# VETAGRO SUP
## CAMPUS VETERINAIRE DE LYON

Année 2019 - Thèse n°020

***INFLUENCE DE L'ETAT DE SANTE SUR L'ACTIVITE ET LE COMPORTEMENT MATERNEL DES VACHES LAITIERES***

# THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 12 septembre 2019
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*PERIER Nadège*

VetAgro Sup

UNIVERSITÉ DE LYON

# VETAGRO SUP
## CAMPUS VETERINAIRE DE LYON

Année 2019 - Thèse n°020

***INFLUENCE DE L'ETAT DE SANTE SUR L'ACTIVITE ET LE COMPORTEMENT MATERNEL DES VACHES LAITIERES***

# THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 12 septembre 2019
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

*PERIER Nadège*

VetAgro Sup

UNIVERSITÉ DE LYON

## Liste des Enseignants du Campus Vétérinaire de Lyon *(01-06-2019)*

| | | | |
|---|---|---|---|
| ABITBOL | Marie | DEPT-BASIC-SCIENCES | Professeur |
| ALVES-DE-OLIVEIRA | Laurent | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| ARCANGIOLI | Marie-Anne | DEPT-ELEVAGE-SPV | Professeur |
| AYRAL | Florence | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| BECKER | Claire | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| BELLUCO | Sara | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| BENAMOU-SMITH | Agnès | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| BENOIT | Etienne | DEPT-BASIC-SCIENCES | Professeur |
| BERNY | Philippe | DEPT-BASIC-SCIENCES | Professeur |
| BONNET-GARIN | Jeanne-Marie | DEPT-BASIC-SCIENCES | Professeur |
| BOULOCHER | Caroline | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| BOURDOISEAU | Gilles | DEPT-ELEVAGE-SPV | Professeur |
| BOURGOIN | Gilles | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| BRUYERE | Pierre | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| BUFF | Samuel | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| BURONFOSSE | Thierry | DEPT-BASIC-SCIENCES | Professeur |
| CACHON | Thibaut | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| CADORÉ | Jean-Luc | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| CALLAIT-CARDINAL | Marie-Pierre | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| CAROZZO | Claude | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| CHABANNE | Luc | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| CHALVET-MONFRAY | Karine | DEPT-BASIC-SCIENCES | Professeur |
| DE BOYER DES ROCHES | Alice | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| DELIGNETTE-MULLER | Marie-Laure | DEPT-BASIC-SCIENCES | Professeur |
| DEMONT | Pierre | DEPT-ELEVAGE-SPV | Professeur |
| DJELOUADJI | Zorée | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| ESCRIOU | Catherine | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| FRIKHA | Mohamed-Ridha | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| GALIA | Wessam | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| GILOT-FROMONT | Emmanuelle | DEPT-ELEVAGE-SPV | Professeur |
| GONTHIER | Alain | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| GRANCHER | Denis | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| GREZEL | Delphine | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| HUGONNARD | Marine | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| JANKOWIAK | Bernard | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| JOSSON-SCHRAMME | Anne | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| JUNOT | Stéphane | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| KODJO | Angeli | DEPT-ELEVAGE-SPV | Professeur |
| KRAFFT | Emilie | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| LAABERKI | Maria-Halima | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| LAMBERT | Véronique | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| LE GRAND | Dominique | DEPT-ELEVAGE-SPV | Professeur |
| LEBLOND | Agnès | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| LEDOUX | Dorothée | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| LEFEBVRE | Sébastien | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| LEFRANC-POHL | Anne-Cécile | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| LEGROS | Vincent | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| LEPAGE | Olivier | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| LOUZIER | Vanessa | DEPT-BASIC-SCIENCES | Professeur |
| MARCHAL | Thierry | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| MOISSONNIER | Pierre | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| MOUNIER | Luc | DEPT-ELEVAGE-SPV | Professeur |
| PEPIN | Michel | DEPT-BASIC-SCIENCES | Professeur |
| PIN | Didier | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| PONCE | Frédérique | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| PORTIER | Karine | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| POUZOT-NEVORET | Céline | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| PROUILLAC | Caroline | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| REMY | Denise | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| RENE MARTELLET | Magalie | DEPT-ELEVAGE-SPV | Maître de conférences |
| ROGER | Thierry | DEPT-BASIC-SCIENCES | Professeur |
| SABATIER | Philippe | DEPT-ELEVAGE-SPV | Professeur |
| SAWAYA | Serge | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| SCHRAMME | Michael | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| SERGENTET | Delphine | DEPT-ELEVAGE-SPV | Professeur |
| THIEBAULT | Jean-Jacques | DEPT-BASIC-SCIENCES | Maître de conférences |
| THOMAS-CANCIAN | Aurélie | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| TORTEREAU | Antonin | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| VIGUIER | Eric | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Professeur |
| VIRIEUX-WATRELOT | Dorothée | DEPT-AC-LOISIR-SPORT | Maître de conférences |
| ZENNER | Lionel | DEPT-ELEVAGE-SPV | Professeur |

## REMERCIEMENTS JURY

**À Madame le Professeur Justine BACCHETTA**

De l'Université Claude Bernard Lyon 1, Faculté de médecine de Lyon,

Pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,

Pour votre disponibilité et votre amabilité,

Hommages respectueux.

**À Madame le Docteur Alice DE BOYER DES ROCHES**

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Qui m'a fait l'honneur d'accepter l'encadrement de ce travail,

Pour sa disponibilité, son soutien et le partage de son expertise,

Qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance,

Sincères remerciements.

**À Madame le Docteur Dorothée LEDOUX**

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour avoir accepté d'être mon assesseur avec enthousiasme,

Ma profonde reconnaissance,

**TABLE DES MATIERES**

**TABLE DES ANNEXES** **11**

**TABLE DES FIGURES** **13**

**TABLE DES TABLEAUX** **15**

**LISTE DES ABREVIATIONS** **17**

**INTRODUCTION** **19**

**1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE** **21**
**1.1. Comportement naturel des bovins** **21**
1.1.1. Comportement social 21
1.1.2. Comportement de jeu 32
1.1.3. Comportement alimentaire 35
1.1.4. Comportement reproducteur 40
1.1.5. Comportement de repos et locomotion 42
1.1.6. Comportement maternel 47
**1.2. Modifications comportementales associées à la maladie** **62**
1.2.1. Réaction du système immunitaire face à la maladie 62
1.2.2. Biologie et mécanisme d'action des « comportements de maladie » 63
1.2.3. Effet de la maladie sur le comportement social des bovins 66
1.2.4. Effet de la maladie sur le comportement alimentaire 68
1.2.5. Effet de la maladie sur le comportement reproducteur 70
1.2.6. Effet de la maladie sur le comportement de repos 70
1.2.7. Effet de la maladie sur le comportement de léchage 72
1.2.8. Effet de la maladie sur le comportement maternel 72

**2. ETUDE EXPERIMENTALE** **75**
**2.1. Problématique, objectifs et hypothèses** **75**
**2.2. Matériels et méthodes** **75**
2.2.1. Animaux et logement 76
2.2.2. Design expérimental et traitement 76
2.2.3. Récolte des données 78
2.2.4. Analyse statistique 81
**2.3. Résultats** **82**
2.3.1. Températures et statut de chaque animal par période après approximation 84
2.3.2. Comportement des vaches saines au cours des 48 heures post-vêlage 86
2.3.3. Variation de comportement selon le statut sanitaire des vaches (sain/malade) 92
**2.4. Discussion** **103**
**2.5. Limites de l'étude** **109**
**2.6. Conclusion et application pour l'éleveur et le vétérinaire** **112**

**CONCLUSION** **113**

**BIBLIOGRAPHIE** **115**

**ANNEXES** **124**

# Table des annexes

Annexe 1 : Jour et heure de vêlage des 21 vaches ..... 125
Annexe 2 : Registre des 21 vaches ..... 126
Annexe 3 : Traitement antibiotique et anti-inflammatoire donné à chaque vache malade .... 128
Annexe 4 : Courbe de température (°C) des vaches en fonction de l'heure post-vêlage ..... 129
Annexe 5 : Etat de santé des vaches pendant 48 heures post-vêlage ..... 130
Annexe 6 : Script R ..... 131
Annexe 7 : Effet d'interaction ..... 142
Annexe 8 : Abstract de l'article ..... 144

# Table des figures

Figure 1 : Le leadership dans un troupeau : synchronisation du pâturage ..... 26

Figure 2 : Des veaux en case individuelle ont peu l'opportunité de jouer..... 33

Figure 3 : Variation du temps passé à brouter au cours de la journée chez une vache laitière (Phillips 2002)..... 36

Figure 4 : Variation du temps passé debout en moyenne (+/- erreur standard) (A) et nombre d'épisodes passés debout (B) en péripartum (n=12 vaches) (Huzzey et al., 2005) ..... 48

Figure 5 : Comportements post-vêlage de la vache et du veau. Après la mise bas, le veau reste allongé environ 15 à 20 minutes, la vache lèche le corps (a, b) et la région ano-génitale (e) du veau, et le flaire (c) intensément pendant les premières heures post-vêlages. Le veau tente de se lever pour la première fois et recherche la mamelle (d) jusqu'à ce qu'il puisse téter seul..... 53

Figure 6 : Une fois activés par un agent pathogène, les macrophages produisent des cytokines pro-inflammatoires. Les cytokines agissent au niveau de l'encéphale pour réorganiser les priorités comportementales de l'animal.
Les modifications comportementales associées à la maladie sont une réponse adaptative qui améliore les défenses immunitaires de l'animal et inhibent la prolifération du pathogène. Ainsi, le « comportement de maladie » favorise la rémission (Hart, 1988)..... 62

Figure 7 : Exemple de box individuel qui permet aux vaches malades ou prêtes à vêler de s'isoler ou d'avoir des contacts avec le groupe. Photo prise à l'Université d'Aarhus, Danemark. Proudfoot et al. (2014) ..... 67

Figure 8 : Evolution des durées et fréquences des comportements « vache couchée » (1), « vache couchée à proximité du veau » (2) et « vache debout » (3) au cours du temps pendant 48h post-vêlage chez 10 vaches saines. Les 48h sont divisées en huit périodes de six heures (P1 à P8). Pour chaque comportement, les durées (a) sont exprimées en pourcentage de temps, et les fréquences (b) correspondent à un nombre d'occurrences par période de 6h. Chaque courbe en pointillé représente une vache et la courbe en gras représente la moyenne des 10 vaches. ..... 90

Figure 9 : Latences (en minutes) des comportements (vache couchée, vache couchée à proximité du veau, vache debout, veau couché, veau debout et léchage du veau) de 10 vaches saines (points bleus) et 7 vaches malades (points rouges). La moyenne est représentée par le point noir de plus grande taille. ..... 93

Figure 10 et 10 bis : Evolution des durées des comportements « vache couchée » (1), « vache couchée à proximité du veau » (2), « vache debout » (3) et « léchage du veau » (4) au cours du temps pendant les 12 premières heures post-vêlage chez 10 vaches saines (a) et 6 vaches malades (b). Pour chaque comportement, les durées sont exprimées en pourcentage de temps. Chaque courbe en pointillé représente une vache, les courbes noires en gras représentent la moyenne des vaches. ..... 94

Figure 11 et 11 bis : Evolution des fréquences des comportements « vache couchée » (1), « vache couchée à proximité du veau» (2), « vache debout » (3), « veau couché » (4), « veau debout» (5) et « léchage du veau» (6) au cours du temps pendant les 12 premières heures post-vêlage chez 10 vaches saines (a) et 6 vaches malades (b). Pour chaque comportement, les fréquences sont exprimées en nombre d'occurrences par heure. Chaque courbe en pointillé représente une vache, les courbes noires en gras représentent la moyenne des vaches. ..... 96

Figure 12, 12 bis et 12 ter : Evolution des durées (a) et fréquences d'expression (b) des comportements « vache couchée » (1),« vache couchée à proximité du veau » (2), « vache debout » (3) et « veau couché » (4), « veau debout » (5) et « léchage du veau » (6) de 10 vaches saines et 7 vaches malades en P1 et 10 vaches saines et 6 vaches malades en P2. Les durées sont exprimées en pourcentage de temps et les fréquences en nombre d'occurrences par période. Les droites en pointillé bleu et rouge représentent les vaches saines et malades respectivement, et les droites bleue et rouge continues représentent la moyenne des vaches saines et malades respectivement..... 100

# Table des tableaux

Tableau 1 : Les durées de couchage des vaches laitières en fonction du mode de logement (Krohn et Munksgaard, 1993) ..... 43

Tableau 2 : Temps consacré au repos chez les veaux, les jeunes bovins et les bovins adultes (Lensick et Leruste, 2012) ..... 44

Tableau 3 : Avantages (+) et inconvénients (-) des différents systèmes d'élevage mère-veau (Johnsen et al., 2016)..... 59

Tableau 4 : Ethogramme des comportements et postures de la vache..... 79

Tableau 5 : Ethogramme des comportements et postures du veau ..... 79

Tableau 6 : Comportements analysés ou non à l'aide de R studio pour la latence, la durée et la fréquence. ..... 80

Tableau 7 : Statut sanitaire des 21 vaches pour chaque période d'observation..... 83

Tableau 8 : Durée (pourcentage de temps passé) et fréquence d'expression (nombre d'occurrences par heure) de chaque comportement (vache couchée, vache couchée à proximité du veau, vache debout, veau couché, veau debout et léchage du veau) de 10 vaches saines pendant 48 heures post-vêlage[1,2,3,4,5]. ..... 88

Tableau 9 : Coefficients[1,2] du modèle linéaire des latences (en minutes) des comportements (vache couchée, vache couchée à proximité du veau, vache debout, veau couché, veau debout et léchage du veau) de 10 vaches saines et 7 vaches malades..... 92

Tableau 10 : Durée (% de temps) et fréquence d'expression (nombre d'occurrences par période) de chaque comportement (vache couchée, vache couchée à proximité du veau, vache debout, veau couché, veau debout et léchage du veau) de 10 vaches saines et 7 vaches malades en P1 et 10 vaches saines et 6 vaches malades en P2[1,2,3]. ..... 99

# Liste des abréviations

AINS : anti-inflammatoire non-stéroïdien

DAL : distributeur automatique de lait

GMS : gain moyen quotidien

IC : intervalle de confiance

IgG : immunoglobuline G

IL : interleukine

IM : intramammaire

IV : intraveineuse

LPS : lipopolysaccharide

MSI : matière sèche ingérée

TNF- α : facteur de nécrose tumorale (de l'anglais : tumor necrosis factor)

# *Introduction*

L'Organisation Mondiale de la Santé définit la santé comme « un état de complet bien-être physique, mental et social, [qui] ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » (OMS, 1946). Parallèlement, la santé animale est souvent restreinte à l'absence de pathologies, et ce malgré les progrès scientifiques en matière de complexité cognitive et émotionnelle. Un animal peut par exemple souffrir d'« anxiété » (Bristow, Holmes, 2007), de « dépression » (Hall et al., 2008) ou encore de « troubles compulsifs » (Mason, Rushen, 2006). Ainsi, la définition de « santé animale » s'est élargie avec l'ajout de la notion de bien-être animal.

Le bien-être d'un animal est 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. » (ANSES, 2018). Il est admis que « la maladie a un impact négatif majeur sur le bien-être des animaux de production » (Mellor et al., 2009 ; Whiting, 2011 ; Hart, Hart, 2018). La maladie se définit comme « tout processus qui porte atteinte aux fonctions normales d'un animal » (Hunter et al., 2006). L'état de santé peut être altéré par des troubles d'origines diverses : infectieuse, métabolique, traumatique ou idiopathique. La maladie a un impact économique fort pour les filières de production.

L'impact économique d'une maladie est lié aux pertes de production (diminution de la quantité produite, production impropre à la consommation, qualité diminuée et pertes d'animaux), aux coûts de maîtrise (actes vétérinaires, médicaments, prévention médicale, main d'œuvre supplémentaire) et aux effets socio-économiques (découragement de l'éleveur, faillite des exploitations). Le coût d'une mammite clinique, toute étiologie confondue, est de 224€ (Gautier, 2018) et comprend le coût direct (baisse de production laitière, réforme, lait écarté, frais vétérinaires) et le coût indirect (pénalité de paiement, perte de temps lors de la traite…).

Pendant la période de transition (définie comme 3 semaines avant et 3 semaines après le vêlage), les vaches laitières sont plus susceptibles de déclencher une maladie infectieuse ou métabolique (Huzzey et al., 2007). Environ 75% des maladies des vaches laitières surviennent dans le mois suivant le vêlage (Ingvartsen, 2006 ; LeBlanc et al., 2006). En outre, pendant la période autour du vêlage, la vache laitière est vulnérable du fait de la douleur et du stress causés par le vêlage (Mainau, Manteca, 2011).

L'analyse des comportements permet à l'éleveur et au vétérinaire d'identifier les animaux malades (Weary et al., 2009). Quand un animal est malade, celui-ci réduit son l'activité, sa prise alimentaire et ses interactions sociales (Dantzer, Kelley, 2007). Ces modifications comportementales en cas de maladie font l'objet de nombreuses études (mammite : (Siivonen et al., 2011 ; Fogsgaard et al., 2012 ; 2015 ; Sepúlveda-Varas et al., 2016 ; de Boyer des Roches et al., 2017); métrite : (Urton et al., 2005 ; Huzzey et al., 2007 ; Schirmann et al., 2016) ; boiterie : Fregonesi, Leaver, 2001 ; Almeida et al., 2008 ; González et al., 2008 ; Galindo, Broom, 2002 ; Walker et al., 2008 ; Ito et al., 2010).

Le comportement maternel des vaches laitières a aussi fait l'objet de publications (von Keyserlingk, Weary, 2007 ; Jensen, 2012 ; Proudfoot et al., 2014), mais à notre connaissance, aucune étude n'a exploré l'effet des maladies infectieuses sur le comportement maternel des vaches laitières. Le comportement maternel se définit comme un ensemble de comportements exécutés par la mère et dirigés vers le jeune (par exemple, le léchage) ou vers l'environnement (par exemple, la construction du nid) et qui accroit la probabilité de survie de la progéniture (Numan, Insel, 2006). Le comportement maternel est essentiel pour la survie et la croissance des jeunes chez les mammifères (Grandinson, 2005 ; Stěhulová et al., 2013 ; Jonas, Rydhmer, 2018).

Cette thèse a pour objectif de comprendre si la maladie affecte ou non le comportement maternel des bovins. Si la maladie influe sur le comportement maternel, plusieurs questions peuvent être soulevées :

- Est-ce que l'activité de la vache (debout/couché) est modifiée selon son statut sanitaire (saine vs malade) ?
- Est-ce que les soins maternels changent selon le statut sanitaire (saine vs malade) de la vache ?
- Est-ce que la latence de chaque comportement change selon le statut sanitaire (saine vs malade) de la vache ?
- Y a-t-il un changement du comportement du veau selon le statut sanitaire de la mère ?
- Si ces changements sont observés, quand se produisent-ils ?

La première partie de cette thèse est une étude bibliographique. Elle fait un état des lieux des connaissances actuelles du comportement des bovins ainsi que les modifications comportementales associées à la maladie. La seconde partie de cette thèse est expérimentale et étudie l'effet des maladies infectieuses sur le comportement maternel de 21 vaches laitières pendant 12 heures post-vêlage. Une discussion générale viendra clore ce travail.

# *PARTIE 1 - ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE*

Cette première partie dresse un état des lieux des connaissances scientifiques sur le comportement naturel des bovins : le comportement social, de jeu, alimentaire, reproducteur, de repos et enfin, le comportement maternel. Dans un deuxième temps, les modifications comportementales associées à la maladie seront exposées pour chacun des comportements décrits précédemment.

1. Etude bibliographique

1.1. Comportement naturel des bovins

1.1.1. Comportement social

1.1.1.1. Organisation des groupes sociaux en milieu naturel

Les bovins sont des animaux sociaux : ils vivent et se déplacent en groupe (Phillips, 2002). Dans leur milieu naturel, les bovins s'organisent en groupe d'une vingtaine d'individus. Chez les bisons et les buffles, le rassemblement de plusieurs groupes peut conduire à la formation de grands groupes composés de cent à mille individus (bisons : Lott, Minta (1983) ; buffles : Sinclar (1977)). Cette organisation sociale permet de réduire le risque de prédation (Phillips, 2002), de partager le temps accordé à la vigilance entre les individus (Pays et al., 2014), de partager des informations et d'améliorer la recherche de nourriture. Cependant, vivre en groupe présente aussi des désavantages comme la compétition alimentaire (Gore, 1993) et la transmission de pathogènes entre congénères (Godfrey et al., 2009).

On distingue différents types de groupes sociaux de bovins (Daycard, 1990) :

- des groupes de femelles adultes de tout âge accompagnées de leurs jeunes de l'année et de quelques mâles sub-adultes,
- des petits groupes de mâles adultes et sub-adultes (Bouissou et al., 2001)
- des mâles adultes solitaires (Bouissou et al., 2001)
- des groupes mixtes, composés de femelles et mâles adultes, surtout pendant la période de reproduction.

La cohésion des groupes de mâles est moindre que celle des groupes de femelles (Bouissou, Boissy, 2005).

Les mâles et les femelles ont chacun leur système hiérarchique ; mais en général les mâles adultes dominent les femelles (Phillips, 2002). Enfin, lorsque des mâles adultes sont présents au sein du troupeau, ils ne sont pas forcément les dominants ou les leaders, et ils n'ont pas d'action sur la cohésion du groupe (Bouissou, Boissy, 2005).

#### 1.1.1.2. Acte agonistique et non agonistique

Au sein des groupes sociaux, les interactions sociales se divisent en deux grandes catégories :

- d'une part, les actes dits non agonistiques parmi lesquels on peut distinguer ceux faisant partie du répertoire sexuel et tous les autres, dont les comportements d'affinité (Bouissou, 1985).
- d'autre part, les actes agressifs (dits offensifs) et ceux qui répondent à l'agression (soumission, retrait, fuite), qui sont regroupés sous le terme d'actes agonistiques (Bouissou, 1985).

- Relation non agonistique ou d'affinité assurant la cohésion du groupe

Les comportements non agonistiques tels que les flairages, les léchages (soins corporels), les frottements, les appuis de la tête contre un autre animal, les « jeux de tête » s'expriment dans les relations d'affinité. Ils remplissent une fonction sociale en réduisant les tensions et en resserrant les liens sociaux. Le léchage semble être le fait du dominé ou du dominant d'une paire : une vache de haut rang social ne léchera jamais une vache de plus bas rang, mais une vache de bas rang léchera souvent une vache de plus haut rang social. Des vaches de même rang social se lécheront mutuellement et il s'agit souvent de partenaires privilégiés (Ekesbo, 2011).

Parmi les actes non agonistiques, on trouve également chez la femelle un comportement de monte similaire à celui du mâle. Ce comportement fait partie du répertoire comportemental normal de la vache quel que soit son statut physiologique (Bouissou, Boissy, 2005). La réceptivité sexuelle, lors de l'œstrus, se traduit par une immobilisation en réponse aux tentatives de monte de ses congénères mâles ou femelles.

Il existe des relations préférentielles entre les individus : cela se traduit par une proximité des animaux, peu d'interactions agressives, une majorité d'interactions positives et une grande tolérance mutuelle dans les situations de compétition (Bouissou, Boissy, 2005). Ces affinités semblent être dues aux expériences sociales antérieures.

Ainsi, des veaux ou des génisses élevés ensemble auront une bonne affinité à l'âge adulte (Bouissou, Boissy, 2005). Ces affinités se développent surtout entre la naissance et l'âge de six mois. Elles assurent la cohésion du groupe et réduisent les conséquences néfastes des relations de dominance/subordination en augmentant la tolérance des animaux (Lensink, Leruste, 2012).

- Relation agonistique : établissement de la hiérarchie au sein du groupe

Les actes agressifs incluent les interactions avec contact (ex. les combats, les coups) et sans contact (menaces). Les coups sont donnés avec la tête, et sont en général dirigés vers le flanc et l'arrière-train de l'adversaire ; ils sont plus ou moins violents et l'individu qui reçoit ce coup peut, dans certains cas, être blessé surtout si l'attaquant possède des cornes et si la fuite est impossible (Bouissou, Boissy, 2005). Les menaces sont des actes offensifs n'aboutissant pas obligatoirement à un contact physique. Selon les cas, il s'agit d'un simple mouvement de tête de côté, ou d'attitudes agressives plus sophistiquées qui entraînent généralement une réaction de soumission : retraite avec tête baissée et orientée à l'opposé de l'agresseur (Ekesbo, 2011). Parfois, l'animal menacé est lent à se soumettre ou ne remarque pas la menace : dans ce cas, un combat peut s'engager. Les combats au sens strict restent cependant rares en conditions naturelles puisque les ressources sont présentes en quantités suffisantes pour le troupeau (Phillips, 2002). En élevage, ces combats ne surviennent pas si les relations de dominance sont bien établies et se limitent aux premières rencontres entre animaux étrangers (Bouissou, Boissy, 2005). La durée des combats est extrêmement variable ; elle peut aller de quelques secondes à plus d'une heure. Dans la majorité des cas, elle est inférieure à une minute (Bouissou et al., 2001).

Si les relations de dominance sont bien établies, les menaces induisent généralement le retrait de l'animal dominé au moindre mouvement du dominant (Bouissou et al., 2001 ; Ekesbo, 2011). C'est ce que l'on appelle des actes offensifs. Il peut s'agir par ordre d'intensité croissante d'évitements et de fuites. Un évitement consiste en un simple détournement de la tête ou d'un abaissement de la tête, l'angle encolure-chanfrein ouvert par rapport à la position normale (et donc à l'inverse de la position de menace) ; ce comportement étant parfois accompagné d'un recul (Ekesbo, 2011). Dans le cas de la fuite, l'activité locomotrice est plus importante. Lorsque les relations de dominance-subordination sont bien établies au sein d'un groupe, ces fuites et évitements spontanés représentent la part la plus importante des actes agonistiques.

La proportion d'interactions agonistiques diminue lorsque le groupe est constitué depuis longtemps et, dans ce cas, ce sont surtout les fuites et les évitements spontanés qui s'expriment le plus (Bouissou, Boissy, 2005). Le système d'élevage a aussi son influence : en stabulation, les interactions agonistiques constituent la majorité des interactions échangées, voire la quasi-totalité ; au contraire, au pâturage, les animaux échangent proportionnellement plus d'actes non agonistiques que d'actes agressifs (Bouissou, Boissy, 2005).

- Les relations de dominance-subordination au sein du groupe

Un animal dominant est défini comme « celui qui peut attaquer sans être agressé, et qui jouit de priorité en cas de compétition pour une ressource limitée » (Bouissou, Boissy, 2005). Les relations de dominance permettent de résoudre des situations de conflits sans avoir recours à des actes agressifs (combats) : les attitudes de dominance ou soumission remplacent les affrontements directs. Ainsi, la dominance permet « la résolution pacifique des conflits » (Lensink, Leruste, 2012). La notion de dominance est cependant à distinguer de celle d'agressivité (l'animal dominant n'est pas forcément un animal agressif) et du leadership (l'animal dominant n'est pas forcément celui qui conduit le groupe) (Albright, Arave, 1997).

Les relations de dominance-subordination s'établissent soit au cours du développement du jeune animal, soit lorsque des animaux adultes non familiers sont réunis pour la première fois (Albright, Arave, 1997). Plus un animal a une expérience sociale importante, plus il aura de chances d'avoir une position élevée dans la hiérarchie. Ainsi, les veaux élevés en groupe auront plutôt des positions de dominants à l'âge adulte par rapport à des animaux élevés en logement individuel (Bouissou, Boissy, 2005).

De nombreux facteurs physiques (poids corporel, hauteur au garrot, présence ou absence de cornes...) ont été également évoqués pour rendre compte d'un rang social élevé (Kabuga, 1992). Une corrélation positive entre rang social et poids ou taille a parfois été trouvée. Cependant la différence de poids peut être la conséquence et non la cause du statut social. Bien que la présence de cornes confère un avantage certain à l'animal au moment de l'établissement de la relation de dominance-subordination, l'écornage ultérieur n'a pratiquement pas d'effet (Bouissou, Boissy, 2005).

Le tempérament, incluant la réactivité émotionnelle et la témérité, est probablement l'un des facteurs les plus importants dans la détermination du rang social (Boissy, Bouissou, 1994). Plus les animaux ont peur de leurs congénères et sont réactifs, plus ils risquent d'être dominés.

Les animaux de haut rang social se retirent moins souvent devant les autres, et les futurs veaux dominants se retirent également moins souvent avant que les relations soient déterminées (Bouissou, Boissy, 2005). Quand deux vaches se rencontrent pour la première fois, certaines se retirent dès qu'elles perçoivent un autre animal, et deviennent ainsi des subordonnées. Ainsi, le tempérament semble jouer un rôle important dans l'établissement des relations sociales (Bouissou, 1985).

Les relations de dominance chez les femelles adultes sont extrêmement stables et peuvent persister pendant plusieurs années (Bouissou, 1985). Ni l'œstrus, ni l'ovariectomie, ni la gestation ne modifient le rang social (Bouissou, 1985). Les changements de rang social surviennent rarement et sont évalués à moins de 10% par an (Reinhardt, Reinhardt, 1975). Quand des changements de rang apparaissent, ils surviennent généralement soudainement et sont difficiles à expliquer.

- Leadership

Le leadership est la capacité d'un animal à initier le mouvement et l'activité du troupeau (Albright, Arave, 1997). L'animal leader est généralement celui à la tête de troupeau. Tous les troupeaux fonctionnent avec un système d'animaux « leaders » et « suiveurs ».
Dans les troupeaux de Highland, l'animal leader est en général un animal de rang hiérarchique intermédiaire (Sueur et al., 2018). Le leader est aussi plus âgé du fait de son expérience et de sa connaissance (Ramos et al., 2015). Dans les troupeaux de bisons, les femelles adultes initient préférentiellement les déplacements alors que les jeunes ne le font que rarement (Ramos et al., 2015). Le leader est aussi plus réactif vis-à-vis des changements de l'environnement que ses congénères et stimule le groupe.

Le leadership peut s'exprimer dans trois situations (Lensink, Leruste, 2012):

- La mise en mouvement du groupe : l'animal est à la tête du troupeau et initie le déplacement, par exemple d'une zone de pâture à une zone de repos, ou vers la salle de traite.
- L'initiation de l'activité de groupe : l'animal initie une activité, par exemple, pâturer ou se reposer.
- La direction du pâturage : un ou plusieurs animaux sont à l'origine d'un changement de direction lors des activités de pâturage (Figure 1).

*Figure 1 : Le leadership dans un troupeau : synchronisation du pâturage*

La prise de décision au sein d'un groupe implique des consensus pour maintenir la cohésion sociale et la synchronisation des activités. C'est le cas chez les primates, chez qui ce type de consensus peut être observé lors de déplacement de groupe (Conradt, 2011) et est pris par plusieurs membres du groupe, c'est-à-dire la majorité du groupe (Bourjade, Sueur, 2010 ; Conradt, 2011).

Dans les troupeaux de bovins de race Highland, le leadership est partagé entre les individus, mais certains individus initient les mouvements plus fréquemment, et sont suivis plus fréquemment que d'autres membres du groupe : ces animaux sont appelés leaders. Le nombre de suiveurs dépend de facteurs sociodémographiques comme l'âge, le sexe et le rang hiérarchique du leader (Boyland et al., 2016), mais aussi des activités qui précèdent le départ (Sueur et al., 2018). Pendant la période qui précède le départ, l'initiateur indique aux autres membres du groupe qu'il est prêt à partir en étant plus actif (Ramseyer, Thierry, et al., 2009 ; Ramseyer, Boissy, et al., 2009). Les premiers animaux suiveurs ont aussi un rôle important et participent à la réussite de l'initiation du mouvement (Ramseyer, Thierry, et al., 2009 ; Ramseyer, Boissy, et al., 2009). C'est pourquoi le déplacement est une décision collective puisqu'il implique la participation de plusieurs individus : on parle de leadership distribué (Ramos et al., 2015).

Enfin, l'animal leader ne contrôle pas forcément la direction : si un changement de direction intervient, il viendra se repositionner en tête de troupeau (Lensink, Leruste, 2012).

Les animaux leaders pourraient aussi être à l'arrière du groupe, poussant ainsi les autres devant eux (Bouissou, Boissy, 2005). Cependant, la capacité à pousser le troupeau serait liée à la dominance alors que l'incitation des congénères à suivre dépendrait à la fois de l'attractivité sociale et de la mémoire spatiale du leader (Bouissou, Boissy, 2005).

#### 1.1.1.3.Gestion des groupes sociaux en élevage laitier

- Généralités

En élevage, les bovins sont généralement séparés par classe d'âge et par sexe à partir de l'âge de 6 mois en élevage allaitant et peu de temps après la naissance en élevage laitier (Phillips, 2002). La carrière d'une vache laitière débute par la phase d'élevage de la génisse qui dure généralement entre 2 et 3 ans (moyenne de 29-30 mois en race Holstein, Le Cozler et al., 2009) pour une durée de vie productive d'environ 4 ans. Pendant cette période, les génisses acquièrent leur maturité sexuelle et une grande part de leur développement corporel (Troccon, 1993). L'insémination artificielle est souvent pratiquée et son coût est plus faible que l'entretien d'un taureau (Mallard, Mocquot, 1998).

En élevage laitier, quelques heures à quelques jours après la naissance, les veaux sont séparés de leur mère pour être placés en allaitement artificiel. Les veaux mâles sont utilisés pour la production de viande de veau (veau de boucherie), ou engraissés dans des ateliers spécialisés pour la production de taurillon (si non castré) ou de bœuf (si castré) (Bouissou, Boissy, 2005). Les veaux femelles sont élevés en groupe et rejoignent ultérieurement le groupe de vaches dont elles assurent le renouvellement (Bouissou, Boissy, 2005). Ces dernières sont regroupées selon leur niveau de production. En fin de lactation, les vaches rejoignent le lot des vaches taries : la durée idéale du tarissement est d'environ 60 jours. Après le vêlage, les vaches taries rejoignent le troupeau des vaches laitières (Beckers, 2010).

- Gestion du couple mère-veau en élevage

*Administration du colostrum au veau*

Après la mise bas, les veaux sont laissés quelques heures avec leur mère, de 30 minutes à 6 heures dans la majorité des élevages laitiers conventionnels (Veissier et al., 2013 ; Pempek et al., 2017). Les tétées ayant lieux dans les 12 heures post-vêlage permettent l'absorption du colostrum (von Keyserlingk, Weary, 2007). L'immunité du veau dépend de l'absorption des immunoglobulines contenues dans le colostrum, mais la capacité d'absorption intestinale de ces macromolécules décroit rapidement au cours des 12 premières heures post-vêlage. Les veaux qui reçoivent le colostrum après cette période ont des taux sériques d'immunoglobulines plus

bas (Sangild, 2003). Les veaux tétant le colostrum de leur mère ont des taux de mortalité plus faible que ceux élevés au DAL (Lovell, Hill, 1940 ; Withers, 1953 ; Leech et al., 1968). Cela peut s'expliquer par la concentration sérique en immunoglobulines plus élevée chez les veaux tétant directement leur mère (Smith et al., 1967 ; Selman et al., 1971). Les recommandations actuelles pour la prise colostrale sont les suivantes : 2 à 4 litres de colostrum en deux prises dans les 6 premières heures de vie afin d'assurer l'absorption par le veau d'environ 200 grammes d'immunoglobulines dans les premières heures, avant que le taux d'absorption intestinale des immunoglobulines ne décroisse rapidement (Chigerwe et al., 2008). Dans les élevages où le veau est séparé précocement de sa mère (parfois dans les 15 minutes suivant le vêlage), on donne 3 à 4 litres de colostrum d'excellente qualité en une seule prise : le colostrum excédentaire est stocké dans le rumen, passe lentement par la caillette dans les intestins où les immunoglobulines sont absorbées dans le sang (Moran, 2002).

*Lien mère-jeune et séparation précoce*

Les liens mère-jeune se créent dans les heures qui suivent le vêlage (Edwards, Broom, 1982 ; Sluckin, Herbert, 1986). En effet, seulement cinq minutes suffisent pour qu'un lien maternel fort se forme (Hudson, Mullord, 1977). Or, comme indiqué précédemment, dans la majorité des élevages laitiers européens et d'Amérique du Nord, les veaux sont souvent séparés de leur mère un jour après le vêlage, pour des raisons économiques et sanitaires (Pempek et al., 2017). Beaucoup d'éleveurs pensent qu'une séparation précoce est moins stressante pour le veau et sa mère, car une plus longue période de contact est supposée augmenter les liens les unissant (Phillips, 2002). Cette pratique semble aussi moins traumatisante pour le veau puisque la séparation de la mère et le sevrage alimentaire sont séparés dans le temps (Weary, Chua, 2000). Cependant, une séparation précoce prive les vaches et leur veau d'interagir comme ils le feraient dans des conditions naturelles. Cette pratique fait donc l'objet de controverses d'un point de vue du bien-être animal (von Keyserlingk, Weary, 2007) et sera plus amplement détaillée dans la partie 1.1.6.5 dédiée à la séparation mère-jeune.

Après séparation, les veaux sont nourris au biberon ou au seau jusqu'à 4 à 10 semaines d'âge avant la transition alimentaire avec un aliment solide (Broom, Leaver, 1978 ; Weary, Chua, 2000). Les raisons économiques et sanitaires de ce choix technique sont les suivantes : i) le lait distribué au veau est un lait de substitution (lait en poudre…) moins coûteux que le lait frais, ou un lait impropre à la consommation humaine (Flower, Weary, 2001) ; ii) la consommation de lait par le veau peut être contrôlée et une plus grande quantité de lait sera destinée à la vente.

La quantité de lait vendue peut être réduite de 7 à 12kg pour les systèmes d'allaitement limité, et jusqu'à 20kg pour les systèmes de contact libre (Bar-Peled et al., 1997 ; de Passillé et al., 2008) ; iii) une meilleure observance de l'ingestion du colostrum par l'éleveur, du lait et de l'aliment solide et prévention de la transmission de pathologies de la vache au veau (Edwards, Broom, 1982 ; Sluckin, Herbert, 1986).

*Séparation mère-jeune plus tardive*

Il peut y avoir des avantages à ce que le veau reste avec sa mère plusieurs jours après le vêlage, du fait de la stimulation du veau, du toilettage du veau par la vache et d'une meilleure absorption du colostrum (Selman et al., 1971). Il faut cependant veiller à ce que le veau tète bien le colostrum de sa mère et ne pas à avoir à briser des cycles infectieux dans les troupeaux où les mères infectent leurs jeunes par transfert dans le lait (par exemple, la paratuberculose). En Norvège et en Suède, 18% et 22% respectivement des élevages biologiques laissent le veau téter leur mère au-delà de la durée réglementaire (3 jours pour la Norvège et 1 jour pour la Suède), soit une semaine en général, mais pouvant parfois atteindre 13 semaines (Ellingsen et al., 2015).

#### 1.1.1.4. Impact de la gestion des groupes sociaux en élevage sur le bien-être animal

- Le stress lors de séparation

Chez les animaux adultes, une séparation temporaire est une source de stress, qui se manifeste par une augmentation de la locomotion, du taux de cortisol et de la fréquence cardiaque (Burfeind, Heath, 1982). Cette séparation peut être la cause d'accidents lorsque l'animal essaie de rejoindre son groupe.

Le sevrage des veaux est également une période de stress pour la mère et son petit. Cet aspect sera plus largement développé dans la partie 1.1.6. sur le comportement maternel.

- Effet de la mise en lot

Les changements de la structure sociale du troupeau imposés en élevage augmentent les tensions sociales. Les animaux nouvellement arrivés doivent intégrer le groupe et établir des relations de dominance avec leurs congénères. L'établissement de la hiérarchie est plus rapide quand l'animal introduit a une expérience sociale élevée (Bouissou et al., 2001). Dans le cas des jeunes bovins mâles en croissance, le stress causé par le confinement peut rendre la manipulation des animaux dangereuse, et la castration est souvent pratiquée pour améliorer leur tempérament en réduisant le comportement d'agression (Bouissou et al., 2001). Le réallotemment de mâles à l'engraissement induit des interactions agressives, en particulier dans

les lots de mâles de même poids. En comparant deux lots de mâles, un groupe réalloté et un groupe de mâle élevés ensemble, les mâles réallotés échangeaient plus d'interactions agonistiques et étaient moins tolérants que ceux ayant été élevés ensemble (Mounier et al., 2006).

