches du lot S70j rejoint celle des vaches du lot témoin en 2 semaines seulement après le sevrage des veaux. À noter que la séparation des veaux se fait lors du pic de lactation, écrêté, dans le lot S21j alors qu'elle se fait après le pic dans le lot S70j. Les écarts sont donc beaucoup plus resserrés pour le lot S70j, et donc plus facilement réduits.

### **1.1.2. Effet race**

Nous nous attendions à ce que la perte de lait trait soit identique entre les deux races, voire plus importante chez les Mo. Nous avons obtenu des résultats inverses : la perte de lait trait a été plus importante chez les Ho. Nous avons pu observer au cours de l'étude que les Mo allaitant leur veaux étaient plus exclusives que les Ho : elles ne laissaient pas d'autres veaux téter. En revanche, leur veau allait téter d'autres vaches, souvent des Ho qui ainsi étaient plus tétées en moyenne et qui, en conséquence donnaient moins de lait lors de la traite. Le lait trait de certaines Ho très peu sélectives a d'ailleurs été très faible dans certains cas : 8,3 kg/j en moyenne sur les 14 semaines contre 18,9 kg/j pour le lot S70j.

### **1.1.3. Relation avec la croissance des veaux**

Au sevrage, les veaux du lot S0j pesaient 94 kg et les vaches ont accumulé 1604 kg de lait commercialisable. Les veaux du lot S21j pesaient 89 kg, et les vaches ont accumulé 1222 kg de lait commercialisable, soit 382 kg de moins. Enfin, les veaux du lot S70j pesaient 107 kg, soit 13 kg de plus que ceux du lot S0j, et les vaches ont accumulé 1246 kg de lait, soit 358 kg de moins. En comparant les données du lot S70j à celles du lot S0j, nous comptabilisons une perte de lait commercialisable de 76 kg / kg de veau sevré en plus. Pour le lot S21j en revanche, cela revient à 28 kg / kg de veau sevré en moins. Ces chiffres illustrent très bien l'intérêt du lot S70j, qui, malgré une perte de lait trait, permet de sevrer des veaux plus lourds.

#### 1.1.4. Composition du lait trait

Les essais portant sur l'allaitement des veaux par leur mère ont mis en évidence une diminution du TB du lait trait (Mendoza et al., 2010 ; Bec, 2018). Nous nous attendions à avoir un TB moyen du lait sur les 14 semaines respectant l'ordre suivant  $S0j > S21j > S70j$ . En moyenne sur les 14 semaines, le TB du lait trait des vaches S21j a été identique à celui des vaches S0j, bien qu'au cours des 3 premières semaines il ait été inférieur. Dès la séparation des veaux, le TB du lot S21j remonte fortement et dépasse même celui du lot S0j jusqu'en 12<sup>ème</sup> semaine, par concentration de la MG produite, identique entre les 2 lots. Même si le TB moyen du lait trait du lot S70j est inférieur à celui du lot S0j sur les 14 semaines, les TB étaient identiques dès la 5<sup>ème</sup> semaine. Lors d'une lactation « classique », c'est au moment du pic de lactation, ici autour de la cinquième semaine, que le TB est le plus bas (Bareille et al., 2017), par dilution de la MG. Les lots expérimentaux produisant moins de lait, il y a plutôt une concentration de la MG, même si elle est produite en moindre quantité, élevant ainsi leur TB. La moindre concentration en MG du lait trait des vaches allaitant leur veaux est due au fait que le lait résiduel, plus riche en MG (Ontsouka et al., 2003), n'est pas trait complètement en raison de la moindre sécrétion d'ocytocine. Le lait trait a ainsi un TB faible et c'est le lait résiduel, bu par le veau qui est le plus riche en matière grasse. Le TB plus faible des vaches des lots expérimentaux peut s'expliquer également par la plus faible quantité de lait du soir, normalement plus riche en MG que celui du matin (Koczura, 2019), abaissant donc la quantité de MG du lait trait du jour.

Les essais portant sur l'allaitement des veaux par leur mère se contredisent quant à l'impact sur le TP du lait trait (Johnsen et al., 2016). Dans cet essai, comme dans les précédents, une augmentation du TP des lots expérimentaux avait été observée pendant la présence des veaux. Le TP est associé au déficit énergétique de la vache (Bareille et al., 2017) : plus la vache est en déficit énergétique, plus le TP diminue. Les vaches des lots expérimentaux dont la production totale est diminuée nécessitent donc un d'apport énergétique réduit. Dans la mesure où leur ingestion n'a a priori pas été diminuée par la présence du veau, leur balance énergétique serait ainsi plus favorable que celle des vaches du lot témoin, et ainsi leur TP serait supérieur. Après la séparation de leur veau, la production laitière du lot S21j a diminué par rapport aux autres lots, leur balance énergétique était donc encore plus favorable, ce qui pourrait expliquer le TP supérieur à celui du lot S70j.

Beaucoup d'études portant sur l'allaitement des veaux par leur mère ont mis en évidence une diminution de la CCS du lait trait chez des vaches allaitant leur veau. Les auteurs ont attribué cette observation à une vidange plus fréquente de la mamelle et à la présence de lysozyme à action anti-bactérienne dans la salive des veaux (Cozma et al., 2013; Mdegela et al., 2004). Même si un résultat inverse a été rapporté lors des deux essais des années précédentes (Bec, 2018), nous nous attendions à trouver une CCS inférieure pendant la période d'allaitement dans les lots expérimentaux. Nos résultats n'ont cependant montré aucune différence entre les lots. A l'exception de l'étude de Walsh (1974), les études ayant trouvé une diminution de la CCS dans le lait trait des lots expérimentaux ont été réalisées dans des pays tropicaux (Boonbrahm et al., 2004; Fröberg et al., 2008, 2007; Margerison et al., 2002) alors que celles n'ayant pas trouvé de différence ont été réalisées dans des pays

tempérés (Bar-Pelled et al., 1995 ; Wagenaar et Langhout, 2007). Notre étude se déroulant en pays tempéré, nous pouvons donc évoquer l'influence du milieu sur l'impact de l'allaitement des veaux sur la CCS du lait trait.

## **1.2. Croissance des veaux**

Une grande majorité des études portant sur l'allaitement s'accorde sur une meilleure croissance des veaux sous la mère (Meagher et al., 2019), et pour les rares en désaccord, le déficit de croissance était dû à une consommation en lait très faible (1,5 kg/j pour Margerison et al. (2002) ; Bec, 2018). Pour les veaux femelles du lot S70j, restant avec leur mère jusqu'au sevrage, nous nous attendions donc à ce que leur croissance soit meilleure que celle des veaux du lot S0j, élevés classiquement et rationnés en lait. Pour les veaux du lot S21j, séparés à 3 semaines, nous nous attendions à une croissance intermédiaire. La croissance des veaux sur la totalité de l'essai a en effet été supérieure pour le lot S70j, les GMQ étant différents notamment avant le sevrage, en lien avec la consommation en lait des veaux, estimée supérieure précédemment. Lorsque la croissance des veaux du lot S70j s'accélère en 6<sup>ème</sup> semaine, le lait trait des vaches se stabilise, ce qui laisse penser que les veaux ont augmenté leur consommation avec l'âge. De plus, les veaux allaités ont bu le lait résiduel d'après la traite, qui est plus riche (TB) que le lait trait (Ontsouka et al., 2003). Les veaux sous les mères boivent donc plus de lait, et a priori plus riche que les veaux au DAL, d'où leur meilleure croissance avant sevrage.

La croissance des veaux du lot S70j ralentit nettement après le sevrage, en relation avec le stress important dû à la séparation physique, la privation en lait et en herbe et une consommation de concentrés moins importante. Ce dernier élément fait qu'au moment du sevrage la transition alimentaire se fait plus difficilement. À noter que le lot S0j comportait 6 mâles élevés comme des femelles (MF), contre 1 seul dans chaque lot expérimental. Les mâles ont une croissance plus rapide que les femelles (Roth et al., 2009), influençant vraisemblablement celle du lot témoin. De plus les veaux avec leur mère étaient pesés avant la tétée du matin, et donc à jeun de lait depuis 16h, tandis que les veaux au DAL avaient eu accès à la louve en continu avant leur pesée. La croissance des veaux au DAL a donc pu être surestimée par rapport à ceux au pis. Malgré la chute du GMQ post-sevrage, les veaux du lot S70j conservent un poids supérieur à la fin de l'essai. Nous mettons donc ici en évidence l'importance de l'allaitement des veaux en pré-sevrage et ses répercussions sur la croissance. Même pour les veaux allaités artificiellement, Schäff et al. (2018) conseillent de nourrir les veaux ad-libitum les 5 premières semaines de vie pour permettre une meilleure croissance. En parallèle, les veaux S70j ont une meilleure santé que dans les autres lots : jusqu'au sevrage ils ont développé moins d'affections respiratoires, leur permettant de mieux profiter du lait bu, améliorant encore leur croissance.

Les veaux des lots S0j et S21j ont au contraire une croissance, bien que moins importante, beaucoup plus régulière. Les événements subis au cours des 14 semaines de vie, comme la séparation de leur mère pour le lot S21j et le sevrage pour les 2 lots ne ralentissent pas leur croissance. Cela laisse penser que la séparation des veaux de leur mère à 3 semaines

est moins violente pour les veaux que ne l'est la séparation de leur mère lorsqu'elle est associée au sevrage. Le bénéfice de laisser les veaux avec leur mère 3 semaines, avec ainsi du lait à volonté, est contrebalancé par le stress d'une séparation tardive mais très précoce par rapport aux conditions naturelles. Le veau doit en effet changer de mode d'alimentation en plein milieu de sa croissance pré-sevrage et certains veaux ont mis plusieurs jours avant de réussir à boire au DAL. J. F. Johnsen et al. (2015) avaient trouvé que les veaux allaités puis séparés de leur mère avant le sevrage avaient même une croissance inférieure à celle de veaux allaités artificiellement dès leur naissance. Leur séparation se faisait plus tard, après 6 semaines passées avec leur mère, pouvant expliquer que le stress soit plus grand que dans notre étude.

## **2. BIEN-ÊTRE ANIMAL**

### **2.1. Sanitaire**

#### **2.1.1. Vaches**

Nous nous attendions à ce que les vaches allaitant leur veau, qui produisent a priori moins de lait, perdent moins de poids et d'état corporel que les vaches témoin. Dans notre étude, aucune différence n'a été observée entre les lots. Mendoza et al. (2010) ont suggéré que cela montrait que la production laitière des vaches allaitant ou non étaient identiques. Or ici aucune différence n'a été trouvée entre les lots S0j et S21j, alors que ce dernier produisait moins de lait dès la 3<sup>ème</sup> semaine de lactation. Nous pouvons penser que la perte en lait n'était pas suffisante pour impacter leur état corporel.

Comme l'ont suggéré Hafez et Hafez, (2013), nous nous attendions à ce que les vaches des lots allaitant leur veau présentent moins de métrites et de mammites que les autres. Dans notre essai, peu d'évènements sanitaires ont eu lieu et les données obtenues n'ont pas pu faire l'objet d'une analyse statistique : les résultats sont donc à interpréter avec précaution. Le fait que moins de vaches aient présenté des métrites dans les lots S21j et S70j que dans le lot S0j suggère tout de même que la présence des veaux ait pu limiter l'occurrence des infections urogénitales, possiblement due à des décharges d'ocytocine plus fréquentes via la tétée du veau (Borowski, 2006).

La prévalence plus élevée des boiteries chez les vaches du lot S21j ne serait pas due à une fonte accrue du coussinet plantaire, la perte de poids et d'état corporel étant identique entre les lots (Guatteo, 2019). Cependant les vaches du lot S21j ont dû attendre la séparation de leur veau pour sortir au pâturage : elles sont donc restées plus longtemps dans le bâtiment, plus à risque pour les affections podales.