L'introduction de génisses dans le troupeau de vaches laitières au moment de leur premier part est une pratique d'élevage courante. Cette introduction de nouveaux animaux s'accompagne de modifications du comportement (moins de temps passé couché), de stress (augmentation du taux de cortisol), d'une baisse de production et de plus d'interactions agonistiques (Bøe, Færevik, 2003 ; Wagner et al., 2012). Les vaches mangent moins, et ont une baisse de la production laitière après l'introduction (Grant, Albright, 2001 ; Phillips, Rind, 2001 ; Keyserlingk et al., 2008). Les génisses après le regroupement ont un plus faible rendement de lait par rapport aux génisses non introduites dans un nouveau troupeau. De plus, les vaches restent moins longtemps allongées et se lèchent moins souvent le jour après le regroupement (Keyserlingk et al., 2008).

- Les problèmes de dominance en stabulation

Le comportement d'agression entre les individus est fréquent dans les passages étroits et autres endroits confinés, où une distance suffisante entre les animaux ne peut pas être maintenue et que les signes sociaux entre les animaux ne peuvent pas s'établir normalement (Ekesbo, 2011).

Le rang social influe sur l'accès à la nourriture, aux zones de couchage, à la salle de traite et à la reproduction. Les animaux dominants ont un accès à la nourriture facilité (Bouissou, 1985 ; Manson, Appleby, 1990) et ont la priorité pour choisir la meilleure logette (Friend et al., 1977). Parfois, une vache de bas rang social ne peut pas atteindre une logette si une vache dominante est sur son chemin (Bouissou, 1985). Les vaches dominantes passent moins de temps dans l'aire d'attente et accèdent plus vite au robot de traite. Les vaches dominées passent lorsqu'il y a moins d'animaux (Lensink, Leruste, 2012). Enfin, la reproduction peut aussi être affectée lorsque plusieurs taureaux sont gardés avec un faible nombre de femelles en œstrus. Le mâle dominant interrompt la monte de son subordonné et cela peut poser problème si la fertilité du dominant est faible (Bouissou et al., 2001).

**<u>En Résumé</u> : le comportement social des bovins**

- Les bovins sont des animaux sociaux. On distingue deux catégories d'interactions sociales :
  - Les actes non agonistiques : flairage, léchage, frottement… qui permettent de réduire les tensions sociales et de maintenir la cohésion du groupe
  - Les actes agonistiques : coup, combat, menace…
- L'organisation du troupeau permet de limiter les conflits et les actes agressifs. On distingue des animaux dominants, des subordonnés et des leaders.
  - Les dominants sont capables d'inhiber le comportement d'un autre et sont prioritaires pour les ressources (alimentation, espace…).
  - Le leadership est la capacité d'un animal à initier le mouvement et l'activité du troupeau.
- En élevage, des contraintes sociales sont imposées aux bovins et peuvent être source de stress : problème de densité, compétition, introduction d'un nouvel animal dans le troupeau, sevrage….

### 1.1.2. Comportement de jeu

Les comportements de jeu se définissent comme des « versions exagérées ou répétées d'autres comportements, en particulier ceux qui sont peu fréquents » (Phillips, 2002), comme les combats (« *fighting* »), la fuite (« *fleeing* ») et l'accouplement (« *copulation* »). Le jeu est souvent précédé et accompagné de signaux pour l'annoncer, et les partenaires échangent souvent les rôles. Le jeu est un besoin comportemental (Jensen, 2001) : après une période privée de jeu, lors d'isolement, les animaux compensent en jouant davantage.

Chez les bovins, on distingue les manifestations suivantes (Phillips, 2002):

- La fausse fuite (« *mock fleeing* ») : l'animal court, trotte, galope, souvent avec la queue levée
- La fausse agression (« *mock agression* »)
    - Lancer de postérieurs (« *bucking* »), souvent sur un côté et accompagné d'un mouvement de rotation de l'arrière-train
    - Coup de pied (« *kicking* ») avec un ou deux postérieurs, souvent destiné à des objets en mouvement
    - Coup de tête (« *head butting* ») entre partenaires de jeu, avec le personnel de l'élevage ou d'autres objets
    - Sautillement (« *prancing* »), avec la tête basse ou en secouant la tête, souvent accompagné de reniflements
    - Vocalisation, dépendant du degré d'excitation
- Le faux accouplement (« *mock copulation* ») : l'animal monte un de ses congénères, des objets inanimés ou le personnel de l'élevage, parfois en mettant le bassin en avant. Cette monte ne s'accompagne ni de l'érection du pénis, ni de l'intromission vaginale et beaucoup sont désorientées : monte tête à tête, de côté…
- Comportement exploratoire (« *environmental exploration* ») : inspection des nouveaux éléments de l'environnement, pour déterminer leur réactivité

Plusieurs facteurs influent sur le comportement de jeu : l'âge, le sexe, l'environnement. Les premières formes de jeu sont souvent solitaires et sont souvent des fausses fuites (« *mock fleeing* »), et se manifestent en particulier en courant, trottant et en faisant de petits sauts. Après quelques tentatives, les veaux se mettent debout pour la première fois environ une heure après le vêlage (Brownlee, 1954) et commencent à faire quelques petits sauts. A l'âge de six jours, un veau peut déjà lancer les postérieurs.

Ces activités sont spontanées chez le veau et ne peuvent pas s'expliquer par du mimétisme : les veaux étaient seuls avec leur mère dans un box, et les vaches ne prenaient pas part au jeu, excepté lors des jeux de tête (« *head-play* ») avec le veau, mais de façon passive (Brownlee, 1954). Les veaux sont aussi impliqués très tôt dans les jeux avec les adultes : des veaux de quatre, sept et neuf jours ont été observés lors de jeux de tête avec leur mère (Brownlee, 1954). La mère est une source de motivation pour le jeu, en sa présence, le veau se sent en sécurité pour sortir de la « crèche » et jouer. A partir de l'âge de 2 mois, le jeu se fait entre deux partenaires et s'accompagne d'interactions sociales plus fréquentes comme le comportement de monte (Vitale et al., 1986). Chez les bovins adultes, les jeux de tête sont les plus fréquents : ils peuvent s'observer entre deux individus, ou avec un objet inanimé (botte de foin ou de paille, tas de terre…) (Brownlee, 1954). Les vaches adultes jouent plus après avoir été dans un espace restreint pendant un long moment (Brownlee, 1954). Le jeu dépend aussi du sexe – les veaux mâles initient souvent le jeu, et prennent part aux jeux de combat et aux jeux sociaux. Le jeu ne s'observe que rarement en élevage hors sol à cause du manque d'espace (Figure 2), mais est commun chez les veaux au pâturage. Enfin, le jeu peut être mis « en pause » en cas d'intempérie.

*Figure 2 : Des veaux en case individuelle ont peu l'opportunité de jouer*

Néanmoins, le jeu est un comportement de moindre importance que les comportements essentiels au maintien de l'organisme (se nourrir, boire et dormir). Les vaches laitières hautes productrices, qui passent jusqu'à deux tiers de leur temps à ruminer et brouter, jouent très peu par rapport aux veaux qui passent un dixième à un quart de leur temps à se nourrir (Phillips, 2002).

Le comportement de jeu ne s'exprime pas de la même façon tout au long de la vie de l'animal. D'une façon générale, le comportement de jeu (Brownlee, 1954) :

(1) Est plus fréquent chez les jeunes que chez les adultes.
(2) S'observe chez les animaux suffisamment nourris – les animaux sous-alimentés ou malades jouent moins ou pas.
(3) S'observe lors de bonnes conditions météorologiques – un temps froid et humide inhibe le comportement de jeu.
(4) S'observe chez les animaux au pâturage, plutôt en fin d'après-midi, et rarement en milieu de journée.

Dans des cas particuliers, le comportement de jeu s'observe (Brownlee, 1954) :

(1) Après que l'animal soit relâché après une longue période passée dans un espace restreint, même chez les adultes.
(2) Juste après s'être alimenté – c'est ce cas chez les jeunes veaux nourris au seau avec du lait deux fois par jour.
(3) Chez les animaux introduis dans un nouvel environnement.
(4) Lors de l'introduction d'un nouveau congénère.

**<u>En Résumé</u> : le comportement de jeu des bovins**

- Le jeu est un besoin comportemental, mais est de moindre importance par rapport aux comportements essentiels au maintien de l'organisme (se nourrir, boire et dormir).
- Le comportement de jeu est plus fréquent chez les jeunes que chez les adultes.
- Après une période privée de jeu, lors d'isolement, les animaux compensent en jouant davantage.
- Le jeu ne s'observe que rarement en élevage hors sol à cause du manque d'espace.

### 1.1.3. Comportement alimentaire

#### 1.1.3.1. Caractéristiques de l'ingestion des aliments

Le comportement alimentaire regroupe l'ingestion, la prise de boisson, la rumination et l'élimination (Phillips, 2002). Le comportement d'ingestion se compose de trois étapes chez l'animal en liberté : la recherche, le choix et l'ingestion des aliments. Au pâturage, les bovins préfèrent généralement les feuilles aux tiges et les parties jeunes et vertes aux parties âgées et sèches (Lensink, Leruste, 2012). Pour cela, ils utilisent quatre sens : la vue, l'odorat, le toucher au niveau du mufle et le goût. Toutefois, les bovins ne sont pas particulièrement sélectifs au pâturage, comparé aux moutons par exemple (Phillips, 2002). Cela est dû à leur mufle épais, rigide et peu mobile, et ils sont donc une espèce à risque pour l'ingestion de corps étrangers. Cependant, ils apprennent aussi à sélectionner, soit par un conditionnement opérant, soit par allélomimétisme. Par exemple, l'éviction de plantes toxiques, comme le Séneçon de Jacob, n'est pas héréditaire. Les bovins qui ont été élevés dans un champ de Séneçon font l'expérience, en ingérant de petites quantités, de sa faible toxicité et l'évite alors par la suite (Phillips, 2002). Cependant, si un troupeau est introduit dans une pâture avec beaucoup de Séneçons et peu d'autres ressources alimentaires, et que les bovins n'en ont encore jamais fait l'expérience, ils l'ingéreront en grande quantité et cela conduira à leur mort par intoxication aiguë (Phillips, 2002).

L'activité d'ingestion est principalement diurne. En général, le premier repas commence peu après l'aube, et est suivi par deux ou trois repas entre la traite du matin et de l'après-midi. Le plus long repas se fait juste après le coucher du soleil. Ce dernier permet de fournir assez de nourriture pour la digestion pendant la nuit. Les vaches laitières hautes productrices font souvent un repas de 30 minutes à 1 heure du matin, après lequel elles passent le reste de la nuit à se reposer et ruminer (Phillips, Denne, 1988).

Au pâturage, deux pics d'ingestion ont souvent lieu au lever et au coucher du soleil. Les vaches passent en moyenne 10 à 12 heures par jour à brouter, et font 65 à 70 mouvements masticateurs par minute (Phillips, Leaver, 1985). Au pâturage, on peut distinguer six à huit repas majeurs (Figure 3).

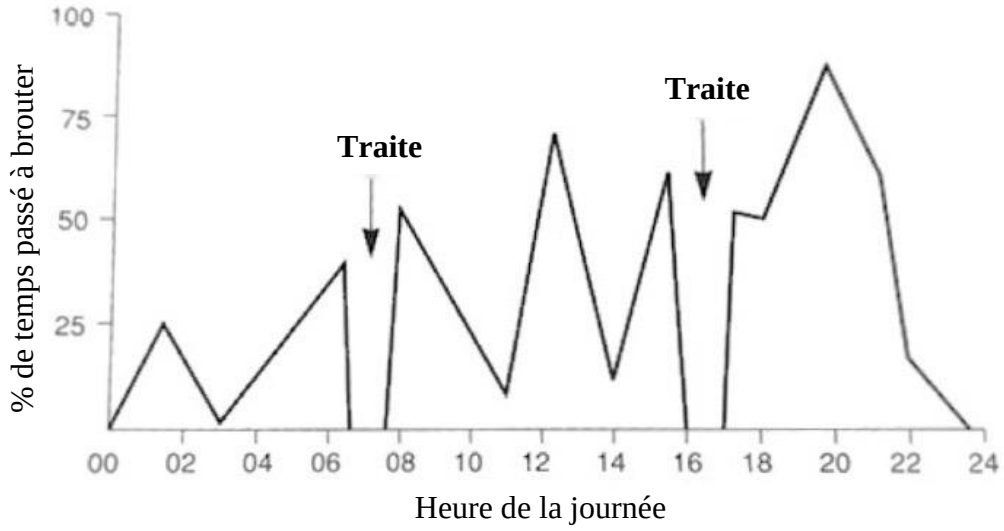



*Figure 3 : Variation du temps passé à brouter au cours de la journée chez une vache laitière (Phillips 2002)*

La durée et le nombre de repas sont liés au type d'aliment, aux conditions d'alimentation et de logement, au stade physiologique des animaux…(Lensink, Leruste, 2012). Par exemple, les vaches qui ont des besoins énergétiques plus faibles (vaches au tarissement, mâles adultes), font moins de repas par jour et ils sont plus courts. Les vaches en lactation, par exemple, qui ont des besoins énergétiques élevés, mangent particulièrement vite, et les vaches dominantes mangent encore plus rapidement que les subordonnées (Lensink, Leruste, 2012). La taille de l'animal a aussi son influence, ainsi, les petites génisses mettent plus de temps à manger leur ration de concentrés à l'auge que les vaches plus âgées (Phillips, 2002).

La composition et la forme de l'aliment affectent à la fois l'absence de refus de la nourriture et le taux de préhension. Les farines sont consommées lentement, car elles doivent se mélanger à la salive avant d'être avalées (Phillips, 2002). Un excès de sel ou d'amertume réduit aussi l'ingestion des concentrés, bien qu'une petite quantité de sel ajoutée à l'alimentation augmente l'appétence (Chiy, Phillips, 1999). En effet, ajouter du sel au foin ou à l'ensilage est une pratique courante pour le rendre plus appétant (Phillips, 2002).

Alors qu'il est peu probable que l'espace soit un facteur limitant de l'ingestion au pâturage, il est à prendre en considération en stabulation. Le trop peu d'espace augmente les compétitions entre les vaches et réduit la prise alimentaire. L'incapacité des bovins à augmenter leur taux d'ingestion s'explique par la présence de vaches dominantes dans le troupeau si l'aliment n'est pas à volonté (Phillips, 2002).

En bâtiment, les vaches font 6 à 12 repas par jour de foin ou d'ensilage pour un total de 4 à 7 heures par jour. Cependant, si le temps accordé aux vaches pour manger est limité, l'ingestion sera réduite de 20% (Campling, Morgan, 1981) : cela montre le besoin qu'ont les bovins d'espacer leur repas au cours de la journée. L'ingestion sera aussi limitée s'il y a moins de 40 à 50 centimètres de longueur par animal à l'auge (Phillips, 2002). Comme les bovins au pâturage, les bovins en stabulation préfèrent manger en journée, mais certaines vaches subordonnées mangent pendant la nuit. Les bovins en stabulation expriment moins d'interactions sociales que les vaches au pâturage, ce qui peut affaiblir les relations sociales et augmenter les tensions au sein du troupeau (Phillips, 2002).

En élevage intensif, des compléments alimentaires sont donnés pour supplémenter l'apport fourrager ou du pâturage. Ces compléments ont une meilleure valeur nutritive et sont souvent préférés aux fourrages. En en ajoutant de petites quantités, le taux d'ingestion augmente, et plus la quantité ajoutée est grande, plus l'ingestion sera lente (Phillips, 2002).

#### 1.1.3.2.Influence du facteur social dans la prise alimentaire

- Au pâturage

Au pâturage, des bovins isolés mangent moins qu'en groupe. En groupe, les animaux synchronisent leurs activités : cela rend les phases d'alimentation plus continues et stables, et augmente la quantité d'aliments ingérés. Le fait de voir un congénère manger incite les autres à manger.

- En stabulation

En bâtiment, l'alimentation des animaux est imposée par l'éleveur. L'ingestion dépend de la fréquence de distribution, du type d'aliment, et des conditions à l'auge (places disponibles, type de barrière…). En élevage laitier, les fourrages sont distribués juste avant ou pendant la traite. Au cornadis, les vaches sont souvent bloquées au cornadis après la traite, afin d'éviter qu'elles ne se couchent et que les trayons soient contaminés par l'introduction de germes alors que le sphincter est toujours ouvert (Lensink, Leruste, 2012). Ainsi, la durée d'ingestion est déterminée par l'éleveur, puis elles adaptent leur rythme d'ingestion pour le reste de la journée en fonction de leurs besoins.

Dans d'autres systèmes de distribution de l'aliment où les vaches ne sont pas bloquées à l'auge, on observe qu'environ 30% des vaches mangent en même temps (DeVries et al., 2005).

En bâtiment, le comportement alimentaire peut être moins bien synchronisé au sein du troupeau, du fait de la distribution de l'aliment, au type de barrière d'auge et au blocage ou non de l'animal. Cela s'explique en partie par la compétition alimentaire : il se peut que certaines vaches dominées préfèrent manger à d'autres moments de la journée (Lensink, Leruste, 2012).

- A l'auge

La disposition des animaux à l'auge n'est pas due au hasard. Les animaux dominants ont une place leur permettant un meilleur accès à la nourriture.
Plus la compétition pour l'aliment est élevée, plus il y a un lien entre la quantité de nourriture mangée et le rang de l'animal. Ainsi, les animaux de rang faible consomment moins d'aliment et la durée d'ingestion est plus courte. En plaçant des séparations au niveau de l'auge, on peut réduire l'effet négatif de la dominance (Bouissou, Boissy, 2005).
S'il y a moins de places disponibles à l'auge que d'animaux dans l'élevage, la compétition alimentaire augmente.

Il est recommandé d'avoir de plus de places au cornadis que le nombre maximal d'animaux présents (Lensink, Leruste, 2012). Dans le cas contraire, un animal subordonné devra faire de nombreux allers-retours pour accéder à la nourriture, et les dominants pourront déloger les animaux de rang inférieur pour passer plus de temps à l'auge.

#### 1.1.3.3. Rumination

La rumination est le processus par lequel la vache régurgite et remâche les aliments précédemment consommés. Elle se déroule plutôt la nuit et majoritairement en position couchée. En pâture, 10 à 30% de la rumination se déroule en position debout. On compte 12 à 18 périodes de ruminations, qui occupent 5 à 10 heures par jour (Lensink, Leruste, 2012). Ce n'est pas un processus continu : il se divise en huit périodes de 45 minutes chaque jour. La rumination se caractérise par environ 60 à 70 coups de mâchoire par minute chez la vache adulte, et plus chez le veau. Elle est sous le contrôle du système nerveux central : les animaux dérangés arrêtent de ruminer. La rumination décroit en période de stress, comme c'est le cas avant le vêlage (Lidfors, 1996).

#### 1.1.3.4. Prise de boisson

Les bovins ont besoin de boire au moins toutes les deux à quatre heures (Phillips, 2002). Cela dépend de la température, du type d'aliment, et de la résistance à la sécheresse du troupeau.

Au pâturage, si un nouveau point d'eau est disponible, les vaches y passeront quelques heures et boiront trois à quatre fois. Cela ne se produit que si les vaches doivent marcher plusieurs heures avant d'y arriver.

Quand l'eau est disponible en quantité suffisante, les bovins boivent plus souvent, de deux à cinq fois par jour. Comme pour l'ingestion, la prise de boisson est un comportement synchronisé. Si l'eau n'est pas présente en quantité suffisante, une compétition pour cette ressource s'installe entre les individus (Andersson, 1987).

#### 1.1.3.5. Elimination

- Défécation

Quand les bovins défèquent, la queue est relevée et le dos est légèrement vouté pour éviter de souiller la queue. L'animal peut déféquer en marchant, en étant debout, en broutant ou en se levant. Les bovins défèquent environ 12 fois par jour, avec peu de variation (entre 10 à 16 fois) (Phillips, 2002). Les bovins stressés défèquent plus souvent et les bouses sont plus liquides.

- Miction

Les bovins urinent moins qu'ils défèquent, environ 10 fois par jour (Phillips, 2002). Lors de la miction, la femelle relève la queue, stoppe toute activité, voute le dos et écarte parfois les postérieurs pour éviter de se souiller. La miction chez le mâle peut se faire lors de la marche. L'urine permet de répandre des phéromones, particulièrement pendant les périodes de stress (Boissy et al., 1998) et pendant l'œstrus (Dehnhard, Claus, 1996).

**<u>En Résumé</u> : le comportement alimentaire des bovins**

- Le comportement alimentaire regroupe l'ingestion, la prise de boisson, la rumination et l'élimination.
- L'activité d'ingestion est principalement diurne : le premier repas commence généralement peu après l'aube, et est suivi par deux ou trois repas entre la traite du matin et de l'après-midi.
- La durée et le nombre de repas sont liés au type d'aliment, aux conditions d'alimentation et de logement, au stade physiologique des animaux…
- Le contexte social influe sur la prise alimentaire :
  - En groupe, les animaux synchronisent leurs activités : les phases d'alimentation sont plus continues et stables, et la quantité d'aliments ingérés augmente.
  - En stabulation, l'alimentation des animaux est imposée par l'éleveur.
  - A l'auge, les animaux dominants ont une place leur permettant un meilleur accès à la nourriture.
  - La rumination est le processus par lequel la vache régurgite et remâche les aliments précédemment consommés. Elle se déroule plutôt la nuit et majoritairement en position couchée.

#### 1.1.4. Comportement reproducteur

- L'œstrus

L'œstrus caractérise, par différents actes comportementaux, la réceptivité sexuelle de la femelle, et est plus familièrement appelé « chaleur ». Les chaleurs s'expriment juste avant l'ovulation et sont relativement courtes, elles ne durent que 2,3% du cycle. La durée moyenne de l'œstrus est de 14 heures (valeurs extrêmes : 2-30 heures). Il y a un effet de la race, de la parité, de la température et de la saison (Phillips, 2002). Elles sont précédées de signaux détectés par le taureau. Le premier œstrus est généralement observé à l'âge de 9 mois (Jensen, 2017). Un cycle dure en moyenne 21 jours, et 60% des vaches ont des cycles variant de 18 à 25 jours (Phillips, 2002). Après le part, les premières chaleurs sont silencieuses et surviennent 15 à 17 jours après. A la deuxième ovulation, au 35$^{ème}$ jour post-partum, on observe le retour en chaleur.

- Le comportement de monte

Le comportement de monte chez la femelle, à l'état sauvage, est un signal visuel permettant d'indiquer la présence de femelles réceptives dans le troupeau. Ce comportement a probablement été sélectionné par l'homme pour faciliter l'identification des femelles prêtes à être inséminées (naturellement ou artificiellement) (Phillips, 2002).

Le comportement de monte s'observe dès le plus jeune âge. Il commence à l'âge d'une semaine, mais se développe essentiellement entre l'âge de quatre et dix mois, particulièrement entre veaux mâles (Reinhardt, 1983a ; 1983b). Pendant la période pré-pubère, les mâles sont plus souvent montés que les femelles, ce qui reflète davantage leur tolérance vis-à-vis de ce comportement plutôt que des préférences sexuelles. Les veaux femelles rejettent plus les tentatives de monte (Reinhardt, 1983a ; 1983b), peut-être pour prévenir une gestation avant leur maturité sexuelle. Les mâles apprennent à cibler leurs avances aux femelles réceptives, mais dans les troupeaux sauvages, ils en sont empêchés par le mâle dominant dès l'âge de dix mois. A l'âge de seize à dix-huit mois, les mâles ont appris à reconnaître finement l'œstrus chez les femelles (Phillips, 2002).

- Les signes observés lors de l'œstrus

L'acceptation du chevauchement est le signe caractéristique de l'œstrus. Une vache accepte le chevauchement lorsqu'elle reste immobile pendant plusieurs secondes alors qu'une autre vache la chevauche (la plupart du temps une durée supérieure à 2 secondes est admise) (Phillips, 2002). On observe deux pics au cours de la journée où il est plus fréquent d'observer ces chevauchements : tôt le matin et tôt le soir (Schofield, 1988). Probablement que les vaches expriment plus ce comportement lorsqu'elles n'ont pas d'autres priorité, comme la traite ou le repas, et qu'elles sont actives.

D'autres signaux visuels peuvent être observés : la vache fouaille de la queue, la vulve est œdématiée, la mamelle est gonflée, la vache est agitée et mange moins, il y a une légère baisse de la production laitière et une petite augmentation de la température, et enfin, on peut remarquer des glaires de chaleur (Arney et al., 1994 ; López-Gatius et al., 1996).

Des signaux olfactifs, les phéromones, sont libérés par les fluides corporels, particulièrement par les glandes sudoripares et l'urine. Pendant l'œstrus, les vaches reniflent la zone anovaginale de façon prolongée (Phillips, 2002). Le flehmen aide à la perception de ces phéromones grâce à l'organe vomeronasal. Le flehmen consiste à relever la tête avec l'encolure tendue, les nasaux dilatés et la lèvre supérieure retroussée.

Les taureaux peuvent aussi percevoir les phéromones en reniflant les femelles ou avec le flehmen, mais il leur est plus facile de les détecter grâce aux phéromones présentes dans l'urine (Phillips, 2002). Les signaux olfactifs permettent au taureau de détecter une vache deux jours avant l'œstrus, période pendant laquelle il adoptera un comportement de garde : il se tient flanc contre flanc avec la femelle, en position tête bèche, et tente ensuite de la chevaucher. Pour augmenter la répartition des phéromones, la fréquence des mictions est augmentée (Phillips, 2002).

**<u>En Résumé</u> : le comportement reproducteur des bovins**

- L'œstrus caractérise la réceptivité sexuelle de la femelle, et est plus familièrement appelé « chaleur ». La durée moyenne de l'œstrus est de 14 heures.
- A l'état sauvage, le comportement de monte chez la femelle est un signal visuel permettant d'indiquer la présence de femelles réceptives dans le troupeau.
- L'acceptation du chevauchement est le signe caractéristique de l'œstrus.
- D'autres signaux visuels peuvent être observés pendant l'œstrus : la vache fouaille de la queue, la vulve est œdématiée, la mamelle est gonflée, la vache est agitée et mange moins, il y a une légère baisse de la production laitière et une petite augmentation de la température, et enfin, on peut remarquer des glaires de chaleur.

### 1.1.5. Comportement de repos et locomotion

#### 1.1.5.1. Le repos chez les bovins

Le repos est important pour la récupération, et les bovins ont une forte motivation pour ce comportement (Metz, 1985). Lorsque l'on empêche des vaches de se coucher, on observe des signes de stress et de fatigue physique (Munksgaard, Simonsen, 1995 ; Munksgaard et al., 1999). Le temps passé couché et les tentatives pour se coucher peuvent être utilisés comme des indicateurs de boiterie, pathologie qui compromet le bien-être animal (von Keyserlingk, Weary, 2007). Certaines pratiques, comme une traite insuffisante ou pas assez fréquente, réduit le confort de la vache lorsqu'elle est allongée (Österman, Redbo, 2001), mais ces indicateurs doivent être suffisamment sensibles pour détecter de petites variations de comportement, le temps passé couché ne suffit donc pas. L'utilisation de ces indicateurs doit être faite avec précaution : certains facteurs peuvent augmenter le temps passé debout, comme : les boiteries (Singh et al., 1993) ou un climat froid puisque les animaux se tiennent debout pour limiter les pertes de chaleur (Redbo et al., 1996).

S'allonger permet aux bovins de se reposer et d'éviter les prédateurs. Les veaux aiment se cacher dans les hautes herbes, ce qui leur permet de se mettre à l'abri des prédateurs (Langbein, Raasch, 2000). Les veaux passent en moyenne 13 heures couché par jour (Weiguo, Phillips, 1991), 12 heures par jour pour les taureaux (Houpt, Wollney, 1989) et en moyenne 12 heures par jour pour les vaches laitières (valeurs extrêmes : 7 - 15 heures par jour ; en 5 périodes de 72 à 90 minutes chacune environ) (Arave, Walters, 1980 ; Tucker et al., 2009 ; Lensink, Leruste, 2012). Cependant, les vaches laitières peuvent ne s'allonger que 5 heures par jour en cas de trop forte densité (Leonard et al., 1996).

Le temps passé à se reposer dépend de plusieurs facteurs :

- Du type et du confort du logement : les vaches passent plus de temps couchées en aire paillée ou en logette qu'en étable entravée. La durée de couchage est la plus faible en pâture, à cause du temps passé plus important à brouter et se déplacer (Tableau 1).

*Tableau 1 : Les durées de couchage des vaches laitières en fonction du mode de logement (Krohn et Munksgaard, 1993)*

| **Logement** | **Aire paillée** | **Logettes** | **Etable entravée** | **Pâture** |
|---|---|---|---|---|
| **Durée de couchage** | 53%<br>12h40 | 53%<br>12h40 | 46%<br>11h05 | 42%<br>10h10 |

- De la façon d'alimenter les animaux : le temps passé à s'alimenter et à ruminer influence le temps restant pour le repos. En effet, une vache en pâture passera une part importante de sa journée à chercher sa nourriture. A l'inverse, une vache nourrie avec de l'ensilage et des concentrés ingérera une grande partie de ses besoins quotidiens rapidement : elle consacrera moins de temps à la recherche de nourriture et se reposera plus longtemps.
- Du stade de lactation et du stade physiologique de la vache : certaines vaches laitières hautes productrices pourraient avoir besoin de repos supplémentaire, mais passent finalement moins de temps couchées puisqu'elles passent plus de temps à se nourrir et à ruminer (Fregonesi, Leaver, 2001). Le temps passé couché augmente après le pic de lactation. Aussi, en période d'œstrus, les vaches passent 3 heures de moins couchées que les vaches en pré-œstrus, car elles sont plus agitées.
- Des facteurs climatiques : lors de pluie plus ou moins forte, les animaux au pâturage restent plus longtemps debout. Lors de temps froid, ou en cas de courant d'air dans une étable, les animaux se tiennent debout pour limiter les pertes de chaleur (Redbo et al., 1996).

- Les pathologies (Singh et al., 1993) : cette partie sera développée dans le paragraphe 1.2.6.
- L'âge de l'animal : les veaux ont plus besoin de repos que les adultes. Ils passent 90% de leur temps couchés jusqu'à l'âge de 5 semaines (Tableau 2, Lensink, Leruste, 2012).

*Tableau 2 : Temps consacré au repos chez les veaux, les jeunes bovins et les bovins adultes (Lensick et Leruste, 2012)*

| **Âge du bovin** | **Temps de repos** |
|---|---|
| **1 à 5 semaines** | 90% du temps |
| **21 à 25 semaines** | 75% du temps |
| **15 mois** | 69% du temps |
| **Adulte** | 55 à 60% du temps |

Les bovins adultes se couchent préférentiellement en décubitus sternal. Parfois, ils se couchent en décubitus latéral, bien que ce ne soit pas toujours possible dans les logettes à cause d'un espace limité. Le côté sur lequel la vache se repose n'est pas choisi au hasard ; il dépend du remplissage du rumen, de la pente au sol, du stade de gestation, de l'occupation de la logette adjacente… Le temps passé couché est important car il constitue un temps réparateur pour l'animal. Entre 70 et 80% du temps de repos est consacré à la rumination (Lensink, Leruste, 2012).

#### 1.1.5.2. Les bovins en mouvement

Les bovins se déplacent par motivation : elle peut être d'origine alimentaire (aliment et boisson), ou être motivée par la recherche de partenaire (sexuel ou non), de contacts sociaux, de jeu ou de léchage, par la recherche d'un abri, ou pour se déplacer vers un lieu de mise-bas… (Zeeb, 1983). Cette motivation est d'autant plus grande que les ressources sont peu abondantes (Dellmeier et al., 1990), et est influencée par de nombreux facteurs. Après avoir été confinés, les bovins montrent une suractivité qui traduit un besoin de se mouvoir.

- Espace disponible

Que ce soit au bâtiment ou au pâturage, l'espace disponible influence les déplacements. Au pâturage, une plus grande surface disponible associée à des ressources alimentaires en plus faibles quantités obligent le troupeau à plus se déplacer pour chercher de la nourriture. Des troupeaux sauvages de bovins en Camargue marchent trois fois plus que des bovins en pâture (Zeeb, 1983). Au pâturage, les bovins passent peu de temps à se mouvoir, environ 10 à 20 minutes par jour pour chercher une nouvelle aire avec de l'herbe fraîche (Phillips, 2002).

Une augmentation de l'activité locomotrice peut être due aux parasites externes, comme les diptères, qui interrompent le pâturage (Hayakawa et al., 1984). Cela force les bovins à se déplacer vers des espaces plus venteux, pour se débarrasser des parasites qui attaquent les bovins inertes, notamment lorsqu'ils sont allongés (Phillips, 2002).

En bâtiment, les bovins passent environ 4 à 6 heures par jour debout en train de manger, et 2 à 3 heures par jour debout ou en déplacement dans les couloirs. Ces déplacements sont nécessaires pour rejoindre les lieux de repos, d'alimentation, la salle de traite… Le temps passé dans les couloirs est également utilisé pour l'expression des comportements sociaux nécessaires à la hiérarchie dans le troupeau (coups de tête, menace), de l'œstrus (avec par exemple le chevauchement), ou encore certains comportements de toilette (léchage des flancs ou des postérieurs).

En moyenne, la distance parcourue à l'étable se situe entre 800 mètres et 1 kilomètre, avec des variations allant jusqu'à 4 kilomètres (Lensink, Leruste, 2012).

- Sol

Le sol est le facteur le plus important du bâtiment des bovins. Sur des sols glissants, les vaches modifient leur comportement pour éviter de glisser. Elles marchent plus doucement, l'angle entre le sol et les membres est réduit , leurs pas sont plus courts et plus rapides (Phillips, Morris, 2001).

- Luminosité

L'activité locomotrice est plus élevée au lever et au coucher du soleil (Zeeb, 1983). Les bovins en bâtiment sont plus actifs la nuit par rapport aux bovins au pâturage.

- Traite

La traite influence l'activité locomotrice des bovins. Les bovins qui ne sont passent pas à la traite passent 15 minutes à 3 heures par jour à se déplacer. Les distances parcourues sont alors comprises entre 1,7 et 12,6km par jour (Kilgour, 2012).

**<u>En Résumé</u> : le comportement de repos et locomotion des bovins**

- Le repos est important pour la récupération, et les bovins ont une forte motivation pour ce comportement. S'allonger permet également aux bovins d'éviter les prédateurs.
- Le temps passé à se reposer dépend de plusieurs facteurs : type et confort du logement, alimentation des animaux, stade de lactation et stade physiologique de la vache, facteurs climatiques, pathologies, âge de l'animal…
- Le temps passé couché et les tentatives pour se coucher peuvent être utilisés comme des indicateurs de bien-être animal.
- Les bovins se déplacent par motivation : elle peut être d'origine alimentaire (aliment et boisson), ou être motivée par la recherche de partenaire (sexuel ou non), de contacts sociaux, de jeu ou de léchage, par la recherche d'un abri, ou pour se déplacer vers un lieu de mise-bas…
- La locomotion dépend de différents facteurs : l'espace disponible, le type de sol, la luminosité…

### 1.1.6. Comportement maternel

#### 1.1.6.1. Comportement de la vache parturiente

La gestation chez les bovins dure environ 9 mois (Jensen, 2017). Des signes précoces de la mise-bas peuvent être observés jusqu'à six semaines pré-partum, quand le vache gestante évitent les interactions agressives avec leurs congénères (Phillips, 2002). Au pâturage, elle peut même s'isoler du troupeau pour se nourrir. Le jour du vêlage, si le bâtiment ou l'environnement le permet, la vache s'isole du troupeau avant la mise-bas (Lidfors et al., 1994 ; Proudfoot et al., 2014).

Une à deux semaines avant le vêlage, la vache est moins active et cela s'intensifie dans les jours qui précèdent la mise-bas (Phillips, 2002). Elle se regarde les flancs (position d'auto-auscultation »), tourne en rond, vocalise, gratte le sol, fouaille de la queue, se couche et se relève en alternance. Au même moment, on observe des changements morphologiques, comme une tuméfaction de la vulve et de la mamelle et une relaxation du ligament sacro-iliaque (Berglund et al., 1987).

- Isolement avant le vêlage

Bien que les bovins soient des animaux grégaires, le comportement maternel commence par l'isolement de la vache : elle s'éloigne du troupeau le jour du vêlage et choisit le lieu du vêlage (Lidfors et al., 1994). En stabulation, les vaches cherchent à s'isoler si on leur en donne l'opportunité. Dans une étude récente, dix box de vêlage ont été à moitié recouverts par du contre-plaqué, créant ainsi une partie isolée à l'intérieur du box. Une fenêtre permettait aussi un contact visuel avec le reste du groupe. Un nombre identique de box de vêlage « contrôle » n'ont pas été recouverts de contre-plaqué. Les vaches dans les box « contrôle » ont vêlé en proportion équivalente dans chaque moitié du box (10 contre 10), alors que 79% des vaches dans les box recouverts ont vêlé dans la moitié isolée du box (15 contre 4). Une heure avant le vêlage, les vaches préféraient utiliser une partie isolée du box qu'une partie non isolée (Proudfoot et al, 2014).

- Activité

Juste avant le vêlage, les vaches sont plus agitées, ce qui peut être dû à l'inconfort (Figure 4). Au cours des 3 jours précédant le vêlage, le nombre d'occurrences pour le comportement « debout » augmente de 80% chez les vaches laitières en stabulation (Huzzey et al., 2005 ; Jensen, 2012).

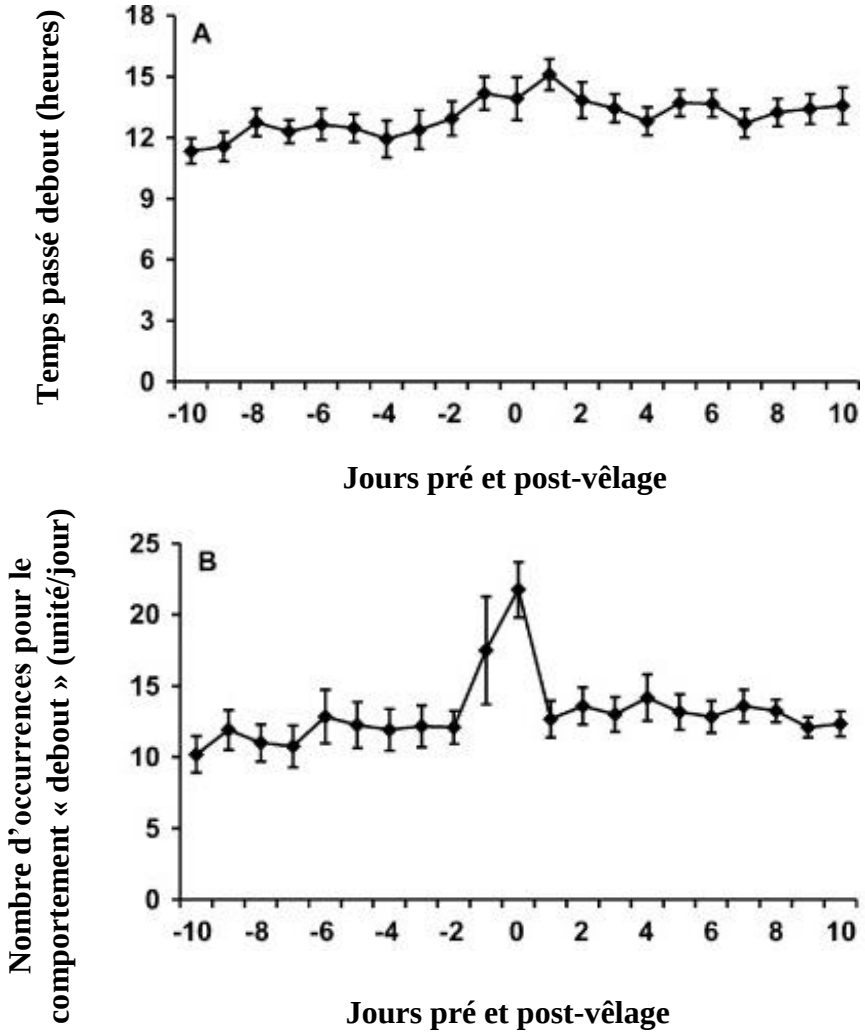



*Figure 4 : Variation du temps passé debout en moyenne (+/- erreur standard) (A) et nombre d'épisodes passés debout (B) en péripartum (n=12 vaches)* (Huzzey et al., 2005)

Comme la majorité des vaches sont couchées au moment de la mise-bas, elles se lèvent pour avoir un contact avec leur veau. Une fois debout, la plupart des vaches ne se couchent pas avant que leur veau ait réussi à téter ou ait fait de nombreuses tentatives (Selman et al., 1970). Le maintien de la proximité entre la mère et son veau semble être contrôlé par la mère, et les intervalles de temps passés debout ou couché sont synchronisés dans les heures qui suivent le vêlage. La distance moyenne mère-veau augmente après la première heure post-vêlage, lorsque la vache commence à se nourrir (Edwards, 1983).

- Rumination et alimentation

Les vaches passent moins de temps à ruminer (en moyenne 63 ± 30 min par jour, soit 15% de moins) et moins de temps à manger (en moyenne 66 ± 16 min, soit 32% de moins) pendant les 24 heures qui précèdent le vêlage (Schirmann et al., 2013 ; Miedema et al., 2011). Après la mise-bas, le temps passé à ruminer augmente pour revenir à la valeur moyenne pré-partum, 48 heures après le vêlage. Le temps passé à ruminer et manger continue à décroitre pendant les 24 heures qui suivent le vêlage (133 ± 35 min de moins à ruminer soit 31%, et 82 ± 18 min, soit 40% de moins à manger (Schirmann et al., 2013). La quantité de concentré ingérée décroit aussi (baisse de 3,8 ± 1,9 kg soit 24% (Schirmann et al., 2013) et 32% (Proudfoot et al., 2009) pendant les 24 heures qui précèdent le vêlage) puis revient à la normale dans les 24 heures qui suivent le vêlage. Le temps passé à ruminer et à manger commence à décliner 4 à 8 heures avant le vêlage respectivement, et augmente dans les 4 à 6 heures qui suivent le vêlage (Schirmann et al., 2013). La baisse du temps passé à ruminer et à manger a pu être affectée en partie par le stress occasionné lors du changement de box des vaches prêtes à vêler dans le box de maternité.

Le temps passé à ruminer et à manger semblent donc être des outils complémentaires à l'observation de la tuméfaction de la mamelle et de la vulve, relaxation du ligament sacro-iliaque, fonte du bouchon muqueux et agitation, mais ces signes apparaissent à des moments variables selon les individus (Berglund et al., 1987).

#### 1.1.6.2. Description du vêlage

Le vêlage est classiquement décrit en trois stades successifs. Néanmoins, c'est un phénomène ininterrompu. Le premier stade correspond à l'effacement du col, ainsi qu'à la mise en place des premières contractions. Le deuxième stade correspond à l'engagement et à l'expulsion du fœtus. Enfin, le troisième stade consiste en l'expulsion des annexes fœtales.

- Stade 1 : effacement et dilatation du col

Le stade 1 comporte des symptômes d'intensité très variable selon les individus, souvent les multipares n'en expriment aucun. Ceux-ci commencent quand la vache s'agite et présente du mucus à la vulve et se terminent par la rupture de la première poche des eaux, appelée allantochorion. La vache a un comportement agité, elle s'isole, a des coliques, et la queue est relevée (Wehrend et al., 2006). Il dure 4 à 6 heures chez une génisse, et 2 à 3 heures chez une vache (Noakes et al., 2009). Les contractions deviennent plus violentes suite à un relargage d'ocytocine (Berglund et al., 1987 ; Noakes et al., 2009). Enfin, le col utérin s'efface et se dilate progressivement.

- Stade 2 : engagement du fœtus dans la filière pelvienne et expulsion

Le stade 2 correspond à la mise-bas proprement dite - ou travail - avec la rupture de la seconde poche des eaux, qui permet une lubrification des voies génitales (Noakes et al., 2009). Le fœtus, dans l'amnios, s'engage dans le bassin de sa mère, ce qui entraine les contractions abdominales toutes les 3 à 4 minutes, synchronisées avec les contractions utérines qui surviennent toutes les 15 à 20 minutes (Noakes et al., 2009). L'engagement du veau dure entre 30 minutes et 1 heure et son expulsion entre 1 heure et 2 heures (4 heures chez la génisse).

L'apparition des membres marque le début du stade 2.

La vache est debout pendant l'engagement, puis se couche en décubitus latéral dans la majorité des cas à cause de la douleur lors du passage de la tête. En cas de gémellité, les seconds efforts expulsifs commencent 10 minutes après la sortie du premier veau. A la fin du stade 2, le veau est expulsé (Berglund et al., 1987 ; Phillips, 2002 ; Noakes et al., 2009).

- Stade 3 : expulsion des annexes

Le stade 3 correspond à l'expulsion des annexes fœtales (amnios, allantoïde et placenta). Il doit être normalement terminé dans les 4 à 6 heures. Si la délivrance ne se fait pas dans les 12 heures suivant le vêlage, on parle de rétention placentaire. En général, les vaches ingèrent le placenta après le part (Noakes et al., 2009).

S'il y a du sang lors de cette expulsion, cela traduit un traumatisme des voies génitales : on dit que le part est exsangue (Berglund et al., 1987 ; Phillips, 2002).

#### 1.1.6.3. Lien maternel et mécanismes neurobiologiques

- Mécanismes neurobiologiques

Le lien qui unit la mère à son petit se traduit par le léchage, la provision de nourriture et de chaleur, sa protection, la synchronisation des activités et le maintien de la proximité (Newberry, Swanson, 2008). Le comportement maternel est influencé par des comportements innés, l'expérience de la mère, mais aussi en grande partie par la libération d'hormones (Lensink, Leruste, 2012), mais peu d'études ont été menées sur les mécanismes d'attachement du jeune à la mère chez les bovins.

Le synchronisme entre la parturition et l'apparition du comportement maternel suggère que la stimulation vagino-cervicale lors du part (qui induit l'expulsion du fœtus) est fondamentale. Chez la brebis, l'ocytocine est un élément clé du déterminisme physiologique du comportement maternel, tout comme les œstrogènes, les peptides opioïdes ainsi que la corticolibérine (CRH).

Le rôle de ces hormones a aussi été démontré chez les rongeurs. Des souriceaux « knockout » pour l'ocytocine, placées hors du nid, émettent moins de vocalisations ultrasoniques que les souriceaux sauvages, et la latence pour rejoindre leur mère est plus élevée (Lim, Young, 2006). De même, des souriceaux sans récepteur μ (récepteur des opiacés) montrent un déficit d'attachement à leur mère (Moles et al., 2004). Ces résultats sont en faveur de l'implication de l'ocytocine et des opioïdes dans l'attachement à la mère. L'ocytocine régule aussi l'activation du système dopaminergique et opioïde qui sont responsables de l'addiction, de la satisfaction éprouvée lors de contacts sociaux, de l'éjection du lait, des contractions utérines et d'autres réponses du type « *tend and befriend* » impliquées dans le maintien du soin maternel (Insel, 2003 ; Montero González, Mondragón Egaña, 2016). Le « *tend and befriend* » est un comportement qui se manifeste en cas de menace. Il se réfère à la protection de la progéniture (« *tending* ») ainsi qu'à la recherche du groupe social pour assurer une défense mutuelle (« *befriending* »).

Le comportement maternel est donc principalement sous contrôle hypothalamique, et est régulé par des facteurs endocrines (Lévy, Keller, 2008). Chez la brebis, les signaux olfactifs des fluides amniotiques sont un prérequis pour la première approche du nouveau-né; ces signaux permettent aussi aux brebis de faire la distinction entre leurs jeunes de ceux des autres brebis (Lévy, Keller, 2008).

Chez les bovins, l'ocytocine joue aussi un rôle important dans la mise en place du lien et du comportement maternel (Kendrick, 2000 ; Uvnäs-Moberg et al., 2001) et facilite la reconnaissance individuelle et la mémorisation du veau, notamment par l'odeur. Les vaches primipares relâchent moins d'ocytocine que les multipares. Ainsi, les primipares ont deux désavantages par rapport à la mise en place du comportement maternel : elles n'ont pas d'expérience et sont moins stimulées par l'ocytocine (Phillips, 2002). Le léchage du veau par sa mère est essentiel pour l'établissement du lien maternel. Les nouveau-nés qui ont été privés du léchage de leur mère ont plus de risque d'être rejetés (Hudson, Mullord, 1977), et un manque de léchage est associé à une rupture du lien maternel, peut-être parce que la mère n'a pas pu apprendre à reconnaître l'odeur du veau. Certaines vaches ne lèchent pas leur veau; environ 10% des veaux ne sont pas léchés avant 6 heures post-vêlage (Edwards, Broom, 1982). Ce phénomène est plus fréquent chez les primipares. Seulement 5 minutes de contact entre la mère et son veau seraient suffisantes pour l'établissement du lien maternel (Hudson, Mullord, 1977).

- Echec du lien maternel et vache nourrice

Le rejet du veau par sa mère illustre l'échec du lien maternel. L'adoption d'un veau par une vache nourrice est fréquente en élevage allaitant lors de la mort d'une vache, ou dans certains élevages laitiers que nous présenterons par la suite. Comme le lien maternel s'établit dans les premières minutes après le vêlage (Hudson, Mullord, 1977), il semblerait que les chances de réussite d'adoption soient meilleures quand les veaux sont d'abord en contact avec leur nourrice, plutôt que leur mère. Pour cette raison, mouiller le veau avec des fluides amniotiques induira le léchage du veau par la nourrice (von Keyserlingk, Weary, 2007). Le léchage étant primordial dans l'établissement du lien maternel, cela permettrait de faciliter l'acceptation du veau par la vache nourrice, mais aussi de la rendre plus tolérante vis-à-vis des tentatives de tétée.

#### 1.1.6.4. Comportement de la vache après le vêlage

- Léchage du veau

Durant les premières heures post-vêlage, les vaches passent la majeure partie du temps à lécher leur veau (Figure 5), comportement qui est important pour stimuler son activité et qui a des effets physiologiques comme la stimulation de la respiration, de la circulation sanguine, de l'urination et de la défécation (Metz, Metz, 1986). Il permet aussi de débarrasser le veau des annexes fœtales (liquide amniotique, placenta…), de sécher le poil et donc réduire les pertes de chaleur. L'apaisement du contact tactile, du partage de nourriture et du léchage se traduit par une fréquence cardiaque plus faible et une production d'opioïdes endogènes (Keverne et al., 1989 ; Feh, de Mazières, 1993).

Durant les 6 premières heures qui suivent le vêlage, le léchage du veau occupe 30 à 50% du temps de la mère (Edwards, Broom, 1982 ; Jensen, 2012). Les vaches commencent à lécher le veau 1 à 7 minutes après le vêlage (Le Neindre, 1989), puis continuent à le lécher intensément pendant 30 à 40 minutes (Kovalčik et al., 1980). Les vaches multipares lèchent le veau plus longtemps que les primipares (Le Neindre, D'Hour, 1989). Il est intéressant de noter qu'environ 56% des épisodes de léchage sont associés aux moments où le veau tète (Veissier, Lamy, et al., 1990). Après 24 heures, les comportements dirigés vers le veau diminuent (léchage, allaitement), ce qui correspond à une augmentation du temps passé couché et à l'alimentation. Les premières heures post-vêlage sont donc caractérisées par des comportements maternels intenses. Les vaches ne priorisent pas le repos et l'alimentation avant quelques heures : ceci suggère une plus grande motivation pour se reposer et manger plus tard après le vêlage.

a. La vache Montébéliarde lèche son veau après la mise-bas

b. La vache Montbéliarde lèche son veau après la mise-bas

c. La vache flaire son veau après la mise-bas

d. Le veau cherche la mamelle de sa mère

e. Léchage de la région ano-génitale du veau

e. Le veau tète sa mère

*Figure 5 : Comportements post-vêlage de la vache et du veau. Après la mise bas, le veau reste allongé environ 15 à 20 minutes, la vache lèche le corps (a, b) et la région ano-génitale (e) du veau, et le flaire (c) intensément pendant les premières heures post-vêlages. Le veau tente de se lever pour la première fois et recherche la mamelle (d) jusqu'à ce qu'il puisse téter seul.*

- Vocalisations

Après le vêlage, de légers grognements de la mère sont fréquents et associés à la toilette du veau. Les vocalisations de la mère sont plus fréquentes pendant les deux premières heures post-vêlage (Lidfors, 1996), puis elles se raréfient dans les jours qui suivent le vêlage, à moins que le veau ne soit séparé de sa mère. Pendant les 6 premières heures post-vêlage, le nombre de vocalisations est de 60 vocalisations/h, puis décroit brutalement à seulement 0,3 vocalisations/h après 72 heures post-partum (Weary, Chua, 2000). Elles continuent de décliner pendant au moins 2 semaines après le vêlage. Le rôle de ces vocalisations n'est pas encore clair, mais ces vocalisations permettraient la reconnaissance de la voix de la mère par le veau. Les veaux reconnaissent les appels de leur mère entre 4 et 7 jours d'âge (Barfield et al., 1994). Les vocalisations pourraient donc stimuler le veau, en plus du léchage, des reniflements, et des autres comportements maternels.

- Tétée

Les vaches allaitent quelques heures après la naissance du veau : la latence de première tétée est plus longue chez les vaches laitières (2-6h, Edwards, Broom, 1979 ; Ventorp, Michanek, 1991), que chez les vaches allaitantes (1h, Selman et al., 1970). La latence est souvent plus longue chez les primipares que chez les multipares (Vandenheede et al., 2001). Les veaux sollicitent aussi leur mère par leurs vocalisations, en frottant leur mufle et en donnant des coups de tête dans la mamelle de leur mère: ces signaux pourraient refléter le besoin de soin maternel (von Keyserlingk, Weary, 2007). En effet, les veaux qui ont faim vocalisent plus (Thomas et al., 2001) et ont plus de contact avec la mamelle de la vache (de Passillé, Rushen, 2006) par rapport aux veaux qui sont suffisamment nourris.

Les veaux nouveau-nés tètent leur mère cinq à huit fois par jour, chaque tétée dure 10 à 15 minutes (Phillips, 2002). Dans les élevages laitiers de zébu en Tanzanie, les veaux peuvent téter le lait résiduel de la mamelle après la traite. Cette pratique d'« allaitement restreint » est courante dans beaucoup de pays tropicaux et a permis de montrer que le nombre de tétées diminue avec l'âge du veau : 4 fois par jour à l'âge d'un mois à une fois par jour à l'âge de six mois. La durée des tétées est également plus courte (de 4 à moins de 2 minutes respectivement) (Das et al., 2000). En grandissant, le nombre de tétées diminue à trois à cinq fois par jour. En tétant, le veau change rapidement de trayon. Il tête en étant entre les postérieurs ou les antérieurs de sa mère, le corps contre celui de sa mère. Les jeunes veaux remuent souvent de la queue en tétant, ce qui est un indicateur de sa satisfaction (Phillips, 2002).

#### 1.1.6.5. Séparation mère-jeune

- Le regard de la société sur cette pratique d'élevage

En élevage laitier, il est fréquent de séparer le veau de sa mère peu après la naissance mais cette pratique est controversée du fait des préoccupations autour du bien-être animal.

Au Brésil, deux questions ont été posées à 400 personnes (192 hommes et 208 femmes) dans la rue: « Savez-vous que la mère est séparée de son veau après la naissance ? » et « Quelle est votre position vis-à-vis de cette pratique ? ». Des informations sur cette pratique d'élevage leur ont ensuite été données. Seulement 33% des participants avait connaissance de cette pratique. Les informations fournies ont eu pour conséquence de diminuer le nombre de personnes en faveur de cette pratique (de 13,5% à 5,6%) (Hötzel et al., 2017).

En Amérique du Nord, un questionnaire a été soumis à 163 personnes réparties en quatre groupes de 38 à 42 personnes (31% sans relation avec l'industrie laitière, 69% avec un lien avec l'industrie dont 33% d'étudiants ou professeurs, 13% de défenseurs des animaux, 11% d'éleveurs et 9% de vétérinaires). À la question « est-ce que les veaux des vaches laitières doivent être séparés de leur mère quelques heures après la mise-bas ? », 44% des participants ont répondu « oui », 48% ont répondu « non » et 9% étaient sans avis. Les opposants de la séparation précoce ont avancé les raisons suivantes : émotionnellement stressant pour le veau et la mère, compromet la santé du veau et de la mère, contre nature et que l'industrie devrait former des paires mère-veau. Au contraire, les défenseurs de la séparation précoce pensent que le stress occasionné est minimisé en séparant le veau et sa mère avant qu'un lien n'ait pu se former, que cela favorise la santé de la mère et son petit, et que l'industrie a des moyens limités pour former des paires mère-veau (Ventura et al., 2013).

- Effets de la séparation mère-veau sur le comportement

De nombreuses études ont comparé l'effet de la séparation mère-veau sur leur comportement en les séparant immédiatement après le vêlage, 6 heures, 1 jour, 4 jours ou 2 semaines après le vêlage.

D'une manière générale, les veaux restés en contact prolongé avec leur mère se lèvent plus rapidement, urinent et défèquent plus vite après la naissance (Metz, Metz, 1986 ; Lidfors, 1996). Ils sont plus actifs et passent plus de temps debout et avec la tête hors du box que les veaux séparés de leur mère plus tôt (Weary, Chua, 2000).

Après la séparation, les veaux et les mères vocalisent plus, jusqu'à 4 fois plus pour les vaches séparées de leur veau 4 jours après le vêlage par rapport à celles séparées 6 heures ou 1 jour après le vêlage (Lidfors, 1996 ; Weary, Chua, 2000). Les vocalisations diminuent quand les mères sont réunies avec leur veau ou traitées avec des anxiolytiques comme le diazépam (Sandem et al., 2006). Les vaches séparées plus tardivement de leur veau passent moins de temps couchées et ruminent moins. Ainsi, plus la séparation est tardive, plus le stress associé augmente.

Après séparation définitive, les veaux ont des niveaux de cortisol anormalement élevés et leur rythme circadien d'activité est temporairement perturbé, révélant alors un véritable état de stress. Si on leur en donne l'opportunité, les veaux essayent de compenser ce manque en favorisant des interactions avec d'autres veaux (Veissier, Le Neindre, 1989). Cette compensation semble efficace 3 semaines après le sevrage puisque à partir de ce moment, le veau préfère ses congénères veaux par rapport à sa mère (Veissier, Le Neindre, et al., 1990).
La séparation à 10 jours entraine une baisse de la production laitière pendant 5 jours (Metz, 1987). Les veaux séparés après 2 semaines gagnent 3 fois plus de poids que ceux séparés après un jour, et ont plus d'interactions sociales lors de l'introduction dans un box avec un nouveau congénère (Flower, Weary, 2001). Ainsi, une séparation tardive permet un meilleur GMQ et un meilleur développement du comportement social.

Les effets au long terme du contact mère-veau (pas de contact, contact restreint à deux fois 15 minutes par jour, contact libre pendant 12 semaines) ont été étudiés lors de l'introduction des génisses dans le groupe des vaches en lactation avant leur première parturition. Les génisses élevées avec leur mère sont plus actives socialement et ont une structure sociale claire par rapport aux génisses élevées seules pendant 10 à 12 semaines. De plus, les vaches élevées avec une vache nourrice expriment plus de comportement maternel, comme du léchage de plus longue durée, et une tétée plus longue de leur veau, que les vaches élevées seules (Le Neindre, Sourd, 1984 ; Le Neindre, 1989 ; Wagner et al., 2012).

- Alternatives à la pratique de séparation précoce mère-jeune en élevage laitier

Johnsen et al. (2016) a décrit quatre systèmes d'élevage pour les veaux : (1) système de contact libre entre le veau et sa mère ; (2) système d'allaitement permettant un contact quotidien court au moment de la tétée ; (3) système de contact partiel où le veau et sa mère sont dans le même box pendant la journée ou la nuit ; (4) système avec une vache nourrice où une vache allaite deux à quatre veaux, cette vache n'est pas traite.

Description du système de contact libre entre le veau et sa mère

La vache et son veau sont gardés ensemble 24h/24 pendant 6 à 12 semaines, et la vache est traite généralement deux fois par jour. Ainsi, la vache et son veau sont libres d'interagir et l'allaitement peut avoir lieu à n'importe quel moment. Les avantages des systèmes de contact libre pour le veau sont les suivants : GMQ élevé en pré-sevrage et contact avec la mère, les autres vaches et les autres veaux (Metz, 1987 ; Roth et al., 2009 ; Veissier et al., 2013b ; Lidfors, 1996). Les comportements de soin de la mère, l'allaitement, les liens mère-veau qui incluent les comportements d'affiliation tels que le léchage, les frottements et la proximité sont tous observés dans ce type de système. Les veaux, en système de contact libre, montrent moins de comportements stéréotypés (jeux de langue « *tongue rolling* » et succion des congénères « *cross-sucking* ») pendant la période pré-sevrage par rapport aux veaux élevés sans la mère et nourris avec des quantités de lait contrôlées. Le « *cross-sucking* » se définit comme la succion des oreilles, de l'ombilic ou du scrotum d'un autre veau. Il est motivé par l'ingestion de lait et dû à un manque de succion (de Passillé, 2001), un manque de stimulation orale ou la faim (Herskin et al., 2010). La séparation est faite à 8-12 semaines, alors que dans des conditions naturelles, le sevrage se fait à 8-12 mois (Reinhardt, Reinhardt, 1981).

Le principal inconvénient des systèmes de contact libre sont les vocalisations fréquentes des vaches et des veaux pendant les jours suivant la séparation qui indique un stress important (Johnsen, Ellingsen, et al., 2015).

Description du système d'allaitement permettant un contact quotidien court au moment de la tétée

Ce système d'allaitement limite les interactions mère-jeune au moment de la tétée : le veau tète sa mère une à deux fois par jour pendant une courte durée, souvent à l'heure de la traite, et reste avec les autres veaux le reste du temps.

Ce système est fréquent dans les régions tropicales. On le trouve aussi dans les stabulations entravées en Norvège et Suède, en Allemagne et en Suisse où l'on trouve des systèmes de logettes ou de stabulation libre (Zumbrunner, 2012).

Dans les systèmes d'allaitement limité, les couples mère-veau expriment aussi des comportements montrant qu'ils se reconnaissent et témoignant du lien maternel : lors des contacts au moment de l'allaitement, la vache et son veau se rapprochent rapidement, se

reniflent, se frottent et se lèchent. Aussi, le « *cross-sucking* » est rare (Margerison et al., 2003 ; Roth et al., 2009). Cependant, plus d'études sont nécessaires pour éclaircir comment ce contact limité est perçu par la vache et son veau, et comment cette technique d'élevage affecte le développement social et les capacités cognitives du veau.

Les GMQ des veaux en système d'allaitement limité sont très variables, à la fois en pré- et post-sevrage. Cette variation est due à la durée que le veau et sa mère passent ensemble. Les inconvénients de cette méthode sont les suivants : (1) les veaux ont une ingestion de concentré réduite par rapport aux veaux élevés sans leur mère, et ont un GMQ plus faible après la séparation et le sevrage ; (2) la possibilité d'apprentissage auprès d'autres vaches sont limitées ; (3) changer le veau de box pour la tétée peut être fastidieux (Johnsen et al., 2016).

Description du système de contact partiel où le veau et sa mère sont dans le même box pendant la journée ou la nuit

Ce système est moins étudié que les deux précédents. Il autorise un contact mère-veau d'environ 12 heures par jour. Il a été décrit pour la première fois en comparant deux systèmes d'élevage: contact libre et contact libre en journée seulement (Veissier et al., 2013). Les veaux du système contact libre en journée ont un meilleur GMQ en pré- et post-sevrage (0.95 kg/jour). Cet effet positif sur la croissance a été attribué au fait que le veau s'habitue à être séparé de sa mère et est donc moins dépendant d'elle. En ajoutant un DAL dans le système contact en journée, le veau s'y est habitué pendant la période d'allaitement, et a continué à l'utiliser après la séparation (Johnsen, Beaver, et al., 2015). Ainsi, ces veaux sont indépendants nutritionnellement de leur mère lors de la séparation et maintiennent de bon GMQ à la séparation et au sevrage. Dans ce système d'élevage, les mères et leurs veaux expriment aussi des comportements de lien (Johnsen, de Passille, et al., 2015). Même en présence d'un cache-mamelle (« *udder net* »), un fort lien se forme (Johnsen, de Passille, et al., 2015). En montrant que le lien maternel est plus que nutritionnel, les auteurs ont montré la complexité de la relation mère-veau.

Description du système avec une vache nourrice

Les veaux vivent en groupe avec une ou plusieurs vaches nourrices, permettant ainsi l'allaitement. Les inconvénients de ce système se rencontrent lorsqu'une vache n'accepte pas un veau, ou qu'elle ne tisse pas de lien avec lui. Bien que la plupart des vaches acceptent un veau qui n'est pas le sien, elles expriment souvent moins de comportement d'affiliation avec un veau étranger, et préfère en général un à deux veaux (Loberg, 2007).

Le GMQ des veaux tétant des vaches nourrices sont très variables, particulièrement quand la vache a une faible production de lait. Il y a peu d'études sur l'ingestion d'aliments solides et les performances post-sevrage de ces veaux.

Le Tableau 3 présente les avantages et inconvénients des différents systèmes d'élevage présentés ci-dessus.

*Bilan*

*Tableau 3: Avantages (+) et inconvénients (-) des différents systèmes d'élevage mère-veau (Johnsen et al., 2016).*

| | | Système de contact libre | Système d'allaitement restreint | Système de contact partiel | Système avec une vache nourrice |
|---|---|---|---|---|---|
| Production | GMQ pré-sevrage | + | Variable | + | Variable |
| | GMQ post-sevrage | Variable | Variable | + | Variable |
| Comportement | Cross-sucking pré-sevrage | + | + | = | |
| | Cross-sucking post-sevrage | Variable | + | = | |
| | Expression du comportement maternel | + | + | + | |
| | Stress post-séparation | - | | - | - |

Le système de contact libre est celui qui se rapproche le plus des conditions naturelles et qui permet l'expression du panel des comportements maternels, mais il n'y a pas de retour du terrain. Les veaux et les vaches ne sont pas préparés à une séparation précoce et au sevrage. Ils réagissent tous deux avec des vocalisations bruyantes, qui sont aussi stressantes pour les employés de l'élevage. Le changement d'alimentation est souvent à l'origine d'un ralentissement de la croissance et même d'une perte de poids chez les veaux. Enfin, il peut être plus difficile pour les éleveurs d'établir de bonnes relations avec les veaux à cause du manque d'occasion d'interagir avec eux dans ce système. Cela peut conduire à moins de confiance en l'homme et plus de difficultés à les manipuler. Tous ces problèmes pourraient être résolus avec le système de contact partiel : les veaux sont quotidiennement habitués à être séparés de leur mère et manipulés par l'homme, et peuvent apprendre à utiliser le DAL. Par rapport au système

d’allaitement limité, le système de contact limité assure une haute ingestion de lait, une croissance pré-sevrage et des comportements sociaux facilités chez le veau (Johnsen et al., 2016). Après la séparation, il est possible de substituer les stimuli qui étaient prodigués par la mère dans le but d’apaiser le veau. Par exemple, mettre à disposition une tétine / trayon artificiel permet une tétée non nutritive et le relargage d’hormones digestives (De Passillé et al., 1993). Pour les animaux élevés au biberon, il est possible de réduire le stress dû à la transition alimentaire en mettant à disposition un biberon délivrant de l’eau chaude à la place du lait (Jasper et al., 2008).

**<u>En Résumé</u> : le comportement maternel des bovins**

- Avant le vêlage, les vaches s'isolent du troupeau, sont plus agitées, passent moins de temps à ruminer et à manger.
- Le comportement maternel est influencé par des comportements innés, l'expérience de la mère, mais aussi en grande partie par la libération d'hormones.
- Le rejet du veau par sa mère illustre l'échec du lien maternel : les vaches nourrices permettent l'adoption d'un veau dans ce genre de situation.
- Le léchage du veau par sa mère est essentiel pour l'établissement du lien maternel.
- Les premières heures post-vêlage sont caractérisées par des comportements maternels intenses : les vaches passent la majeure partie du temps à lécher leur veau, comportement qui est important pour stimuler son activité et qui a des effets physiologiques comme la stimulation de la respiration, de la circulation sanguine, de l'urination et de la défécation.
- Les vaches allaitent quelques heures après la naissance du veau : la latence de première tétée est plus longue chez les vaches laitières que chez les vaches allaitantes. La latence est souvent plus longue chez les primipares que chez les multipares
- Les vaches multipares sont plus maternelles que les primipares.
- En élevage laitier, il est fréquent de séparer le veau de sa mère peu après la naissance mais cette pratique est controversée du fait des préoccupations autour du bien-être animal.
- Une séparation mère-veau tardive présente certains avantages : les veaux se lèvent plus rapidement, urinent et défèquent plus vite après la naissance. Ils sont également plus actifs, le gain moyen quotidien est plus élevé, et ont un meilleur développement du comportement social.
- Cependant, une séparation tardive présente aussi des inconvénients : la séparation est plus stressante à fois pour la mère et pour le veau. Après la séparation, les mères vocalisent plus, passent moins de temps couché et à ruminer, et la production laitière diminue.
- Le système de contact partiel semble être un bon compromis : les veaux sont quotidiennement habitués à être séparés de leur mère et manipulés par l'homme, et peuvent apprendre à utiliser le DAL.

### 1.2. Modifications comportementales associées à la maladie

#### 1.2.1. Réaction du système immunitaire face à la maladie

La maladie se définit comme « tout processus qui porte atteinte aux fonctions normales d'un animal » (Hunter et al., 2006). Lorsqu'un agent pathogène pénètre dans l'organisme, il est reconnu par les cellules du système immunitaire. Par exemple, les cellules du système phagocytaire mononucléaire (monocytes, macrophages…) sont équipées de récepteurs capables de reconnaître le LPS présent à la surface de la membrane des bactéries Gram - (Johnson, 2002). A la suite de cette stimulation du système immunitaire, les cellules du système phagocytaire mononucléaire, en particulier, les macrophages activés sécrètent plusieurs cytokines pro-inflammatoires : IL-1, IL-6, TNF-α (Johnson, 2002). Des injections de ces cytokines radio-marquées ont permis de montrer que ces molécules sont transportées par voie sanguine jusqu'au cerveau où elles passent la barrière hémato-méningée grâce à des transporteurs actifs ou par diffusion (Banks et al., 1991 ; 1994 ; Gutierrez et al., 1993). Ainsi, les cytokines transmettent des messages de la périphérie au système nerveux central (Figure 6).

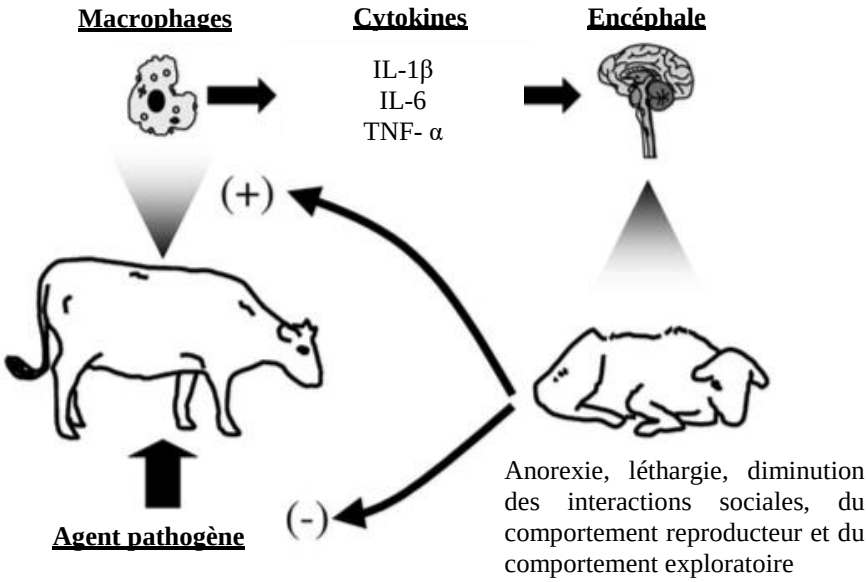



*Figure 6 : Une fois activés par un agent pathogène, les macrophages produisent des cytokines pro-inflammatoires. Les cytokines agissent au niveau de l'encéphale pour réorganiser les priorités comportementales de l'animal. Les modifications comportementales associées à la maladie sont une réponse adaptative qui améliore les défenses immunitaires de l'animal et inhibent la prolifération du pathogène. Ainsi, le « comportement de maladie » favorise la rémission (Hart, 1988).*

Enfin, des modifications comportementales se mettent en place lors d'une infection et sont médiées par les cytokines (Dantzer, Kelley, 1989). Les modifications comportementales

associées à la maladie, qui seront développées dans le paragraphe suivant, régulent le système immunitaire et optimisent le rétablissement (Hart, 1988 ; Johnson, 2002).

### 1.2.2. Biologie et mécanisme d'action des « comportements de maladie »

Hart (1988) décrit les animaux malades comme anorexiques, léthargiques et ne manifestant pas d'intérêt pour les interactions sociales avec les autres membres de leur groupe. Ils réduisent également leur comportement de léchage et d'auto-toilettage, ce qui se traduit par un poil piqué. Ils peuvent aussi développer de la fièvre et avoir une importante baisse de productivité. Ces signes permettent à l'éleveur ou au vétérinaire d'identifier un animal malade ou un animal qui va tomber malade (Hart, 1988).

Hart (1988) a émis l'hypothèse que le comportement des animaux malades était une réponse adaptative de l'hôte permettant de faciliter la guérison et de diminuer la transmission de pathogènes au sein du groupe. La diminution du toilettage (qui réduit significativement la perte d'eau chez les rongeurs) et l'augmentation du temps de repos contribueraient à l'élimination des pathogènes par l'organisme (Hart, 1988).

Les « comportements de maladie » résultent d'un état de motivation et sont une réponse adaptative de l'organisme pour faire face à l'infection.

- Le comportement de maladie est un état de motivation

Un état de motivation est un concept utilisé pour décrire pourquoi la réponse comportementale d'un animal change d'un moment à un autre en réponse aux stimuli environnementaux (Jensen, 2017). Un état de motivation aide à comprendre comment un animal prend une décision face à des choix quant à l'activité qu'il peut accomplir : comment l'animal priorise ses choix et à quels stimuli il répond ou non changent au cours du temps et selon les circonstances (Jensen, 2017). Un état de motivation aide aussi à comprendre quelle est la priorité de l'animal (Jensen, 2017). Miller (1964) a utilisé le conditionnement opérant pour montrer que le comportement de maladie était un état de motivation.

Dans une première expérience, des rats ont été entrainés à appuyer sur un bouton pour obtenir de l'eau grâce à un distributeur. Après avoir reçu une injection d'endotoxine, les rats arrêtaient d'appuyer sur le bouton. La motivation pour boire est donc diminuée dans ce cas. Cependant, si les rats étaient placés dans une cage avec un bol d'eau ainsi que le distributeur, les rats préféraient aller boire dans le bol d'eau, plus facile d'accès. Ainsi, la motivation pour boire est toujours présente chez les rats malades, bien que la quantité d'eau bue soit plus faible que chez des rats sains.

Dans une seconde expérimentation, les rats étaient placés dans une cage avec une roue qui tournait sans s'arrêter et empêchaient les rats de se reposer : le seul moyen pour l'arrêter temporairement était de presser sur une barre. Les rats ayant reçu l'injection d'endotoxine appuyaient plus souvent sur la barre que les rats du groupe contrôle. Ainsi, les rats ayant reçu une injection d'endotoxine semblaient motivés pour se reposer.

- Le comportement de maladie est une réponse adaptative organisée à l'infection
  - ❖ *Fièvre*

Des températures élevées favorisent la réponse immunitaire (Kluger et al., 1975). Les animaux malades recherchent des environnements plus chauds et adoptent des positions qui minimisent les pertes de chaleur (Johnson, 2002). La fièvre potentialise l'immunité innée en favorisant l'élimination bactérienne par les neutrophiles et la phagocytose, ainsi que l'immunité acquise en favorisant la prolifération lymphocytaire et la production d'anticorps (Kluger, 1991). De plus, de nombreux pathogènes ont une température optimale de croissance (Kluger et al., 1975). Par exemple, *Escherichia Coli* est une bactérie mésophile : sa température optimale de croissance est proche de 37°C. Ainsi, la fièvre rend les conditions environnementales défavorables au maintien des pathogènes et permet de limiter la progression de l'infection.

  - ❖ *Anorexie*

Les cytokines pro-inflammatoires sécrétées par les macrophages activés, en particulier l'IL-1, réduisent l'appétit de l'animal. Dans la nature, la recherche de nourriture et la chasse représentent un coût énergétique considérable pour l'animal. Ainsi, le comportement alimentaire favoriserait la perte de chaleur et aurait un effet contraire à celui de la fièvre, rendant alors les animaux malades plus vulnérables pour les prédateurs (Johnson, 2002). Par exemple, des rats ayant reçu de l'IL-1β mangeaient moins que le groupe contrôle, et perdaient du poids (Finck, Johnson, 1997). Cette baisse d'appétit favorise la guérison (Johnson, 2002).

Dans une étude chez la souris, Murray et Murray (1979) ont utilisé un groupe témoin, non infecté, et deux groupes de souris infectées avec *Listeria monocytogenes* : un de ces groupes a pu se nourrir *ad libitum* et l'autre a été gavé avec la quantité de nourriture ingérée spontanément par le groupe témoin. Les souris nourries *ad libitum* ont mangé 58% de la ration du groupe contrôle et avait un meilleur taux de survie par rapport aux souris gavées. Près de 100% des souris gavées sont mortes, contre 50% des souris infectées et nourries *ad libitum*. De plus, une perte de poids a été notée chez les souris nourries *ad libitum*. Ainsi, l'anorexie et la perte de poids sont favorables à la survie, tant que cet état ne persiste pas trop longtemps.

- Diminution des interactions sociales

L'éviction des interactions sociales lors d'une maladie est bien documentée chez l'homme et les animaux de laboratoire (Arakawa et al., 2010 ; Dantzer, Kelley, 2007 ; Kent et al., 1992).

Une baisse des interactions sociales est souvent utilisée comme un indicateur de maladie chez les rongeurs (Crestani et al., 1991) : un nouveau congénère juvénile a été introduit avec un rat adulte dans une cage pendant une courte période et les interactions sociales (reniflement, léchage, poursuite) ont été mesurées. Lorsqu'une réponse immunitaire (injection d'IL-1) est induite, les interactions sociales diminuent de façon dose-dépendante (Crestani et al., 1991). Les animaux malades retireraient un bénéfice grâce à l'éviction de ces interactions avec des congénères : cela préviendrait les infections secondaires et éviterait la transmission de pathogènes aux autres membres du groupe (Loehle, 1995).

Il existe aussi une réponse individuelle à la maladie (Dantzer, Kelley, 2007). Une baisse des comportements agonistiques est observée chez des rats de haut rang social ayant reçu du LPS, alors que les rats de bas rang social maintiennent ces comportements (Cohn, de Sá-Rocha, 2006). Il est peut-être plus favorable pour un animal de bas rang social de continuer ces comportements agonistiques, bien qu'ils représentent un coût énergétique pour l'animal. En effet, étant logés avec les rats dominants, le maintien des interactions agonistiques pourrait les protéger d'éventuelles blessures. Au contraire, les rats dominants pourraient se permettre de réduire ces comportements et de privilégier le repos. On retrouve la notion de motivation : les rats de bas rang social sont motivés pour continuer les interactions agonistiques en cas de maladie, malgré leur coût énergétique alors que chez les rats dominants, grâce à leur position sociale, le « comportement de maladie » l'emporte (Cohn, de Sá-Rocha, 2006).