### 2.1.2. Veaux

Dans cette étude, la présence des veaux n'a eu aucun effet démontrable sur la santé de la mamelle, la fréquence de mammites et les CCS étaient identiques entre les lots S0j et S70j. Ce résultat n'est pas en accord avec les travaux de Beaver et al. (2019) qui conclut que la présence des veaux est bénéfique surtout en début de lactation, par une vidange fréquente de la mamelle et par la présence de lysozymes anti-bactériens dans la salive. Les 3 semaines de contact mère-veau auraient permis de diminuer le risque d'apparition de mammites du lot S21j. En revanche, d'autres auteurs ont aussi observé que dans le cas d'élevage infectés par des pathogènes mammaires transmissibles, comme *Streptococcus agalactiae*, les veaux deviennent vecteurs et facilitent la transmission de l'agent pathogène (Blowey et Edmondson, 2010).

La présence des mères semble bénéfique sur la fréquence des diarrhées des veaux (Beaver et al., 2019) ; nous nous attendions donc à observer une incidence moins importante chez ceux restant avec leur mère. Cependant, ces veaux étant mélangés avec des animaux d'âges différents (veaux et vaches), les risques sanitaires étaient probablement plus élevés pour eux, augmentant ainsi le risque d'affections respiratoires. Pendant la période d'allaitement, les veaux sous la mère ont présenté moins d'évènements respiratoires que ceux nourris au DAL, même si les formules sanguines, reflétant l'état inflammatoire des veaux, n'ont pas été impactées. La présence de la mère semble donc diminuer le risque d'apparition des affections respiratoires. nous pouvons quand même se demander si au-delà de la présence de la mère, d'autres facteurs de risque étaient différents entre les lots. En effet, les risques d'apparition des évènements respiratoires sont fortement augmentés dans des atmosphères riches en ammoniac (litières humides), avec des courants d'air (Assié et Douart, 2014), conditions dans lesquelles les veaux au DAL étaient jour et nuit alors que les veaux sous la mère ne restaient dans ces conditions que la nuit. À ceci s'ajoute la sortie au pâturage du lot S70j, moins à risque. Le transfert immunitaire, identique entre les lots, n'est pas à l'origine des différences de prévalence des affections respiratoires, bien qu'il fasse partie des facteurs de risque (Assié et Douart, 2014). Cette moindre prévalence des affections respiratoires est retrouvée dans la croissance du lot S70j, améliorée pas leur bonne santé.

Les diarrhées néonatales observées lors des 3 premières semaines de vie, classiquement dues aux *E. coli* entérotoxigènes, rotavirus, coronavirus, *Cryptosporidium* et salmonelles et (Chartier et Assié, 2019), ont touché de manière identique les 3 lots. Les 2 lots expérimentaux étaient pourtant a priori plus à risque : le mélange d'âge dès 5 jours contre 10 dans le lot témoin et la quantité de lait bue supérieure les prédisposant aux diarrhées néonatales. Les autres facteurs de risque comme le transfert immunitaire, majeur dans l'apparition des diarrhées, la gestion des vêlages, la température du lait et l'humidité des litières sont a priori identiques entre lots. Malgré cela, en cohérence avec la croissance, les 3 lots ont eu la même fréquence d'apparition de diarrhées : l'effet bénéfique de la présence des mère a peut-être été contre-balancé par les facteurs de risques plus présents. Après la 3<sup>ème</sup> semaine, c'est le lot S21j qui présente le plus d'évènements sanitaires, à la fois respiratoires et diarrhées. Les diarrhées rencontrées à ce moment sont soit parasitaires (coccidiose), soit alimentaires (Agoulon et al., 2018). Les veaux encore sous la mère étaient cependant plus prédisposés aux diarrhées dites

« plâtreuses », dues à une consommation supérieure de lait (Francoz et al., 2017). Le stress psychologique (séparation, changement alimentaire) a sûrement été à l'origine d'un stress immunitaire pour le lot S21j. La prévalence des diarrhées se stabilise entre les lots durant les 3 semaines avant le sevrage, une fois le stress de la séparation du lot S21j diminué, en cohérence avec les formules sanguines des veaux en 10<sup>ème</sup> semaine où les signes d'inflammation sont identiques dans les 3 lots.

Pour le lot S70j, le changement alimentaire au moment du sevrage a été plus fort que pour les autres lots : les concentrés constituent une part importante de leur alimentation alors que la consommation était plus faible auparavant. Le stress de la séparation (à la fois psychologique et alimentaire) a donc pu favoriser dans ce lot l'apparition de diarrhées à coccidiose, fréquemment rencontrées au moment du sevrage (Agoulon et al., 2018). Quelle que soit la durée de contact, la séparation de leur mère semble donc augmenter la fréquence des diarrhées chez les veaux. nous pouvons ajouter que les veaux en première saison de pâture sont particulièrement sensibles aux strongyloses gastro-intestinales, responsables de diarrhées (Chauvin et al., 2017), ce qui est le cas pour les veaux du lot S70j.

### **2.1.3. Transfert immunitaire**

On s'attendait par ailleurs à ce que le transfert immunitaire soit mieux réussi pour les couples mère-veau restant ensemble au cours de la période post-partum, avec une concentration en immunoglobulines supérieure dans le plasma des veaux (Weaver et al., 2018). Finalement, la concentration en IGG dans le sang des veaux n'a pas différé entre les lots, ce qui est cohérent avec une homogénéité entre lots de la qualité du colostrum, celle-ci étant le principal facteur influençant le transfert immunitaire (Lora et al., 2018). L'heure de distribution, qui influence également la qualité du transfert immunitaire, variait selon l'heure de vêlage, quel que soit le lot. Dans beaucoup d'études, les veaux sous la mère n'étaient pas aidés pour leur première tétée et donc ne tétaient souvent pas avant 6 heures (Beaver et al., 2019). Ici les veaux étaient accompagnés à la mamelle dans les premières heures suivant le vêlage (sauf la nuit). L'accès rapide au colostrum a donc été respecté pour les 3 lots. Seule la quantité distribuée pouvait réellement varier entre les lots : les lots expérimentaux n'étant pas plus pénalisés que le témoin, l'homogénéité du transfert immunitaire entre les lots suggère que la présence de la mère semble n'avoir que peu d'influence, dans notre étude, sur le transfert immunitaire.

## **2.2. Comportement**

Nous nous attendions enfin à ce que le sevrage des veaux femelles restés avec leur mère jusque là soit un évènement stressant, avec beaucoup de vocalisations de la part des vaches et des veaux. En comparaison, la séparation des veaux mâles et femelles à trois semaines aurait dû être plus stressant pour les vaches, la séparation étant plus précoce ; pour les veaux en revanche, n'étant pas associée à une privation de lait, cette séparation aurait dû être à l'origine de moins de vocalisations, tout comme leur sevrage, purement alimentaire, aurait dû être similaire à celui de veaux élevés de manière classique.

### 2.2.1. Veaux

La séparation des veaux de leur mère en 3<sup>ème</sup> semaine s'est en effet révélée moins stressante pour les veaux que la séparation en 10<sup>ème</sup> semaine lorsqu'elle était associée au sevrage (Figure 32). Les 2 premiers jours n'étaient pas très différents mais dès le 3<sup>ème</sup> jour post-sevrage, moitié moins de veaux vocalisaient dans le lot S21j que dans le lot S70j. Même si la dépendance alimentaire n'est pas la seule raison de l'attachement du veau à sa mère, comme l'ont montré Johnsen et al. (2018), nous voyons avec cette étude qu'elle est importante. La plupart des veaux sont devenus autonomes au DAL à partir du 2 ou 3<sup>ème</sup> jour : c'est à ce moment que les vocalisations ont diminuées.

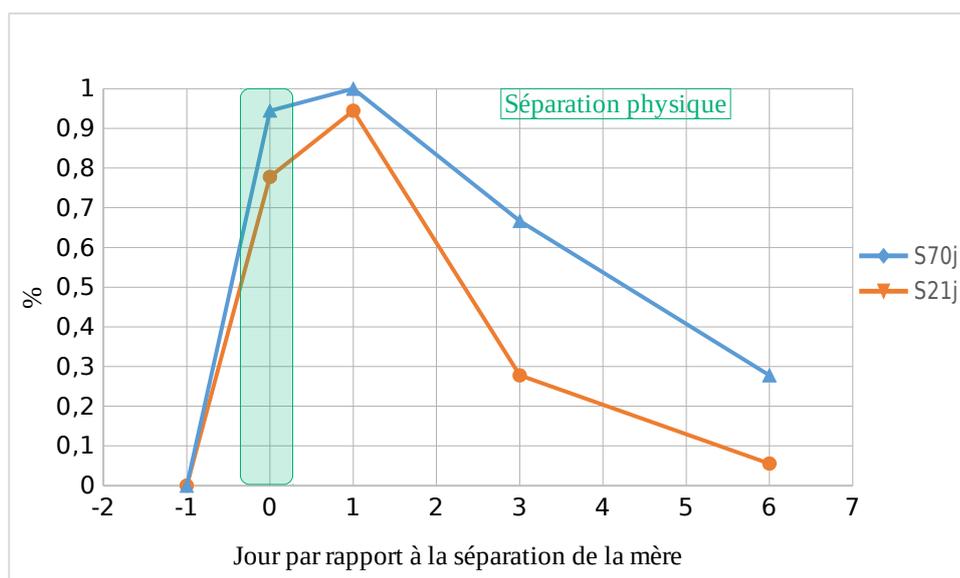


Figure 32: Comparaison de la proportion de veaux vocalisant lors de la séparation de leur mère

Même si le stress de cette séparation est moins exprimé par les veaux, les conséquences sanitaires et sur la croissance des veaux sont plus importantes pour les veaux du lot S21j que ceux du lot S70j. Les veaux des lots S0j et S21j ont eu un sevrage uniquement alimentaire : ils n'ont pas été séparés de leur mère. Nous nous attendions donc à ce que leur sevrage soit tout aussi stressant dans les deux lots, mais celui du lot S21j s'est révélé un peu moins stressant. nous pouvons penser que la séparation de leur mère les a habitués à être privés de nourriture, le temps de s'adapter au DAL et que ce deuxième changement a été moins difficile pour eux. Comme elle ne se ressent ni sur la croissance ni sur la santé des veaux, identiques entre les 2 lots, nous pouvons alors penser que la différence de stress n'est pas significative. Ainsi, les veaux du lot S21j font face à 2 changements majeurs, bien que chacun soit un peu moins stressant.

Le sevrage des veaux du lot S70j est très différent de celui des 2 autres lots : il est à la fois alimentaire et maternel. Le fait que le sevrage du lot S21j semble un peu moins stressant

est donc cohérent. Cette différence se ressent au niveau de la croissance : le sevrage entraîne une chute de croissance pour le lot S70j mais pas pour le lot S21j. En revanche, le stress des veaux engendré par le sevrage est quasiment identique entre les lots S0j et S70j, même si les veaux du lot S0j vocalisent moins le jour du sevrage. Ceci s'explique par l'accès au DAL jusqu'au dernier moment pour le lot S0j, tandis que les veaux du lot S70j n'ont pas bu de lait depuis 16 heures. Les veaux du lot S0j sont même plus nombreux à vocaliser 6 jours après le sevrage. En plus de ne pas avoir de contact mère-veau, les veaux du lot S0j ont donc également un sevrage tout aussi stressant que les veaux restés avec leur mères pendant 10 semaines. La chute de croissance observée dans le lot S70j est donc principalement due au changement alimentaire, plus difficile que dans les autres lots, et non au stress de la séparation.