❖ Baisse de l'activité sexuelle

Chez les rongeurs, l'injection de LPS ou d'IL-1 supprime le comportement sexuel chez la femelle, mais pas chez le mâle (Avitsur, Yirmiya, 1999). L'effet des cytokines sur le comportement reproducteur des femelles pourrait réduire l'état gravide, qui exposerait la femelle et le fœtus à certains dangers lors d'infection : avortement spontané, mise-bas prématurée et mort de la mère (Avitsur, Yirmiya, 1999).

### 1.2.3. Effet de la maladie sur le comportement social des bovins

En général, les vaches malades cherchent à s'isoler du groupe et évite les interactions sociales mais la réponse comportementale varie en fonction du type de pathologie (Galindo, Broom, 2002, Huzzey et al., 2007, Proudfoot et al., 2014, Jensen et al., 2015, Sepúlveda-Varas et al., 2016).

- Diminution des interactions sociales et isolement des vaches laitières lors de pathologie

*Période hors péri-partum*

Lors de boiteries, les vaches laitières montrent moins de comportements agonistiques (coups, menaces, poursuites et éviction) (Galindo, Broom, 2002). Une diminution des interactions agonistiques à l'auge a aussi été remarquée chez des vaches atteintes de mammite (Sepúlveda-Varas et al., 2016) et de métrite (Huzzey et al., 2007), et ce pendant cinq jours et deux semaines, respectivement, avant que le diagnostic ne soit établi.

*Période post-partum*

Pour déterminer l'effet des maladies infectieuses sur le comportement social, Proudfoot et al. (2014) ont créé un box individuel adjacent à celui du groupe : une moitié du box faisant face au groupe était recouvert de contre-plaqué pour créer une séparation et l'autre moitié était découverte pour permettre des contacts tête-à-tête entre congénères (Figure 7).

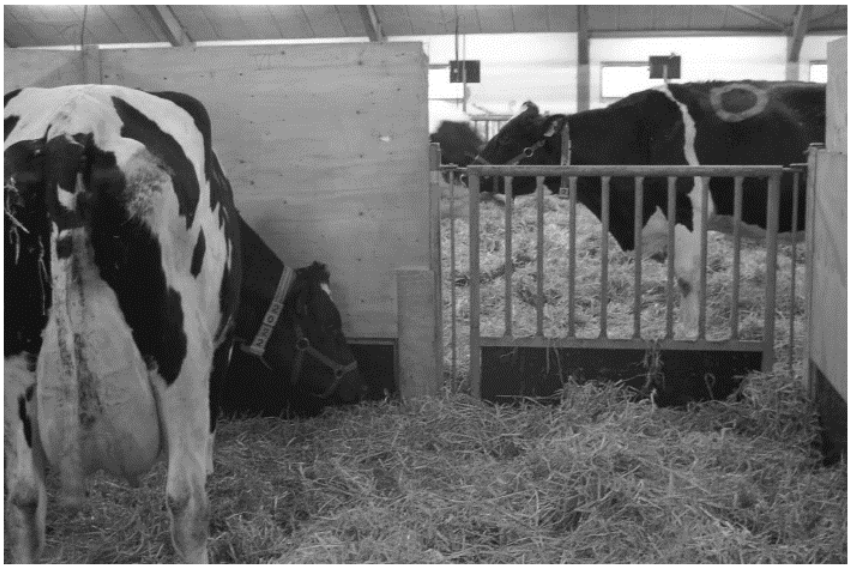


*Figure 7: Exemple de box individuel qui permet aux vaches malades ou prêtes à vêler de s'isoler ou d'avoir des contacts avec le groupe. Photo prise à l'Université d'Aarhus, Danemark. Proudfoot et al. (2014)*

Les vaches avec des signes cliniques de mammite, métrite ou pneumonie passent 25% de temps de plus derrière le contre-plaqué pendant 3 jours post-vêlage par rapport aux vaches saines. Les vaches atteintes de mammite, métrite ou de pneumonie cherchent à s'isoler en cas de pathologie si on leur en donne l'opportunité (Proudfoot et al., 2014).

- Maintien de la proximité avec le groupe chez des vaches laitières lors de pathologie

Le type de pathologie influe sur la réponse comportementale. En effet, en utilisant le même type de box (Figure 7), Proudfoot et al, 2014 et Jensen et al., 2015 ont montré que des vaches souffrant de boiterie (score 4 sur une échelle de 1 à 5) ne s'isolent pas si elles en ont la possibilité.

### 1.2.4. Effet de la maladie sur le comportement alimentaire

Des modèles d'infection expérimentale ou naturelle ont décrit une baisse de l'ingestion quand les vaches sont atteintes de métrite (Huzzey et al., 2007), mammite (González et al., 2008 ; Fogsgaard et al., 2012), de boiterie associées à des lésions podales inflammatoires (Almeida et al., 2008) ou de cétose (Goldhawk et al., 2009).

- Diminution de la prise alimentaire chez des vaches laitières lors d'affection pathologique

Plusieurs études se sont intéressées à l'effet des mammites sur le comportement alimentaire. Des vaches laitières primipares infectées expérimentalement par voie intramammaire avec *Escherichia coli* dans l'un des quartiers passent moins de temps à s'alimenter et à ruminer pendant 24 heures après le challenge par rapport aux autres jours (16.6 ± 1.1 % en J-2, 16.5 ± 1.0 % en J-1, 13.2 ± 1.2 % en J0, 18.1 ± 1.1 % en J1, et 16.0 ± 0.8% en J2) (Fogsgaard et al. 2012). Ceci suggère que même dans un environnement où la nourriture est facilement accessible, le comportement alimentaire est affecté par la maladie. Chez ces mêmes animaux, la matière sèche ingérée (MSI) et le temps passé à ruminer étaient plus faible pendant ces mêmes 24 heures post-challenge (32.2 ± 1.6 en J-2, 34.8 ± 1.8 en J-1, 27.9 ± 1.7 en J0, 30.0 ± 2.6 en J1, et 34.8 ± 1.7% en J2). Lors de mammite spontanée, les vaches ingèrent moins et ce jusqu'à 10 jours après le diagnostic par rapport aux vaches saines, et malgré un traitement antibiotique (Fogsgaard et al., 2015). En outre, 42% des vaches atteintes de mammite spontanée diminuent leur prise alimentaire (González et al., 2008). Enfin, des vaches atteintes de mammite mangent plus lentement et moins (1,2 kg/jour de moins) que les vaches saines pendant les cinq jours qui précédent le diagnostic de mammite clinique (Sepúlveda-Varas et al., 2016).

La métrite influence également le comportement alimentaire des bovins. Les vaches atteintes de métrite modérée à sévère (au moins un score de sécrétion vaginale de 2 ou 3 sur une échelle de 5 associé ou non à de la fièvre, i.e., température rectale supérieure à 39,5°C et au moins un score de sécrétion vaginale de 4 associé à de la fièvre, respectivement) mangent moins que les vaches saines pendant trois et quatre semaines post-vêlage (de 2 à 4kg/jour de moins), respectivement (Huzzey et al., 2007). Les vaches atteintes de métrite modérée à sévère boivent moins (environ 10L/jour de moins) pendant trois semaines post-vêlage que les vaches saines (Huzzey et al., 2007). Cette diminution de la prise alimentaire s'accompagne de moins de visites à l'auge, moins de temps consacré au comportement alimentaire ainsi qu'une baisse de la production laitière (métrite modérée : 5,7 ± 0,4 kg de moins, métrite sévère : 8,3 ± 0,5 kg de moins que les vaches saines pendant les 3 premières semaines de lactation, (Huzzey et al., 2007).

La cétose s'accompagne également d'une modification du comportement alimentaire. Chez des vaches atteintes de cétose subclinique , la quantité matière sèche ingérée (MSI) diminue de 26 et 20% pendant la première et la deuxième semaine post-vêlage respectivement, par rapport à des vaches saines (Goldhawk et al., 2009). De même, Schirmann et al. (2013) a comparé la rumination et l'ingestion de quatre catégories de vaches laitières multipares (saine, métrite, métrite associée à une cétose subclinique et au moins deux pathologies autres que celles précédemment citées) pendant quatre périodes (période pré-vêlage (J -7 à -2), période 1 (J3 à 8 post-vêlage), période 2 (J9 à 14 post-vêlage) et période 3 (J15 à 20 post-vêlage)). Les vaches atteintes de cétose subclinique passaient 14% moins de temps à ruminer pendant la période pré-vêlage. Aucune différence n'a été observée quant au temps passé à ruminer en post-vêlage. Comparé aux vaches saines, les vaches atteintes de métrite associée à une cétose subclinique et celles atteintes de cétose subclinique, ont une MSI plus faible (12 et 15% respectivement) pendant la période pré-vêlage et continuent de moins manger jusqu'à 14 jours post-partum et 20 jours post-partum, respectivement. Les vaches atteintes de métrite ou de plusieurs pathologies avaient une MSI plus faible pendant 2 semaines post-vêlage. Le temps passé à s'alimenter avant le vêlage est également plus faible chez les vaches atteintes de cétose subclinique, métrite ou de plusieurs pathologies par rapport aux vaches saines.

Les boiteries sont associées à une réduction du comportement alimentaire. Les vaches atteintes de boiterie causées par des lésions inflammatoires podales, telles que des ulcères de la sole, le panaris (phlegmon interdigité) et le fourchet (dermatite interdigitée), passent 58% de moins à s'alimenter, et 36% de moins à ruminer par rapport aux vaches saines (Almeida et al., 2008).

Ainsi, une diminution de la prise alimentaire est un indicateur précoce de pathologie : des modifications comportementales s'observent avant l'apparition de signes cliniques. Identifier ces modifications comportementales pourrait nous permettre d'identifier et traiter les animaux à un stade précoce de la maladie, avant que les animaux ne soit plus sévèrement atteint (Urton et al., 2005).

- Augmentation de la prise alimentaire chez des vaches laitières lors d'affection pathologique

Toutes les maladies post-partum ne sont pas associées à une baisse de la prise alimentaire avant le diagnostic : des vaches atteintes d'hypocalcémie subclinique 24 heures post-vêlage (concentration sérique de calcium ≤1.8 mmol/L, sans fièvre de lait clinique) ont une MSI plus élevée (1,7 kg/ jour de plus) pendant 2 semaines avant le vêlage par rapport aux vaches saines (Jawor et al., 2012).

### 1.2.5. Effet de la maladie sur le comportement reproducteur

Walker et al. (2008) a étudié l'effet des boiteries sur le comportement reproducteur de vaches pendant cinq jours après synchronisation des chaleurs. Les vaches atteintes de boiterie passent plus de temps couchées, donc moins de temps debout ou à se déplacer. Même si le comportement de chaleur occupe qu'une très faible part du budget-temps (2,8±0,6% chez les vaches saines contre 1,8±0,4% chez les vaches atteintes de boiterie, p-value=0,09), le comportement de monte a tendance à être plus faible chez les vaches atteintes de boiterie. Ainsi, lors de boiterie, les vaches passent plus de temps couchées et ont donc moins l'occasion d'exprimer les chaleurs, comportement qui requiert d'être en position debout. En utilisant une grille de notation pour le comportement de chaleur, (Walker et al., 2010) a pu montrer une diminution de 37% de l'intensité des comportements de chaleurs chez les vaches atteintes de boiterie. Malgré la douleur, les vaches atteintes de boiterie maintiennent les comportements sexuels, mais elles chevauchent moins les autres vaches et sont moins attractives (le temps passé pour les tentatives à être chevauchées est plus faible). De plus, elles posent moins leur tête sur la croupe de leur congénères,comportement qui peut inciter les autres vaches à les chevaucher.

### 1.2.6. Effet de la maladie sur le comportement de repos

En général, les vaches malades passent plus de temps couchées mais cela dépend encore du type de pathologie mis en cause.

- Augmentation du temps passé couché chez des vaches laitières lors de cétose ou de boiterie

Des vaches atteintes de cétose subclinique (β-hydroxybutyrate ≥1.2 mmol/L) au cours des 3 semaines suivant le vêlage passent plus de temps couchées pendant les troisième et quatrième semaines (44 ± 16,7 et 41 ± 18,9 minutes/jour, respectivement) après le vêlage que des vaches saines (Kaufman et al., 2016). Les vaches atteintes de cétose subclinique associée à une autre pathologie (rétention placentaire, fièvre de lait, mammite ou métrite) passent en moyenne 1,5 heure/jour de plus couchées pendant la semaine qui suit le vêlage (Kaufman et al., 2016).

Les vaches atteintes de boiterie passent plus de temps couchées (Hassall et al., 1993 ; Singh et al., 1993 ; Walker et al., 2008 ; Chapinal et al., 2009) et sont moins actives (O'Callaghan et al., 2003) que les vaches saines. En stabulation à logettes, des vaches souffrant de boiterie passent 3,3 heures de plus couchées par rapport aux vaches saines (Singh et al. 1993).

Les vaches boiteuses se couchent plus longtemps sur un sol paillé en stabulation aire paillée que dans une stabulation à logettes (9,6 vs. 6,8 heures le jour, 8,55 vs. 4,75h la nuit) : ce type de sol incite les vaches à se coucher, est plus confortable et sec, et est donc plus favorable à la prévention des boiteries. Des vaches avec des ulcères ont des périodes de couchage plus longues que les vaches saines (93.3 ± 5.9 vs. 79.7 ± 3.4 min) et se couchent également plus longtemps au cours de la journée (827.8 ± 29.1 vs. 738.2 ± 15.5 min/d) (Chapinal et al. 2009). Ces résultats suggèrent que la motivation pour se lever est moindre en cas de douleur causée par les lésions podales, et que le sol est un facteur de variation de ce comportement.

Le type de sol influe sur le temps passé couché chez des vaches atteintes de boiterie (Cook et al., 2004) : des vaches boiteuses logées dans une stabulation équipée de matelas passent plus de temps debout que les vaches logées dans des logettes sur sable (jusqu'à 2,32 heures et 4,31 heures par jour de plus debout pour les boiteries de grade 2/4 et 3/4 respectivement) (Cook, Bennett, Nordlund 2004). De même, des vaches atteintes de boiterie sévère (grade 4/5) dans des stabulations à logettes sur sable passent plus de temps couchées (12,8 h/jour, IC : 12-13,7 vs. vache saine : 11,2, IC : 10,7-11,8h/j) et les périodes passées couchées sont plus longues (95,3min/bout, IC : 84,6-107,3 contre vache saine : 80,3, IC : 74,9-86,1) que les vaches saines. Ces différences n'ont pas été observées chez les vaches atteintes de boiterie dans les élevages utilisant des matelas (Ito et al. 2010).

- Augmentation du temps passé debout chez des vaches laitières lors de mammite

Les vaches atteintes de mammite (induite expérimentalement ou spontanée) passent plus de temps debout jusqu'à cinq jours post-challenge ou post-diagnostic (Siivonen et al., 2011 ; Cyples et al., 2012 ; Fogsgaard et al., 2012 ; 2015).

Une augmentation du temps passé debout, bien que ce ne soit pas un comportement de maladie fréquent, pourrait être associé à la douleur ressentie en cas de mammite. Les vaches atteintes de mammite pourraient être plus motivées pour se tenir debout et soulager leur mamelle douloureuse plutôt que d'être allongée et se reposer. Fogsgaard et al. (2012) a montré que ces vaches passent plus de temps debout, immobiles (29.4 ± 2.6, 28.0 ± 2.3, 39.1 ± 2.6, 31.4 ± 3.8, et 25.9 ± 2.6% de temps pour les jours J −2, −1, 0, 1 and 2 post-challenge, respectivement), et ont une activité réduite : ceci peut être un compromis entre le soulagement de la douleur et la conservation de l'énergie nécessaire pour se remettre de la maladie / la guérison.

Enfin, les vaches laitières changent moins souvent de position (debout/couché) pendant huit heures post-challenge (injection intramammaire d'*Escherichia coli* pour induire une mammite) (de Boyer des Roches et al., 2017), signe de douleur et d'inconfort.

- Diminution de l'activité lors d'une rétention placentaire, une métrite ou une cétose subclinique

Les vaches réduisent aussi leur activité, mais encore une fois, ce résultat est pathologie-dépendant. Grâce à un système de détection de chaleur (Heatime HRLD System; SCR Engineers Ltd., Netanya, Israël), Liboreiro et al. (2015) ont pu démontrer que des vaches atteintes de rétention placentaire, métrite ou de cétose subclinique (β-hydroxybutyrate >1.0 mmol/L) ont une activité réduite pendant 3 semaines après le vêlage.
Les vaches de bas rang social passent moins de temps couchées, plus de temps debout immobile et plus de temps debout à moitié dans une logette par rapport aux vaches de moyen et haut rang social (31,8, 33,7 and 36,6 % par jour, respectivement) (Galindo, Broom, 2000).

### 1.2.7. Effet de la maladie sur le comportement de léchage

La fréquence de léchage (« self-grooming ») diminue chez les vaches souffrant de mammite induite pendant les premières 24 heures après le challenge, et ce pattern persiste pendant 35 heures post-infection (Fogsgaard et al., 2012). Le comportement de léchage permet de garder la surface du corps propre et de retirer les ectoparasites (Fogsgaard et al., 2012). Une diminution du toilettage en cas de maladie pourrait minimiser les pertes de chaleur corporelle et la perte d'eau par la salive (Hart, 1988). Au contraire, des vaches avec des lésions podales inflammatoires passent plus de temps à se lécher que des vaches saines (Almeida et al., 2008). L'éthogramme utilisé n'était pas assez fin pour savoir si la vache se léchait plus les pattes, ce qui pourrait être dû à la douleur causée par les lésions, ou si elle se léchait plus le reste du corps.

### 1.2.8. Effet de la maladie sur le comportement maternel

L'effet de la maladie sur le comportement maternel a peu été étudié jusqu'à présent. A notre connaissance, seul Aubert et al. (1997) a étudié les modifications comportementales survenant à la suite d'une injection de LPS chez des souris. Deux comportements maternels ont été comparés chez des souris témoins et des souris ayant reçu du LPS: transport des petits jusqu'au nid et construction du nid. Le transport des petits jusqu'au nid est directement lié à la survie de la portée et joue un rôle majeur pour augmenter la valeur sélective inclusive, c'est-à-dire, le nombre de petits qui survivent et qui se reproduisent.

La construction du nid, quant à elle, souligne la capacité de la mère à contrôler la température de la portée, bien qu'un manque de ce comportement dans des conditions thermales neutres n'ait pas de conséquences sévères et peut être compensé par le contact avec la mère. Lors de températures froides, le nid est indispensable pour la survie de la portée, ce qui le rend d'autant plus important.

Deux expérimentations ont été conduites : l'une à 6°C et l'autre à 22°C. Les résultats montrent que les souris malades adaptent leur comportement selon leur motivation. En effet, à 22°C, la qualité du nid était significativement moindre (évaluation par un score de notation) chez les mères ayant reçu du LPS comparé au contrôle, alors que le transport des petits jusqu'au nid, bien que plus lent, était toujours présent et quasi aussi efficace que le groupe contrôle. A 6°C, les mères ayant reçu du LPS réalisaient non seulement le transport des petits jusqu'au nid, mais aussi la construction du nid. Le comportement des mères LPS dépend donc de la priorité donnée au comportement.

**<u>En Résumé</u> : le comportement des bovins associé à la maladie**

- Lorsqu'un agent pathogène pénètre dans l'organisme, les macrophages activés produisent des cytokines pro-inflammatoires. Ces cytokines agissent au niveau de l'encéphale pour réorganiser les priorités comportementales de l'animal. Les modifications comportementales associées à la maladie sont une réponse adaptative qui améliore les défenses immunitaires de l'animal et inhibent la prolifération du pathogène.
- En plus d'être une réponse adaptative de l'organisme pour faire face à l'infection, les « comportements de maladie » résultent d'un état de motivation.
- Chez les bovins, la réponse comportementale varie en fonction du type de pathologie :

- Comportement social : lors de boiterie, mammite ou métrite, les interactions agonistiques diminuent. Généralement, les vaches cherchent aussi à s'isoler du groupe lors de mammite, métrite ou pneumonie.
- Comportement alimentaire : pour de nombreuses pathologies (mammite, métrite, cétose et boiterie), la prise alimentaire diminue. On observe seulement une augmentation de la prise alimentaire lors d'hypocalcémie subclinique.
- Comportement reproducteur : le comportement de monte a tendance à être plus faible chez les vaches atteintes de boiterie.
- Comportement de repos et locomotion : les vaches passent plus de temps couchées lors de cétose ou de boiterie. Cependant, elles passent plus de temps debout lors de mammite.
- A notre connaissance, l'effet des maladies sur le comportement maternel n'a pas encore été étudié chez les bovins.

# *PARTIE 2 - ETUDE EXPERIMENTALE*

***Préambule :***

*Durant l'été 2016, j'ai participé au Merial Veterinary Scholars Program –aujourd'hui devenu Boehringer Ingelheim Veterinary Scholars Program - dans l'Université de l'Ohio aux Etats-Unis. Le sujet de recherche portait sur l'effet de l'état de santé sur le comportement maternel des vaches laitières. Ma mentor pendant le programme, Kathryn Proudfoot, m'a encadrée pour le design expérimental et les analyses vidéos. Ce n'est qu'à mon retour en France que j'ai pu m'occuper de la partie analyse et interprétation sous la direction d'Alice de Boyer des Roches. Merial a intégralement financé ce programme et m'a alloué une bourse de $5000 pour réaliser ce projet. Ce travail fait aujourd'hui l'objet d'une publication à la revue Animals qui sera soumise en juillet 2019 (Annexe 8).*

## 2.1. Problématique, objectifs et hypothèses

En élevage laitier, il est fréquent de séparer le veau de sa mère peu après la naissance mais cette pratique est controversée. L'intérêt pour garder le veau et sa mère ensemble pendant une courte période après le vêlage est grandissant. Après le vêlage, les vaches sont à risque de développer des pathologies, ce qui pourrait impacter leur capacité à s'occuper de leur veau. Se pose la question de l'intérêt de l'observation du comportement maternel en tant qu'indicateur précoce de maladie. A notre connaissance, l'effet des maladies sur le comportement maternel n'a pas été exploré chez les bovins.

L'objectif de cette étude était d'évaluer si la maladie modifie ou non le comportement maternel des vaches laitières au cours des 12 heures post-vêlage. Nous faisons les hypothèses suivantes : (i) l'activité de la vache (debout/couché) et le comportement maternel sont dépendants du statut sanitaire (saine vs malade) ; (ii) le comportement du veau dépend du statut sanitaire de la vache ; (iii) ces modifications s'observent pendant les six premières heures post-vêlage.

## 2.2. Matériels et méthodes

Le protocole expérimental a été approuvé par l'Inspection Danoise des Expérimentations Animales, Ministère de la Justice (Copenhague, Danemark) et par le Comité d'éthique de l'université de British Columbia.

### 2.2.1. Animaux et logement

Vingt-et-une vaches multipares (rang de lactation : 2 (n=6), 3 (n=5) et 4 (n=10)) ont été incluses dans l'étude. Les vaches avaient accès à une ration totale mélangée *ad libitum*, comprenant des fourrages et des concentrés avec un ratio de 79:21 (% de matière sèche) avant le vêlage, et 60:40 (% de matière sèche) après le vêlage. La nourriture était distribuée deux fois par jour à 10h et à 17h. Après le vêlage, les vaches ont été traites deux fois par jour à 6h et à 18h à l'aide d'une trayeuse manuelle. L'eau était disponible *ad libitum* dans des abreuvoirs individuels.

Deux semaines avant le vêlage, les vaches étaient hébergées en groupe (box de 9x15m). Avant ou lorsqu'une vache exprimait les signes de mise-bas (queue relevée, tuméfaction de la mamelle, relaxation du ligament sacro-iliaque, présence de mucus ou contractions abdominales), elles étaient transférées dans des box de maternité (3x4,5m) et y restaient pendant 3 jours post-vêlage avec leur veau. Toutes les vaches de notre étude ont eu un vêlage eutocique, aucune d'entre elle n'a eu de jumeaux ou n'a été dérangée par une présence humaine lors du vêlage (i.e., paillage du box lors du vêlage). Les jours et les heures de vêlage ont été rapportés dans l'Annexe 1.

### 2.2.2. Design expérimental et traitement

- Périodes d'observation

Les animaux ont été suivis pendant 48 heures post-partum, divisées en huit périodes de six heures. Les huit périodes ont été définies telles que : P1 = T0-T5 ; P2 = T6-T11 ; P3 = T12-T17 ; P4 = T18-23 ; P5 = T24-T29 ; P6 = T30-T35 ; P7 = T36-T41 ; P8 = T42-T47.

- Définition du statut sanitaire des animaux

Pour déterminer l'état de santé des vaches, les températures rectales ont été mesurées deux fois par jour lors de la traite pendant 3 jours post-partum (Annexe 2). Un examen clinique a été réalisé le 3$^{ème}$ et 9$^{ème}$ jour post-partum par un chercheur, un technicien expérimenté ou le vétérinaire du troupeau si cela était nécessaire. Les signes de mammite (couleur et consistance du lait) ont été enregistrés chaque jour. Les critères permettant de définir le statut sanitaire de chaque animal étaient la température rectale et le diagnostic du vétérinaire.

Quatre statuts ont été définis pour caractériser l'état de santé des vaches sur chaque période :

- Vache non malade : absence de diagnostic du vétérinaire dans les 48 premières heures post-vêlage

- Vache malade & absence de traitement : au moins une température supérieure ou égale à 39°C et diagnostic du vétérinaire dans les 48 premières heures post-vêlage et n'ayant pas reçu de traitement
- Vache malade & traitement : vache malade ayant reçu un traitement
- Vache guérie & traitement : vache malade ayant reçu un traitement et dont la température est redevenue, après traitement, strictement inférieure à 39°C

- Critères d'inclusion et d'exclusion des animaux dans l'étude

Les vaches ont été considérées malades si elles présentaient au moins une température rectale supérieure ou égale à 39°C et si elles ont été diagnostiquées malades par le vétérinaire dans les 48 heures suivant le vêlage.

Les périodes où les vaches malades ont reçu un traitement ont été exclues de l'étude. Les vaches n'étant pas malades dès la première période ont également été exclues.

Les vaches saines sont les vaches qui n'ont pas été diagnostiquées malades durant 48 heures post-vêlage.

- Gestion des animaux malades

En cas de maladie, un traitement standard a été appliqué selon le diagnostic du vétérinaire (Annexe 3).

Pour les pneumonies (n=2), les vaches ont reçu le jour du diagnostic une de ces deux spécialités d'antibiotique : 20 mg/kg IM, oxytétracycline, ALAMYCIN LA ®, 300 mg/mL, Laboratoire Norbrook Ltd, Corby, Royaume-Uni ou 10 mg/kg IM, oxytétracycline, AQUACYCLINE VET.®, 100 mg/mL, Ceva Santé Animale, Libourne, France) et un anti-inflammatoire non stéroïdien : 2 mg/kg IM, flunixine meglubine, FINADYNE®, 50 mg/mL, MSD Animal Health, Milton Keynes, Royaume-Uni ou 0,5 mg/kg IV, meloxicam, METACAM®, 20 mg/mL, Boehringer Ingelheim Pharma Vetmedica GmbH, Ingelheim/Rhein, Allemagne.

Pour les mammites (n=4), les vaches ont reçu le jour du diagnostic 20 mg/kg IM, benzylpénicilline, PENOVET VET.®, 300 mg/mL, Boehringer Ingelheim Pharma Vetmedica GmbH, Ingelheim/Rhein, Allemagne ou 20 mg/kg IM, steptomycine et pénicilline G, STREPTICILLIN VET.®, 200 mg/mL, Intracin Pharmaceutical Pvt. Ltd., Gujarat, Inde ou 15 mg/kg IM, amoxicilline, CURAMOX VET.®, 150 mg/mL, Boehringer Ingelheim Danemark A/S, Copenhague, Danemark ou 15 mg/kg IV, sulfadiazine 200 mg et trimethroprime 40 mg ,

NORODINE VET. 24, Laboratoire Norbrook Ltd., Newry, Irlande du Nord ou 1 injecteur dans chaque quartier infecté IM, cloxacilline 200mg et ampicilline 75 mg LACTACLOX VET. ®, Laboratoire Norbrook Ltd., Newry, Irlande du Nord ou 1 injecteur dans chaque quartier infecté IM, céfopérazone 250 mg, PATHOZONE®, Zoetis, Malakoff, France. Trois d'entre elles ont reçu un de ces deux anti-inflammatoires non stéroïdiens : 2 mg/kg IM, flunixine meglubine, FINADYNE®, 50 mg/mL, MSD Animal Health, Milton Keynes, Royaume-Uni ou 0,5 mg/kg IV, meloxicam, METACAM®, 20 mg/mL, Boehringer Ingelheim Pharma Vetmedica GmbH, Ingelheim/Rhein, Allemagne.

Pour les infections (n=5), les vaches ont reçu le jour du diagnostic une de ces spécialités d'antibiotique : 20 mg/kg IM, oxytétracycline, ALAMYCIN LA ®, 300 mg/mL, Laboratoire Norbrook Ltd, Corby, Royaume-Uni ou 10 mg/kg IM, oxytétracycline, AQUACYCLINE VET.®, 100 mg/mL, Ceva Santé Animale, Libourne, France) ou 20 mg/kg IM, benzylpénicilline, PENOVET VET.®, 300 mg/mL, Boehringer Ingelheim Pharma Vetmedica GmbH, Ingelheim/Rhein, Allemagne. Elles ont également reçu un anti-inflammatoire non stéroïdien (ou 0,5 mg/kg IV, meloxicam, METACAM®, 20 mg/mL, Boehringer Ingelheim Pharma Vetmedica GmbH, Ingelheim/Rhein, Allemagne) ou un anti-inflammatoire stéroïdien (0,04 mg/kg IM, dexamethasone, FLUORMETHYLPREDNISOLON®, 2 mg/mL, ScanVet Animal Health A/S, Fredensborg, Danemark.

Les traitements ont été administrés quotidiennement par le personnel de l'élevage pendant 3 jours après le jour du diagnostic.

### 2.2.3. Récolte des données

Le comportement de chaque dyade vache-veau a été enregistré en continu pendant 48 heures post-partum par des caméras digitales (TVCCD-140IR ; Monacor UK Ltd., Milton Keynes, UK) accrochées au plafond de chaque box. L'enregistrement des comportements commence lors de l'expulsion du veau, i.e., lorsque les hanches du veau sont entièrement hors de la vache. Un observateur a regardé ces vidéos et relevé les activités de la mère et les interactions entre le veau et sa mère (éthogrammes définis dans les tableaux 4 et 5) pendant les 48 heures qui ont suivi le vêlage par la méthode du focal sampling (Altmann, 1974).

*Tableau 4 : Ethogramme des comportements et postures de la vache*

| Comportement de la vache | Définition |
|---|---|
| **Posture** | |
| **Debout *** | La vache est debout avec le corps supporté par ses quatre pattes, ou la vache est debout et marche |
| **Couché *** | La vache est couchée en décubitus latéral ou sternal |
| **Couché à proximité** | La vache et le veau sont couchés en décubitus latéral ou sternal, à une distance inférieure à la longueur d'un demi veau |
| **Evènements** | |
| **Léchage *** | Le mufle de la vache est en contact, ou proche, de n'importe quelle partie du corps du veau |

* définition adaptée de Jensen, 2012

*Tableau 5 : Ethogramme des comportements et postures du veau*

| Comportement du veau | Définition |
|---|---|
| **Posture** | |
| **Debout** | Le veau est debout avec le corps supporté par ses quatre pattes entièrement tendues pendant plus de 5 secondes, ou marche |
| **Couché *** | Le veau est couché en décubitus latéral ou sternal |
| **Evènement** | |
| **Recherche de la mamelle** | Le veau est debout, son mufle en contact ou près du corps de la vache. La tête du veau est entre les membres thoraciques et la mamelle de la vache |
| **Tète *** | La vache est debout ou couchée et la tête du veau (ou son mufle) est sous la mamelle de la vache (ou en contact ou près de la région de la mamelle) |
| **Tentative de tétée** | La vache est debout ou couchée et la tête du veau (ou son mufle) est sous la mamelle de la vache (ou en contact ou près de la région de la mamelle) moins de 10 secondes, avant que la vache ne s'en aille ou bouge de sorte à ce que le veau n'ait plus accès à la mamelle |
| **Biberon** | La tétine du biberon est dans la gueule du veau |
| **Forcé à téter** | Une personne maintient la tête du veau sous la mamelle de la vache |

* définition adaptée de Jensen, 2012

Pour chaque comportement, les heures de début et de fin ont été enregistrées dans Microsoft Excel, permettant de calculer des durées, des fréquences, ainsi que des latences. Les durées de chaque comportement par heure ont été obtenues par somme sous SAS (version 9.4, 2016). Les heures ont été rapportées en « heures post-vêlage ». La latence est exprimée en minutes, les fréquences en nombre d'occurrences par heure ou par période et les durées en pourcentage de temps.

- Comportements retenus pour l'analyse statistique

Les comportements analysés sont rapportés dans le Tableau 6. Les comportements de tétée, de tentative de tétée et de recherche de la mamelle n'ont pas été analysés du fait de l'interaction humaine non contrôlée. Les veaux étaient biberonnés ou forcés à téter sans qu'aucune règle ne soit intégrée au protocole. Aussi, les comportements de tentative de tétée et de recherche de la mamelle n'ont pu être clairement observés sur les enregistrements vidéo et ont dû être exclus de l'analyse. Les sommes des comportements « vache debout » et « veau debout » n'ont pas été calculés sous SAS car ils correspondent à l'inverse du comportement « vache couchée » et « veau couché ». Aussi, les durées des comportements « vache debout » et « veau debout » n'ont pas été analysés sous R.

*Tableau 6 : Comportements analysés ou non à l'aide de R studio pour la latence, la durée et la fréquence.*

| | Latence (minutes) | Durée (% de temps) | Fréquence (nombre d'occurrences) |
|---|---|---|---|
| Vache couchée | | | |
| Vache couchée à proximité du veau | | | |
| Vache debout | | inverse de "vache couchée" | |
| Veau couché | | | |
| Veau debout | | inverse de "veau couché" | |
| Léchage du veau | | | |
| Téter | personne dans le box + veau nourri au biberon | | |
| Tentative de tétée | difficultés pour détecter ces comportements | | |
| Recherche de la mamelle | | | |

| | |
|---|---|
| | analysé |
| | non analysé |

### 2.2.4. Analyse statistique

- Approximations effectuées

Certaines heures de prise de température n'ont pas été rapportées dans le registre tenu par les techniciens. Une approximation a été faite pour ces heures manquantes selon l'exemple suivant: soient trois températures (T1, T2 et T3) respectivement prises à h1 (heure connue), h2 (heure manquante) et h3 (heure connue) avec h1<h2<h3. Sachant que les températures ont été prises aux heures de traite, il convient de faire l'approximation que T2 a été prise au moment de la traite si cela est cohérent. L'heure manquante h2 est ensuite rapportée en heure post-vêlage.
Si des températures n'ont pas été prises en fin de période, en particulier P7 et P8, on estime que les vaches n'ayant pas d'hyperthermie (« vache saine ») gardent le même statut jusqu'à la fin de la période (« vache non malade »).

- Modèle statistique

Compte tenu de la forte variabilité interindividuelle, les variations au cours du temps pour les vaches saines ont été étudiées sur les huit périodes (P1 à P8) de six heures pendant 48 heures. La comparaison entre vaches saines et vaches malades a été réalisée en P1 (période où l'expression du comportement maternel est forte (Edwards et Broom, 1982, Jensen, 2012) et P2 (période suivante).

- Les variations des comportements des vaches saines ont été testées au cours du temps (de P1 à P8) à l'aide d'un modèle linéaire mixte avec le temps comme facteur fixe et les animaux comme facteur aléatoire.
- Les latences des comportements des vaches saines et malades ont été comparées à l'aide d'un modèle linéaire avec le statut (saine/malade) comme facteur fixe et les animaux comme facteurs aléatoires.
- Les variations des comportements des vaches au cours du temps (en P1 et en P2) et selon le statut ont été testées à l'aide d'un modèle linéaire mixte avec la période et le statut comme facteurs fixes et les animaux comme facteurs aléatoires.
- Pour tous ces modèles, la normalité des résidus a été vérifiée graphiquement.

Nous avons utilisé la version 3.3.3. de R Studio, ainsi que les packages *ggplot* pour les graphiques et *lme4* pour les modèles mixtes. Le package *lme4* ne calcule pas les P-values, un résultat est donc considéré comme significatif si l'intervalle de confiance à 95% ne contient pas la valeur 0 (Bates et al., 2015).

### 2.3. Résultats

Dix vaches n'ont pas présenté d'hyperthermie et n'ont pas été diagnostiquées malades par le vétérinaire durant toute la durée de l'étude, soit 48 heures post-vêlage, et onze vaches ont présenté au moins une température rectale supérieure ou égale à 39°C et ont été diagnostiquées malades par le vétérinaire. Parmi les onze vaches malades, trois ont montré des signes de mammite, six ont montré des signes d'infection et deux de pneumonie.

Compte tenu des critères d'inclusion et d'exclusion, dix vaches saines ont été incluses dans l'étude (N° vache : 2 – 6 – 7 – 9 – 12 – 13 – 16 – 17 – 21 – 24) et leur comportement a été étudié sur toute la durée d'observation (soit 48 heures post-vêlage). Sept vaches malades et six vaches malades ont été incluses en P1 et en P2 respectivement (en P1, N° vache : 8– 10 – 11 – 14 – 18 – 22 – 23, $n_{mammite}$=2, $n_{pneumonie}$=1 et $n_{infection}$=4 ; en P2, N° vache : 8– 10 – 11 – 14 – 22 – 23, $n_{mammite}$=2, $n_{pneumonie}$=1 et $n_{infection}$=3) (Tableau 7).

*Tableau 7 : Statut sanitaire des 21 vaches pour chaque période d'observation.*

| | Période d'observation | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Période | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | Inclusion dans l'étude | Statut |
| Heure post-vêlage | 0-5h | 6-11h | 12-17h | 18-23h | 24-29h | 30-35h | 36-41h | 42-47h | | |
| N° de vache | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | non | - |
| **2** | | | | | | | | | oui | saine |
| 3 | | | | | | | | | non | - |
| 5 | | | | | | | | | non | - |
| **6** | | | | | | | | | oui | saine |
| **7** | | | | | | | | | oui | saine |
| **8** | | | | | | | | | oui | malade |
| **9** | | | | | | | | | oui | saine |
| **10** | | | | | | | | | oui | malade |
| **11** | | | | | | | | | oui | malade |
| **12** | | | | | | | | | oui | saine |
| **13** | | | | | | | | | oui | saine |
| **14** | | | | | | | | | oui | malade |
| 15 | | | | | | | | | non | - |
| **16** | | | | | | | | | oui | saine |
| **17** | | | | | | | | | oui | saine |
| **18** | | | | | | | | | oui | malade |
| **21** | | | | | | | | | oui | saine |
| **22** | | | | | | | | | oui | malade |
| **23** | | | | | | | | | oui | malade |
| **24** | | | | | | | | | oui | saine |

Vache non malade | Vache malade & absence de traitement | Vache malade & traitement | Vache guérie & traitement | Non défini

### 2.3.1. Températures et statut de chaque animal par période après approximation

- Vache 5 (n°5945) : la vidéo s'est arrêtée 20 heures après le vêlage à cause d'un problème technique de nature inconnue. Le veau de la vache 5 était malade le jour suivant le vêlage (aucun autre renseignement disponible sur la fiche des techniciens). Elle est exclue de l'étude.
- Vache 12 (n° 6011) : vêlage le 8 décembre 2012, à 11h34.

Données manquantes : heure de prise de la 1ère et 3ème température post-vêlage

Donnée disponible : 2ème température prise 19h après le vêlage (soit à 7h le 9 décembre 2012)

Nous avons donc fait l'estimation suivante : heure de prise de la 1ère température estimée à 6h post-vêlage (soit fin de journée du vêlage) et heure de prise de la 3ème température estimée à 30h post-vêlage (soit fin de journée du 9 décembre 2012).

- Vache 14 (n° 5836) : vêlage le 17 février 2012, à 8h59.

Données manquantes : heure de prise des deux températures par le vétérinaire

Donnée disponible : températures prises le 17 février 2012

Nous avons donc fait l'estimation suivante : 1ère température prise le matin, soit 3h post-vêlage, et 2ème température prise en fin de journée, soit 9h post-vêlage.