### 2.2.2. Vaches

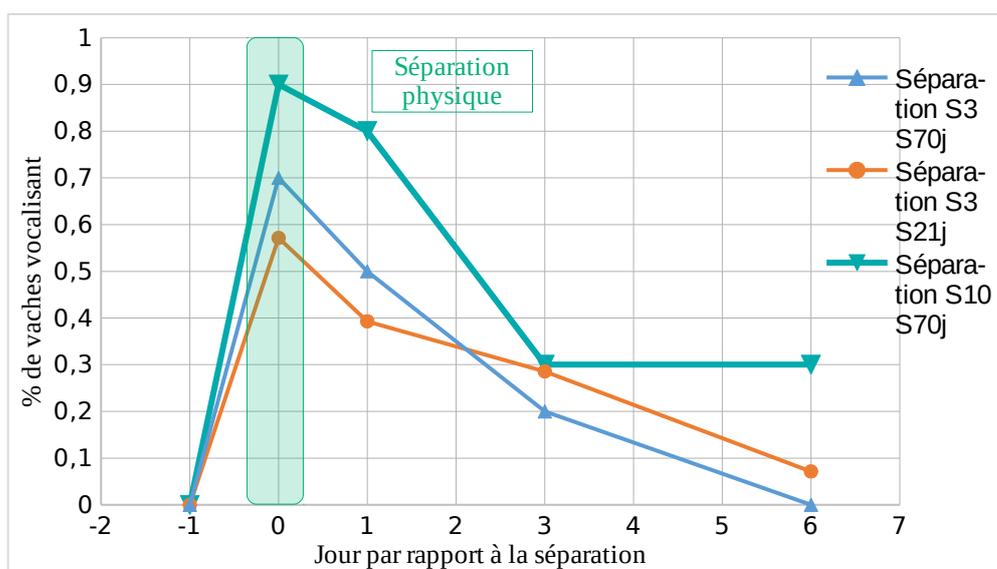


Figure 33: Proportion de vaches vocalisant lors de la séparation de leur veaux

On observe que plus la séparation est tardive, plus elle est stressante pour les vaches (Figure 33), ce qui est en accord avec les travaux de Flower et Weary (2001). Comme toutes ces séparations se font avant le sevrage physiologique des veaux (10 mois), ce sont des événements stressants pour les vaches. Mais plus la vache a eu le temps de s'attacher à son veau, plus la séparation est stressante. De plus, les vaches reconnaissant l'appel de leur veaux (Watts et Stookey, 2000), elles vocalisent plus lorsque les veaux vocalisent, c'est à dire lors de la séparation en 10<sup>ème</sup> semaine.

Lors du sevrage de leur veau, les vaches du lot S21j ne vocalisent pas. La reconnaissance évoquée par Watts et Stookey (2000) est a priori limitée dans le temps : après 7 semaines sans voir leur veaux, les vaches ne les reconnaissent plus ou du moins ne répondent plus à leurs vocalises.

## II. PERSPECTIVES ET IMPLICATIONS

### 1. LIMITES DE L'ÉTUDE ET PISTES D'APPROFONDISSEMENT

Tout d'abord, les effectifs de notre étude semblent avoir été trop faibles pour permettre de tirer des conclusions solides sur la santé des veaux. En effet, nous pouvons supposer que le fait d'avoir gardé une grande partie des veaux (même mâles) a engendré une perte de lait plus importante qu'elle ne le serait dans les conditions classiques de l'élevage laitier français (taux de renouvellement de 33 % (Idele, 10.2019)). Ainsi, étendre les essais à l'échelle de troupeaux dans différentes fermes pourrait permettre de mieux correspondre à la réalité du terrain tout en augmentant le nombre d'animaux, améliorant ainsi la puissance statistique pour tester les performances et surtout le bien-être.

En ce qui concerne le défaut de sécrétion d'ocytocine, il serait intéressant de réaliser des mesures plasmatiques chez les vaches dont les veaux ont déjà été séparés et de les comparer à celles de vaches n'ayant jamais allaité leur veau, permettant de voir si le défaut de sécrétion persiste, aucune étude ne le mentionnant jusqu'à aujourd'hui. Il serait de surcroît intéressant de mesurer comparativement les concentrations plasmatiques d'ocytocine pendant la traite des Mo et Ho allaitant ou non leurs veaux ; permettant ainsi de vérifier si en plus d'être a priori plus exclusives, les Mo sécrètent plus d'ocytocine pendant la traite, ce qui participerait à leur perte de lait moins importante.

De manière complémentaire, il serait pour différentes raisons intéressant de faire des recherches plus approfondies autour de la qualité du lait bu et de son influence. Tout d'abord connaître la composition du lait bu par les veaux permettrait de comparer la qualité du lait produit par les vaches et donc de mieux comprendre et vérifier les mécanismes qui influencent cette qualité chez les vaches allaitant leur veau. Ceci pourrait se faire en trayant la vache à l'aide d'une pompe portable au moment où le veau tète sa mère. Nous pourrions aussi comparer la composition des laits bus par les veaux au pis et au DAL et son influence sur la croissance et la santé des veaux, sachant que les veaux au DAL recevaient du lait à cellules tandis que les veaux au pis recevaient du lait normal, sauf si la vache présentait une mammite. Cela permettrait également de voir si l'augmentation du TB est due à une composition plus riche du lait bu qui est maintenant traité ou si il y a augmentation de la MG produite. En complément, en comparant les TB du lait traité du matin et du soir entre les lots, nous devrions trouver une différence plus importante lorsque les veaux sont avec les vaches la journée. En effet, les veaux n'ayant pas bu la nuit, le lait résiduel de la traite du soir serait traité le matin, augmentant ainsi le TB du matin.

En ce qui concerne la santé du veau, la notation binaire utilisée dans notre étude ne reflète pas les affections classiquement étudiées dans les études citées, mais plutôt l'état général des veaux et signes associés, qui dans la plupart des cas ici ce sont résolus avant

qu'une maladie avec des signes cliniques majeurs soit observée. Elle permet donc de déterminer les risques d'affections plutôt que les affections en tant que telles. Cette notation ne prenait pas en compte les affections du nombril. Même si ces dernières étaient notées lorsqu'elles étaient observées, l'inspection n'était pas systématique. Rajouter une palpation systématique du nombril (au moins pour les premières semaines de vie) à cette grille constituerait une bonne piste d'amélioration, car très peu d'études se sont intéressées à l'impact de l'allaitement maternel sur les affections ombilicales. Dans les 6 heures post-partum, la mère passe en effet plus d'une heure à lécher son veau (Edwards et Broom, 1982), dont l'ombilic. nous pouvons alors penser que l'incidence des affections ombilicales pourrait être modifiée par la présence de la mère.

Contrairement à de nombreuses études (Beaver et al., 2019), nous n'avons pas pu montrer d'interaction entre l'allaitement maternel et la fréquence d'apparition des diarrhées. Les diarrhées n'ont cependant pas été plus présentes dans les lots où les veaux sont restés avec leur mère. Les recommandations basées sur le fait que séparer le veau et la vache dès la naissance diminuerait le risque de diarrhées n'ont pas été vérifiées. Rechercher l'étiologie des diarrhées permettrait peut-être de trouver des différences entre lots selon l'âge ou le type d'agent en cause.

Pour ce qui est du bien-être, du veau et de sa mère, différentes pistes d'études méritent d'être approfondies. Tout d'abord, la séparation de leur mère et le sevrage semblent être à l'origine d'un stress important chez les veaux. Réaliser des prises de sang après ces événements (à 48h ou 72h) pourrait permettre de voir si ce stress a des impacts hématologiques visibles sur la formule sanguine, reflet de l'état inflammatoire des veaux (Egli et Blum, 1998)), signant de sa gravité. En effet, les prises de sang dans cette étude ont été réalisées avant tout changement et ne peuvent donc refléter que la période précédant ces changements. Du côté des vaches, nous n'avons dans notre étude relevé que les vocalisations des vaches dont les veaux étaient séparés à 3 ou 10 semaines. Il serait également intéressant de relever les vocalisations des vaches du lot S0j lors de la séparation dès la naissance pour pouvoir comparer les 3 types de séparation, ainsi que celles des vaches non concernées par la séparation (vaches du même lot non concernées par la séparation, vaches des lots S0j et S70j lors de la séparation en 3<sup>ème</sup> semaine, vaches des lots S0j et S21j lors du sevrage) pour avoir des points de comparaison. Dans le but d'améliorer l'évaluation du bien-être des animaux, des observations des réunions réalisées au cours de l'essai (en cours d'interprétation) permettront d'évaluer l'établissement du lien mère-veau, ainsi que le développement d'éventuelles stéréotypies après le sevrage, fréquemment observées en élevage laitier mais diminuées par l'allaitement naturel (Lidfors et al., 2010).

## 2. DIFFICULTÉS ET ENJEUX DE L'APPLICABILITÉ DU SYSTÈME

Nous avons rencontré certaines difficultés liées au comportement des veaux et vaches, qu'il importe de résoudre dans la perspective d'une mise en application optimale. Une des vaches du lot S70j s'était attachée et nourrissait beaucoup de veaux, elle avait donc très peu de lait et sa quantité de lait trait n'est presque pas remontée après le sevrage de son veau. Séparer le troupeau en 2 lots, avec un lot de vaches allaitant leur veau et l'autre dont les veaux sont déjà sevrés, limiterait le comportement de veaux « voleurs » sur des vaches sans veau, récupérant ainsi tout le lait produit par la vache une fois son veau sevré. Ce comportement étant majoritairement observé chez les vaches Ho, les Mo seraient a priori mieux adaptées à des systèmes d'allaitement des veaux sous leur mère. Une comparaison approfondie des comportements des Mo et Ho au moment de la réunion avec leur veau (observations en cours d'interprétation), mais aussi pendant la journée est nécessaire, afin de vérifier l'hypothèse que les Mo sont moins tétées que les Ho.

Pour ce qui est de la conduite de troupeaux, il est nécessaire de préciser quelques points. Tout d'abord, la ferme expérimentale de Marcenat a des horaires de traites différents d'une ferme laitière classique : il y a un délai de 6h seulement entre la traite du matin et celle du soir. Laisser les veaux avec les vaches pendant la durée la plus courte entre les traites a permis de limiter la perte de lait. Dans une ferme où le délai entre la traite du matin et celle du soir est rallongée, les pertes en lait risquent d'être plus importantes. Seuls des systèmes en demi-journée ont été étudiés ici. En plus de limiter la perte laitière, ils permettent sûrement de faciliter la séparation physique des vaches et des veaux qui sont du coup déjà habitués à être séparés la nuit. Les systèmes de contact permanent induisent des séparations encore plus stressantes (Johnsen et al., 2016).

Ensuite, dans une ferme où les vêlages sont regroupés, la perte en lait se ferait en même temps et risquerait d'impacter fortement les revenus de l'éleveur. De plus, le TB du tank risque de chuter et d'aggraver cette baisse de rémunération, le TB étant primordial dans la fabrication fromagère pour les caractéristiques sensorielles des fromages (Cozma et al., 2013). Pour les éleveurs laitiers choisissant l'allaitement naturel, un étalement des vêlages pourrait être conseillé pour répartir les pertes engendrées sur le lait. Cette différence de TB entre les lots S0j et S70j est courte (5 semaines), ce qui permet de trouver un intermédiaire en étalant les vêlages sur une courte période ou bien en les regroupant mais sur une période un peu plus longue.

Enfin, dans l'optique de mieux gérer la transition après séparation et d'améliorer la croissance et la santé des veaux, il pourrait être intéressant de rajouter un DAL la nuit pour habituer les veaux à un autre système d'alimentation que la mamelle de leur mère. Réaliser une séparation et un sevrage en 2 étapes, en habituant les veaux au DAL avant la séparation et en réalisant cette séparation plus tard, au bout de 10 semaines, pourrait permettre de combiner les avantages des 2 lots, avec un sevrage progressif. En effet, les veaux devraient présenter la même croissance que les veaux du lot S70j jusqu'à la 10<sup>ème</sup> semaine, sans le ralentissement de croissance au sevrage car celui-ci serait progressif : les veaux pourraient donc s'adapter et

remplacer peu à peu le lait par une alimentation solide (Weary, 2002). Pour rendre cette séparation encore moins stressante, garder un contact visuel après la séparation peut s'avérer utile (Julie Føske Johnsen et al., 2015b). Laisser les veaux au pâturage après le sevrage pourrait également permettre de réduire ce ralentissement de croissance.