- Vache 18 (n° 5865) : vêlage le 7 novembre 2011, à 7h07.

Données manquantes : heure de prise de la 1ère et de la 5ème température

Données disponibles : 1ère température prise par le vétérinaire le 7 novembre 2011 et traitement mis en place le jour même, 2ème, 3ème et 4ème températures prises respectivement à 11h51, 23h51 et 34h51 post-vêlage par les techniciens.

Nous avons donc fait l'estimation suivante : 1ère température prise à 14h le 7 novembre 2011, soit 7h post-vêlage, et 5ème température prise 47h post-vêlage

- Vache 23 (n° 5895) : vêlage le 4 octobre 2011 à 9h12,

Données manquantes : heure de prise de la 2ère température prise par le vétérinaire

Données disponibles : 1ère et 3ème températures prises respectivement à 9h15 post-vêlage (le 4 octobre 2011) et 21h15 post-vêlage. Mise en place du traitement lors de la prise de la 2ème température (hyperthermie), et chute de la 3ème température en dessous de 39°C le 8 novembre 2011.

Nous avons donc fait l'estimation suivante : 2ème température prise à 21h12 le 4 octobre 2011, soit 11h post-vêlage

- Les températures à T0 n'ont pas été prises : elles ont été considérées comme égales à la première température prise.

Les courbes individuelles de température de chaque vache (Annexe 4). Ces données permettent de définir le statut « réel » pour chaque vache au cours du temps (Annexe 5). Enfin, le statut

sanitaire de chaque vache par période est présenté dans le Tableau 7. Le statut « non défini » correspond à un manque d'information (température) pendant cette période.

### 2.3.2. Comportement des vaches saines au cours des 48 heures post-vêlage

Les résultats sont présentés dans le Tableau 8 et la Figure 8.

Au cours des six premières heures d'observation (période P1), les vaches se couchaient pendant 40,6% du temps [33,4 – 47,8%], soit 2 heures et 26 minutes. Comparé à P1, la durée de couchage était significativement plus longue en P2, P3, P4 et P7 : les vaches se couchaient 46 minutes (12,8%) de plus en P2, 45 minutes (12,5%) de plus en P3, 34 minutes (9,4%) de plus en P4 et 45 minutes (12,6%) de plus en P7.

En P1, les vaches se couchaient près de leur veau pendant 34,4% du temps [25,8 – 43,0 %], soit 2 heures et 4 minutes. Comparé à P1, elles se couchaient significativement moins à proximité du veau en P6 : 49 minutes (13,7%) de moins en P6.

Au cours des six premières heures d'observation (période P1), les veaux se couchaient pendant 70,1% du temps [65,5 – 74,6%], soit 4 heures et 13 minutes. Comparé à P1, la durée de couchage était significativement plus longue en P2, P3, P4, P5, P6, P7 et P8 : les veaux se couchaient 38 minutes (10,5%) de plus en P2, 23 minutes (6,3%) de plus en P3, 45 minutes (12,5%) de plus en P4, 47 minutes (12,9%) de plus en P5, 45 minutes (12,5%) de plus en P6, 41 minutes (11,5 %) de plus en P7 et 63 minutes (17,4%) de plus en P8.

Au cours des six premières heures d'observation (période P1), les vaches léchaient leur veau pendant 24,1% du temps [22,1 – 26,2 %], soit 1 heure et 27 minutes. Comparé à P1, la durée de léchage était significativement plus courte en P2, P3, P4, P5, P6, P7 et P8 : les vaches léchaient leur veau 57 minutes (15,9%) de moins en P2, 67 minutes (18,5%) de moins en P3, 75 minutes (20,8%) de moins en P4, 74 minutes (20,6%) de moins en P5, 69 minutes de moins (19,3%) en P6, 72 minutes (19,9 %) de moins en P7 et 68 minutes (18,8%) de moins en P8.

Au cours des six premières heures d'observation (période P1), les vaches se couchaient 9,7 fois [8,7 – 10,7]. Comparé à P1, le nombre d'occurrences pour le couchage était significativement plus faible en P2, P3, P4, P5, P6, P7 et P8 : les vaches se couchaient 2,8 fois de moins en P2, 5,4 fois de moins en P3, 5,5 fois de moins en P4, 6,1 fois de moins en P5, 6,1 fois de moins en P6, 6,3 fois de moins en P7 et 6,8 fois de moins en P8.

Au cours des six premières heures d'observation (période P1), les vaches se couchaient à proximité de leur veau 9,2 fois en 6 heures [8,0 – 10,5]. Comparé à P1, le nombre d'occurrences pour le couchage à proximité du veau était significativement plus faible en P2, P3, P4, P5, P6, P7 et P8 : les vaches se couchaient 2,1 fois de moins en P2, 4,9 fois de moins en P3, 5,6 fois de moins en P4, 5,2 fois de moins en P5, 7,3 fois de moins en P6, 6,1 fois de moins en P7 et 6,6 fois de moins en P8.

Au cours des six premières heures d'observation (période P1), les vaches se levaient 9,5 fois en 6 heures [8,4 – 10,6]. Comparé à P1, le nombre d'occurrences pour se lever était significativement plus faible en P2, P3, P4, P5, P6, P7 et P8 : les vaches se levaient 3 fois de moins en P2, 5,2 fois de moins en P3, 4,8 fois de moins en P4, 5,7 fois de moins en P5, 5,9 fois de moins en P6, 6,3 fois de moins en P7 et 6,5 fois de moins en P8.

Au cours des six premières heures d'observation (période P1), les veaux se couchaient 10,1 fois en 6 heures [8,7 – 11,5]. Comparé à P1, le nombre d'occurrences pour le couchage était significativement plus faible en P2, P3, P4, P5, P6, P7 et P8 : les veaux se couchaient 2,5 fois de moins en P2, 2,4 fois de moins en P3, 4,2 fois de moins en P4, 3,3 fois de moins en P5, 4,5 fois de moins en P6, 3,9 fois de moins en P7 et 4,0 fois de moins en P8.

Au cours des six premières heures d'observation (période P1), les veaux se levaient 9 fois en 6 heures [7,7 – 10,3]. Comparé à P1, le nombre d'occurrences pour se lever était significativement plus faible en P2, P3, P4, P5, P6, P7 et P8 : les veaux se levaient 1,7 fois de moins en P2, 1,4 fois de moins en P3, 2,9 fois de moins en P4, 3 fois de moins en P5, 3,2 fois de moins en P6, 3 fois de moins en P7 et 3 fois de moins en P8.

Au cours des six premières heures d'observation (période P1), les vaches léchaient leur veau 206 fois en 6 heures [181,6 – 230,4]. Comparé à P1, le nombre d'occurrences pour le léchage du veau était significativement plus faible en P2, P3, P4, P5, P6, P7 et P8 : les vaches léchaient leur veau 92,8 fois de moins en P2, 136,9 fois de moins en P3, 156 fois de moins en P4, 152,6 fois de moins en P5, 135,8 fois de moins en P6, 151,8 fois de moins en P7 et 161,3 fois de moins en P8.

*Tableau 8 : Durée (pourcentage de temps passé) et fréquence d'expression (nombre d'occurrences par heure) de chaque comportement (vache couchée, vache couchée à proximité du veau, vache debout, veau couché, veau debout et léchage du veau) de 10 vaches saines pendant 48 heures post-vêlage[1,2,3,4,5].*

| | | | DUREE | | | | FREQUENCE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Estimation | Intervalle de confiance | | t-value | Estimation | Intervalle de confiance | | t-value |
| | | | | 2.50% | 97.5% | | | 2.50% | 97.5% | |
| *Vache couchée* | *Facteur fixe* | Intercept (P1) | 40.59 | 33.39 | 47.79 | 10.65 | 9.7 | 8.66 | 10.74 | 17.60 |
| | | P2 | 12.79 | 3.67 | 21.91 | 2.64 | -2.8 | -4.09 | -1.51 | -4.08 |
| | | P3 | 12.52 | 3.40 | 21.64 | 2.59 | -5.4 | -6.69 | -4.11 | -7.86 |
| | | P4 | 9.37 | 0.25 | 18.49 | 1.94 | -5.5 | -6.79 | -4.21 | -8.01 |
| | | P5 | 6.18 | -2.95 | 15.30 | 1.28 | -6.1 | -7.39 | -4.81 | -8.88 |
| | | P6 | 1.18 | -7.94 | 10.30 | 0.24 | -6.1 | -7.39 | -4.81 | -8.88 |
| | | P7 | 12.58 | 3.45 | 21.70 | 2.60 | -6.3 | -7.59 | -5.01 | -9.18 |
| | | P8 | 6.78 | -2.34 | 15.90 | 1.40 | -6.8 | -8.09 | -5.01 | -9.90 |
| | *F.A.* | Vache | 5.31 | 1.98 | 9.72 | - | 0.83 | 0.36 | 1.48 | - |
| | | Résidus | 1.82 | 8.77 | 12.23 | - | 1.54 | 1.24 | 1.74 | - |
| *Vache couchée à proximité du veau* | *Facteur fixe* | Intercept (P1) | 34.39 | 25.76 | 43.03 | 7.52 | 9.2 | 7.95 | 10.45 | 13.82 |
| | | P2 | 10.66 | -0.21 | 21.53 | 1.85 | -2.1 | -3.77 | -0.42 | -2.37 |
| | | P3 | 4.58 | -6.29 | 15.45 | 0.79 | -4.9 | -6.57 | -3.23 | -5.53 |
| | | P4 | 0.58 | -10.29 | 11.46 | 0.10 | -5.6 | -7.27 | -3.93 | -6.32 |
| | | P5 | -2.29 | -13.16 | 8.58 | -0.40 | -5.2 | -6.87 | -3.53 | -5.87 |
| | | P6 | -13.71 | -24.58 | -2.84 | -2.38 | -7.3 | -8.97 | -5.63 | -8.24 |
| | | P7 | -2.52 | -13.39 | 8.36 | -0.44 | -6.1 | -7.77 | -4.43 | -6.88 |
| | | P8 | -8.53 | -19.40 | 2.34 | -1.48 | -6.6 | -8.27 | -4.93 | -7.45 |
| | *F.A.* | Vache | 6.53 | 2.58 | 11.86 | - | 0.71 | 0.00 | 1.44 | - |
| | | Résidus | 12.90 | 10.46 | 14.60 | - | 1.98 | 1.61 | 2.24 | - |
| *Vache debout* | *Facteur fixe* | Intercept (P1) | *inverse de vache couchée* | | | | 9.5 | 8.42 | 10.58 | 16.64 |
| | | P2 | | | | | -3.0 | -4.32 | -1.68 | -4.29 |
| | | P3 | | | | | -5.2 | -6.52 | -3.88 | -7.44 |
| | | P4 | | | | | -4.8 | -6.12 | -3.48 | -6.87 |
| | | P5 | | | | | -5.7 | -7.02 | -4.38 | -8.16 |
| | | P6 | | | | | -5.9 | -7.21 | -4.58 | -8.45 |
| | | P7 | | | | | -6.3 | -7.62 | -4.98 | -9.02 |
| | | P8 | | | | | -6.5 | -7.82 | -5.18 | -9.31 |
| | *F.A.* | Vache | | | | | 0.91 | 0.43 | 1.60 | - |
| | | Résidus | | | | | 1.56 | 1.27 | 1.77 | - |
| *Veau couché* | *Facteur fixe* | Intercept (P1) | 70.09 | 65.53 | 74.64 | 28.91 | 10.1 | 8.74 | 11.45 | 14.07 |
| | | P2 | 10.46 | 4.31 | 16.81 | 3.11 | -2.5 | -4.24 | -0.76 | -2.71 |
| | | P3 | 6.25 | 0.12 | 12.39 | 1.86 | -2.4 | -4.14 | -0.66 | -2.61 |
| | | P4 | 12.47 | 6.34 | 18.61 | 3.71 | -4.2 | -5.94 | -2.46 | -4.56 |
| | | P5 | 12.92 | 6.79 | 19.06 | 3.84 | -3.3 | -5.04 | -1.56 | -3.58 |
| | | P6 | 12.53 | 6.19 | 18.67 | 3.73 | -4.5 | -6.24 | -2.76 | -4.89 |
| | | P7 | 11.50 | 5.37 | 17.64 | 3.41 | -3.9 | -5.64 | -2.16 | -4.23 |
| | | P8 | 17.39 | 11.27 | 23.53 | 5.17 | -4.0 | -5.74 | -2.26 | -4.34 |
| | *F.A.* | Vache | 1.49 | 0.00 | 4.12 | - | 0.95 | 0.30 | 1.77 | - |
| | | Résidus | 7.52 | 6.10 | 8.50 | - | 2.06 | 1.67 | 2.33 | - |
| *Veau debout* | *Facteur fixe* | Intercept (P1) | *inverse de veau couché* | | | | 9.0 | 7.72 | 10.28 | 13.27 |
| | | P2 | | | | | -1.7 | -3.29 | -0.11 | -2.02 |
| | | P3 | | | | | -1.4 | -2.99 | 0.19 | -1.66 |
| | | P4 | | | | | -2.9 | -4.49 | -1.31 | -3.44 |
| | | P5 | | | | | -3.0 | -4.59 | -1.41 | -3.58 |
| | | P6 | | | | | -3.2 | -4.79 | -1.61 | -3.80 |
| | | P7 | | | | | -3.0 | -4.59 | 1.41 | -3.57 |
| | | P8 | | | | | -3.0 | -4.59 | -1.41 | -3.57 |
| | *F.A.* | Vache | | | | | 1.03 | 0.46 | 1.84 | - |
| | | Résidus | | | | | 1.88 | 1.52 | 2.13 | - |

| | | | DUREE | | | | FREQUENCE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Estimation | Intervalle de confiance | | t-value | Estimation | Intervalle de confiance | | t-value |
| | | | | 2.50% | 97.5% | | | 2.50% | 97.5% | |
| *Léchage du veau* | *Facteur fixe* | Intercept (P1) | 24.14 | 22.09 | 26.20 | 22.19 | 206 | 181.64 | 230.36 | 16.05 |
| | | P2 | -15.86 | -18.45 | -13.27 | -11.54 | -92.8 | -121.61 | -63.99 | -6.07 |
| | | P3 | -18.49 | -21.08 | -15.90 | -13.45 | -136.9 | -165.71 | -108.09 | -8.96 |
| | | P4 | -20.80 | -21.39 | -18.21 | -15.14 | -156.0 | -180.81 | -127.19 | -10.21 |
| | | P5 | -20.55 | -21.14 | -17.96 | -14.95 | -152.6 | -181.41 | -123.79 | -9.99 |
| | | P6 | -19.27 | -21.86 | -16.68 | -14.02 | -135.8 | -164.61 | -106.99 | -8.89 |
| | | P7 | -19.88 | -21.47 | -17.29 | -14.47 | -151.8 | -180.61 | -122.99 | -9.93 |
| | | P8 | -18.80 | -21.39 | -16.21 | -13.69 | -161.3 | -190.11 | -132.49 | -10.56 |
| | *F.A.* | Vache | 1.55 | 0.61 | 2.81 | - | 21.92 | 11.18 | 37.96 | - |
| | | Résidus | 3.07 | 2.49 | 3.47 | - | 34.17 | 27.71 | 38.63 | - |

[1] P correspond à la période

[2] F.A. correspond à facteur aléatoire

[3] Exemple pour le comportement “vache couchée” : la moyenne pour les vaches saines en P1 est de 40,59%, soit 2 heures et 26 minutes (IC = [33,4 – 47,8%]). Comparé à P1, la durée passée couchée augmente de 12,79% en P2, soit 46 minutes (t-value = 2,64).

[4] Exemple de script R pour tester la variation de la durée du comportement « vache couchée » entre les périodes : Annexe 6.1.1.

[5] Graphiques des résidus : Annexe 6.1.2.1. pour les durées et 6.1.2.2. pour les fréquences

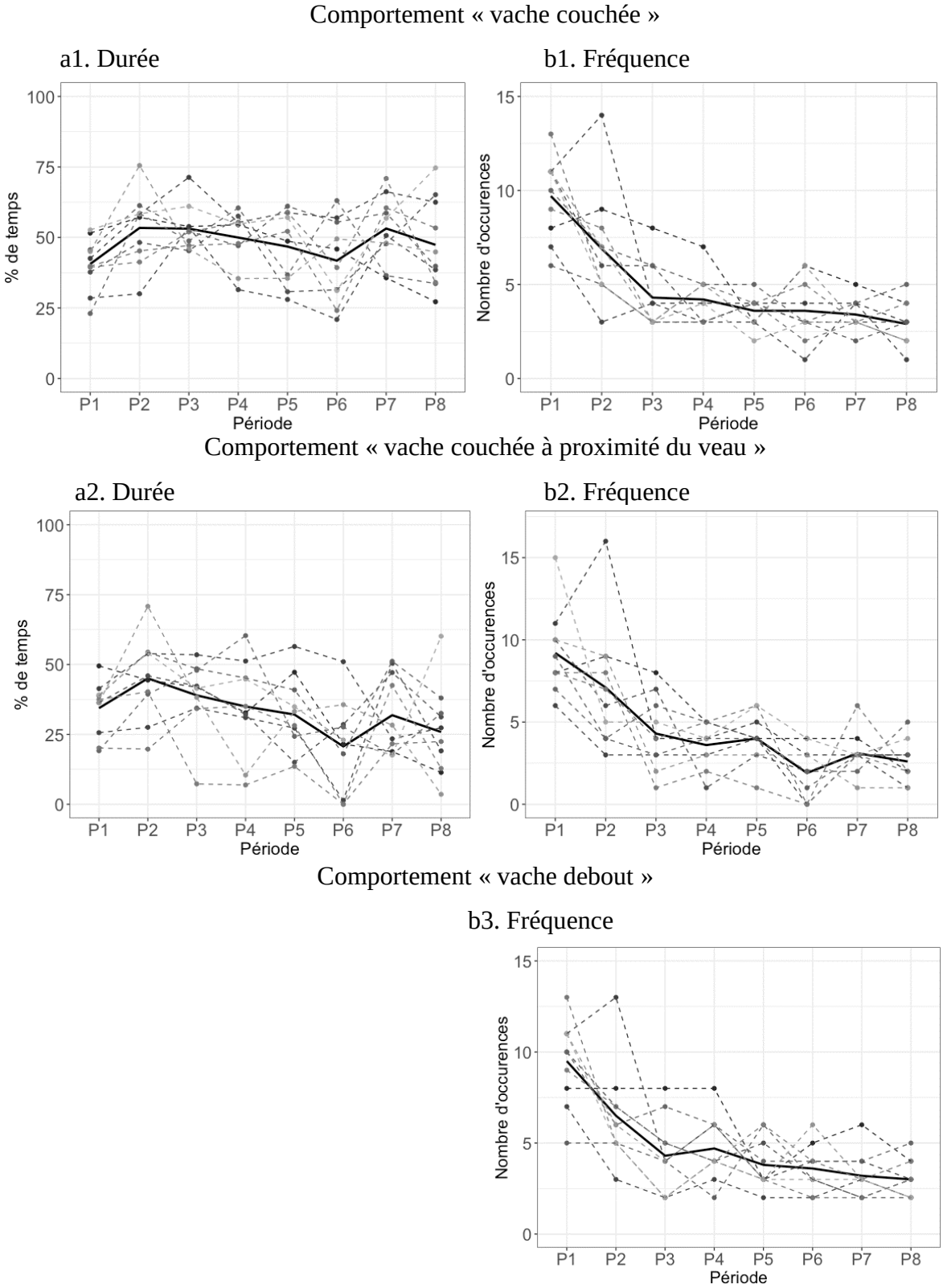
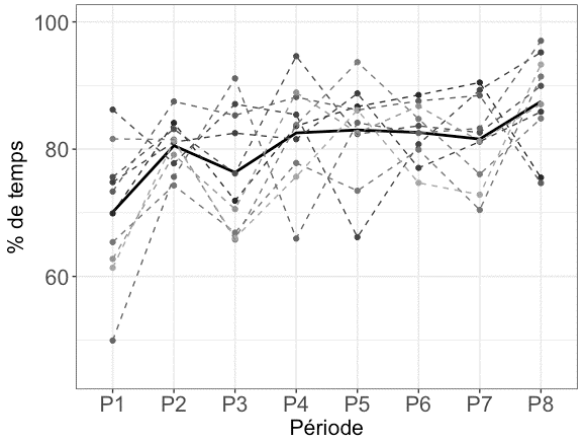


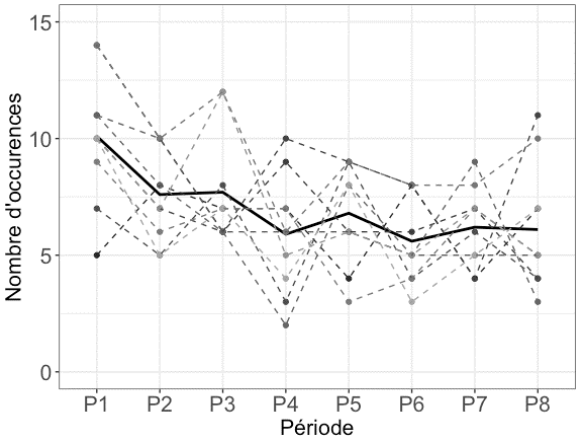

*Figure 8 : Evolution des durées et fréquences des comportements « vache couchée » (1), « vache couchée à proximité du veau » (2) et « vache debout » (3) au cours du temps pendant 48h post-vêlage chez 10 vaches saines. Les 48h sont divisées en huit périodes de six heures (P1 à P8). Pour chaque comportement, les durées (a) sont exprimées en pourcentage de temps, et les fréquences (b) correspondent à un nombre d'occurrences par période de 6h. Chaque courbe en pointillé représente une vache et la courbe en gras représente la moyenne des 10 vaches.*

Comportement « veau couché »

a4. Durée

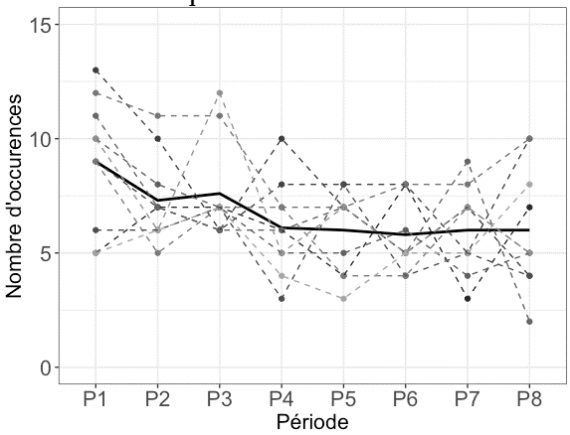



b4. Fréquence



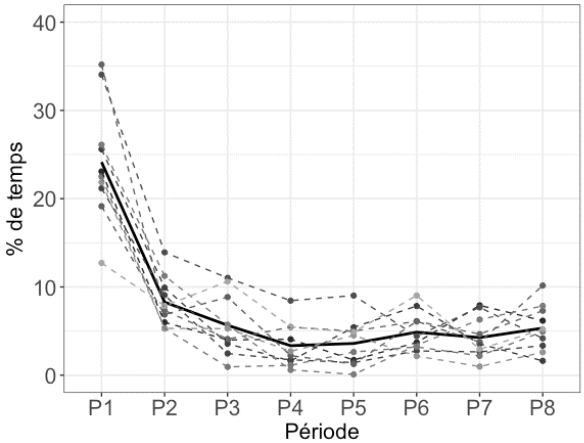

Comportement « veau debout »

b5. Fréquence




Comportement « léchage du veau »

a6. Durée




b6. Fréquence

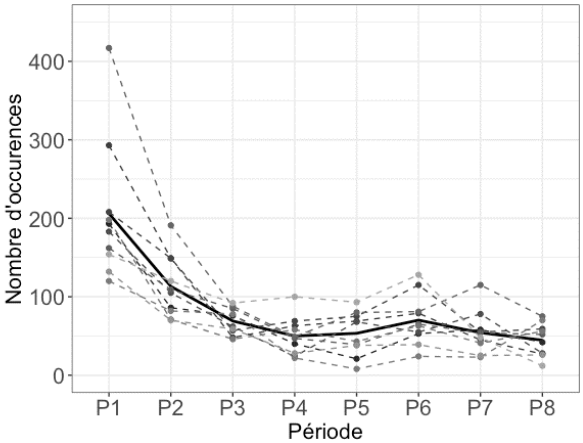



*Figure 8 bis : Evolution des durées et fréquences des comportements « veau couché » (4), « veau debout » (5) et « léchage du veau » (6) au cours du temps pendant 48h post-vêlage chez 10 vaches saines. Les 48h sont divisées en huit périodes de six heures (P1 à P8). Pour chaque comportement, les durées (a) sont exprimées en pourcentage de temps, et les fréquences (b) correspondent à un nombre d'occurrences par période de 6h. Chaque courbe en pointillé représente une vache et la courbe en gras représente la moyenne des 10 vaches.*

### 2.3.3. Variation de comportement selon le statut sanitaire des vaches (sain/malade)

- Latences des comportements

Les résultats sont présentés dans le Tableau 9 et la Figure 9.

Les vaches saines se levaient pour la première fois après 3,9 minutes (erreur standard : ± 95 secondes) et léchaient leur veau après 4 minutes (erreur standard : ± 95 secondes) après avoir vêlé. Elles se couchaient pour la première fois et à proximité de leur veau après 57,6 minutes (erreur standard : ± 9,4 minutes ; ± 11,6 minutes respectivement) après la mise-bas. Les veaux se levaient pour la première fois après 86 minutes (erreur standard : ± 14,1 minutes) et se couchaient après 93,45 minutes (erreur standard : ± 13,5 minutes).

Pour la plupart des comportements observés, les variations entre vaches saines et malades étaient négligeables, sauf pour le couchage à proximité du veau : les vaches malades se couchaient près de leur veau 32 minutes (erreur standard : ±18 minutes) plus tard que les vaches saines (p=0.10).

*Tableau 9 : Coefficients[1,2] du modèle linéaire des latences (en minutes) des comportements (vache couchée, vache couchée à proximité du veau, vache debout, veau couché, veau debout et léchage du veau) de 10 vaches saines et 7 vaches malades.*

| | | LATENCE | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Estimation | Erreur standard | t-value | p-value |
| | Effets fixes | | | | |
| *Vache couchée* | Saine | 57.55 | 9.38 | 6.14 | 1.90e-05 |
| | Malade | 7.34 | 14.61 | 0.50 | 0.62 |
| *Vache couchée à proximité du veau* | Saine | 57.55 | 11.55 | 4.98 | 0.0002 |
| | Malade | 32.01 | 18.00 | 1.78 | 0.10 |
| *Vache debout* | Saine | 3.88 | 1.59 | 2.44 | 0.03 |
| | Malade | -0.49 | 2.48 | -0.20 | 0.85 |
| *Veau couché* | Saine | 93.45 | 13.54 | 6.90 | 5.05e-06 |
| | Malade | -34.01 | 21.10 | -1.61 | 0.13 |
| *Veau debout* | Saine | 86.00 | 14.08 | 6.11 | 2e-05 |
| | Malade | -30.91 | 21.94 | -1.41 | 0.18 |
| *Léchage du veau* | Saine | 3.97 | 1.59 | 2.49 | 0.03 |
| | Malade | -0.51 | 2.48 | -0.21 | 0.84 |

[1] Exemple pour le comportement “vache couchée” : la moyenne pour les vaches saines est de 57.55 minutes (S.E. = 9.38). Comparé aux vaches saines, la latence moyenne de couchage des vaches malades augmente de 7.34 (S.E. = 14.61) minutes, soit 64.89 minutes (p-value = 0.62).

[2] Exemple de script R pour tester la variation de la latence de couchage entre les vaches saines et malades : Annexe 6.2.

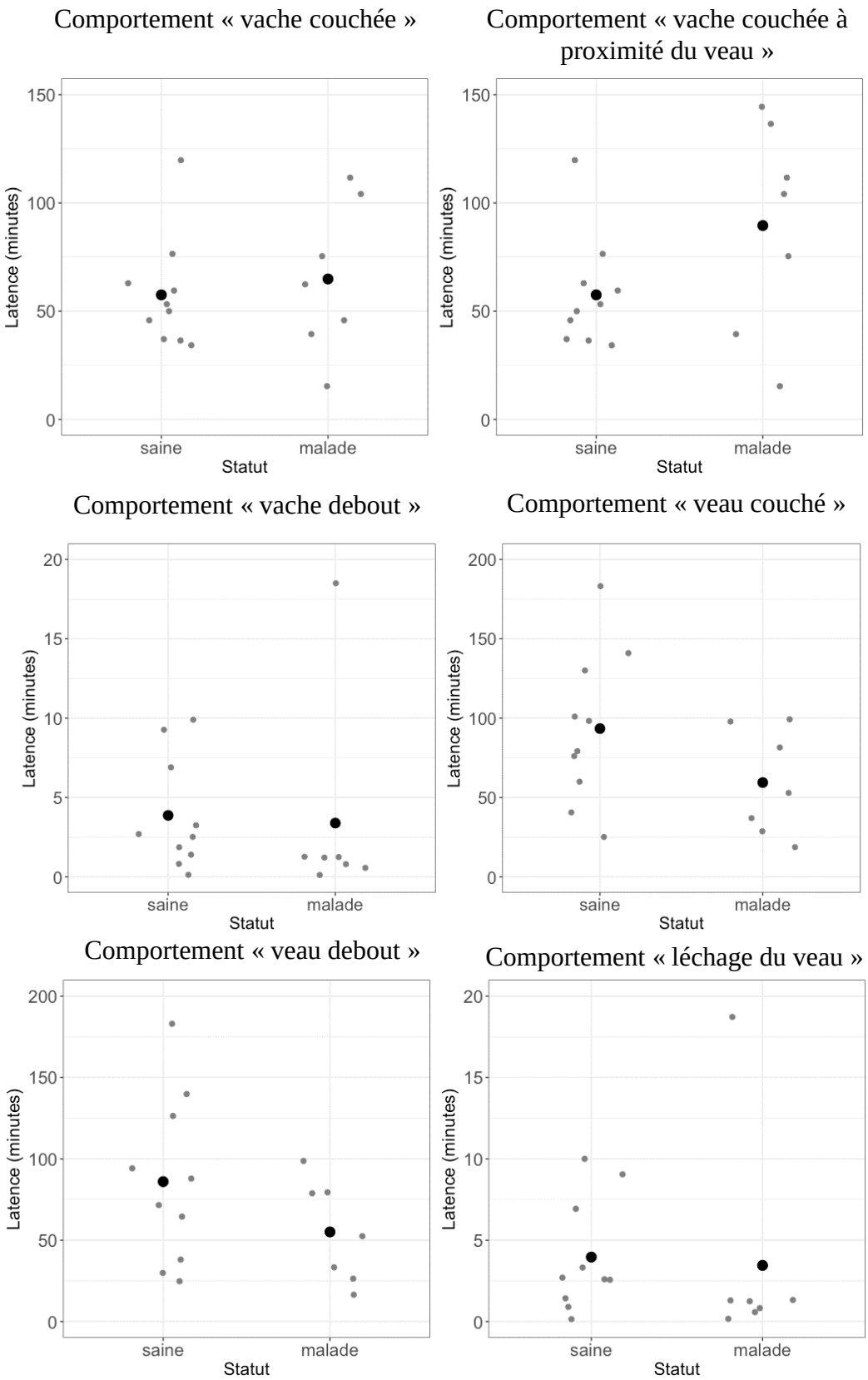


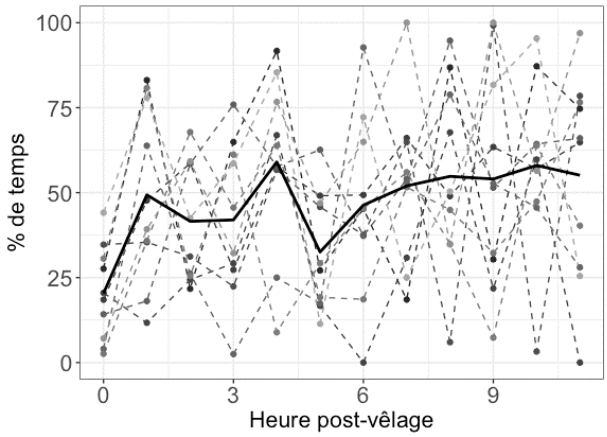

*Figure 9 : Latences (en minutes) des comportements (vache couchée, vache couchée à proximité du veau, vache debout, veau couché, veau debout et léchage du veau) de 10 vaches saines et 7 vaches malades. La moyenne est représentée par le point noir de plus grande taille.*

- Durées de chaque comportement au cours des 12 premières heures post-vêlage

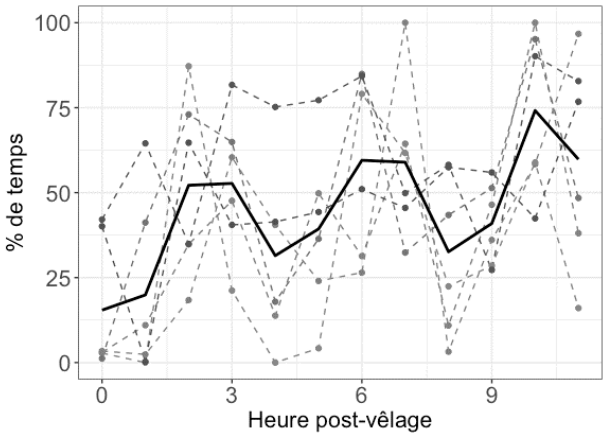
Les figures 10 et 10 bis représentent les durées et fréquences de chaque comportement au cours des 12 premières heures post-vêlage. Compte tenu de la forte variabilité interindividuelle (représentée par les courbes en pointillé), les variations au cours du temps des comportements ont été étudiées par bloc de six heures. Un exemple d'équation du modèle est présenté dans l'annexe 6.3.

Comportement « vache couchée »

a1. Vaches saines

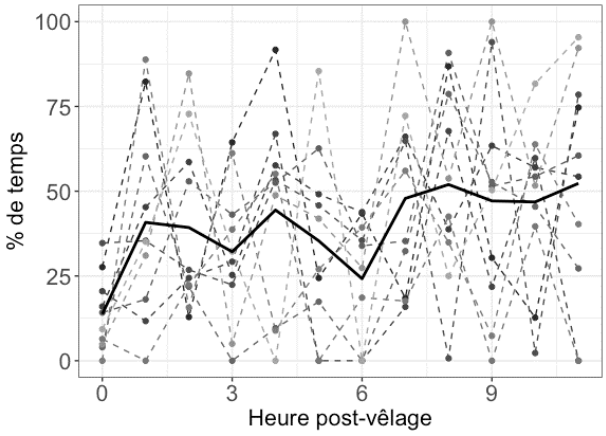



b1. Vaches malades




Comportement « vache couchée à proximité du veau »

a2. Vaches saines




b2. Vaches malades

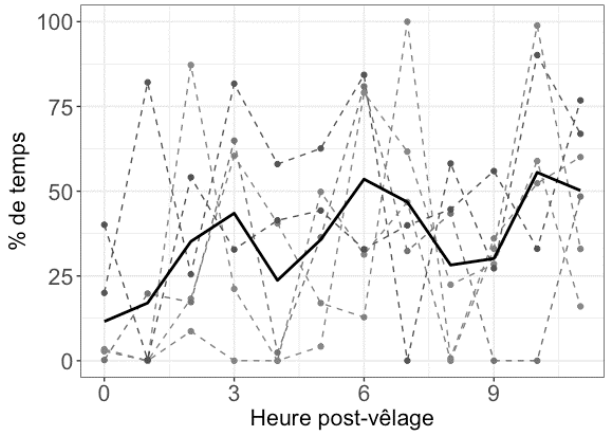
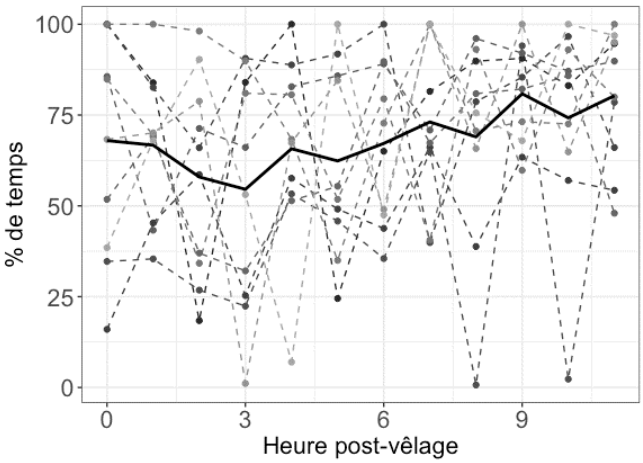


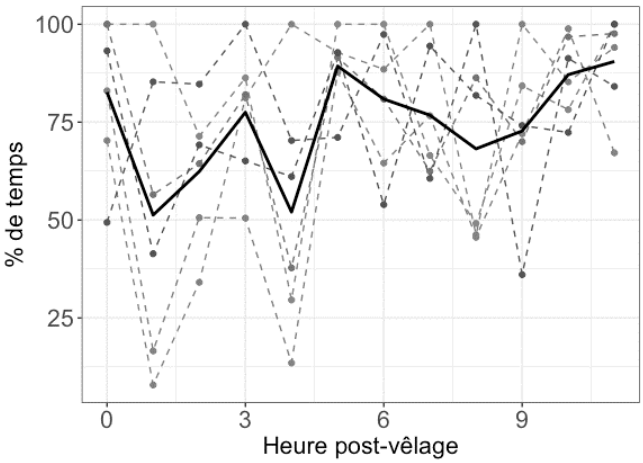

*Figure 10 : Evolution des durées des comportements « vache couchée » (1) et « vache couchée à proximité du veau » (2) au cours du temps pendant les 12 premières heures post-vêlage chez 10 vaches saines (a) et 6 vaches malades (b). Pour chaque comportement, les durées sont exprimées en pourcentage de temps. Chaque courbe en pointillé représente une vache, les courbes noires en gras représentent la moyenne des vaches.*

Comportement « vache debout »

a3. Vaches saines

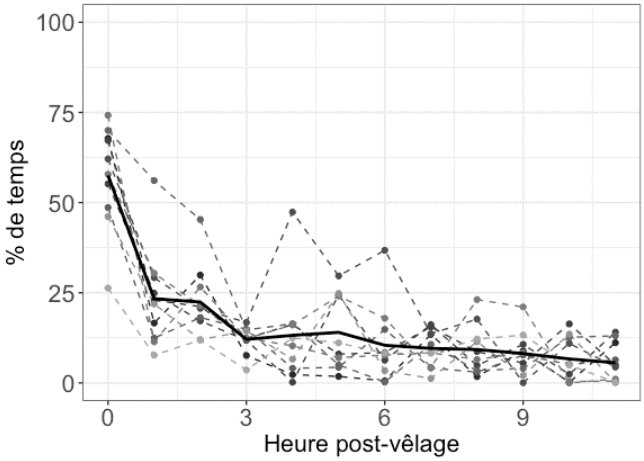



b3. Vaches malades




Comportement « léchage du veau »

a4. Vaches saines




b4. Vaches malades

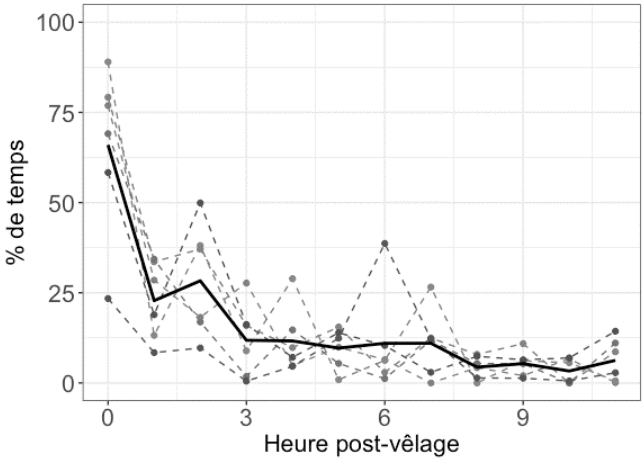



*Figure 10 bis : Evolution des durées des comportements « vache debout » (3) et « léchage du veau » (4) au cours du temps pendant les 12 premières heures post-vêlage chez 10 vaches saines (a) et 6 vaches malades (b). Pour chaque comportement, les durées sont exprimées en pourcentage de temps. Chaque courbe en pointillé représente une vache, les courbes noires en gras représentent la moyenne des vaches.*