### 3. PERSPECTIVES

Les pratiques d'allaitement étudiées présentent toutes les trois des avantages et des inconvénients (Tableau 2). Le système de séparation à 3 semaines est très présent en France (Michaud et al., 2018), mais d'après nos résultats, il semble peu adapté à la filière laitière : malgré quelques avantages, il engendre une perte de lait trait importante, sans améliorer nettement le bien-être des veaux (croissance et santé des veaux identiques au lot témoin). nous pouvons cependant s'en inspirer pour trouver des pistes d'amélioration des autres systèmes d'élevage, comme par exemple pour diminuer le stress de la séparation.

**Tableau XI: Comparaison des avantages et inconvénients des 3 lots**

Paramètre		S0j	S21j	S70j
Quantité de lait trait		+	-	-
TB		+	+	-
TP		-	+	+
Croissance des veaux		- Mais pas de chute de croissance en post-sevrage	- Mais pas de chute de croissance en post-sevrage	+
Stress à la séparation	Veaux	?	+ Mais 2 stress	- Mais 1 seul stress
	Vaches	?	+	-
Stress au sevrage	Veaux	-	± Mais 2 stress	- Mais 1 seul stress
Santé	Veaux	-	-	+
	Vaches	±	±	±

+ : avantage ; - : inconvénient ; ± : intermédiaire

En termes d'organisation et de temps de travail, il est à noter que laisser les veaux avec les vaches permet de passer moins de temps à l'alimentation des jeunes. C'est un réel gain de temps pour l'éleveur : il doit simplement séparer les veaux des vaches avant la traite du soir et leur ouvrir après la traite du matin. Ce gain de temps semble limité dans le cas du lot S21j où les veaux sont manipulés deux fois, au moment de la séparation puis au sevrage, et qu'il faut les nourrir entre les deux. De plus, les veaux du lot S21j nous ont semblé très peureux, bien plus que dans les autres lots, et donc plus difficiles à manipuler, ce qui pourrait poser des problèmes par la suite lors de leur intégration dans le troupeau laitier.

L'un des principaux avantages de ces systèmes d'allaitement est la meilleure croissance des veaux en début de vie. Celle-ci permet d'avoir des génisses avec un âge au premier vêlage inférieur et une meilleure production laitière en première lactation (Bar-Peled et al., 1997; Shamay et al., 2005; Soberon et al., 2012). Cet avantage, non mis en évidence dans cette étude rajoute un nouvel élément en faveur de l'allaitement longue durée : il se peut que les pertes en lait dues à l'allaitement soient cette fois complètement compensées par de meilleures performances des génisses. En effet, un avancement de l'âge au premier vêlage raccourcit la durée où les génisses sont nourries sans rien produire et maximise donc le rendement global du troupeau. Si en effet la production est meilleure en première lactation, l'éleveur se retrouve, selon la quantité produite en plus, avec une perte en lait déjà compensée par le gain en lait des génisses. Par ailleurs, la synchronisation des chaleurs est facilitée lorsque les génisses vêlent plus jeunes car elles rejoignent plus vite les dates d'insémination. Continuer l'étude à plus long terme permettrait donc de voir si la croissance reste meilleure par la suite et si les performances des génisses et celles de leur veau sont réellement améliorées, vérifiant ainsi ces hypothèses.

La mise en place de ce système semble de plus justifiée par son impact positif sur la santé du cheptel. En effet, les métrites sont une des affections majeures en élevage bovin laitier, avec une incidence en 2009 entre 36 et 50% (Sheldon et al., 2009). Le coût de maîtrise d'une métrite se situe entre 6 et 50 € /vache présente /an, avec des pertes consécutives entre 250 et 400 € pour une métrite (Seegers et al., 2012). Si, comme montré dans cette étude, l'allaitement naturel permet de réduire leur incidence, la santé et l'économie de l'élevage seraient nettement améliorées. Afin de vérifier plus précisément cette hypothèse, un suivi échographique post-partum ou des palpations trans-rectales permettraient d'évaluer l'involution utérine et l'état sanitaire de l'utérus. Augmenter la taille des lots et étendre la surveillance à l'ensemble de la lactation servirait à mieux évaluer la diminution éventuelle des risques sanitaires.

Les affections respiratoires des veaux ont elles aussi des conséquences économiques majeures. Elles correspondent à la deuxième atteinte pathologique des veaux (derrière les diarrhées néonatales). Elles seraient responsables de 30% de la mortalité totale des veaux en élevage laitier (aux Etats-Unis) (Assié et Douart, 2014). Au-delà de l'aspect sanitaire, réduire leur fréquence via l'allaitement maternel présenterait donc un avantage économique majeure.

Bien qu'effectuées de manière tardive, les séparations dans notre étude restent précoces, le sevrage physiologique se faisant autour de 10 mois. Plus cette séparation est tardive, plus

elle est stressante pour les animaux, mais plus elle présente d'avantages sur la croissance et la santé des veaux, avec une perte en lait identique. Dans les conditions actuelles où le coût de production du lait est très proche du prix payé aux éleveurs, avec une volonté de réduction des intrants (médicaments, aliments non produits sur la ferme), l'allaitement naturel des veaux laitiers jusqu'au sevrage physiologique pourrait être considéré, comme réalisé actuellement en élevage bovin allaitant (Bareille et Magras, 2019). En effet, nous pouvons se demander si la perte en lait pour un allaitement de plus longue durée serait beaucoup plus importante que celle observée ici, la consommation en lait des veaux diminuant avec l'âge après la 6<sup>ème</sup> semaine (Korst et al., 2017). Une étude s'intéressant aux mêmes paramètres que la nôtre mais avec un allaitement jusqu'au sevrage physiologique permettrait de voir si cette option est envisageable au niveau des performances, de la santé et du bien-être.

Ce travail s'inscrit au cœur d'un remodelage de l'élevage et participe à mettre en place les systèmes alternatifs de demain, plus respectueux des animaux et de l'environnement. L'allaitement naturel des veaux laitiers permet à la fois l'amélioration du bien-être des animaux, par un maintien du contact mère-veau (non évalué ici) et une meilleure santé, ainsi qu'un plus faible impact environnemental. En effet, il permet de réduire les intrants, en limitant l'utilisation de la poudre de lait, des médicaments, tout en se rapprochant des conditions naturelles de l'espèce bovine. Les pratiques d'allaitement du veau laitier étudiées ici sont très différentes mais chacune présente des aspects intéressants. Les systèmes sont à appliquer de manière différentielle, notamment en fonction du prix du lait. Il faut différencier les zones AOP (Comté, Saint-Nectaire, Camembert) où le lait est bien rémunéré, des zones plus industrielles, comme la Bretagne, les Pays de la Loire, où le coût de production du lait et le prix payé à l'éleveur ne sont plus très éloignés. En effet, dans le premier chaque perte de lait compte plus que dans le second où la tendance est de réduire au maximum le coût de production.

Il serait envisageable, utilisant le caractère « voleurs » des veaux laitiers, de mettre en place des systèmes de vaches nourrices. Les vaches Ho étant moins sélectives que les Mo, il serait vraisemblablement plus pertinent de les utiliser à ces fins. Cette pratique d'élevage, présente en France (Michaud et al., 2018), fait l'objet d'une étude en cours à l'INRA de Nantes ("Comité Interne en Agriculture Biologique - CORE Organic Cofund," 10.2019). En revanche, une telle pratique serait seulement bénéfique pour les veaux (les vaches n'étant plus, nourrices à part, en contact avec leurs veaux). De plus, lorsqu'une vache allaite plusieurs veaux sur une période de plus de 8 semaines, les risques de développer des lésions du trayons sont élevés (Thomas et al., 1981). Ce système serait donc plus orienté vers l'amélioration du bien-être et des performances des veaux.

En le poussant plus loin, l'allaitement longue durée pourrait limiter le gâchis fait actuellement avec les veaux de boucheries. Associé à une amélioration génétique des performances bouchères, il permettrait une meilleure valorisation des veaux mâles, aujourd'hui considérés comme des sous-produits de la filière laitière et très peu rémunérateurs pour l'éleveur (parfois 5€ par tête (Web-agri, 10.2019)). On tendrait ainsi vers une disparition

progressive de la spécialisation lait-viande, conservant malgré tout les élevages allaitants dans des zones difficilement rentables agronomiquement pour valoriser les terres pauvres.

# CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de comparer trois pratiques d'allaitement du veau laitier, représentées en France, pour affiner la mise en place d'un système laitier alliant contact mère-veau, bonnes performances et santé des animaux.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que l'allaitement des veaux a des répercussions à la fois sur les performances, la santé et le comportement des animaux. Au cours de la période d'allaitement, quelle que soit sa durée, la quantité et la teneur en matière grasse du lait trait est réduite, avant de revenir au même niveau que celui des vaches témoins quelques semaines après la séparation des veaux. Cette perte est en partie compensée par une croissance plus rapide et une meilleure santé des veaux laissés avec leur mère jusqu'au sevrage. Le stress des vaches à la séparation augmente selon la durée de contact avec leur veau. Le stress des veaux à la séparation et au sevrage, quant à lui, est moins important lorsque les veaux ne sont allaités que 3 semaines. Les veaux allaités par leur mère pendant 3 semaines ne présentent ni une croissance plus rapide ni une meilleure santé, et la perte en lait trait sur la durée de l'étude est à peu près équivalente à celle des vaches allaitant leur veau pendant 10 semaines. Cette pratique, qui semble pourtant la plus utilisée actuellement sur le terrain, n'a pas apporté de réel avantage en comparaison à un sevrage à 10 semaines.

Les pratiques d'allaitement, naturel ou artificiel, étudiées ici, présentent toutes les trois leurs points forts et leurs points faibles. Ces résultats seront complétés par la suite avec des données non présentées dans cette étude : l'impact de l'allaitement naturel sur le développement du rumen et la flore fécale des veaux, la reproduction des vaches ou encore la composition du lait trait en anti-microbiens et leur rôle dans l'immunité locale. Pour l'instant, il n'y a donc pas de système qui soit meilleur que les autres dans l'absolu, mais la pratique utilisée doit être choisie en fonction des priorités de l'éleveur : la quantité ou la qualité du lait trait, la croissance et la santé de ses futures génisses, le bien-être des animaux ou bien les risques sanitaires. Une étude économique prenant en compte la charge de travail serait un bon outil décisionnel complémentaire car elle permettrait de comparer les avantages et inconvénients de chaque pratique en les plaçant à même échelle, en plus de l'aspect bien-être.

Ce travail s'inscrit dans un contexte de remise en cause des pratiques d'élevage classiques, où les politiques publiques actuelles s'engagent auprès des consommateurs sur des questions de bien-être animal, de qualité des produits et de réduction des intrants (poudre de lait, antibiotiques), auxquelles répondent en partie les pratiques d'allaitement naturel. Il ouvre la voie vers une réflexion plus globale de restructuration de l'élevage laitier traditionnel, qui

évoluerait plutôt vers une mixité de production avec l'engraissement des veaux mâles à la ferme allaités par leur mère et une amélioration de la santé et du bien-être.

L'ensemble des projets réalisés par l'INRA (Herbipôle, UMRH) autour de l'allaitement naturel du veau laitier s'inscrit dans les préoccupations européennes actuelles (projet européen ProYoungStock). L'objectif de ces travaux est d'apporter aux éleveurs et autres professionnels de l'élevage des résultats tangibles sur l'applicabilité des pratiques d'allaitement naturel en élevage laitier en Europe.