- Fréquences de chaque comportement au cours des 12 premières heures post-vêlage

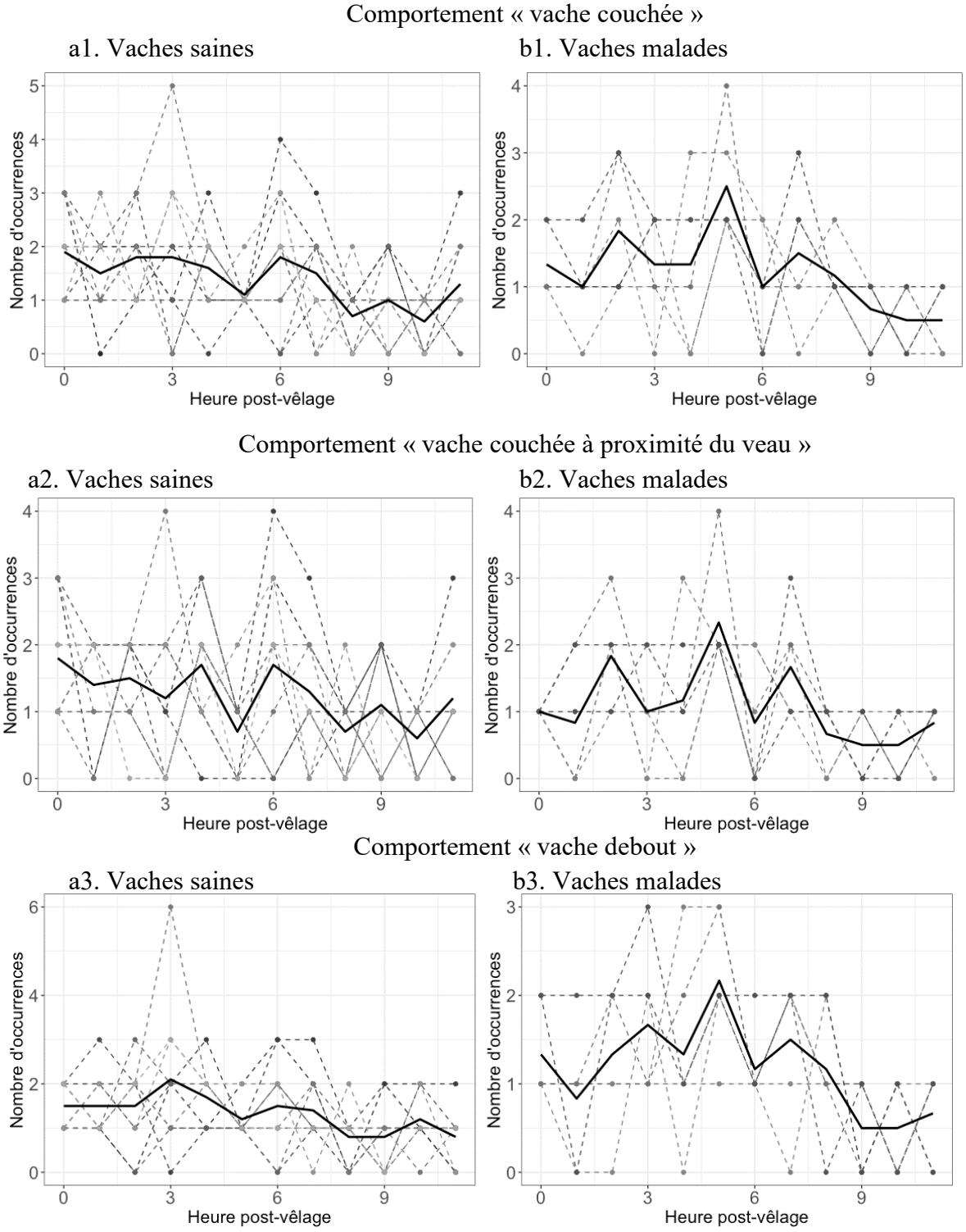
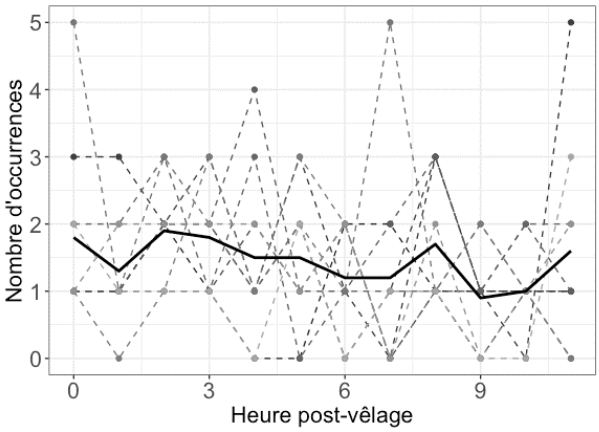


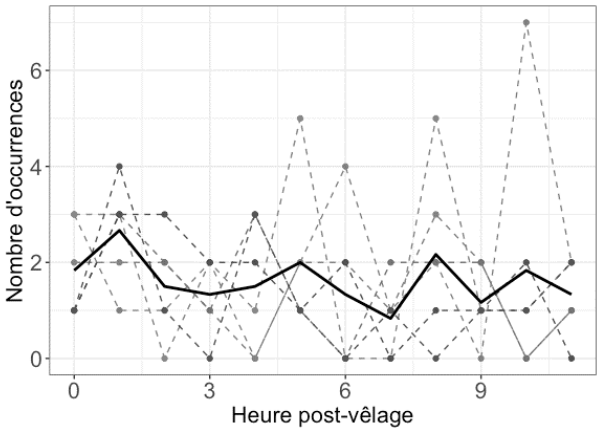

*Figure 11 : Evolution des fréquences des comportements « vache couchée » (1), « vache couchée à proximité du veau » (2) et « vache debout » (3) au cours du temps pendant les 12 premières heures post-vêlage chez 10 vaches saines (a) et 6 vaches malades (b). Pour chaque comportement, les fréquences sont exprimées en nombre d'occurrences par heure. Chaque courbe en pointillé représente une vache, les courbes noires en gras représentent la moyenne des vaches.*

Comportement « veau couché »

a4. Vaches saines

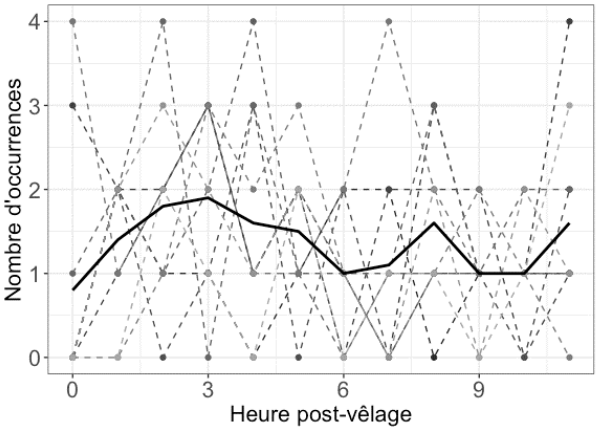



b4. Vaches malades

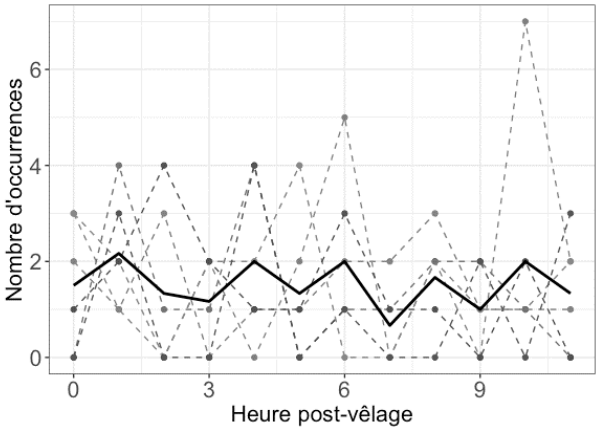



Comportement « veau debout »

a5. Vaches saines

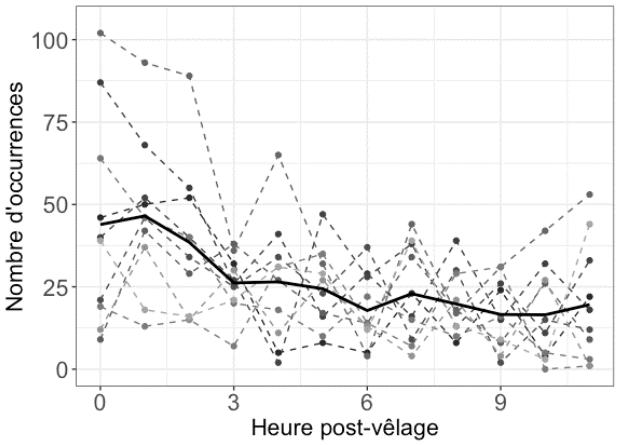



b5. Vaches malades




Comportement « léchage du veau »

a6. Vaches saines




b6. Vaches malades

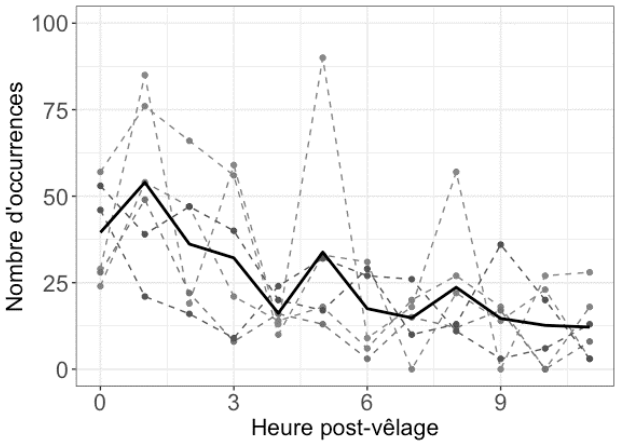



*Figure 11 bis : Evolution des fréquences des comportements « veau couché » (4), « veau debout» (5) et « léchage du veau » (6) au cours du temps pendant les 12 premières heures post-vêlage chez 10 vaches saines (a) et 6 vaches malades (b). Pour chaque comportement, les fréquences sont exprimées en nombre d'occurrences par heure. Chaque courbe en pointillé représente une vache, les courbes noires en gras représentent respectivement la moyenne des vaches.*

- Durées et fréquences de chaque comportement en P1 et en P2

Les résultats sont présentés dans le Tableau 10 et la Figure 12.

Aucun effet d'interaction période*statut n'a été mis en évidence (Annexe 7). Pour tous les comportements observés, les variations entre vaches saines et malades étaient négligeables en P1 et en P2.

*Tableau 10 : Durée (% de temps) et fréquence d'expression (nombre d'occurrences par période) de chaque comportement (vache couchée, vache couchée à proximité du veau, vache debout, veau couché, veau debout et léchage du veau) de 10 vaches saines et 7 vaches malades en P1 et 10 vaches saines et 6 vaches malades en P2[1,2,3].*

| | | | DUREE | | | | FREQUENCE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Estimation | Intervalle de confiance | | t-value | Estimation | Intervalle de confiance | | t-value |
| | | | | 2.50% | 97.5% | | | 2.50% | 97.5% | |
| *Vache couchée* | Facteurs fixes | Saine P1 | 39.82 | 32.50 | 47.07 | 10.58 | 9.29 | 7.72 | 10.88 | 11.36 |
| | | Malade P1 | 1.21 | -9.47 | 12.07 | 0.22 | 0.70 | -1.17 | 2.54 | 0.74 |
| | | Saine P2 | 14.33 | 8.55 | 19.76 | 5.22 | -3.39 | -4.98 | -1.85 | -4.36 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | 9.61 | 3.67 | 14.46 | - | 1.06 | 0.00 | 2.17 | - |
| | | Résidus | 7.82 | 5.51 | 11.43 | - | 2.22 | 1.58 | 3.00 | - |
| *Vache couchée à proximité du veau* | Facteurs fixes | Saine P1 | 33.68 | 26.25 | 41.06 | 8.79 | 9.52 | 7.03 | 12.09 | 7.34 |
| | | Malade P1 | -1.21 | -12.06 | 9.77 | -0.22 | 0.01 | -3.21 | 3.05 | 0.01 |
| | | Saine P2 | 12.09 | 6.21 | 17.73 | 4.25 | -2.77 | -4.15 | -0.87 | -2.86 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | 9.68 | 4.01 | 14.53 | - | 2.50 | 0.00 | 4.23 | - |
| | | Résidus | 8.09 | 5.73 | 11.67 | - | 2.76 | 1.88 | 4.26 | - |
| *Vache debout* | Facteurs fixes | Saine P1 | | | | | 8.88 | 7.41 | 10.36 | 11.61 |
| | | Malade P1 | *inverse de vache couchée* | | | | 0.71 | -1.05 | 2.43 | 0.79 |
| | | Saine P2 | | | | | -3.17 | -4.63 | -1.74 | -4.41 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | | | | | 1.02 | 0.00 | 2.04 | - |
| | | Résidus | | | | | 2.06 | 1.46 | 2.79 | - |
| *Veau couché* | Facteurs fixes | Saine P1 | 70.40 | 65.64 | 75.16 | 28.47 | 12.54 | 10.35 | 14.82 | 10.93 |
| | | Malade P1 | -0.24 | -6.81 | 6.35 | -0.07 | -2.22 | -5.06 | 0.41 | -1.62 |
| | | Saine P2 | 9.84 | 5.01 | 14.84 | 3.93 | -2.94 | -5.27 | -1.03 | -3.03 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | 4.47 | 0.00 | 7.96 | - | 1.91 | 0.00 | 3.62 | - |
| | | Résidus | 7.15 | 5.09 | 9.96 | - | 2.77 | 1.87 | 4.03 | - |
| *Veau debout* | Facteurs fixes | Saine P1 | | | | | 10.81 | 8.81 | 12.86 | 10.38 |
| | | Malade P1 | *inverse de veau couché* | | | | -1.78 | -4.28 | 0.57 | -1.45 |
| | | Saine P2 | | | | | -1.76 | -3.87 | 0.10 | -1.86 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | | | | | 1.51 | 0.00 | 3.07 | - |
| | | Résidus | | | | | 2.71 | 1.86 | 3.76 | - |
| *Léchage du veau* | Facteurs fixes | Saine P1 | 24.63 | 21.72 | 27.53 | 16.30 | 196.66 | 152.85 | 240.29 | 8.72 |
| | | Malade P1 | -0.18 | -4.08 | 3.70 | -0.09 | 13.07 | -41.53 | 68.08 | 0.47 |
| | | Saine P2 | -16.82 | -20.15 | -13.44 | -10.06 | -100.27 | -128.43 | -71.39 | -7.09 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | 2.09 | 0.00 | 4.47 | - | 48.86 | 22.43 | 72.85 | - |
| | | Résidus | 4.79 | 3.41 | 6.39 | - | 40.24 | 28.58 | 57.53 | - |

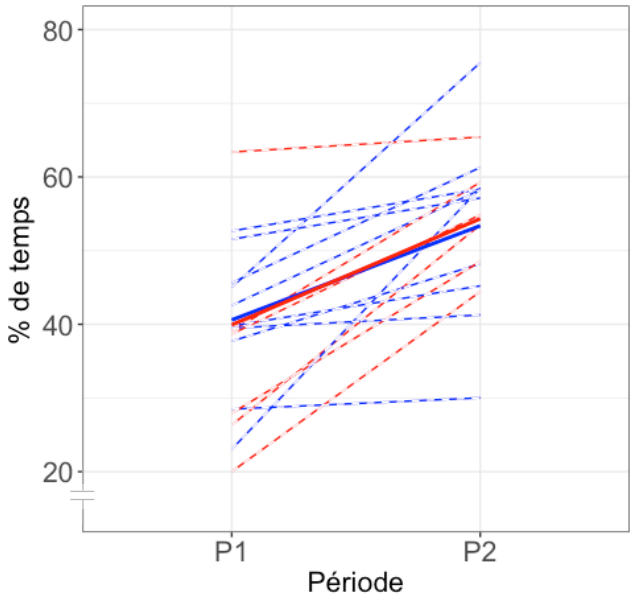
[1] Exemple pour le comportement "vache couchée" : la moyenne pour les vaches saines en P1 est de 39,82% (IC=[32,50 – 47,07%])), soit 1 heure et 58 minutes, et de 54,15% en P2, soit 3 heures et 15 minutes. Comparé aux vaches saines, les vaches malades passent 1,21% de moins couchées en P1, soit 2,4 minutes.

[2] Exemple de script R pour tester la variation de la durée de couchage en P1 et P2 : Annexe 6.4.1.

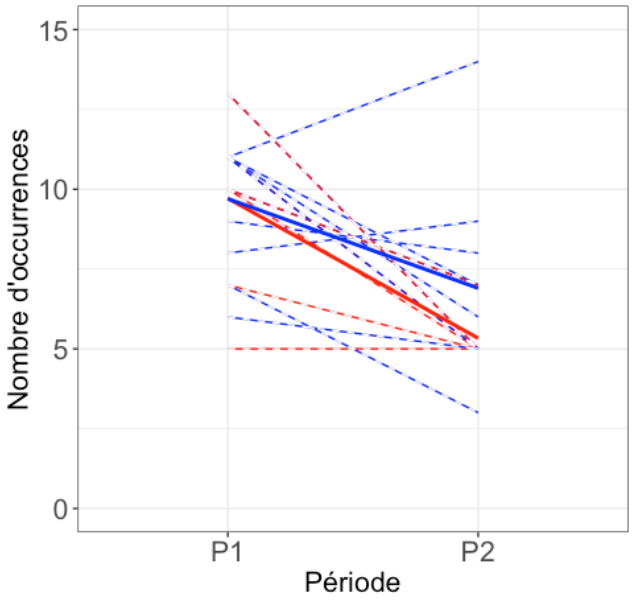
[3] Graphiques des résidus : Annexe 6.4.2.1. pour les durées et 6.4.2.2. pour les fréquences

Comportement « vache couchée »

a1. Durée

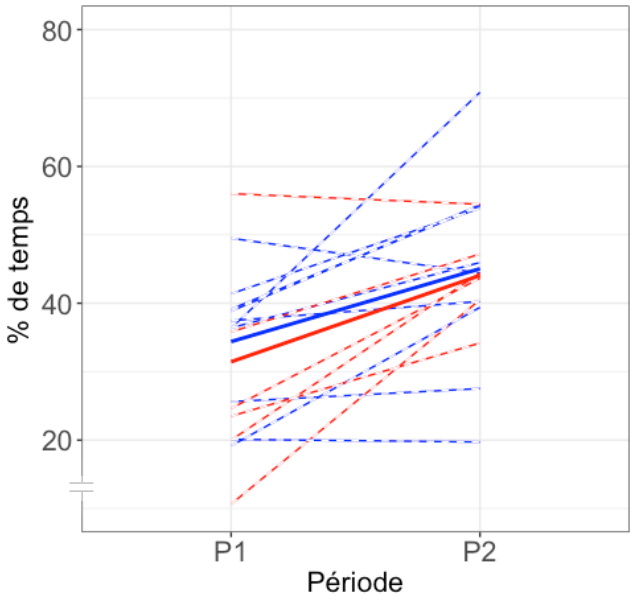



b1. Fréquence




Comportement « vache couchée à proximité du veau »

a2. Durée




b2. Fréquence

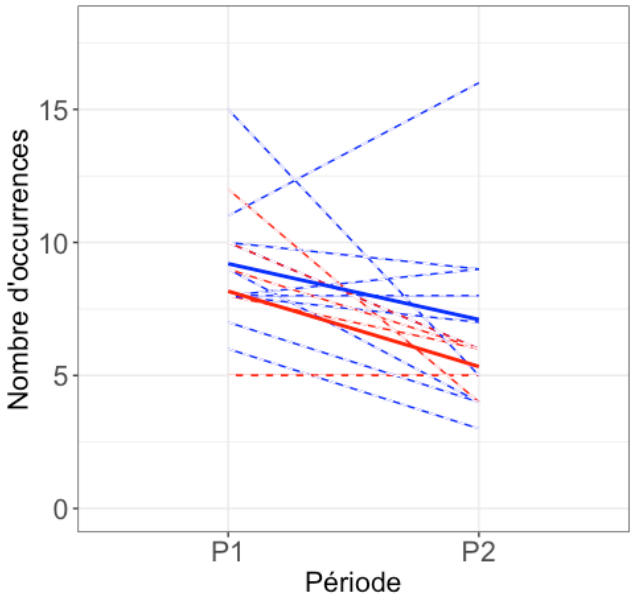
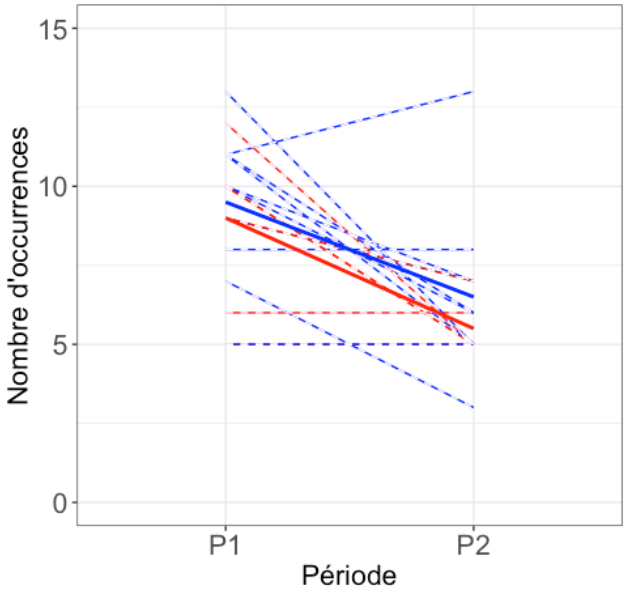



*Figure 12 : Evolution des durées (a) et fréquences d'expression (b) des comportements « vache couchée » (1) et « vache couchée à proximité du veau » (2) de 10 vaches saines et 7 vaches malades en P1 et 10 vaches saines et 6 vaches malades en P2. Les durées sont exprimées en pourcentage de temps et les fréquences en nombre d'occurrences par période. Les droites en pointillé bleu et rouge représentent les vaches saines et malades respectivement, et les droites bleue et rouge continues représentent la moyenne des vaches saines et malades respectivement.*

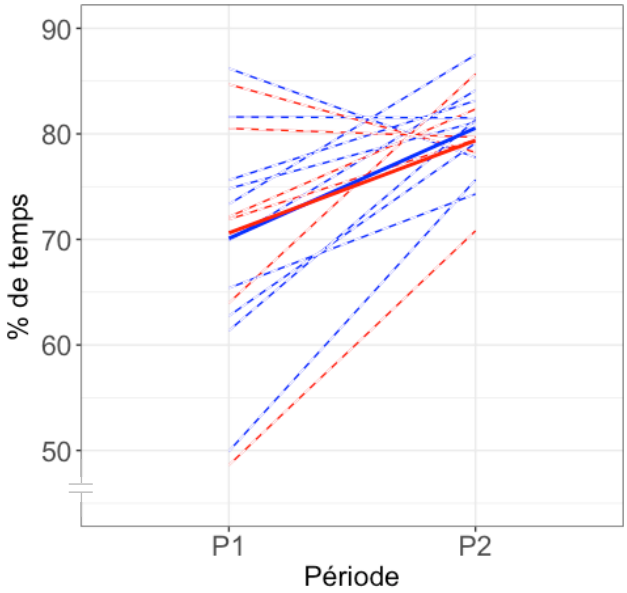
Comportement « vache debout »

b3. Fréquence




Comportement « veau couché »

a4. Durée




b4. Fréquence

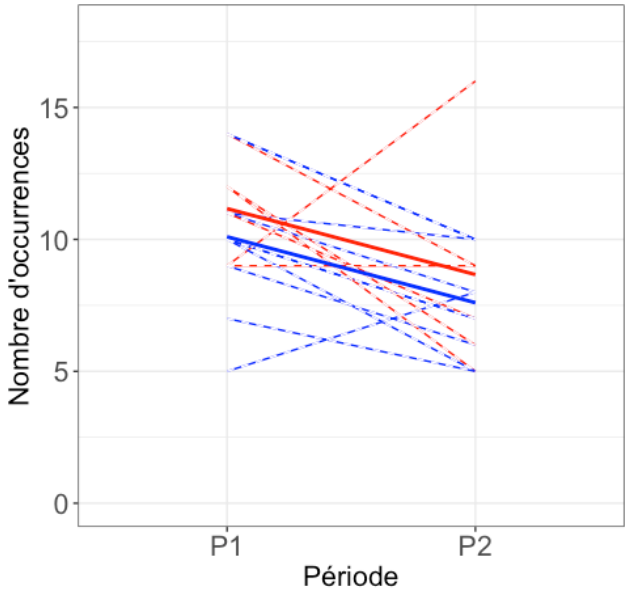
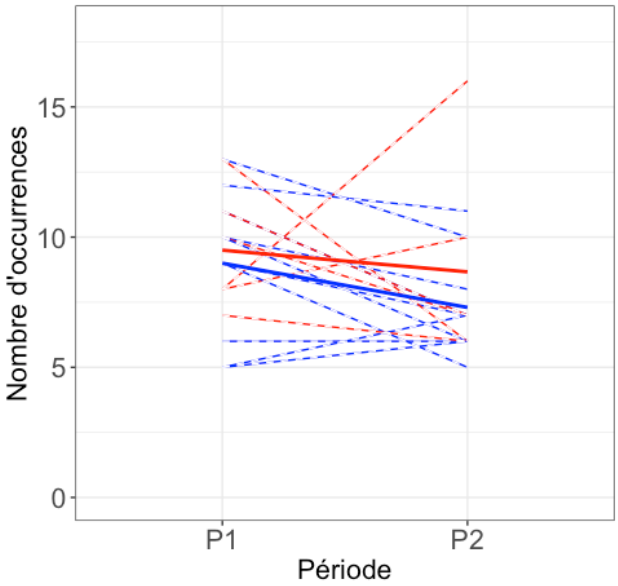



*Figure 12 bis : Evolution des durées (a) et fréquences d'expression (b) des comportements « vache debout » (3) et « veau couché » (4) de 10 vaches saines et 7 vaches malades en P1 et 10 vaches saines et 6 vaches malades en P2. Les durées sont exprimées en pourcentage de temps et les fréquences en nombre d'occurrences par période. Les droites en pointillé bleu et rouge représentent les vaches saines et malades respectivement, et les droites bleue et rouge continues représentent la moyenne des vaches saines et malades respectivement.*

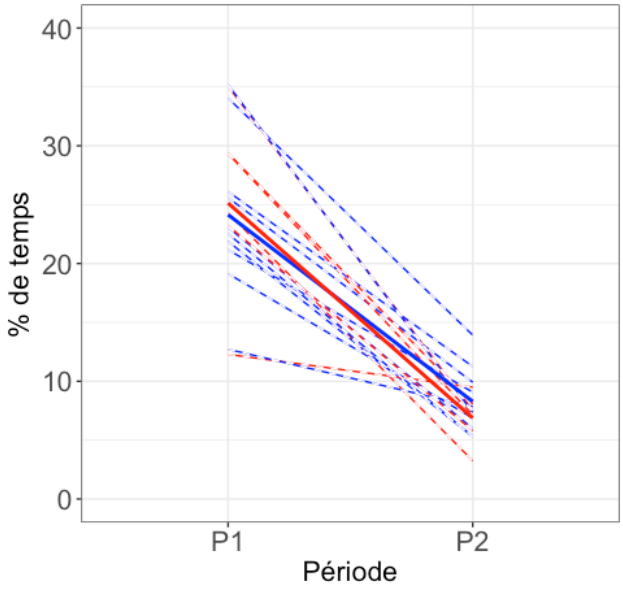
Comportement « veau debout »

b5. Fréquence




Comportement « léchage du veau »

a6. Durée




b6. Fréquence

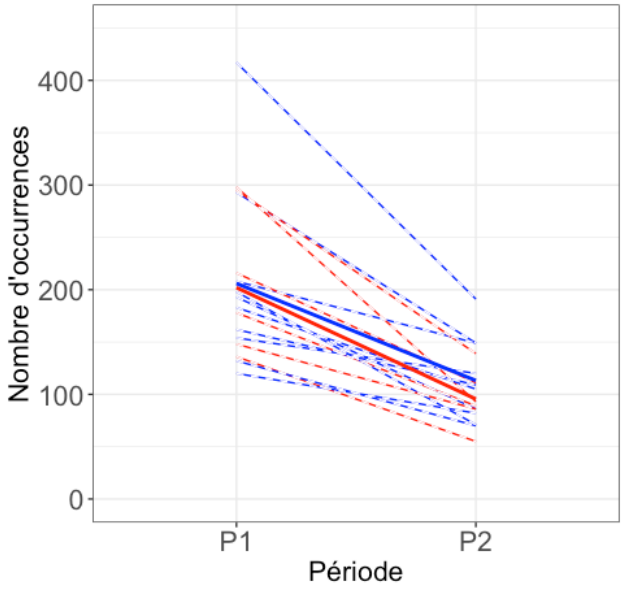



*Figure 12 ter : Evolution des durées (a) et fréquences d'expression (b) des comportements « veau debout » (5) et « léchage du veau » (6) de 10 vaches saines et 7 vaches malades en P1 et 10 vaches saines et 6 vaches malades en P2. Les durées sont exprimées en pourcentage de temps et les fréquences en nombre d'occurrences par période. Les droites en pointillé bleu et rouge représentent les vaches saines et malades respectivement, et les droites bleue et rouge continues représentent la moyenne des vaches saines et malades respectivement.*

### 2.4. Discussion

Cette étude s'intéressait à l'effet de la maladie sur le comportement maternel chez la vache laitière. En étudiant une population de 10 vaches saines pendant 48 heures post-vêlage, nous avons pu démontrer que ces vaches s'occupaient rapidement de leur veau après la mise-bas. Les six premières heures post-vêlage étaient celles où les vaches saines semblaient être le plus actives et prodiguaient le plus de soin maternel. Les vaches malades (n=7 en P1 et n=6 en P2) se levaient et léchaient leur veau puis se couchaient au même moment que les vaches saines. En revanche, les vaches malades se couchaient plus tardivement près de leur veau que les vaches saines. Le comportement du veau ne semblait pas être modifié selon le statut sanitaire (saine / malade) de leur mère. Cette étude, réalisée à petite échelle (17 vaches multipares incluses), et incluant des vaches présentant des pathologies diverses (mammite, pneumonie et infection), permet de proposer quelques hypothèses qui devront être vérifiées à plus large échelle et pour différentes pathologies.

Le comportement des vaches a été suivi pendant 48 heures post-partum. Pour cela, nous avons défini huit périodes (P1 à P8) de six heures pendant les 48 heures. Cette méthodologie a permis de comparer nos résultats avec ceux de deux études antérieures conduites sur des vaches laitières de race Holstein : i) l'une s'intéressant au comportement maternel des vaches primipares et multipares via des observations directes pendant les six premières heures post-vêlage (Edwards et Broom, 1982) ; et ii) l'autre étudiant ces mêmes comportements à l'aide d'enregistrements vidéo pendant 24 heures post-vêlage chez des vaches multipares (Jensen, 2012). Ces études ont permis de mettre en lumière la période pendant laquelle le comportement maternel était le plus intense et correspondait aux six premières heures post-vêlage. D'autres études ont aussi étudié le comportement maternel, mais ont utilisé des méthodes ou modèles différents : vaches Salers ou Holstein primipares observées pendant 4 heures post-vêlage au pâturage (Le Neindre, 1989), vaches Holstein primipares et multipares séparées de leur veau après 10,1±4,1 heures et étude par bloc de 3 heures (Houwing et al., 1990), une étude du comportement de 6 veaux séparés en 2 traitements : 3 veaux de vaches Holstein sont restés avec leur mère, et les 3 autres ont été séparés après une heure post-vêlage (Kovalčik et al., 1980) et une étude du comportement de vache Pie Rouge de Suède et Holstein sur les intervalles post-vêlage suivants : 0-2h, 24-26h, 48-50h, 72-74h et 96-98h (Lidfors, 1996). Dans la suite de la discussion, nous avons comparé nos résultats à ceux de ces études.

Pour étudier l'effet de la maladie sur le comportement maternel chez les vaches laitières, nous avons comparé le comportement de vaches saines (absence de diagnostic lors d'un examen clinique pendant 48 heures post-vêlage) et malades (au moins une température rectale supérieure ou égale à 39°C et diagnostic par le vétérinaire dans les 48 heures post-vêlage). Seules les vaches malades dès le début de la période d'observation (H0) et celles n'ayant pas reçu de traitement ont été incluses dans l'étude. Ce critère nous a permis de nous affranchir d'éventuelles pathologies subcliniques qui auraient pu influer le comportement et que l'on aurait pu confondre avec des vaches saines.

- *Comportement des vaches saines au cours du temps*

Pendant la première période (les six premières heures post-vêlage, soit P1), les vaches saines étaient plus actives qu'après (P2 à P8). Elles passaient moins de temps couchées pendant ces six premières heures (P1) par rapport à P2, P3, P4 et P7, et changeaient plus souvent de position (debout/couché) par rapport à P2, P3, P4, P5, P6, P7 et P8. De plus, elles interagissaient plus avec leur veau qu'après : la durée et la fréquence de léchage étaient plus grandes en P1 par rapport à P2, P3, P4, P5, P6, P7 et P8. Ces résultats sont en accord avec les études d'Edwards et Broom (1982), Jensen (2012), Le Neindre (1989) et Houwing et al. (1990).

✓ *Activité des vaches : posture debout / couché et alimentation*

Les vaches se levaient 3,88 minutes après le part, valeur proche de celles décrites dans les études d'Edwards et Broom (1982) (2ème parité : 3,3 minutes ; 3ème parité : 1,3 minute, 4ème parité et plus : 30 secondes) , Jensen (2012) (2ème parité : 2,76 minutes ; 3ème parité : 49 secondes ; 4ème parité et plus : 42 secondes), Le Neindre (1989) (3,7 et 2,8 minutes en moyenne pour des vaches primipares de race Holstein et Salers respectivement) et Houwing et al. (1990) (3,6 minutes).

Le temps passé debout lors des six premières heures (P1 : 3 heures et 34 minutes) décroissait au cours des 18 heures suivantes (P2 : 2 heures et 48 minutes, P3 : 2 heures et 49 minutes, P4 : 3 heures). La valeur pour la durée passée debout est cohérente avec celles de Edwards & Broom (1982) pour les six premières heures (1ère parité : 3 heures 39 minutes, 2ème parité : 3 heures 57 minutes; 3ème parité : 4 heures 43 minutes, vaches de 4ème parité et plus : 3 heures 47 minutes). Ainsi, les vaches étaient particulièrement actives au cours de la première période.

Le temps passé debout était aussi plus grand en post-vêlage (58% sur 3 heures, soit 1 heure 44 minutes) par rapport à la période qui le précède (49% sur 3 heures, soit 1 heure 28 minutes) (Houwing et al., 1990). Une baisse de l'activité locomotrice et de la rumination a aussi été notée après le part (activité locomotrice : de 3 à 1% en 3 heures ; rumination : de 18 à 7% en 3 heures, Houwing et al., 1990).

Jensen (2012) a aussi remarqué que les vaches passaient moins de temps à manger (0,73 minutes) et boire (0,07 minutes) pendant la première heure, suggérant que les vaches ne prioriseraient ni l'alimentation ni le repos après le vêlage. Le comportement alimentaire n'a pas été enregistré ici, mais il serait intéressant de le considérer dans de futures études.

- ✓ *Interactions mère-jeune*

Les vaches se couchaient à proximité de leur veau pour la première fois 57,55 minutes après le part. Cette latence n'a pas été rapportée dans les autres études. A notre connaissance, notre étude est la première à inclure la proximité entre la mère et le jeune pour le comportement de couchage. Edwards et Broom (1982) ont étudié la distance réelle mère-veau (en position debout ou couchée), définie comme la distance entre la tête de la vache et le point du veau le plus proche. Ils ont montré qu'au cours des six premières heures, les vaches multipares restaient à moins d'un mètre de leur veau. Lidfors (1996) a aussi montré que la distance entre la vache et son veau était inférieure à un mètre. Nos résultats ont montré que les vaches passaient 40,6% du temps couchées lors des six premières heures, dont 34% à proximité du veau. Cette proximité entre la mère et son jeune a aussi été décrite par Edwards et Broom (1982) et Lidfors (1996).

Les vaches flairaient et léchaient leur veau 3,97 minutes après le vêlage, soit 54 secondes après s'être levées. Ces résultats correspondent aux descriptions de l'étude de Jensen (2012), qui a rapporté que les vaches flairaient et lèchaient leur veau dans les premières minutes après le part ($2^{nde}$ parité : 3,08 minutes ; $3^{ème}$ parité : 60 secondes, $4^{ème}$ et autres parités : 42 secondes). Ces latences sont plus longues chez des vaches primipares (6,6 et 5,0 minutes en moyenne pour des vaches de race Holstein et Salers respectivement, Le Neindre (1989)). Cependant, aucune différence significative n'a été trouvée entre des vaches primipares et multipares dans une autre étude : 2,7 et 2,6 minutes respectivement (Houwing et al., 1990).

Dans notre étude, la durée du comportement de léchage et flairage du veau était particulièrement élevée pendant les six premières heures post-vêlage (87 minutes), valeur en accord avec celles de Jensen (2012) (96 minutes, IC=[76min,98min] au cours des six premières heures). Edwards et Broom ont rapporté des durées plus courtes (1ère parité : 54,3 minutes, 2nde parité : 64,1 minutes ; 3ème parité : 56,4 minutes, 4ème parité : 50,6 minutes) mais seul le léchage a été pris en compte. D'autres études rapportent aussi des durées de 41,9±113 minutes pendant 4 heures post-vêlage (Metz, Metz, 1987 ; Le Neindre, 1989), 65 minutes pendant 3 heures post-vêlage (Houwing et al., 1990).

La durée des comportements de flairage et léchage déclinaient ensuite graduellement pendant les 42 heures suivantes (P2 : 30 minutes, P3 : 20 minutes, P4 : 12 minutes, P5 : 13 minutes, P6 : 18 minutes, P7 : 15 minutes et P8 : 19 minutes). Une baisse de durée de léchage au cours des trois, six et 24 heures post-vêlage a aussi été rapportée (Edwards, Broom, 1982b ; Lidfors, Jensen, 1988 ; Lidfors, 1996 ; Houwing et al., 1990 ; Jensen, 2012).

- ✓ *Comportement des veaux*

Les veaux se levaient pour la première fois après 86 ±14 minutes, contre 51 (32-90) minutes dans l'étude de Jensen (2012), et 40 minutes dans l'étude de Kovalčik et al. (1980). Des latences plus longues ont aussi été rapportées (veaux de vaches de 1ère parité : 1 heure 45 minutes, 2nde parité : 2 heures 11 minutes, 3ème parité : 2 heures 12 minutes et 4ème parité et plus : 2 heures 10 minutes, Edward et Broom, 1982). Lidfors (1996) a rapporté une latence de 63,4±27,7 minutes pour les veaux qui ont tété sans aide, et 53,6±42,1 minutes pour des veaux qui ont été aidés pour téter. Les veaux se couchaient après 93 ±14 minutes. Nous n'avons pas pu comparer cette donnée avec la littérature puisque la latence de couchage des veaux n'a pas été rapportée dans l'étude de Jensen (2012).

Les veaux passaient 4 heures et 12 minutes (IC= [3h54min ; 4h31min]) couchés au cours des six premières heures. Le temps que les veaux passaient couchés augmentait au cours des 48 heures post-vêlage (4 heures et 12 minutes en P1 avec une augmentation allant d'au moins 22 minutes à 1 heure et 26 minutes de plus entre P2 et P8). Le changement de position (couché/debout) diminuait au cours des 48 heures post-vêlage (9,7 fois en P1 contre 2,9 fois en P8). Jensen (2012) avait montré la même évolution au cours des 24 heures post-vêlage.

- *Comparaison des comportements des vaches saines et malades au cours du temps*

Les vaches malades et les vaches saines avaient un comportement (activité dirigée vers le veau - léchage - et activité générale - couchage de la vache et du veau, couchage de la vache à proximité du veau) similaire après le vêlage : les vaches malades étaient aussi maternelles que les vaches saines.

✓ *Activité des vaches : posture debout / couché et alimentation*

L'évolution du temps passé couché après le vêlage était la même chez les vaches malades et les vaches saines : les vaches malades passaient autant de temps couchées pendant les six premières post-vêlage que les vaches saines. Aussi, la majorité du temps était passée couchée près du veau. Dans les études précédentes, non conduites après la mise bas, les vaches malades (hormis celles atteintes de mammite) passaient plus de temps couchées que les vaches saines. Nos résultats ont également suggéré qu'après le vêlage, les vaches malades étaient aussi motivées que les vaches saines pour rester debout et se consacrer aux soins maternels.

✓ *Interactions mère-jeune*

Les vaches malades se couchaient 32 ± 18 minutes plus tard près de leur veau que les vaches saines, soit environ 1 heure et 30 minutes après avoir vêlé, mais nous n'avons observé qu'une tendance pour ce résultat (p-value=0,1). Une hypothèse pourrait être que les vaches malades ne cherchent pas le contact avec le veau juste après le vêlage à cause de l'association du (1) vêlage, période éprouvante et stressante pour la vache (Mainau, Manteca, 2011), et (2) la maladie, qui affaiblit l'animal (Hart, 1988). Des études plus fines sur les interactions mère-veau seront nécessaires pour comprendre ce résultat. Nous pourrions proposer d'affiner le répertoire comportemental à étudier en incluant par exemple le regard de la vache vers son veau, la distance réelle vache-veau. La distance mère-jeune peut dépendre des dimensions du box de vêlage, aussi nous aurions pu proposer d'utiliser un box de plus grande dimension.

Les vaches malades flairaient et léchaient leur veau aussi longtemps que les vaches saines au cours des six premières heures. Ainsi, au cours des six premières heures post-vêlage, les vaches malades étaient aussi maternelles que les vaches saines. Ces résultats sont étonnants car les vaches malades sont généralement décrites comme apathiques : elles mangent moins (Huzzey et al., 2007 ; Proudfoot et al., 2014 ; Fogsgaard et al., 2012) et passent plus de temps couchées (Proudfoot et al. 2014). Ce comportement « de maladie » régule le système immunitaire et optimise le rétablissement (Hart, 1988 ; Johnson, 2002).

Nos résultats suggèrent que la motivation à s'occuper des petits ne semble pas suivre un profil similaire aux autres comportements (alimentaire, activité locomotrice…) qui diminuent lorsque l'animal est malade (Hart, 1988 ; Johnson, 2002). Le concept de motivation aide à comprendre comment la réponse comportementale change d'un moment à un autre sous l'influence de stimuli environnementaux, ainsi que des priorités de l'animal (Jensen, 2017). Ainsi, la motivation pour s'occuper du veau semblerait être plus grande que celle pour se reposer lorsque la vache est malade. A notre connaissance, une seule étude s'est intéressée au comportement maternel lors de maladie, sur un modèle murin (Aubert et al., 1997).

Cette étude s'intéressait à deux comportements maternels (construction du nid et transport de souris) à deux températures (6°, fort risque de mortalité ; 20°C : moindre risque de mortalité) chez des souris saines et des souris infectées par du LPS (Aubert et al., 1997). Les résultats montrent que les souris malades adaptent leur comportement selon leur motivation. En effet, à 22°C, la qualité du nid était significativement plus faible (évaluation par un score de notation) chez les mères ayant reçu du LPS comparé au groupe contrôle, alors que le transport des petits jusqu'au nid, bien que plus lent, était toujours présent et quasi aussi efficace que le groupe contrôle. A 6°C, les mères ayant reçu du LPS réalisaient non seulement le transport des petits jusqu'au nid, mais aussi la construction du nid. Le comportement des mères LPS dépend donc de la priorité donnée au comportement.

Ainsi, nos résultats suggèrent que si la maladie interfère avec le comportement maternel, une réorganisation des priorités à accomplir un comportement plutôt qu'un autre semble s'opérer chez les vaches après le vêlage. Le comportement semblable des vaches malades et des vaches saines peut être rapporté à cette réorganisation des priorités chez les vaches malades : après le vêlage, les vaches priorisent leur veau et les soins maternels à leur accorder plutôt que les comportements habituellement observés en cas de maladie (apathie, augmentation du temps de couchage…). Cette stratégie permettrait d'améliorer la survie des veaux.

- ✓ *Comportement des veaux*

Nous n'avons pas pu étudier le comportement de tétée à cause de l'interférence avec l'homme (biberon et tétées forcées). A notre connaissance, les seules études disponibles sur la gestion de la douleur autour du part et le comportement du veau s'intéressent à l'effet de la douleur ressentie après une césarienne sur le comportement de tétée. En effet, Guatteo et al. (2015) a comparé la quantité et la qualité de colostrum ingéré par le veau ainsi que la latence de tétée chez des vaches ayant subi une césarienne et ayant reçu ou non un anti-inflammatoire non stéroïdien (méloxicam) avant l'intervention. Les veaux des vaches ayant reçu un AINS ne tétaient pas plus précocement qu'un veau d'une mère non traitée (lot témoin : 3,7 ± 3,7 heures ; lot AINS : 3,5 ± 2,8 heures, p-value = 0,83). Cependant, lorsque la douleur était prise en charge avec un AINS avant une césarienne, les veaux avaient plus de chance d'avoir un bon transfert d'immunité avec une concentration d'IgG dans le sérum élevé (>15g/L). Ce résultat laisse à penser que la prise colostrale a été meilleure (durée et/ou fréquence plus élevée chez des vaches traitées avec un AINS). Des études complémentaires sont donc nécessaires pour infirmer ou confirmer cette hypothèse, et ce dans des situations autres que la césarienne.

### 2.5. Limites de l'étude

Cette étude présente quelques limites, qui vont être présentées ici.

L'effectif de vaches utilisées dans cette étude était faible : 17 vaches, 10 saines et 7 malades en P1 et 6 en P2. La diversité des maladies étudiées pourrait entrainer un effet confondant. En effet, le comportement de maladie est dépendant de la pathologie impliquée. Par exemple, les vaches atteintes de mammite passent plus de temps debout alors qu'en règle générale (Siivonen et al., 2011 ; Cyples et al., 2012 ; Fogsgaard et al., 2012 ; 2015), les vaches passent plus de temps couchées.

Donc, une étude conduite sur différentes pathologies avec un nombre suffisant d'animaux par pathologie permettrait d'affiner la réponse du comportement maternel selon le type de pathologie.

L'éthogramme utilisé n'était peut-être pas suffisamment fin pour déceler une différence de comportement subtile entre les vaches saines et malades : d'autres indicateurs comme l'expression faciale (Gleerup et al., 2015) pourraient être pris en considération. D'autres comportements tels que : « se dirige vers », « évite » ou encore la proximité vache-veau pourraient permettre de déceler des interactions fines entre la vache et son veau.

La méthode d'observation par enregistrement vidéo n'était peut-être pas adaptée pour répondre aux questions posées par l'étude. En effet, la caméra, telle que positionnée, nous a empêché de bien faire la différence entre le léchage et le reniflage du veau, et entre une tétée et un veau qui cherche la mamelle. Une observation directe ou la mise en place de plusieurs caméras, pendant une à six heures post-vêlage pourrait apporter plus de précisions et permettrait de s'affranchir des angles morts des caméras et des difficultés pour différencier plusieurs comportements.

Nous n'avons pas pu évaluer la tétée du veau à cause de l'intervention humaine (tétée forcée et biberon). Ce problème a concerné 13 couples mère-veau (5 malades et 8 saines) sur les 17 étudiés. Tous les veaux ont été nourris au biberon dans les six heures post-vêlage avec 4 litres de colostrum. Si les veaux buvaient moins de 3,5 litres, la quantité restante leur était proposée deux heures plus tard (à moins qu'ils n'aient été leur mère). Les veaux étaient aidés pour téter et nourris au biberon si le personnel le jugeait nécessaire. Pour éviter de telles interférences, il conviendrait de fixer une règle à ce sujet, par exemple, ne pas intervenir pendant les six premières heures post-vêlage. Cette règle permettrait de s'affranchir de l'intervention humaine pendant la période où les soins maternels sont les plus importants. D'un point de vue du bien-être animal, nous pourrions proposer la démarche suivante : si le veau n'a pas bu spontanément au moins 2 litres de colostrum durant les 2 premières heures, il faudrait alors que l'animalier lui donne au biberon une quantité assurant que le veau ait bu 4 litres durant les 6 premières heures (Pecceu et al., 2012).

Nous avons fait le choix de considérer une vache malade si elle avait au moins une température rectale mesurée au moment de la traite supérieure ou égale à 39°C, accompagnée d'un diagnostic dans les premières 48 heures post-vêlage. Compte-tenu du faible effectif de bovins, nous avons choisi le seuil minimal de température (39°C) pour qualifier la fièvre, c'est pourquoi, combiné au diagnostic du vétérinaire, nous avons pensé pouvoir nous affranchir des éventuels faux-positifs (vache considérée avec de la fièvre mais n'étant pas malade). Or ce choix peut être discuté pour deux raisons :

(1) Le seuil de température pour qualifier la fièvre était peut-être trop bas. En effet, la température rectale moyenne –prise lors de la traite du matin - d'une vache multipare saine est de 38.7°C à 24 heures post-vêlage. Les valeurs minimale et maximale de la température rectale sont égales à 37.8 et 40.4°C respectivement. Ainsi, des températures supérieures à 39°C peuvent être observées chez des vaches saines (Wenz et al., 2011). Bien que le seuil de 39°C soit admis pour qualifier l'hyperthermie (Proudfoot et al., 2014), d'autres auteurs prennent des seuils plus élevés pour différencier des vaches saines et des vaches atteintes d'une maladie infectieuse (au-delà de 39.4°C : Smith and Risco, 2005, Fitzgerald, Looper, 2003, Benzaquen et al., 2007, Rodríguez et al., 2017).

(2) Il existe une variation circadienne de la température, avec un minimum le matin et un maximum en fin d'après-midi (Bitman et al., 1984, Lefcourt et al., 1999). Il aurait été préférable d'avoir les températures avant et après le part pour avoir une idée des variations inter-individuelles et intra-individuelles pour pouvoir avoir une meilleure idée de l'état sanitaire des vaches. L'utilisation de capteur de suivi de température aurait été intéressant pour avoir un suivi de la température en continu (Ledoux et al., 2019). Avec ce type de dispositif embarqué, nous aurions pu aussi connaître, en continu, les températures individuelles pré-vêlage de chaque vache, et choisir des vaches déjà malades avant le part.

Dans cette étude, le comportement alimentaire n'a pas étudié car nous ne pouvions pas le mesurer précisément via l'analyse vidéo. Or, il aurait été intéressant de le prendre en compte car les vaches passent moins de temps à ruminer et à manger la veille du vêlage et le premier jour post-vêlage, avant de revenir à la normale dans les 48h après la mise-bas. De plus, le comportement alimentaire des bovins est couramment utilisé pour détecter précocement les maladies : en cas de maladie, la prise alimentaire diminue (Huzzey et al., 2007, Almeida et al., 2008, González et al., 2008 ; Goldhawk et al., 2009, Fogsgaard et al., 2012). Il serait aussi intéressant de prendre en considération le comportement alimentaire pour déterminer si le pattern particulier de ce comportement au moment du vêlage est modifié en cas de maladie.

### 2.6. Conclusion et application pour l'éleveur et le vétérinaire

Le comportement est de plus en plus utilisé pour identifier les animaux malades (Weary et al., 2009). Les comportements de maladie les plus fréquemment observés sont une réduction de l'activité générale, de la prise alimentaire et des interactions sociales, ainsi qu'une augmentation du temps de couchage (sauf chez les vaches atteintes de mammite) (Dantzer, Kelley, 2007). Ces comportements peuvent aider l'éleveur et le vétérinaire à détecter précocement les animaux malades.

Cette étude expérimentale conduite sur 17 vaches multipares a permis de montrer qu'au cours des six premières heures post-vêlage, les vaches malades étaient aussi maternelles que les vaches saines. Après le vêlage, les vaches malades priorisent leur veau et les soins maternels à leur accorder plutôt que les comportements habituellement observés en cas de maladie (apathie, augmentation du temps de couchage…). Aucune modification du comportement du veau n'a été observée selon le statut sanitaire de sa mère.

Pendant la période post-vêlage, une vache malade fait face à un conflit de motivation : accomplir les comportements de maladie décrits plus haut, ou les comportements maternels. Nous avons vu qu'après le vêlage, le veau est sa première priorité. Nos résultats suggèrent donc que la période post-vêlage n'est pas appropriée pour observer le comportement des vaches afin d'identifier si elles sont malades ou non. Enfin, le léchage du veau ne doit pas être considéré comme un élément de diagnostic, ni comme un indice précoce de détection de maladie, pour l'éleveur ou le vétérinaire.

# *Conclusion*

Les bovins sont des animaux sociaux. Ils accomplissent des comportements de jeu, alimentaire, reproducteur, repos, locomotion ou encore maternel. En cas de maladie, des modifications comportementales surviennent : diminution des interactions sociales, isolement, diminution de la prise alimentaire, augmentation du temps passé couché (sauf en cas de mammite où l'on observe une augmentation de ce temps). Ces modifications sont une réponse adaptative de l'organisme pour faire face à l'infection, mais résultent aussi d'un état de motivation. L'étude du comportement est utilisée pour détecter précocement des signes de maladie, mais le comportement maternel n'avait pas encore fait l'objet de telles études chez les bovins.
Nous avons conduit une étude expérimentale sur 17 vaches laitières afin de comprendre si la maladie affectait ou non le comportement maternel des bovins. Nous avons montré que les vaches malades étaient aussi maternelles que les vaches saines. Après le vêlage, les vaches malades priorisaient leur veau et les soins maternels à leur accorder plutôt que les comportements habituellement observés en cas de maladie (apathie, augmentation du temps de couchage…).
Les résultats font l'objet d'une publication soumise à la revue Animals.
Cette étude devra être conduite à plus large échelle pour confirmer ces résultats préliminaires et étudier le comportement de tétée des veaux qui n'a pas pu être pris en compte ici.

Finalement, nos résultats suggèrent que la période post-vêlage n'est pas appropriée pour observer le comportement des vaches afin d'identifier si elles sont malades ou non. Le léchage du veau ne doit pas être considéré comme un élément de diagnostic, ni comme un indice précoce de détection de maladie, pour l'éleveur ou le vétérinaire.

# *Bibliographie*


ALBRIGHT, J.L. et ARAVE, C.W., 1997. The Behaviour of Cattle. S.l. : CAB International. ISBN 978-0-85199-196-2.

ALMEIDA, P. E., WEBER, P. S. D., BURTON, J. L. et ZANELLA, A. J., 2008. Depressed DHEA and increased sickness response behaviors in lame dairy cows with inflammatory foot lesions. *Domestic Animal Endocrinology*. Vol. 34, n° 1, p. 89‑99.

ANDERSSON, M., 1987. Effects of number and location of water bowls and social rank on drinking behaviour and performance of loose-housed dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 17, n° 1, p. 19‑31.

ARAKAWA, H., ARAKAWA, K. et DEAK, T., 2010. Sickness-related odor communication signals as determinants of social behavior in rat : a role for inflammatory processes. *Hormones and Behavior*. Vol. 57, n° 3, p. 330‑341.

ARAVE, C. W. et WALTERS, J. L., 1980. Factors affecting lying behavior and stall utilization of dairy cattle. *Applied Animal Ethology*. Vol. 6, n° 4, p. 369‑376.

AUBERT, A., GOODALL, G., DANTZER, R. et GHEUSI, G., 1997. Differential effects of lipopolysaccharide on pup retrieving and nest building in lactating mice. *Brain, Behavior, and Immunity*. Vol. 11, n° 2, p. 107‑118.

BANKS, W. A., KASTIN, A. J. et GUTIERREZ, E. G., 1994. Penetration of interleukin-6 across the murine blood-brain barrier. *Neuroscience Letters*. Vol. 179, n° 1‑2, p. 53‑56.

BANKS, W. A., ORTIZ, L., PLOTKIN, S. R. et KASTIN, A. J., 1991. Human interleukin (IL) 1 alpha, murine IL-1 alpha and murine IL-1 beta are transported from blood to brain in the mouse by a shared saturable mechanism. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. Vol. 259, n° 3, p. 988‑996.

BARFIELD, C. H., TANG-MARTINEZ, Z. et TRAINER, J. M., 1994. Domestic calves (Bos taurus) recognize their own mothers by auditory cues. *Ethology*. Vol. 97, n° 4, p. 257‑264.

BAR-PELED, U., ROBINZON, B., MALTZ, E., TAGARI, H., FOLMAN, Y., BRUCKENTAL, I., VOET, H., GACITUA, H. et 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. *Journal of Dairy Science*. Vol. 80, n° 10, p. 2523‑2528.

BATES, D., MÄCHLER, M., BOLKER, B. et WALTER, S., 2015. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*. Vol. 67, n°1. p. 1-48.

BENZAQUEN, M. E., RISCO, C. A., ARCHBALD, L. F., MELENDEZ, P., THATCHER, M. J., THATCHER, W. W., 2007. Rectal temperature, calving-related factors, and the incidence of puerperal metritis in postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science.* Vol. 90, n°6, p.2804-2814.

BERGLUND, B., PHILIPSSON, J. et DANELL, O., 1987. External signs of preparation for calving and course of parturition in Swedish dairy cattle breeds. *Animal Reproduction Science*. Vol. 15, n° 1, p. 61‑79.

BITMAN, J., LEFCOURT, A., WOOD, D. L., STROUD, B., 1984. Circadian and ultradian temperature rhythms of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 67, n°5, p.1014-1023.

BØE, K. E. et FÆREVIK, G., 2003. Grouping and social preferences in calves, heifers and cows. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 80, n° 3, p. 175‑190.

BOISSY, A. et BOUISSOU, M. F., 1994. Effects of androgen treatment on behavioral and physiological responses of heifers to fear-eliciting situations. *Hormones and Behavior*. Vol. 28, n° 1, p. 66‑83.

BOISSY, A., TERLOUW, C. et LE NEINDRE, P., 1998. Presence of cues from stressed conspecifics increases reactivity to aversive events in cattle: evidence for the existence of alarm substances in urine. *Physiology & Behavior*. Vol. 63, n° 4, p. 489‑495.

BOOGAARD, B. K., OOSTING, S. J. et BOCK, B. B., 2006. Elements of societal perception of farm animal welfare: A quantitative study in The Netherlands. *Livestock Science*. Vol. 104, n° 1, p. 13‑22.

BOUISSOU, M.F., 1985. *Contribution à l'étude des relations interindividuelles chez les bovins domestiques femelles (Bos taurus L.)*. Thèse de Doctorat d'Etat. France : Université Paris VI.

BOUISSOU, M.F. et BOISSY, A., 2005. Le comportement social des bovins et ses conséquences en élevage. *INRA Productions animales*. Vol. 18, n° 2, p. 87‑99.

BOUISSOU, M.F., BOISSY, A., LE NEINDRE, P. et VEISSIER, I., 2001. The social behavior of cattle. *Social behavior in farm animals*. CABI. S.l. : Keeling L.J. and Gonyou H.W. p. 440.

BRISTOW, D. J. et HOLMES, D. S., 2007. Cortisol levels and anxiety-related behaviors in cattle. *Physiology & Behavior*. Vol. 90, n° 4, p. 626‑628.

BROOM, D. M. et LEAVER, J. D., 1978. Effects of group-rearing or partial isolation on later social behaviour of calves. *Animal Behaviour*. Vol. 26, n° 4, p. 1255‑1263.

BURFEIND, O. et HEATH, E., 1982. Social behaviour and adrenal cortical activity in heifers. *Applied Animal Ethology*. Vol. 8, n° 1, p. 99‑108.

CAMPLING, R. C. et MORGAN, C. A., 1981. Eating behaviour of housed dairy cows - a review. *Dairy Science Abstracts*. Vol. 43, p. 57‑63.

CHAPINAL, N., DE PASSILLÉ, A. M., WEARY, D. M., VON KEYSERLINGK, M. A. G. et RUSHEN, J., 2009. Using gait score, walking speed, and lying behavior to detect hoof lesions in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 92, n° 9, p. 4365‑4374.

CHIGERWE, M., TYLER, J.W., MIDDLETON, J.R., SPAIN, J.N., DILL, J.S. et STEEVENS, B.J., 2008. Comparison of four methods to assess colostral IgG concentration in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. Vol. 233, n° 5, p. 761‑766.

CHIY, P. C. et PHILLIPS, C. J. C., 1999. The rate of intake of sweet, salty and bitter concentrates by dairy cows. *Animal Science*. Vol. 68, n° 4, p. 731‑740.

COHN, D.W.H. et DE SÁ-ROCHA, L.C., 2006. Differential effects of lipopolysaccharide in the social behavior of dominant and submissive mice. *Physiology & Behavior*. Vol. 87, n° 5, p. 932‑937.

COOK, N. B., BENNETT, T. B. et NORDLUND, K. V., 2004. Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. *Journal of Dairy Science*. Vol. 87, n° 9, p. 2912‑2922.

CRESTANI, F., SEGUY, F. et DANTZER, R., 1991. Behavioural effects of peripherally injected interleukin-1: role of prostaglandins. *Brain Research*. Vol. 542, n° 2, p. 330‑335.

CYPLES, J. A., FITZPATRICK, C. E., LESLIE, K. E., DEVRIES, T. J., HALEY, D. B. et CHAPINAL, N., 2012. Short communication: the effects of experimentally induced Escherichia coli clinical mastitis on lying behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science*.. Vol. 95, n° 5, p. 2571‑2575.

DANTZER, R. et KELLEY, K. W., 2007. Twenty years of research on cytokine-induced sickness behavior. *Brain, Behavior, and Immunity*. Vol. 21, n° 2, p. 153‑160.

DAYCARD, L., 1990. Social structure of the feral cattle population of Amsterdam Island, southern Indian Ocean. *Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)*. Vol. 45, p. 35‑53.

DE PASSILLÉ, A. M., 2001. Sucking motivation and related problems in calves. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 72, n° 3, p. 175‑187.

DE PASSILLÉ, A. M. B., CHRISTOPHERSON, R. et RUSHEN, J., 1993. Nonnutritive sucking by the calf and postprandial secretion of insulin, CCK, and gastrin. *Physiology & Behavior*. Vol. 54, n° 6, p. 1069‑1073.

DE PASSILLÉ, A. M., MARNET, P.-G., LAPIERRE, H. et 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*. Vol. 91, n° 4, p. 1416‑1422.

DEHNHARD, M. et CLAUS, R., 1996. Attempts to purify and characterize the estrus-signalling pheromone from cow urine. *Theriogenology*. Vol. 46, n° 1, p. 13‑22.

DELLMEIER, G., FRIEND, T. et GBUR, Ed, 1990. Effects of changing housing on open-field behavior of calves. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 26, n° 3, p. 215‑230.

DEVRIES, T. J., VON KEYSERLINGK, M. A. G. et BEAUCHEMIN, K. A., 2005. Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 88, n° 10, p. 3553‑3562.

EDWARDS, S. A., 1983. The behaviour of dairy cows and their newborn calves in individual or group housing. *Applied Animal Ethology*. Vol. 10, n° 3, p. 191‑198.

EDWARDS, S. A. et BROOM, D. M., 1982. Behavioural interactions of dairy cows with their newborn calves and the effects of parity. *Animal Behaviour*. Vol. 30, n° 2, p. 525‑535.

EKESBO, I., 2011. Farm animal behaviour: characteristics for assessment of health and welfare. S.l. : CABI. ISBN 978-1-84593-770-6.

ELLINGSEN, K., JOHNSEN, E. K., SCHJØLL, J. F., GRØNDAHL, A. et MEJDELL, C. M., 2015. Kalvestell i norsk og svensk økomelkproduksjon. Resultater fra en spørreundersøkelse. *Veterinaerinstituttets rapportserie*. Rapport 16, 65 p.

FEH, C. et DE MAZIÈRES, J., 1993. Grooming at a preferred site reduces heart rate in horses. *Animal Behaviour*. Vol. 46, n° 6, p. 1191‑1194.

FINCK, B. N. et JOHNSON, R. W., 1997. Anorexia, weight loss and increased plasma interleukin-6 caused by chronic intracerebroventricular infusion of interleukin-1 β in the rat. *Brain Research*. Vol. 761, n° 2, p. 333‑337.

FITZGERALD, A. C. et LOOPER, M. L., 2003. Non-Antibiotic Treatment of Postpartum Dairy Cows with Fever and Metabolic Disorders. *The Professional Animal Scientist*. Vol. 19, n° 6, p. 429‑434.

FLOWER, F. C. et 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*. Vol. 70, n° 4, p. 275‑284.

FOGSGAARD, K. K., BENNEDSGAARD, T. W. et HERSKIN, M. S., 2015. Behavioral changes in freestall-housed dairy cows with naturally occurring clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*. Vol. 98, n° 3, p. 1730‑1738.

FOGSGAARD, K. K., RØNTVED, C. M., SØRENSEN, P. et HERSKIN, M. S., 2012. Sickness behavior in dairy cows during Escherichia coli mastitis. *Journal of Dairy Science*. Vol. 95, n° 2, p. 630‑638.

FREGONESI, J. A. et LEAVER, J. D., 2001. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livestock Production Science*. Vol. 68, n° 2, p. 205‑216.

FRIEND, T.H., POLAN, C.E. et MCGILLIARD, M.L., 1977. Free Stall and Feed Bunk Requirements Relative to Behavior, Production and Individual Feed Intake in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 60, n° 1, p. 108‑116.

GALINDO, F. et BROOM, D. M., 2000. The relationships between social behaviour of dairy cows and the occurrence of lameness in three herds. *Research in Veterinary Science*. Vol. 69, n° 1, p. 75‑79.

GALINDO, F. et BROOM, D. M., 2002. Effects of lameness of dairy cows. *Journal of applied animal welfare science: JAAWS*. Vol. 5, n° 3, p. 193‑201.

GAUTIER, T., 2018. *Evaluation du coût de la mammite clinique: une méta-analyse.* Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale de Toulouse – ENVT, 56 p.

GODFREY, S. S., BULL, C. M., JAMES, R. et MURRAY, K., 2009. Network structure and parasite transmission in a group living lizard, the gidgee skink, Egernia stokesii. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. Vol. 63, n° 7, p. 1045‑1056.

GOLDHAWK, C., CHAPINAL, N., VEIRA, D. M., WEARY, D. M. et KEYSERLINGK, M. A. G. von, 2009. Prepartum feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science*. Vol. 92, n° 10, p. 4971‑4977.

GONZÁLEZ, L. A., TOLKAMP, B. J., COFFEY, M. P., FERRET, A. et KYRIAZAKIS, I., 2008. Changes in feeding behavior as possible indicators for the automatic monitoring of health disorders in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 91, n° 3, p. 1017‑1028.

GORE, M. A., 1993. Effects of food distribution on foraging competition in rhesus monkeys, Macaca mulatta, and hamadryas baboons, Papio hamadryas. *Animal Behaviour*. Vol. 45, n° 4, p. 773‑786.

GRANT, R. J. et ALBRIGHT, J. L., 2001. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 84, p. 156‑163.

GUATTEO, R., LESORT, C., DURAND, D. et TOUZOT-JOURDE, G., 2015. *Impact of meloxicam administration in cows prior to caesarean on the transfer of passive immunity in calves*. S.l. : Oral communication.

GUTIERREZ, E. G., BANKS, W. A. et KASTIN, A. J., 1993. Murine tumor necrosis factor alpha is transported from blood to brain in the mouse. *Journal of Neuroimmunology*. Vol. 47, n° 2, p. 169‑176.

HART, B. L., 1988. Biological basis of the behavior of sick animals. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. Vol. 12, n° 2, p. 123‑137.

HASSALL, S. A., WARD, W. R. et MURRAY, R. D., 1993. Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer. *The Veterinary Record*. Vol. 132, n° 23, p. 578‑580.

HAUSBERGER, M., HENRY, S., LAROSE, C. et RICHARD-YRIS, M.A., 2007. First suckling: a crucial event for mother-young attachment? An experimental study in horses (Equus caballus). *Journal of Comparative Psychology*. Vol. 121, n° 1, p. 109‑112.

HERSKIN, M. S., SKJØTH, F. et JENSEN, M. B., 2010. Effects of hunger level and tube diameter on the feeding behavior of teat-fed dairy calves. *Journal of Dairy Science*. Vol. 93, n° 5, p. 2053‑2059.

HÖTZEL, M. J., CARDOSO, C. S., ROSLINDO, A. et 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*. Vol. 100, n° 5, p. 4150‑4160.

HOUPT, K. A. et WOLLNEY, G., 1989. Frequency of masturbation and time budgets of dairy bulls used for semen production. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 24, n° 3, p. 217‑225.

HUDSON, S.J. et MULLORD, M.M., 1977. Investigations of maternal bonding in dairy cattle. *Applied Animal Ethology*. Vol. 3, n° 3, p. 271‑276.

HUZZEY, J. M., VEIRA, D. M., WEARY, D. M. et VON KEYSERLINGK, M. A. G., 2007. Prepartum behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. *Journal of Dairy Science*. Vol. 90, n° 7, p. 3220‑3233.

HUZZEY, J. M., VON KEYSERLINGK, M. a. G. et WEARY, D. M., 2005. Changes in feeding, drinking, and standing behavior of dairy cows during the transition period. *Journal of Dairy Science*. Vol. 88, n° 7, p. 2454‑2461.

INSEL, T. R., 2003. Is social attachment an addictive disorder? *Physiology & Behavior*. Vol. 79, n° 3, p. 351‑357.

JASPER, J., BUDZYNSKA, M. et WEARY, D. M., 2008. Weaning distress in dairy calves: Acute behavioural responses by limit-fed calves. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 110, n° 1, p. 136‑143.

JAWOR, P. E., HUZZEY, J. M., LEBLANC, S. J. et VON KEYSERLINGK, M. a. G., 2012. Associations of subclinical hypocalcemia at calving with milk yield, and feeding, drinking, and standing behaviors around parturition in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 95, n° 3, p. 1240‑1248.

JENSEN, M. B., 2001. A note on the effect of isolation during testing and length of previous confinement on

locomotor behaviour during open-field test in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 70, n° 4, p. 309‑315.

JENSEN, M. B., 2012. Behaviour around the time of calving in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 139, n° 3, p. 195‑202.

JENSEN, M. B., HERSKIN, M. S., THOMSEN, P. T., FORKMAN, B. et HOUE, H., 2015. Preferences of lame cows for type of surface and level of social contact in hospital pens. *Journal of Dairy Science*. Vol. 98, n° 7, p. 4552‑4559.

JOHNSEN, J. F., BEAVER, A., MEJDELL, C. M., RUSHEN, J., DE PASSILLÉ, A. M. et WEARY, D. M., 2015. Providing supplementary milk to suckling dairy calves improves performance at separation and weaning. *Journal of Dairy Science*. Vol. 98, n° 7, p. 4800‑4810.

JOHNSEN, J. F., DE PASSILLE, A. .M., MEJDELL, C. M., BØE, K. E., GRØNDAHL, A. M., BEAVER, A., RUSHEN, J. et WEARY, D. M., 2015. The effect of nursing on the cow–calf bond. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 163, n° Supplement C, p. 50‑57.

JOHNSEN, J. F., ELLINGSEN, K., GRØNDAHL, A. .M., BØE, K. E., LIDFORS, L. et MEJDELL, C. M., 2015. The effect of physical contact between dairy cows and calves during separation on their post-separation behavioural response. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 166, n° Supplement C, p. 11‑19.

JOHNSEN, J. F., ZIPP, K.A., KÄLBER, T., PASSILLÉ, A.M., KNIERIM, U., BARTH, K. et MEJDELL, C.M., 2016. Is rearing calves with the dam a feasible option for dairy farms?—Current and future research. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 181, p. 1‑11.

JOHNSON, R. W, 2002. The concept of sickness behavior: a brief chronological account of four key discoveries. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. Vol. 87, n° 3, p. 443‑450.

KABUGA, J. D., 1992. Social interactions in N'dama cows during periods of idling and supplementary feeding post-grazing. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 34, n° 1, p. 11‑22.

KAUFMAN, E. I., LEBLANC, S. J., MCBRIDE, B. W., DUFFIELD, T. F. et DEVRIES, T. J., 2016. Short communication: Association of lying behavior and subclinical ketosis in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 99, n° 9, p. 7473‑7480.

KENDRICK, K. M., 2000. Oxytocin, motherhood and bonding. *Experimental Physiology*. Vol. 85S, p. 111S-124S.

KENT, S., BLUTHÉ, R.M, KELLEY, K.W. et DANTZER, R., 1992. Sickness behavior as a new target for drug development. *Trends in Pharmacological Sciences*. Vol. 13, p. 24‑28.

KEVERNE, E. B., MARTENSZ, N. D. et TUITE, B., 1989. Beta-endorphin concentrations in cerebrospinal fluid of monkeys are influenced by grooming relationships. *Psychoneuroendocrinology*. Vol. 14, n° 1‑2, p. 155‑161.

KEYSERLINGK, M. A. G. von, OLENICK, D. et WEARY, D. M., 2008. Acute behavioral effects of regrouping dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 91, n° 3, p. 1011‑1016.

KILGOUR, R. J., 2012. In pursuit of "normal": A review of the behaviour of cattle at pasture. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 138, n° 1, p. 1‑11.

KLUGER, M. J., 1991. Fever: role of pyrogens and cryogens. *Physiological Reviews*. Vol. 71, n° 1, p. 93‑127.

KOVALČIK, K., KOVALČIKOVÁ, M. et BRESTENSKÝ, V., 1980. Comparison of the behaviour of newborn calves housed with the dam and in the calf-house. *Applied Animal Ethology*. Vol. 6, n° 4, p. 377‑380.

LANGBEIN, J. et RAASCH, M. L., 2000. Investigations of the hiding behaviour of calves at pasture. *Archiv fuer Tierzucht - Archive of Animal Breeding*. Vol. 43, p. 203‑210.

LAZO, A., 1992. The determinants of grouping behavior in feral cattle. *Revue d'Écologie — la Terre et la Vie*. Vol. 41, p. 51-66.

LEDOUX, D., KLING-EVEILLARD, F., MIALON, M. M., SILBERBERG, M., DE BOYER DES ROCHES, A., MEUNIER, B., TERLOUW, C., HOSTIOU, N., VEISSIER, I., 2019. Elevage de précision: un atout pour le bien-

être animal en élevage ? Journée Nationale des GTV 2019, Nantes.

LEFCOURT, A. M., HUNTINGTON, J. B., AKERS, R. M., WOOD, D. L., BITMAN, J., 1999. Circadian and ultradian rhythms of body temperature and peripheral concentrations of insulin and nitrogen in lactating dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology*. Vol. 16, n°1, p.41-55.

LE NEINDRE, P., 1989. Influence of cattle rearing conditions and breed on social relationships of mother and young. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 23, n° 1, p. 117‑127.

LE NEINDRE, P. et SOURD, C., 1984. Influence of rearing conditions on subsequent social behaviour of Friesian and Salers heifers from birth to six months of age. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 12, n° 1, p. 43‑52.

LE NEINDRE, Pierre et D'HOUR, Pascal, 1989. Effects of a postpartum separation on maternal responses in primiparous and multiparous cows. *Animal Behaviour*. Vol. 37, n° 1, p. 166‑168.

LEECH, F. B., MACRAE, W. D. et MENZIES, D. W., 1968. Calf wastage and husbandry in Britain 1962-63. *Calf wastage and husbandry in Britain 1962-63.* n° 5, p. 59.

LENSINK, J. et LERUSTE, H., 2012. *Observation du troupeau bovin*. S.l. : France Agricole Editions. ISBN 978-2-85557-238-3.

LEONARD, F. C., O'CONNELL, J. M. et O'FARRELL, K. J., 1996. Effect of overcrowding on claw health in first-calved friesian heifers. *British Veterinary Journal*. Vol. 152, n° 4, p. 459‑472.

LIBOREIRO, D. N., MACHADO, K. S., SILVA, P. R. B., MATURANA, M. M., NISHIMURA, T. K., BRANDÃO, A. P., ENDRES, M. I. et CHEBEL, R. C., 2015. Characterization of peripartum rumination and activity of cows diagnosed with metabolic and uterine diseases. *Journal of Dairy Science*. Vol. 98, n° 10, p. 6812‑6827.

LIDFORS, L. M., 1996. Behavioural effects of separating the dairy calf immediately or 4 days post-partum. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 49, n° 3, p. 269‑283.

LIDFORS, L. M., MORAN, D., JUNG, J., JENSEN, P. et CASTREN, H., 1994. Behaviour at calving and choice of calving place in cattle kept in different environments. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 42, n° 1, p. 11‑28.

LIM, M. M. et YOUNG, L. J., 2006. Neuropeptidergic regulation of affiliative behavior and social bonding in animals. *Hormones and Behavior*. Vol. 50, n° 4, p. 506‑517.

LOBERG, J., 2007. Behaviour of foster cows and calves in dairy production. Thèse de doctorat d'Etat. Department of Animal Environment and Health, Swedish University of Agricultural Sciences, Skara, Suède.

LOEHLE, C., 1995. Social barriers to pathogen transmission in wild animal populations. *Ecology*. Vol. 76, n° 2, p. 326.

LOTT, D.F. et MINTA, S.C., 1983. Random individual association and social group instability in American Bison (Bison bison). *Zeitschrift fuer Tierpsychologie*. Vol. 61, p. 153‑172.

LOVELL, R. et HILL, A. B., 1940. A study of the mortality rates of calves in 335 herds in England and Wales (together with some limited observations for Scotland). *Journal of Dairy Research*. Vol. 11, n° 3, p. 225‑242.

MANSON, F.J. et APPLEBY, M.C., 1990. Spacing of dairy cows at a food trough. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 26, n° 1, p. 69‑81.

METZ, J., 1987. Productivity aspects of keeping dairy cow and calf together in the post-partum period. *Livestock Production Science*. Vol. 16, n° 4, p. 385‑394.

METZ, J. H. M., 1985. The reaction of cows to a short-term deprivation of lying. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 13, n° 4, p. 301‑307.

METZ, J. et METZ, J. H. M., 1986. Maternal influence on defecation and urination in the newborn calf. *Applied*

*Animal Behaviour Science*. Vol. 16, n° 4, p. 325‑333.

MIEDEMA, H. M., COCKRAM, M. S., DWYER, C. M. et MACRAE, A. I., 2011. Changes in the behaviour of dairy cows during the 24h before normal calving compared with behaviour during late pregnancy. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 131, n° 1, p. 8‑14.

MILLER, N.E., 1964. Some psychophysiological studies of motivation and of the behavioural effects of illness. *Bulletin of the British Psychological Society*. Vol. 17, p. 1‑21.

MOLES, A., KIEFFER, B. L. et D'AMATO, F. R., 2004. Deficit in attachment behavior in mice lacking the mu-opioid receptor gene. *Science (New York, N.Y.)*. Vol. 304, n° 5679, p. 1983‑1986.

MONTERO GONZÁLEZ, G. et MONDRAGÓN EGAÑA, M. S., 2016. Is social attachment an addictive disorder? Role of the latest findings in the opioid system. *European Psychiatry*. Vol. 33, n° Supplement, p. S381.

MORAN, J., 2002. Calf Rearing: A Practical Guide. S.l. : Landlinks Press. ISBN 978-0-643-06766-0.

MUNKSGAARD, L., INGVARTSEN, K. L., PEDERSEN, L. J. et NIELSEN, V. K. M., 1999. Deprivation of lying down affects behaviour and pituitary-adrenal axis responses in young bulls. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*. Vol. 49, n° 3, p. 172‑178.

MUNKSGAARD, L. et SIMONSEN, H. B., 1995. Behavioural and pituitary-adrenal axis responses of tethered cows or cows kept in pens with slatted floors. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*. Vol. 45, n° 2, p. 132‑138.