# BIBLIOGRAPHIE

## Références bibliographiques à comité de relecture :

- Bar-Peled, U., Robinzon, B., Maltz, E., Tagari, H., Folman, Y., Bruckental, I., Voet, H., Gacitua, H., Lehrer, A.R., 1997. Increased Weight Gain and Effects on Production Parameters of Holstein Heifer Calves That Were Allowed to Suckle from Birth to Six Weeks of Age<sup>1</sup>. *Journal of Dairy Science* 80, 2523–2528. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76205-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76205-2)
- Bar-Pelled, U., Maltz, E., Bruckental, I., Folman, Y., Kali, Y., Gacitua, H., Lehrer, A.R., Knight, C.H., Robinson, B., Voet, H., Tagari, H., 1995. Relationship Between Frequent Milking or Suckling in Early Lactation and Milk Production of High Producing Dairy Cows<sup>1</sup>. *Journal of Dairy Science* 78, 2726–2736. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76903-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76903-X)
- Beaver, A., Meagher, R.K., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., 2019. Invited review: A systematic review of the effects of early separation on dairy cow and calf health. *Journal of Dairy Science* 102, 5784–5810. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15603>
- Blowey, R.W., Edmondson, P., 2010. *Mastitis Control in Dairy Herds*. CABI
- Boden, R.F., Leaver, J.D., 1994. A dual purpose cattle system combining milk and beef production. *Proceedings of the British Society of Animal Production (1972) 1994*, 145–145. <https://doi.org/10.1017/S0308229600026908>
- Boonbrahm, N., Peters, K.J., Intisang, W., 2004. The influence of calf rearing methods and milking methods on performance traits of crossbred dairy cattle in Thailand &ndash; 1. Milk yield and udder health. *Archives Animal Breeding* 47, 211–224. <https://doi.org/10.5194/aab-47-211-2004>
- Budzynska, M., Weary, D.M., 2008. Weaning distress in dairy calves: Effects of alternative weaning procedures. *Applied Animal Behaviour Science* 112, 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.08.004>
- Busch, G., Weary, D.M., Spiller, A., Keyserlingk, M.A.G. von, 2017. American and German attitudes towards cow-calf separation on dairy farms. *PLOS ONE* 12, e0174013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174013>
- Carbonneau, E., de Passillé, A.M., Rushen, J., Talbot, B.G., Lacasse, P., 2012. The effect of incomplete milking or nursing on milk production, blood metabolites, and immune functions of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95, 6503–6512. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5643>

- Cardoso, C.S., Hötzel, M.J., Weary, D.M., Robbins, J.A., von Keyserlingk, M.A.G., 2016. Imagining the ideal dairy farm. *Journal of Dairy Science* 99, 1663–1671. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9925>
- Cozma, A., Martin, B., Guiadeur, M., Pradel, P., Tixier, E., Ferlay, A., 2013. Influence of calf presence during milking on yield, composition, fatty acid profile and lipolytic system of milk in Prim'Holstein and Salers cow breeds. *Dairy Sci. & Technol.* 93, 99–113. <https://doi.org/10.1007/s13594-012-0094-1>
- De Passillé, A.M., Marnet, P.-G., Lapierre, H., Rushen, J., 2008. Effects of Twice-Daily Nursing on Milk Ejection and Milk Yield During Nursing and Milking in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 91, 1416–1422. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0504>
- Edwards, S.A., Broom, D.M., 1982. Behavioural interactions of dairy cows with their newborn calves and the effects of parity. *Animal Behaviour* 30, 525–535. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(82\)80065-1](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(82)80065-1)
- Egli, C.P., Blum, J.W., 1998. Clinical, Haematological, Metabolic and Endocrine Traits During the First Three Months of Life of Suckling Simmentaler Calves Held in a Cow-Calf Operation1. *Journal of Veterinary Medicine Series A* 45, 99–118. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1998.tb00806.x>
- Flower, F.C., Weary, D.M., 2001. Effects of early separation on the dairy cow and calf: 2. Separation at 1 day and 2 weeks after birth. *Applied Animal Behaviour Science* 70, 275–284. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00164-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00164-7)
- Francoz, D., Nichols, S., Schelcher, F., 2017. Guide pratique des maladies du veau, Med'com. ed. 404pp
- Fröberg, S., Aspegren-Güldorff, A., Olsson, I., Marin, B., Berg, C., Hernández, C., Galina, C.S., Lidfors, L., Svennersten-Sjaunja, K., 2007. Effect of restricted suckling on milk yield, milk composition and udder health in cows and behaviour and weight gain in calves, in dual-purpose cattle in the tropics. *Trop Anim Health Prod* 39, 71–81. <https://doi.org/10.1007/s11250-006-4418-0>
- Fröberg, S., Gratte, E., Svennersten-Sjaunja, K., Olsson, I., Berg, C., Orihuela, A., Galina, C.S., García, B., Lidfors, L., 2008. Effect of suckling ('restricted suckling') on dairy cows' udder health and milk let-down and their calves' weight gain, feed intake and behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 113, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.12.001>
- Fröberg, S., Lidfors, L., 2009. Behaviour of dairy calves suckling the dam in a barn with automatic milking or being fed milk substitute from an automatic feeder in a group pen. *Applied Animal Behaviour Science* 117, 150–158. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.12.015>
- Fröberg, S., Lidfors, L., Svennersten-Sjaunja, K., Olsson, I., 2011. Performance of free suckling dairy calves in an automatic milking system and their behaviour at weaning.

Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science 61, 145–156. <https://doi.org/10.1080/09064702.2011.632433>

- Gitau, G.K., McDermott, J.J., Waltner-Toews, D., Lissemore, K.D., Osumo, J.M., Muriuki, D., 1994. Factors influencing calf morbidity and mortality in smallholder dairy farms in Kiambu District of Kenya. *Preventive Veterinary Medicine* 21, 167–177. [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(94\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0167-5877(94)90005-1)
- Grøndahl, A.M., Skancke, E.M., Mejdell, C.M., Jansen, J.H., 2007. Growth rate, health and welfare in a dairy herd with natural suckling until 6–8 weeks of age: a case report. *Acta Veterinaria Scandinavica* 49, 16. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-49-16>
- Hafez, E.S.E., Hafez, B., 2013. *Reproduction in Farm Animals*. John Wiley & Sons.
- Hötzel, M.J., Cardoso, C.S., Roslindo, A., von Keyserlingk, M.A.G., 2017. Citizens' views on the practices of zero-grazing and cow-calf separation in the dairy industry: Does providing information increase acceptability? *Journal of Dairy Science* 100, 4150–4160. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11933>
- Johnsen, J. F., Beaver, A., Mejdell, C.M., Rushen, J., de Passillé, A.M., Weary, D.M., 2015. Providing supplementary milk to suckling dairy calves improves performance at separation and weaning. *Journal of Dairy Science* 98, 4800–4810. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9128>
- Johnsen, Julie Føske, de Passille, A.M., Mejdell, C.M., Bøe, K.E., Grøndahl, A.M., Beaver, A., Rushen, J., Weary, D.M., 2015a. The effect of nursing on the cow–calf bond. *Applied Animal Behaviour Science* 163, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.12.003>
- Johnsen, Julie Føske, Ellingsen, K., Grøndahl, A.M., Bøe, K.E., Lidfors, L., Mejdell, C.M., 2015b. The effect of physical contact between dairy cows and calves during separation on their post-separation behavioural response. *Applied Animal Behaviour Science* 166, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.03.002>
- Johnsen, J.F., Mejdell, C.M., Beaver, A., de Passillé, A.M., Rushen, J., Weary, D.M., 2018. Behavioural responses to cow-calf separation: The effect of nutritional dependence. *Applied Animal Behaviour Science* 201, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.12.009>
- Johnsen, J.F., Zipp, K.A., Kälber, T., Passillé, A.M. de, Knierim, U., Barth, K., Mejdell, C.M., 2016. Is rearing calves with the dam a feasible option for dairy farms?—Current and future research. *Applied Animal Behaviour Science* 181, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.11.011>
- Koczura, M., 2019. *Indigenous Cow Breeds in Transhumant Mountain Grazing Systems: From Behaviour and Performance to Milk and Cheese Quality (Doctoral Thesis)*. ETH Zurich. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000335794>
- Korst, M., Koch, C., Kesser, J., Müller, U., Romberg, F.-J., Rehage, J., Eder, K., Sauerwein, H., 2017. Different milk feeding intensities during the first 4 weeks of rearing in dairy

- calves: Part 1: Effects on performance and production from birth over the first lactation. *Journal of Dairy Science* 100, 3096–3108. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11594>
- Krohn, C.C., 2001. Effects of different suckling systems on milk production, udder health, reproduction, calf growth and some behavioural aspects in high producing dairy cows — a review. *Applied Animal Behaviour Science, Suckling* 72, 271–280. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00117-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00117-4)
- Le Cozler, Y., Recoursé, O., Ganche, E., Giraud, D., Danel, J., Bertin, M., Brunshwig, P., 2012. A survey on dairy heifer farm management practices in a Western-European plainland, the French Pays de la Loire region. *The Journal of Agricultural Science* 150, 518–533. <https://doi.org/10.1017/S0021859612000032>
- Lidfors, L.M., Jung, J., de Passillé, A.M., 2010. Changes in suckling behaviour of dairy calves nursed by their dam during the first month post partum. *Applied Animal Behaviour Science* 128, 23–29. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.09.002>
- Lora, I., Barberio, A., Contiero, B., Paparella, P., Bonfanti, L., Brscic, M., Stefani, A.L., Gottardo, F., 2018. Factors associated with passive immunity transfer in dairy calves: combined effect of delivery time, amount and quality of the first colostrum meal. *Animal* 12, 1041–1049. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002579>
- Margerison, J.K., Preston, T.R., Phillips, C.J.C., 2002. Restricted suckling of tropical dairy cows by their own calf or other cows' calves. *Journal of Animal Science* 80, 1663–1670. <https://doi.org/10.2527/2002.8061663x>
- Mdegela, R.H., Kusiluka, L.J.M., Kapaga, A.M., Karimuribo, E.D., Turuka, F.M., Bundala, A., Kivaria, F., Kabula, B., Manjurano, A., Loken, T., Kambarage, D.M., 2004. Prevalence and Determinants of Mastitis and Milk-borne Zoonoses in Smallholder Dairy Farming Sector in Kibaha and Morogoro Districts in Eastern Tanzania. *Journal of Veterinary Medicine, Series B* 51, 123–128. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.2004.00735.x>
- Meagher, R.K., Beaver, A., Weary, D.M., von Keyserlingk, M.A.G., 2019. Invited review: A systematic review of the effects of prolonged cow–calf contact on behavior, welfare, and productivity. *Journal of Dairy Science* 102, 5765–5783. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16021>
- Mendoza, A., Cavestany, D., Roig, G., Ariztia, J., Pereira, C., La Manna, A., Contreras, D.A., Galina, C.S., 2010. Effect of restricted suckling on milk yield, composition and flow, udder health, and postpartum anoestrus in grazing Holstein cows. *Livestock Science* 127, 60–66. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.08.006>
- Metz, J., 1987. Productivity aspects of keeping dairy cow and calf together in the post-partum period. *Livestock Production Science* 16, 385–394. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(87\)90007-8](https://doi.org/10.1016/0301-6226(87)90007-8)

- Msanga, Y.N., Bryant, M.J., 2004. Productivity of Crossbred Dairy Cows Suckling their Calves for 12 or 24 Weeks Post Calving. *Tropical Animal Health and Production* 36, 763–773. <https://doi.org/10.1023/B:TROP.0000045961.40291.84>
- Ontsouka, C.E., Bruckmaier, R.M., Blum, J.W., 2003. Fractionized Milk Composition During Removal of Colostrum and Mature Milk. *Journal of Dairy Science* 86, 2005–2011. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73789-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73789-8)
- Pérez-Torres, L., Orihuela, A., Corro, M., Rubio, I., Alonso, M.A., Galina, C.S., 2016. Effects of separation time on behavioral and physiological characteristics of Brahman cows and their calves. *Applied Animal Behaviour Science* 179, 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.03.010>
- Rosenberger, K., Costa, J.H.C., Neave, H.W., Keyserlingk, M.A.G. von, Weary, D.M., 2017. The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. *Journal of Dairy Science* 100, 504–512. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11195>
- Roth, B.A., Barth, K., Gygax, L., Hillmann, E., 2009. Influence of artificial vs. mother-bonded rearing on sucking behaviour, health and weight gain in calves. *Applied Animal Behaviour Science* 119, 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.03.004>
- Schäff, C.T., Gruse, J., Maciej, J., Pfuhl, R., Zitnan, R., Rajskey, M., Hammon, H.M., 2018. Effects of feeding unlimited amounts of milk replacer for the first 5 weeks of age on rumen and small intestinal growth and development in dairy calves. *Journal of Dairy Science* 101, 783–793. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13247>
- Seegers, H., Fourichon, C., Beaudeau, F., Bareille, N., 2012. Conséquences zootechniques et impact économique des métrites et endométrites en élevage bovin laitier. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire. Elevages et Santé* 39–42.
- Shamay, A., Werner, D., Moallem, U., Barash, H., Bruckental, I., 2005. Effect of Nursing Management and Skeletal Size at Weaning on Puberty, Skeletal Growth Rate, and Milk Production During First Lactation of Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science* 88, 1460–1469. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72814-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72814-9)
- Sheldon, I.M., Cronin, J., Goetze, L., Donofrio, G., Schuberth, H.-J., 2009. Defining Postpartum Uterine Disease and the Mechanisms of Infection and Immunity in the Female Reproductive Tract in Cattle. *Biol Reprod* 81, 1025–1032. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.109.077370>
- Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R.W., Van Amburgh, M.E., 2012. Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science* 95, 783–793. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4391>
- Thomas, G.W., Spiker, S.A., Mickan, F.J., 1981. Influence of suckling by Friesian cows on milk production and anoestrus. *Aust. J. Exp. Agric.* 21, 5–11. <https://doi.org/10.1071/ea9810005>

- Weissier, I., Caré, S., Pomiès, D., 2013. Suckling, weaning, and the development of oral behaviours in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science* 147, 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.05.002>
- Ventura, B.A., von Keyserlingk, M.A.G., Schuppli, C.A., Weary, D.M., 2013. Views on contentious practices in dairy farming: The case of early cow-calf separation. *Journal of Dairy Science* 96, 6105–6116. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6040>
- Walsh, J.P., 1974. Milk Secretion in Machine-Milked and Suckled Cows. *Irish Journal of Agricultural Research* 13, 77–89.
- Watts, J.M., Stookey, J.M., 2000. Vocal behaviour in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 67, 15–33. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00108-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00108-2)
- Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E., Barrington, G.M., 2018. Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins in Calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x@10.1111/19391676.mexicotoparticles>
- Zipp, K.A., Rzehak, Y., Knierim, U., 2015. Wenn das Kalb bei der Milchkuh trinkt - freier vs. Halbtagskontakt, in: *Tierhaltung im Spannungsfeld von Tierwohl, Ökonomie und Gesellschaft*. pp. 131–134.

## **Références bibliographiques sans comité de relecture :**

- Agoulon, A., Chartier, C., Chauvin, A., L'Hostis, M., 2018. Protozooses des ruminants. Polycopié d'enseignement Oniris, UVN82.
- ANSES, 2019. L'Anses propose une définition du bien-être animal et définit le socle de ses travaux de recherche et d'expertises | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail . URL <https://www.anses.fr/fr/content/l%E2%80%99anses-propose-une-d%C3%A9finition-du-bien-%C3%AAtre-animal-et-d%C3%A9finit-le-socle-de-ses-travaux-de> (consulté le 5.9.19).
- Assié, S., Douart, A., 2014. Bronchopneumonies enzootiques des veaux d'élevage, Polycopié d'enseignement Oniris, UEN92 Ruminants 2, 7pp
- Bareille, N., Magras, C., 2019. Croissance et production de viande bovine, Polycopié d'enseignement Oniris, UEN92 Ruminants 2, 18. p. 55.
- Bareille, N., Seegers, H., Magras, C., Madouasse, A., 2017. Lactation et production de lait chez les bovins laitiers, Polycopié d'enseignement Oniris, formation vétérinaire UV N82.

- Bec, H., 2018. L'allaitement maternel du veau laitier. Mémoire de master 107pp.
- Borowski, O., 2006. Troubles de la reproduction lors du peripartum chez la vache laitière. Thèse: Méd. Vét.: Lyon: 80
- Chambre d'agriculture de Seine-Maritime, 2018. Conduite des génisses laitières . URL <https://seine-maritime.chambres-agriculture.fr/elevage/bovins-lait/conduite-delevage/conduite-des-genisses-laitieres/> (consulté le 1.8.19).
- Chartier, C., Assié, S., 2019. Les diarrhées néonatales des veaux, Diaporama d'enseignement Oniris, UV N82 Ruminants 1 106pp
- Chauvin, A., Agoulon, A., L'Hostis, M., Chartier, C., 2017. Strongyloses des ruminants, Polycopié d'enseignement Oniris, formation vétérinaire UEN82 Ruminants1, 13. p. 40.
- Comité Interne en Agriculture Biologique - CORE Organic Cofund , URL [https://www6.inra.fr/comite\\_agriculture\\_biologique/Les-outils-de-recherche/Les-programmes-INRA-dedies-a-l-AB/Core-Organic-Europeen/CORE-Organic-Cofund](https://www6.inra.fr/comite_agriculture_biologique/Les-outils-de-recherche/Les-programmes-INRA-dedies-a-l-AB/Core-Organic-Europeen/CORE-Organic-Cofund) (consulté le 21.10.19).
- Conseil de l'Union Européenne, 2008. Directive 2008/119/CE du conseil du 18 décembre 2008 établissant les normes minimales relatives à la protection des veaux . URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0119> (consulté le 18.8.19).
- Conseil de l'Union Européenne, 2007. Règlement (CE) No834/2007 du conseil du 28 juin 2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques et abrogeant le règlement (CEE) no2092/91 . URL [https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/PJ1-Nvx\\_R\\_CE\\_834-2007\\_cle41a856.pdf](https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/PJ1-Nvx_R_CE_834-2007_cle41a856.pdf) (consulté le 18.8.19).
- EFSA, 2016. Animal welfare on the farm . Food Safety - European Commission. URL [https://ec.europa.eu/food/animals/welfare/practice/farm\\_en](https://ec.europa.eu/food/animals/welfare/practice/farm_en) (consulté le 13.8.19).
- Guatteo, R., 2019. Affections podales, in: Polycopié d'enseignement ONIRIS, UVN92, 20. p. 60.
- Idele, Synthèses régionales annuelles des données INOSYS Réseaux d'élevage Bovins lait . idele.fr. URL <http://idele.fr/services/publication/idelesolr/recommends/syntheses-regionales-annuelles-des-donnees-inosys-reseaux-delevage-bovins-lait.html> (consulté le 24.10.19).
- IFOP, 2018a. Les français et le bien-être animal. Infographie . URL <https://www.ifop.com/wp-content/uploads/2019/03/Infographie-BIEN-ETRE-ANIMAL-IFOP.png> (consulté le 19.8.19).

- IFOP, 2018b. Les Français et le bien-être des animaux. Sondage Ifop pour la Fondation 30 Millions d'Amis. URL [https://www.ifop.com/wp-content/uploads/2018/03/3970-1-study\\_file.pdf](https://www.ifop.com/wp-content/uploads/2018/03/3970-1-study_file.pdf) (consulté le 19.8.19).
- La filière laitière, 2019. Economie laitière en chiffres - Édition 2019 . calameo.com. URL <https://www.calameo.com/read/0022300516dd96abad95b> (consulté le 13.8.19).
- Michaud, A., Clazier, A., Bec, H., Chassaing, C., Disenhaus, C., Drulhe, T., Martin, B., Pomies, D., Le Cozler, Y., 2018. Déléguer l'allaitement des veaux laitiers aux vaches? Résultats d'enquêtes auprès des éleveurs. Résumé présenté aux 24èmes Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants (3R) 2018.
- Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2019. Le bien-être et la protection des veaux . URL <https://agriculture.gouv.fr/le-bien-etre-et-la-protection-des-veaux> (consulté le 13.8.19).
- Nature et Progrès, 2017. Cahier des charges bons et équités. Fédération nature et progrès. [www.natureetprogres.org](http://www.natureetprogres.org)(consulté le 18.8.19).
- Nicolao, A., 2018. Suckling of dairy calves by their dams: consequences on animal performances, behaviour and welfare. Mémoire de master 71pp
- OIE, 2019. À propos du bien-être animal: OIE - World Organisation for Animal Health . URL <https://www.oie.int/fr/bien-etre-animal/le-bien-etre-animal-dun-coup-doeil/> (consulté le 14.8.19).
- Pomiès, D., Bouchont, M., Veissier, I., Martin, B., 2018. Suckling of dairy calves by their dams: consequences of a welfare-friendly practice on milk yield, milk composition and growth of the calves. Résumé présenté aux 24èmes Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants (3R) 2018.
- ProYoungStock , 2018. URL <https://www.proyoungstock.net/about.html> (consulté le 24.9.19).
- Vasseur, E., 2006. Premier portrait québécois des conditions d'élevage et du bien- être des génisses avant sevrage. Presented at the 30e symposium sur les bovins laitiers, p. 22.
- Wagenaar, J.P.T.M., Langhout, J., 2007. Suckling systems in calf rearing in organic dairy farming in the Netherlands. Papier présenté au 3rd QLIF Congress: Improving sustainability in organic and low input food production systems, university of Hohenheim, Germany, March 20–23, 2007. Organic eprints. <http://orgprints.org/9851/>.
- Weary, D.M., 2002. Gestion alternative des veaux: amélioration du bien-être et de la production. Presented at the 26e symposium sur les bovins laitiers, Université de Sherbrooke, p. 14.
- Web-agri, Grilles de cotations Veaux . URL <http://www.web-agri.fr/veaux/346> (consulté le 27.10.19).

# ANNEXES

## Annexe 1 : Rations distribuées aux vaches sur la période de l'étude (en kg de matière brute/jour)

12/02/2019 → 14/04/2019	Ration journalière vache laitière	Quantité (matière brute)
	Foin Borie bas Haut	13
	Mélasse	0,5
	Enrubannage Mas-Suc Tome (80% ms)	7
	Gala Expert Pature	2
	Gala Expert Marcenat	2

15/04/2019 → 14/05/2019	Ration journalière vache laitière	Quantité (matière brute)
	Foin Super Florac	13
	Regain Boubas	7
	Gala Expert Marcenat	2
	Gala Expert Pature	2

15/05/2019 → 11/07/2019	Ration journalière vache laitière	Quantité (matière brute)
	Foin Super Florac	13
	Regain Boubas	7
	Gala Expert Pature	4

## Annexe 2 : Compositions et valeurs nutritionnelles des concentrés distribués aux vaches

<b>Composants crus</b>	<b>Gala Expert Pature</b>	<b>Gala Expert Marcenat</b>	<b>Unité</b>
BLE	14	15	%
ORGE	14	15	%
MAIS	17,21	18,21	%
MELASSE CANNE	2	2	%
SON FIN	14	15	%
TOURTEAU DE TOURNESOL	14	15	%
TOURTEAU DE COLZA	11,9	11,9	%
CARBONATE DE CALCIUM	1	1	%
SEL	0,44	0,44	%
ENV. GRAINES CEREALES	5	5	%
BIOTINE	0,2	0,2	%
OLIGO ELEMENT VITAMINES	0,75	0,75	%
GALAPHOS MIDI REPRO	5	.	%
AMIVIV SE	0,5	0,5	%
<b>Analyse alimentaire</b>			<b>(MB)</b>
UFL	0,94	0,98	/ kg
PB	14,9	15,5	%
MG	2,4	2,4	%
CELLULOSE	8,6	9,0	%
AMIDON	32,1	33,9	%
PHOSPHORE	0,8	0,6	%
CALCIUM	2,0	0,9	%
PDIN	114	118	/ kg
PDIE	114	118	/ kg
PDIA	67	68	/ kg
VIT A	29 975	9 975	UI / kg
VIT D3	6 818	1 395	UI / kg

### Annexe 3 : Compositions et valeurs nutritionnelles des concentrés distribués aux veaux

<b>Libellé</b>	<b>STARTIVO</b>	<b>Unité</b>
TRITICALE	15,0	%
BLE	3,5	%
ORGE	10,0	%
MAIS	5,0	%
MELASSE CANNE	2,5	%
SON FIN	8,0	%
PULPES BETTERAVES	16,3	%
LUZERNE AGGLO	4,9	%
TOURTEAU DE SOJA PCR NEGATIF	0,0	%
TOURTEAU DE TOURNESOL	6,9	%
TOURTEAU DE TOURNESOL DECORTIQUE	3,1	%
T.COLZA	17,1	%
CARBONATE DE CALCIUM	0,7	%
SEL	0,5	%
AGENT LIANT VEGETAL	0,0	%
ENV. GRAINES CEREALES	5,0	%
AR 802 VIT E Sélénium	0,0	%
AROME CONSOMAX	0,2	%
CR6011 OLIGO ELEMENTS VITAMINES	0,9	%
VIVACTIV JUNIOR	0,5	%
<b>Analyse alimentaire</b>		<b>(MB)</b>
UFL	0,9	/ kg
UFV	0,9	/ kg
PB	16,0	%
MG	1,9	%
CELLULOSE	11,5	%
AMIDON	23,0	%
PHOSPHORE	0,5	%
CALCIUM	1,2	%
MAGNESIUM	0,3	%
CUIVRE	27,8	UI / kg
SOUFRE	0,4	UI / kg
MANGANESE	116,8	UI / kg
IODE	1,2	UI / kg
COBALT	0,5	UI / kg
SELENIUM	0,4	UI / kg
FER	244,7	UI / kg
ZINC	149,8	UI / kg
PDIN	115,3	/ kg
PDIE	112,7	/ kg
PDIA	62,4	/ kg
VITA	11970,0	UI / kg
VIT D3	1674,0	UI / kg

## Annexe 4 : Plan d'alimentation des veaux femelles

Lot	Semaines	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>S0j</b>	Lait (kg/j)	6.0	7.0	8.5	10.0	10.0	10.0	9.0	7.0	6.0	5.0	→ Sevrage (ou 3 kg/j si besoin)		
	Concentré (kg/j)	0	0	0.20	0.40	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.00	~2.00	~2.00	~2.00
	Foin	0	A volonté									A volonté		
<b>S70j</b>	Tétée	24h/24h	Entre 2 heures après la traite du matin et la traite du soir (= journée)									→ sevrage		
	Concentré (kg)	0	A volonté dans le parc «veaux»									~2.00	~2.00	~2.00
	Foin	0	A volonté dans le parc «veaux»									A volonté		
<b>S21j</b>	Lait (kg/j)	24h/24h	Tétée journée	10.0	10.0	10.0	9.0	7.0	6.0	5.0	→ Sevrage (ou 3 kg/j si besoin)			
	Concentré (kg/j)	0	A volonté dans le parc «veaux»	0.40	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.00	~2.00	~2.00	~2.00	
	Foin	0	A volonté									A volonté		

## Annexe 5 : Planning d'élevage et prélèvements des veaux et des vaches

Semaine du						
4-févr.						
11-févr.	1					
18-févr.	2					
25-févr.	3	1				
4-mars	4	2				
11-mars	5	3	1			
18-mars	6	4	2			
25-mars	7	5	3	1		
1-avr.	8	6	4	2		
8-avr.	9	7	5	3	1	
15-avr.	10 <i>Poils</i>	8	6	4	2	
22-avr.	11	9	7	5	3	1
29-avr.	12	10 <i>Poils</i>	8	6	4	2
6-mai	13	11	9	7	5	3
13-mai	14	12	10 <i>Poils</i>	8	6	4
20-mai	15	13	11	9	7	5
27-mai	16 <i>Poils</i>	14	12	10 <i>Poils</i>	8	6
3-juin		15	13	11	9	7
10-juin		16 <i>Poils</i>	14	12	10 <i>Poils</i>	8
17-juin			15	13	11	9
24-juin			16 <i>Poils</i>	14	12	10 <i>Poils</i>
1-juil.				15	13	11
8-juil.			16 <i>Poils</i>	14	12	
15-juil.				15	13	
22-juil.				16 <i>Poils</i>	14	
29-juil.					15	
5-août					16 <i>Poils</i>	

Naiissances

Prélèvements de jus de rumen et prélèvements de fèces sur les veaux le jeudi

*Poils* = Prélèvement de poils sur les vaches et les veaux pour dosage de cortisol

Prélèvements sanguins la semaine précédant le vêlage sur toutes les vaches le mardi avant alimentation

Prélèvements sanguins et de lait à la traite du matin en semaines 3, 10 et 13 (= *S6*, *S12* et *S16*) sur les vaches laitières le mardi avant alimentation

séparation de tous les veaux mâles et des veaux femelles du lot P les mardi

19-mars  
2-avr.  
16-avr.  
30-avr.  
14-mai  
28-mai

sevrage des veaux femelles de tous les lots les mardi

30-avr.  
14-mai  
28-mai  
11-juin  
25-juin  
9-juil.

## Annexe 6 : Grille de notation de l'état corporel

(selon Petit M. & Agabriel J. 1993 in INRA Prod. Anim. 6(5), pp 311-318)

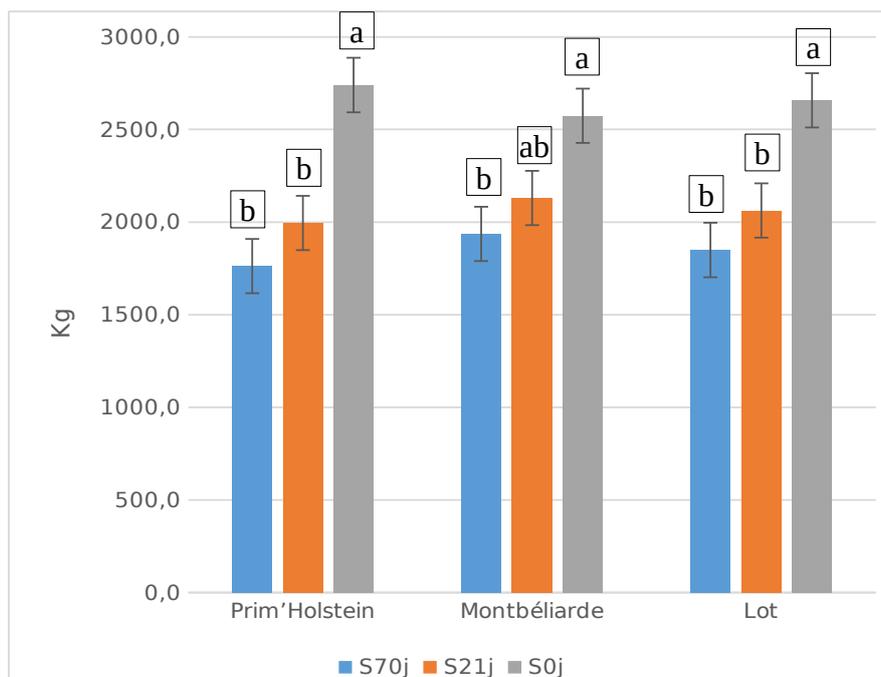
Note	0	1	2	3	4	5
Main gauche sur ligament sacro tubéral (attache de la queue)	Peau adhérente  Pincement difficile	Peau tendue  Pincement possible	Peau se décolle  Léger dépôt identifiable	Poignée de gras	Peau souple  Bonne poignée de gras	Peau rebondie  Pleine poignée de gras
Main droite à plat sur les deux dernières côtes	Peau tendue et collée sur les côtes  Côtes sèches	Côtes saillantes	Peau souple  Côtes encore bien distinctes	Peau "roule" entre la main et l'os  Dépression intercostale	Plus de dépression intercostale	Un épais "matelas" recouvre les côtes

Si les appréciations données par les mains droite et gauche ne concordent pas, on fait la moyenne des deux appréciations.

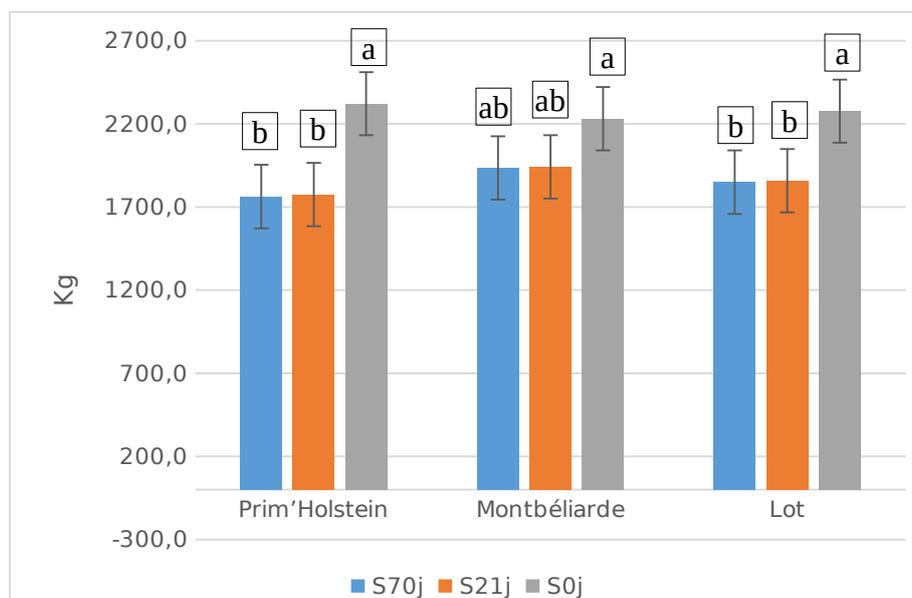
## Annexe 7: Autres prélèvements réalisés

Animal	Prélèvement
Veaux	Jus de rumen Fécès Poils Foin Concentré Comportement à l'intérieur Comportement au pâturage
	Lait Poils Sang

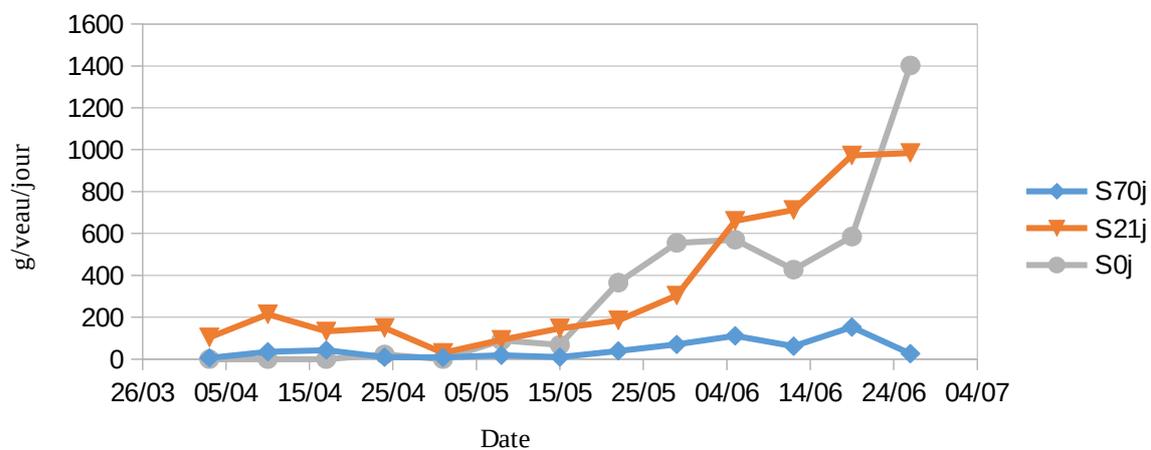
## Annexe 8 : Lait trait cumulé des 14 semaines par race et par lot



## Annexe 9 : Lait commercialisable cumulé des 14 semaines par race et par lot



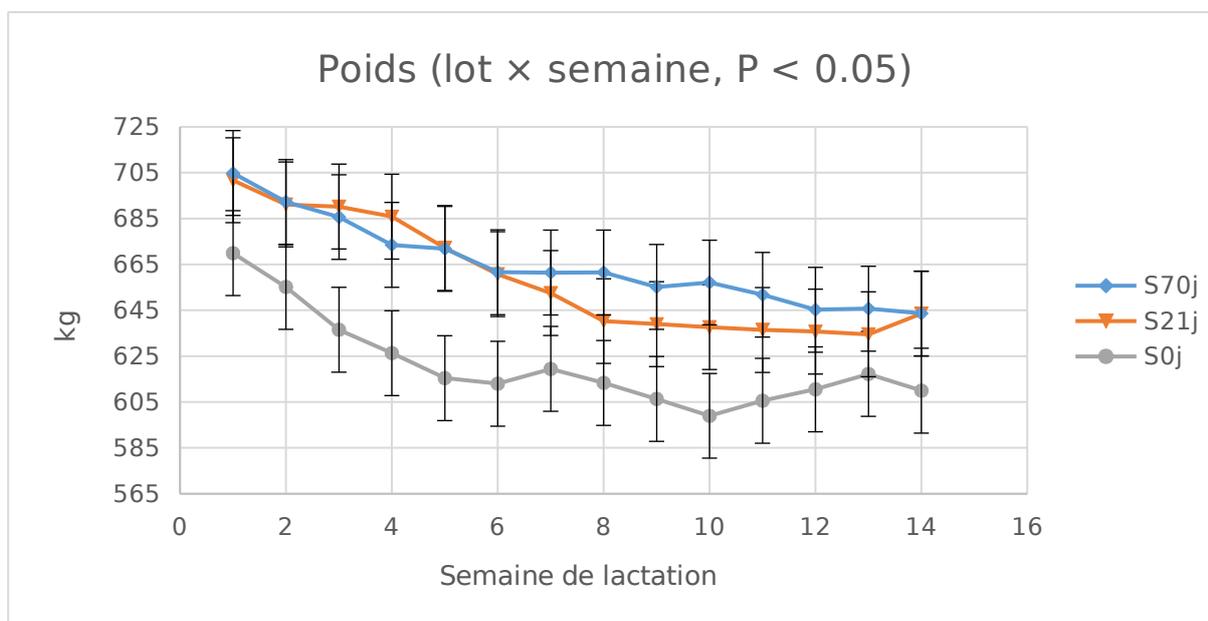
## Annexe 10: Ingestion de concentré par les veaux entre avril et juin(en g/veau/jour)



## Annexe 11: Consommation des veaux au DAL (en L/j)

Semaine de vie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Lait à disposition	6,0	7,0	8,5	10,0	10,0	10,0	9,0	7,0	6,0	5,0	
Lait consommé	S0j	2,3	6,4	7,9	8,3	7,2	7,1	8,9	7,0	5,8	5,0
	S21j	-	-	-	3,3	5,0	7,8	7,4	6,8	6,0	4,6

## Annexe 12: Évolution du poids des vaches au cours des 14 semaines de lactation (lot x semaine, $p < 0,05$ )



## Annexe 13: Différence de NEC des vaches au cours de 14 semaines de lactation

Delta poids	lot			SEM	P-value		
	S70j	S21j	S0j		Lot	Race	Lot*race
Prim'Holstein	93	100	98	12,8	0,6049	0,0426	0,9179
Montbéliarde	67	82	80				
Lot	80	91	89				

## Annexe 14: Formules sanguines des veaux en S3

Paramètre	lot				P-value			
	S70j	S21j	S0j	SEM	Sexe	Lot	Race	Lot*race
GB ( $10^3/\text{mm}^3$ )	10,6	9,4	10,4	0,95	0,803	0,6	0,094	0,694
GR ( $10^6/\text{mm}^3$ )	0,84	0,85	0,99	0,122	0,103	0,437	0,199	0,69
VGM ( $\mu\text{m}^3$ )	45,8	44,8	43,5	3,98	0,078	0,925	0,105	0,688

## Annexe 15: Formule sanguine des veaux en S3 et S10

	Semaine	lot				P-value				
		S70j	S21j	S0j	SEM	Semaine	Lot	Race	Lot*Semaine	Lot*race
GB ( $10^3/\text{mm}^3$ )	3	10,8	10	10,2	0,77	0,91	0,547	0,166	0,799	0,399
	10	10,8	10,3	9,7						
GR ( $10^6/\text{mm}^3$ )	3	1	1	0,97	0,116	0,329	0,727	0,756	0,623	0,394
	10	1,02	1,03	1,19						
VGM ( $\mu\text{m}^3$ )	3	44,5	42	40,9	3,29	0,022	0,771	0,152	0,871	0,631
	10	36,6	36,4	36						

## Annexe 16: Concentration en IGG dans les colostrum des traites du jour 1 et jour 3 (mg/L)

		lot			SEM	P-value		
		S70j	S21j	S0j		Lot	Race	Lot*race
IGG (g/mL)	J1	44571	39214	53033	30889,3	0,3144	0,2377	0,9616
	J3	1714	1536	1762	788,8	0,6931	0,8253	0,8228

## Annexe 17: P-values des variables en mesures répétées

Variable	lot	semaine	lot×semaine	race	lot×race	semaine×race	lot×semaine×race	matin_soir	Lot×matin_soir	lot×semaine×matin_soir	lot×semaine×matin_soir×race
Lait trait Matin et soir	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,776	-	-	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,020
Lait trait	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,749	0,472	0,003	0,160	-	-	-	-
Lait commercialisable	0,020	< 0,001	< 0,001	0,550	0,688	0,033	0,333	-	-	-	-
TB (g/kg)	0,027	0,428	< 0,001	0,149	0,451	< 0,001	0,421	-	-	-	-
TP (g/kg)	< 0,001	< 0,001	0,102	< 0,001	0,262	0,979	0,919	-	-	-	-
logSCC	0,8382	< 0,001	0,508	0,335	0,143	0,993	0,977	-	-	-	-
MG (g/j)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,472	0,179	< 0,001	0,013	-	-	-	-
MP (g/j)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,200	0,354	0,096	0,563	-	-	-	-
Poids des vaches	0,159	< 0,001	0,035	0,638	0,278	0,007	0,979	-	-	-	-
Poids des veaux	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,032	0,818	0,959	0,801	-	-	-	-
GB	0,547	0,910	0,799	0,166	0,399	-	-	-	-	-	-
GR	0,727	0,329	0,623	0,756	0,394	-	-	-	-	-	-
VGM	0,771	0,022	0,871	0,152	0,631	-	-	-	-	-	-

Vert : p<0,05 ; vide : effet non testé ; sinon p>0,1

## Annexe 18: P-values des autres variables de l'étude

Variable	lot	race	lot×race	sexe
Lait trait cumulé en fin d'essai	< 0,001	0,700	0,488	-
Lait commercialisable cumulé en fin d'essai	0,023	0,545	0,675	-
GMQ	0,016	0,512	0,785	-
Naissance-sevrage				
GMQ	0,305	0,956	0,122	-
3 semaines < S3				
GMQ	0,058	0,577	0,909	-
3 semaines > S3				
GMQ	0,020	0,929	0,811	-
3 semaines < sevrage				
GMQ	0,158	0,579	0,148	-
3 semaines > sevrage				
Différence de poids des vaches	0,605	0,043	0,918	-
Différence de NEC des vaches	0,434	0,043	0,654	-
GB	0,600	0,094	0,694	0,803
GR	0,437	0,199	0,690	0,103
VGM	0,925	0,105	0,688	0,078
IGG colostrum J1	0,3144	0,2377	0,9616	-
IGG colostrum J2	0,6931	0,8253	0,8228	-
IGG (plasma veau)	0,5551	0,1377	0,2385	-

Vert :  $p < 0,05$  ; orange :  $p < 0,1$  ; vide : effet non testé ; sinon  $p > 0,1$



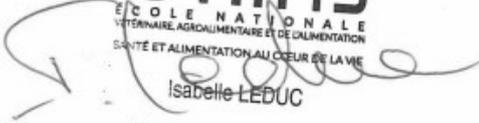
Vu: L'enseignant Rapporteur

De l'Ecole Nationale Vétérinaire,  
Agroalimentaire et de l'Alimentation  
Oniris

  
N. BAREILLE

Vu: La Directrice Générale

De l'Ecole Nationale Vétérinaire,  
Agroalimentaire et de l'Alimentation  
Oniris  
D. BUZONI-GATEL

  
  
Isabelle LEDUC  
Responsable du Service des  
Formations Vétérinaires-Masters

Nantes, le 14 octobre 2019

Vu:  
Le Président de la Thèse

Professeur LUSTENBERGER



Vu: Le Doyen de la Faculté de  
Médecine de Nantes

Professeur Pascale JOLLIET

**Vu et permis d'imprimer**

NOM: MATHIEU  
Prénom: Anna





# CONSÉQUENCES ZOOTECHNIQUES, SANITAIRES ET COMPORTEMENTALES DE TROIS MODALITÉS D'ALLAITEMENT DU VEAU LAITIER

## RÉSUMÉ :

Dans les élevages laitiers, les veaux sont généralement séparés de leur mère dès la naissance. Cette pratique est de plus en plus interrogée par les consommateurs et les producteurs, au regard du bien-être et du respect des comportements naturels des animaux. Cette étude s'intéresse à 2 pratiques d'allaitement alternatives mises en place sur des lots de 14 couples mère-veau. Les performances des mères et des veaux ont été comparées pendant 14 semaines à celles d'un lot témoin (S0j) où les veaux étaient séparés de leur mère à la naissance. Dans les 2 lots expérimentaux, les veaux n'avaient accès au parc des mères qu'entre les traites du matin et du soir, et ce jusqu'au sevrage (70 jours, ♀ lot S70j) ou pendant 21 jours (♀ + ♂ lot S21j ; ♂ S70j). Au cours de la période d'allaitement, la quantité de lait trait a été réduite de 30 % avant de revenir au même niveau que celui des vaches témoins 6 et 2 semaines après la séparation pour les lots S21j et S70j respectivement. Les taux butyreux ont été diminués, les taux protéiques augmentés et les CCS inchangées. La croissance des veaux S70j a été plus élevée de 6 et 11% comparativement aux lots S0j et S21j respectivement et associée à une prévalence moindre des événements sanitaires, mais aucun impact sur le transfert d'immunité n'a été démontré. Plus la séparation du couple mère-veau était tardive, plus elle s'est montrée stressante pour la mère et le veau. Malgré une perte de lait trait conséquente, les systèmes d'allaitement naturels de longue durée pourraient être utilisés en élevage laitier, mais des adaptations doivent être apportées pour réduire les impacts négatifs de la séparation sur le bien-être des animaux.

## MOTS-CLÉS :

- Veau
- Allaitement
- Bovin
- Élevage laitier
- Performances zootechniques
- Santé animale
- Pratiques d'élevage

## JURY :

**Président** : Monsieur Patrick LUSTENBERGER, Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes

**Rapporteur** : Madame Nathalie BAREILLE, Professeure à ONIRIS

**Assesseur** : Monsieur Alain CHAUVIN, Professeur à ONIRIS

## Adresse de l'auteur :

Anna MATHIEU  
15 chemin de la lavandière  
25440 LAVANS-QUINGEY