MURRAY, M. J. et MURRAY, A. B., 1979. Anorexia of infection as a mechanism of host defense. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 32, n° 3, p. 593‑596.

NEWBERRY, R. C. et SWANSON, J. C., 2008. Implications of breaking mother–young social bonds. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 110, n° 1, p. 3‑23.

O'CALLAGHAN, K.A., CRIPPS, P., DOWNHAM, D.Y. et MURRAY, R., 2003. Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle. *Animal Welfare*. Vol. 12, n° 4, p. 605‑610.

ÖSTERMAN, S. et REDBO, I., 2001. Effects of milking frequency on lying down and getting up behaviour in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 70, n° 3, p. 167‑176.

PAYS, O., EKORI, A. et FRITZ, H., 2014. On the advantages of mixed-species groups: impalas adjust their vigilance when associated with larger prey herbivores. *Ethology*. Vol. 120, n° 12, p. 1207‑1216.

PECCEU, K., LEBOEUF, F., GUATTEO, R., TURBAN, H., FLAMENT, J., LE COZLER, Y., DORÉ, C. et LE DRÉAN, E., 2012. Caractérisation de la qualité du colostrum et du transfert colostral chez les veaux de vaches laitières Prim'Holstein dans un élevage sur 2 ans. *Bulletin des GTV*. n° 71.

PHILLIPS, C., 2002. Cattle Behaviour and Welfare. S.l. : John Wiley & Sons. ISBN 978-1-4051-4743-9.

PHILLIPS, C. J. C. et DENNE, S. K. P. J., 1988. Variation in the grazing behaviour of dairy cows measured by a vibrarecorder and bite count monitor. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 21, n° 4, p. 329‑335.

PHILLIPS, C. J. C. et LEAVER, J. D., 1985. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. 1. Offering hay to dairy cows at high and low stocking rates. *Grass and Forage Science*. 1985. Vol. 40, n°2, p. 183‑192.

PHILLIPS, C. J. C. et MORRIS, I. D., 2001. The locomotion of dairy cows on floor surfaces with different frictional properties. *Journal of Dairy Science*. Vol. 84, n° 3, p. 623‑628.

PHILLIPS, C. J. C. et RIND, M. I., 2001. The effects on production and behavior of mixing uniparous and multiparous cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 84, n° 11, p. 2424‑2429.

PROUDFOOT, K. L., HUZZEY, J. M. et VON KEYSERLINGK, M. a. G., 2009. The effect of dystocia on the dry matter intake and behavior of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 92, n° 10, p. 4937‑4944.

PROUDFOOT, K. L., WEARY, D. M. et VON KEYSERLINGK, M. A. G., 2012. Linking the social environment

to illness in farm animals. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 138, n° 3, p. 203‑215.

PROUDFOOT, K. L., WEARY, D. M. et VON KEYSERLINGK, M. a. G., 2014. Maternal isolation behavior of Holstein dairy cows kept indoors. *Journal of Animal Science*. Vol. 92, n° 1, p. 277‑281.

PROUDFOOT, K.L., JENSEN, M.B., WEARY, D.M. et VON KEYSERLINGK, M.A.G., 2014. Dairy cows seek isolation at calving and when ill. *Journal of Dairy Science*. Vol. 97, n° 5, p. 2731‑2739.

REDBO, I., MOSSBERG, I., EHRLEMARK, A. et STÅHL-HÖGBERG, M., 1996. Keeping growing cattle outside during winter: behaviour, production and climatic demand. *Animal Science*. Vol. 62, n° 1, p. 35‑41.

REINHARDT, V., 1983a. Flehmen, mounting and copulation among members of a semi-wild cattle herd. *Animal Behaviour*. Vol. 31, n° 3, p. 641‑650.

REINHARDT, V., 1983b. Movement orders and leadership in a semi-Wild cattle herd. *Behaviour*. Vol. 83, p. 251‑264.

REINHARDT, V. et REINHARDT, A., 1975. Analysis of the social rank system in a herd of 41 heifers and cows. *Applied Animal Ethology*. Vol. 1, n° 2, p. 206‑207.

REINHARDT, V. et REINHARDT, A., 1981. Natural sucking performance and age of weaning in zebu cattle (Bos Indicus). *The Journal of Agricultural Science*. Vol. 96, n° 2, p. 309‑312.

RODRÍGUEZ, E. M., ARÍS, A. et BACH, A., 2017. Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 100, n° 9, p. 7427‑7434.

SANDEM, A. I., JANCZAK, A. M., SALTE, R. et BRAASTAD, B. O., 2006. The use of diazepam as a pharmacological validation of eye white as an indicator of emotional state in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 96, n° 3, p. 177‑183.

SANGILD, P. T., 2003. Uptake of colostral immunoglobulins by the compromised newborn farm animal. *Acta Veterinaria Scandinavica. Supplementum*. Vol. 98, p. 105‑122.

SCHIRMANN, K., CHAPINAL, N., WEARY, D. M., HEUWIESER, W. et VON KEYSERLINGK, M. a. G., 2011. Short-term effects of regrouping on behavior of prepartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 94, n° 5, p. 2312‑2319.

SCHIRMANN, K., CHAPINAL, N., WEARY, D. M., VICKERS, L. et VON KEYSERLINGK, M. A. G., 2013. Short communication: Rumination and feeding behavior before and after calving in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 96, n° 11, p. 7088‑7092.

SCHOFIELD, S. A., 1988. Oestrus in dairy cows. Technical Report No.3. Dairy Research Unit, University College of North Wales, Bangor.

SELMAN, I. E., DE LA FUENTE, G. H., FISHER, E. W. et MCEWAN, A. D., 1971. The serum immune globulin concentrations of newborn dairy heifer calves: a farm survey. *The Veterinary Record*. Vol. 88, n° 18, p. 460‑464.

SELMAN, I. E., MCEWAN, A. D. et FISHER, E. W., 1970. Studies on natural suckling in cattle during the first eight hours post partum I. Behavioural studies (calves). *Animal Behaviour*. Vol. 18, n° Part 2, p. 276‑283.

SEPÚLVEDA-VARAS, P., PROUDFOOT, K. L., WEARY, D. M. et VON KEYSERLINGK, M. A. G., 2016. Changes in behaviour of dairy cows with clinical mastitis. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 175, n° Supplement C, p. 8‑13.

SIIVONEN, J., TAPONEN, S., HOVINEN, M., PASTELL, M., LENSINK, B. J., PYÖRÄLÄ, S. et HÄNNINEN, L., 2011. Impact of acute clinical mastitis on cow behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 132, n° 3, p. 101‑106.

SINCLAR, A.R.E., 1977. The African Buffalo: A study of resource limitation of population. *Journal of Mammalogy*. Vol. 60, n° 2, p. 438‑439.

SINGH, S. S., WARD, W. R., LAUTENBACH, K. et MURRAY, R. D., 1993. Behaviour of lame and normal dairy cows in cubicles and in a straw yard. *The Veterinary Record*. Vol. 133, n° 9, p. 204‑208.

SLUCKIN, W. et HERBERT, M., 1986. *Parental Behaviour*. Blackwell. S.l. : Oxford. ISBN 978-0-631-13487-9.

SMITH, H. W., O'NEIL, J. A. et SIMMONS, E. J., 1967. The immune globulin content of the serum of calves in England. *Veterinary Record*. Vol. 80, p. 664‑666.

SMITH, B. I., RISCO, C. A., 2005. Management of periparturient disorders in dairy cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice.* Vol. 21, p.503-521.

TUCKER, C.B., COX, N.R., WEARY, D. M. et ŠPINKA, M., 2009. Laterality of lying behaviour in dairy cattle. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 120, n° 3, p. 125‑131.

URTON, G., VON KEYSERLINGK, M. A. G. et WEARY, D. M., 2005. Feeding behavior identifies dairy cows at risk for metritis. *Journal of Dairy Science*. Vol. 88, n° 8, p. 2843‑2849.

UVNÄS-MOBERG, K., JOHANSSON, B., LUPOLI, B. et SVENNERSTEN-SJAUNJA, K., 2001. Oxytocin facilitates behavioural, metabolic and physiological adaptations during lactation. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 72, n° 3, p. 225‑234.

VANDENHEEDE, M., NICKS, B., DÉSIRON, A. et CANART, B., 2001. Mother-young relationships in Belgian Blue cattle after a Caesarean section: characterisation and effects of parity. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 72, n° 3, p. 281‑292.

VEISSIER, I., CARÉ, S. et POMIÈS, D., 2013. Suckling, weaning, and the development of oral behaviours in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 147, n° 1, p. 11‑18.

VEISSIER, I., LAMY, D. et LE NEINDRE, P., 1990. Social behaviour in domestic beef cattle when yearling calves are left with the cows for the next calving. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 27, n° 3, p. 193‑200.

VEISSIER, I. et LE NEINDRE, P., 1989. Weaning in calves: Its effects on social organization. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 24, n° 1, p. 43‑54.

VEISSIER, I., LE NEINDRE, P. et GAREL, J.P., 1990. Decrease in cow-calf attachment after weaning. *Behavioural Processes*. Vol. 21, n° 2‑3, p. 95‑105.

VEISSIER, I., MIALON, M. D. et SLOTH, K. H., 2017. Short communication: Early modification of the circadian organization of cow activity in relation to disease or estrus. *Journal of Dairy Science*. Vol. 100, n° 5, p. 3969‑3974.

VENTURA, B. A., VON KEYSERLINGK, M. A. G., SCHUPPLI, C. A. et WEARY, D. M., 2013. Views on contentious practices in dairy farming: The case of early cow-calf separation. *Journal of Dairy Science*. Vol. 96, n° 9, p. 6105‑6116.

VON KEYSERLINGK, MARINA A. G. et WEARY, D. M., 2007. Maternal behavior in cattle. *Hormones and Behavior*. Vol. 52, n° 1, p. 106‑113.

WAGNER, K., BARTH, K., PALME, R., FUTSCHIK, A. et WAIBLINGER, S., 2012. Integration into the dairy cow herd: Long-term effects of mother contact during the first twelve weeks of life. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 141, n° 3, p. 117‑129.

WALKER, S. L., SMITH, R. F., JONES, D. N., ROUTLY, J. E., MORRIS, M. J. et DOBSON, H., 2010. The effect of a chronic stressor, lameness, on detailed sexual behaviour and hormonal profiles in milk and plasma of dairy cattle. *Reproduction in Domestic Animals*. Vol. 45, n° 1, p. 109‑117.

WALKER, S. L., SMITH, R. F., ROUTLY, J. E., JONES, D. N., MORRIS, M. J. et DOBSON, H., 2008. Lameness, activity time-budgets, and estrus expression in dairy cattle. *Journal of dairy science*. Vol. 91, n° 12, p. 4552‑4559.

WEARY, D. M. et CHUA, B., 2000. Effects of early separation on the dairy cow and calf: 1. Separation at 6 h, 1 day and 4 days after birth. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 69, n° 3, p. 177‑188.

WEIGUO, L. et PHILLIPS, C. J. C., 1991. The effects of supplementary light on the behaviour and performance of calves. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 30, n° 1, p. 27‑34.

WENZ, J. R., MOORE, D. A., KASIMANICKAM, R., 2011. Factors associated with the rectal temperature of Holstein dairy cows during the first 10 days in milk. *Journal of dairy science*. Vol. 94, n° 4, p. 1864-1872.

WITHERS, F. W., 1953. Mortality rates and disease incidence in calves in relation to feeding, management and other environmental factors. *British Veterinary Journal*. Vol. 109, n° 11, p. 122‑131.

ZEEB, K., 1983. Farm animal housing and welfare. *Locomotion and space structure in six cattle units*. S.l. : Martinus Nijhoff, The Hagg. p. 129‑136. ISBN 978-0-89838-597-7.

# *Annexes*

# *Annexe 1: Jour et heure de vêlage des 21 vaches*

| N° vache | Jour du vêlage | Heure de vêlage |
|---|---|---|
| 1 | 28/09/2011 | 1:10:00 PM |
| 2 | 03/12/2011 | 3:43:00 AM |
| 3 | 05/11/2011 | 23:04:03 PM |
| 5 | 30/01/2012 | 15:01:34 PM |
| 6 | 06/10/2011 | 8:51:40 AM |
| 7 | 21/09/2011 | 11:11:41 AM |
| 8 | 05/10/2011 | 9:23:00 AM |
| 9 | 15/10/2011 | 6:03:00 AM |
| 10 | 18/10/2011 | 9:16:01 PM |
| 11 | 30/10/2011 | 2:18:00 AM |
| 12 | 08/12/2011 | 11:34:50 AM |
| 13 | 25/01/2012 | 5:57:34 AM |
| 14 | 14/02/2012 | 8:59:38 AM |
| 15 | 28/11/2011 | 6:21:47 PM |
| 16 | 23/01/2012 | 7:06:28 PM |
| 17 | 16/01/2012 | 8:05:25 AM |
| 18 | 07/11/2011 | 7:07:07 AM |
| 21 | 14/01/2012 | 5:14:12 PM |
| 22 | 19/12/2011 | 8:35:25 AM |
| 23 | 04/10/2011 | 9:12:49 AM |
| 24 | 29/11/2011 | 9:32:00 AM |

# *Annexe 2 : Registre des 21 vaches*

| vache | numéro de travail | heure post-vêlage | température | diagnostic | traitement |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6268 | 05:10 | 39 | | |
| 1 | 6268 | 17:20 | 38.5 | | |
| 1 | 6268 | 29:05:00 | 39.5 | pneumonie | oui |
| 1 | 6268 | 41:10:00 | 40.1 | | |
| 2 | 6044 | 06:17 | 38.3 | | |
| 2 | 6044 | 15:02 | 38.3 | | |
| 2 | 6044 | 26:52:00 | 37.5 | | |
| 2 | 6044 | 38:32:00 | 38.3 | | |
| 3 | 6079 | 08:35 | 38.1 | | |
| 3 | 6079 | 19:35 | 39.5 | | |
| 3 | 6079 | 31:25:00 | 39.4 | mammite | oui |
| 3 | 6079 | 43:25:00 | 38.4 | | |
| 5 | 5945 | 03:12 | 37.7 | | |
| 5 | 5945 | 15:17 | 38.2 | | |
| 5 | 5945 | 27:27:00 | 39.1 | mammite | oui |
| 5 | 5945 | 39:32:00 | 39.4 | | |
| 6 | 2023 | 09:35 | 38.6 | | |
| 6 | 2023 | 21:55 | 38.4 | | |
| 6 | 2023 | 34:10:00 | 38.9 | | |
| 6 | 2023 | 46:20:00 | 37.8 | | |
| 7 | 2128 | 18:45 | 38.6 | | |
| 7 | 2128 | 42:57:00 | 38.6 | | |
| 8 | 6270 | 08:57 | 39.3 | | |
| 8 | 6270 | 21:12 | 38.6 | | |
| 8 | 6270 | 33:02:00 | 38.7 | infection | oui |
| 8 | 6270 | 45:17:00 | 39.8 | | |
| 9 | 6017 | 02:54 | 38.7 | | |
| 9 | 6017 | 12:37 | 38.1 | | |
| 9 | 6017 | 24:27:00 | 38 | | |
| 9 | 6017 | 36:12:00 | 38.1 | | |
| 10 | 6098 | 09:15 | 39.3 | | |
| 10 | 6098 | 12:00 | 39.1 | mammite | oui |
| 11 | 6002 | 03:57 | 39.1 | infection | non |
| 11 | 6002 | 16:27 | 38.5 | | |
| 11 | 6002 | 27:50:00 | 38.4 | | |
| 11 | 6002 | 40:12:00 | 39.1 | mammite (J+4) | traitée à J+4 |

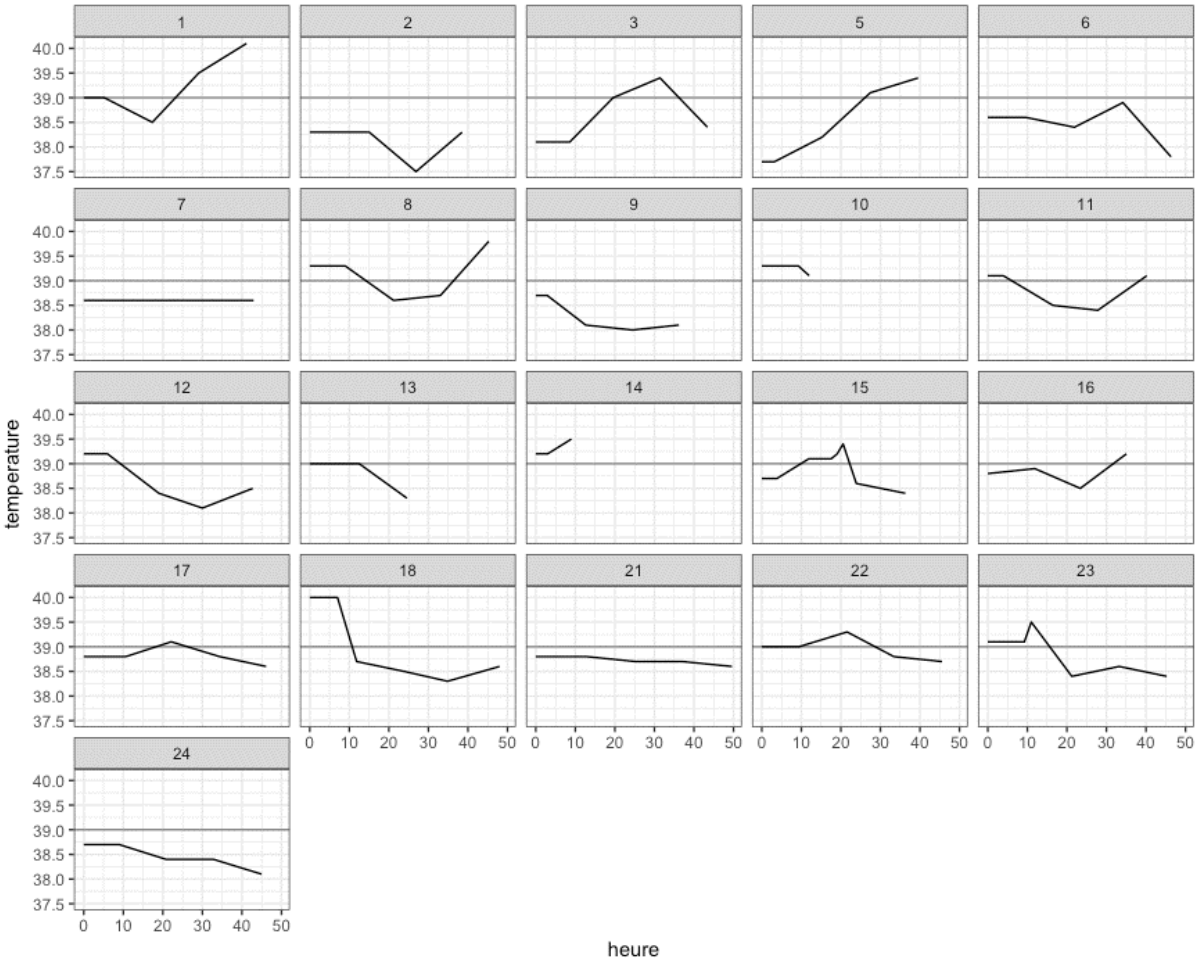
| vache | numéro de travail | heure post-vêlage | température | maladie en fonction du jour de diagnostic | traitement |
|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 6011 | NA | 39.2 | | |
| 12 | 6011 | 19:00 | 38.4 | | |
| 12 | 6011 | NA | 38.1 | | |
| 12 | 6011 | 42:45:00 | 38.5 | | |
| 13 | 6319 | 12:30 | 39 | | |
| 13 | 6319 | 24:35:00 | 38.3 | | |
| 14 | 5836 | NA | 39.2 | mammite (J-2) | non |
| 14 | 5836 | NA | 39.5 | | |
| 15 | 6029 | 03:49 | 38.7 | | |
| 15 | 6029 | 11:54 | 39.1 | infection | oui |
| 15 | 6029 | 17:34 | 39.1 | | |
| 15 | 6029 | 19:04 | 39.2 | | |
| 15 | 6029 | 20:34 | 39.4 | | |
| 15 | 6029 | 23:54 | 38.6 | | |
| 15 | 6029 | 36:19:00 | 38.4 | | |
| 16 | 6375 | 11:54 | 38.9 | | |
| 16 | 6375 | 23:24 | 38.5 | | |
| 16 | 6375 | 35:04:00 | 39.2 | | |
| 17 | 5872 | 10:38 | 38.8 | | |
| 17 | 5872 | 22:08 | 39.1 | | |
| 17 | 5872 | 34:23:00 | 38.8 | | |
| 17 | 5872 | 46:08:00 | 38.6 | | |
| 18 | 5865 | NA | 40 | infection | |
| 18 | 5865 | 11:51 | 38.7 | | |
| 18 | 5865 | 23:51 | 38.5 | | |
| 18 | 5865 | 34:51:00 | 38.3 | | |
| 18 | 5865 | NA | 38.6 | | |
| 21 | 6241 | 12:52 | 38.8 | | |
| 21 | 6241 | 25:13:00 | 38.7 | | |
| 21 | 6241 | 37:03:00 | 38.7 | | |
| 21 | 6241 | 49:38:00 | 38.6 | | |
| 22 | 6306 | 09:24 | 39 | | |
| 22 | 6306 | 21:34 | 39.3 | infection | oui |
| 22 | 6306 | 33:24:00 | 38.8 | | |
| 22 | 6306 | 45:34:00 | 38.7 | | |
| 23 | 5895 | 09:15 | 39.1 | | |
| 23 | 5895 | 11:00 | 39.5 | pneumonie | oui |
| 23 | 5895 | 21:15 | 38.4 | | |
| 23 | 5895 | 33:15:00 | 38.6 | | |
| 23 | 5895 | 45:15:00 | 38.4 | | |
| 24 | 2078 | 08:58 | 38.7 | | |
| 24 | 2078 | 20:48 | 38.4 | | |
| 24 | 2078 | 32:48:00 | 38.4 | | |
| 24 | 2078 | 44:58:00 | 38.1 | | |

# *Annexe 3 : Traitement antibiotique et anti-inflammatoire donné à chaque vache malade*

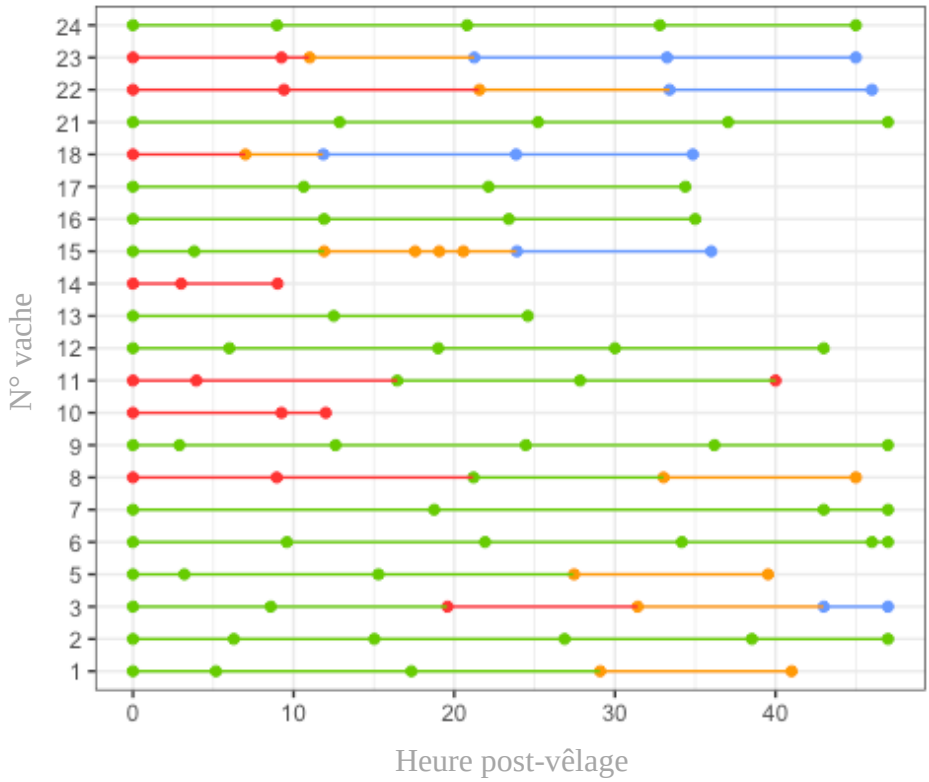
| | | ANTIBIOTIQUE | | | | | | | | ANTI-INFLAMMATOIRE | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Principe actif | Oxytrétacycline | | Benzylpénicilline | Steptomycine & Pénicilline G | Amoxicilline | Sulfadiazine & Trimethoprime | Cloxacilline & ampicilline | Céfopérazone | Flunixine meglubine | Meloxicam | Dexamethasone |
| | Nom déposé | Alamycin | Aquacycline | Penovet | Streptocillin | Curamox | Norodine | Lactaclox | Pathozone | Finadyne | Metacam | Fluormethyl-prednisolone |
| | Dose Voie | 20 mg/kg IM | 10 mg/kg IM | 20mg/kg IM | 20mg/kg IM | 15mg/kg IM | 15mg/kg IV | 1 injecteur par quartier | 1 injecteur par quartier | 2mg/kg IM | 0,5mg/kg IV | 0,04mg/kg IM |
| N° vache | Diagnostic | | | | | | | | | | | |
| 1 | Pneumonie | | X | | | | | | | | X | X |
| 3 | Mammite | | | X | X | | | | | | X | |
| 5 | Mammite | | | | | X | | X | | X | | |
| **8** | Infection | | X | | | | | | | | X | |
| **10** | Mammite | | | | | | X | | X | | X | |
| **11** | Infection | | | X | X | | | | | | | |
| **14** | Mammite | | | | | X | | X | | | | X |
| 15 | Infection | | X | | | | | | | | | X |
| **18** | Infection | X | | | | | | | | | | X |
| **22** | Infection | | | X | | | | | | | X | |
| **23** | Pneumonie | X | X | | | | | | | X | | |

*Les numéros de vache en **gras** correspondent aux vaches incluses dans l'étude.*

*Annexe 4 : Courbe de température (°C) des vaches en fonction de l'heure post-vêlage*



# *Annexe 5 : Etat de santé des vaches pendant 48 heures post-vêlage*




Vache non malade

Vache malade & absence de traitement

Vache malade & traitement

Vache guérie & traitement

# *Annexe 6 : Script R*

## *Annexe 6.1. : Représentation graphique de la durée du comportement « vache couchée » des vaches saines pendant 48 heures post-vêlage, modèle mixte et vérification des conditions d'utilisation du modèle (Tableau 8)*

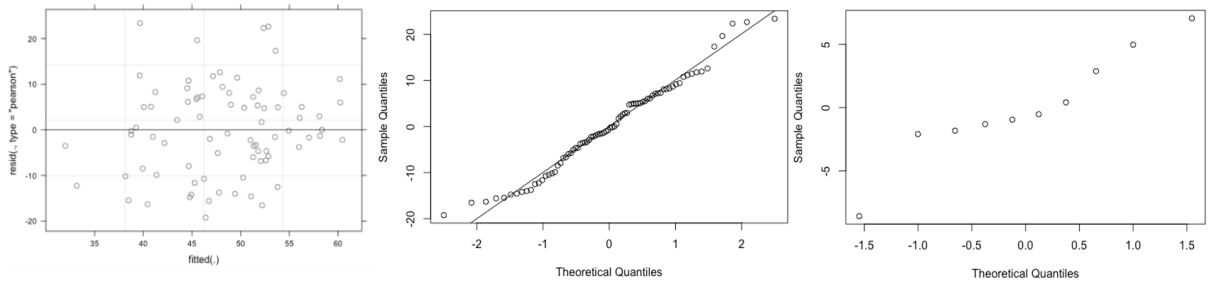
Annexe 6.1.1. : Exemple de script R pour tester la variation de la durée du comportement « vache couchée » entre les périodes :

```
#données :
data_vsaine<-read.table("vache_saine.txt", header=TRUE, dec=",")
require(ggplot2)
str(data_vsaine)
summary(data_vsaine)
require(lme4)

#graphique
d <- ggplot(data = data_vsaine, mapping = aes(x = periode,  y = duree_cow_lying, group = vache,
colour = vache)) +
  stat_summary(aes(group=statut), fun.y = mean, geom = "line", lwd = 1) +
  labs(x="Period",y="% of time") +
  geom_point() +
  geom_line(linetype="dashed") +
  theme_bw() +
  coord_cartesian(ylim = c(0, 100)) +
  theme(legend.position="none") +
  theme(
    axis.text.x = element_text(size=16),
    axis.text.y = element_text(size=16),
    axis.title.x = element_text(size = 16),
    axis.title.y = element_text(size = 16)
  )
d

f<- ggplot(data=data_freq,  mapping = aes(x = periode,  y = cow_lying, group = vache, colour =
vache)) +
  stat_summary(fun.y = mean,geom="line", aes(group=statut), lwd = 1) +
  geom_point() +
  labs(x="Period",y="Number of occurences") +
  geom_line(linetype="dashed") +
  theme_bw() +
  coord_cartesian(ylim = c(0, 15)) +
  theme(legend.position="none") +
  theme(
    axis.text.x = element_text(size=16),
    axis.text.y = element_text(size=16),
    axis.title.x = element_text(size = 16),
```

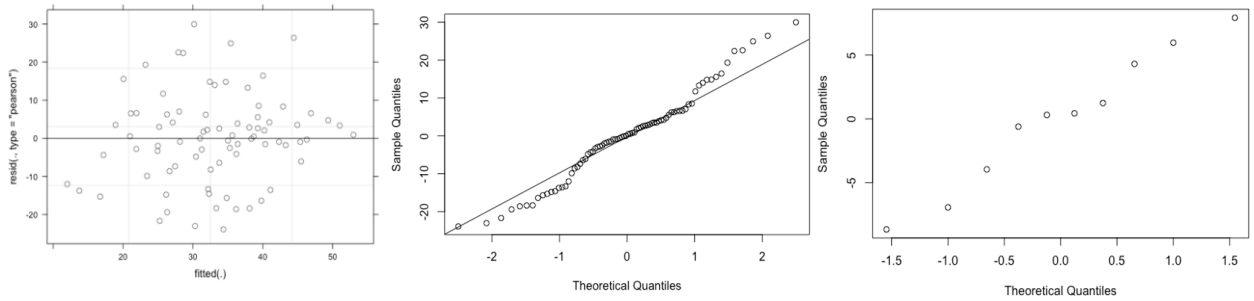
```
    axis.title.y = element_text(size = 16)
  )
f

grid.arrange(d,f,ncol=2, nrow = 1)

#écriture du modèle :
mm_cow_lying<-lmer(duree_cow_lying~periode+(1 | vache), data=data_vsaine)
summary(mm_cow_lying)
summary(mm_cow_lying)$coefficients # coefficient des effets fixes : t >2, significatif
summary(mm_cow_lying)$varcor
confint(mm_cow_lying)    #effet intervalle de confiance

#vérification des conditions d'application du modèle :
plot(mm_cow_lying)
qqnorm(residuals(mm_cow_lying))
qqline(residuals(mm_cow_lying))
qqnorm(ranef(mm_cow_lying)$vache[,1 ])
summary(aov(duree_cow_lying~periode+vache, data=data_vsaine))
```

Annexe 6.1.2.1. : Graphiques des résidus des modèles des durées de chacun des comportements étudiés

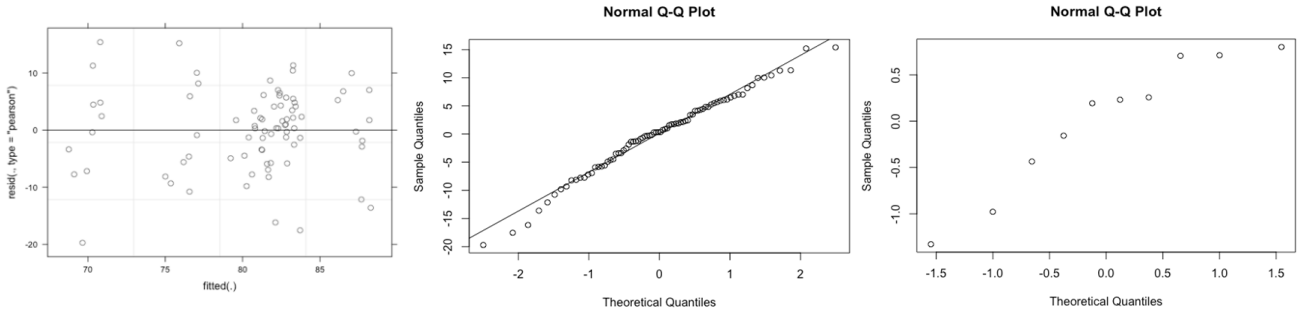
Durée « vache couchée »



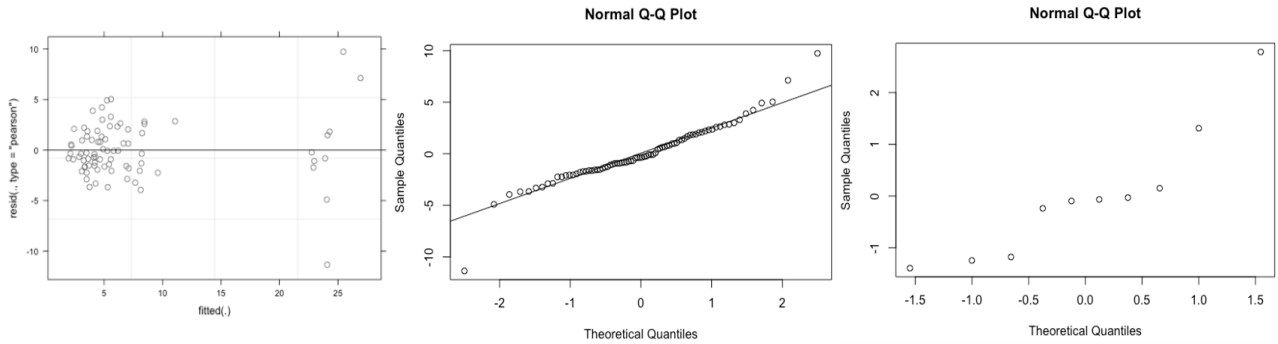

Durée « vache couchée à proximité du veau »




Durée « veau couché »

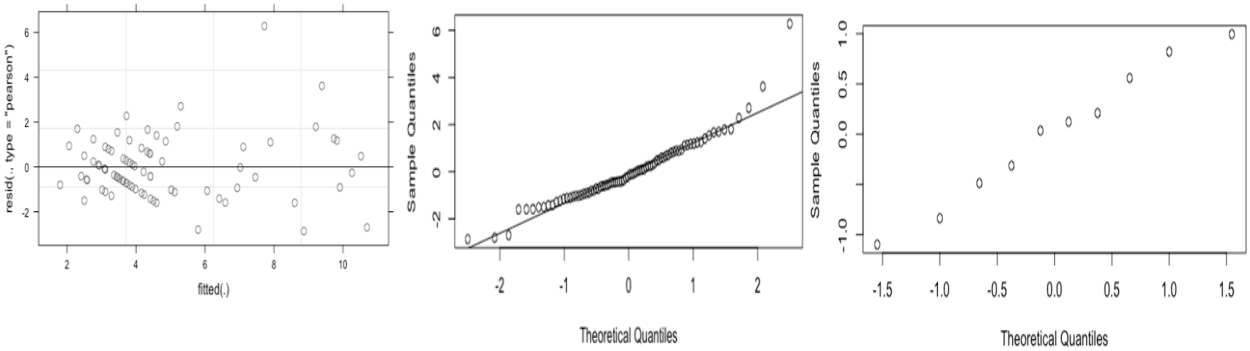



Durée « léchage du veau »

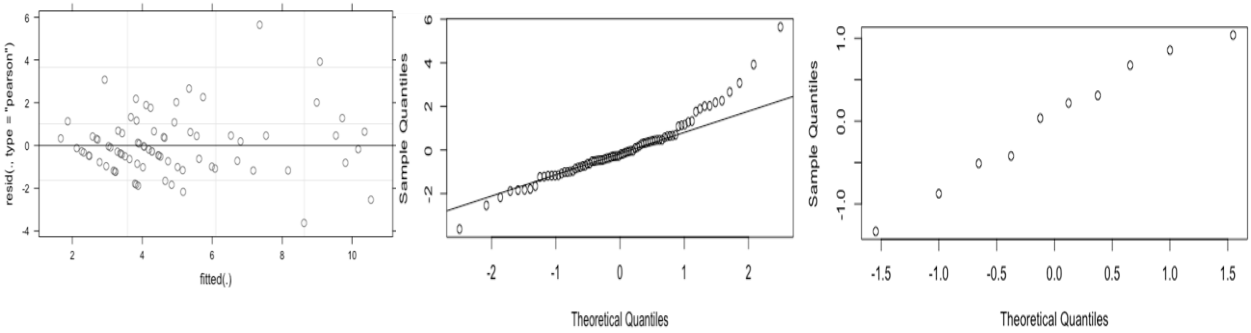


Annexe 6.1.2.2. : Graphiques des résidus des modèles des fréquences de chacun des comportements étudiés

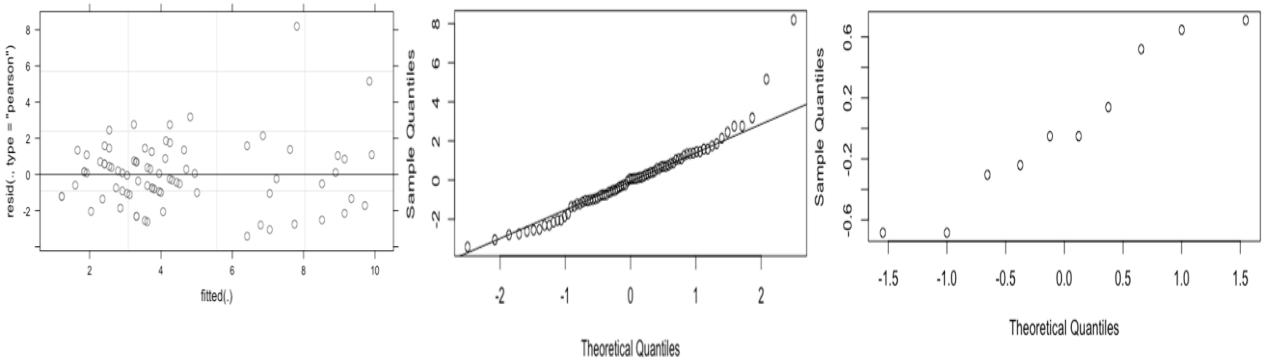
Fréquence « vache couchée »




Fréquence « vache debout »

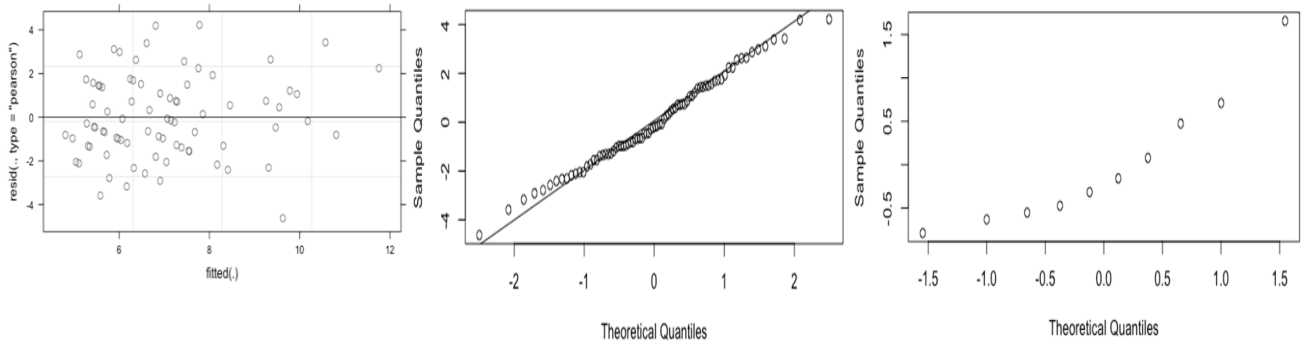



Fréquence « vache couchée à proximité du veau »

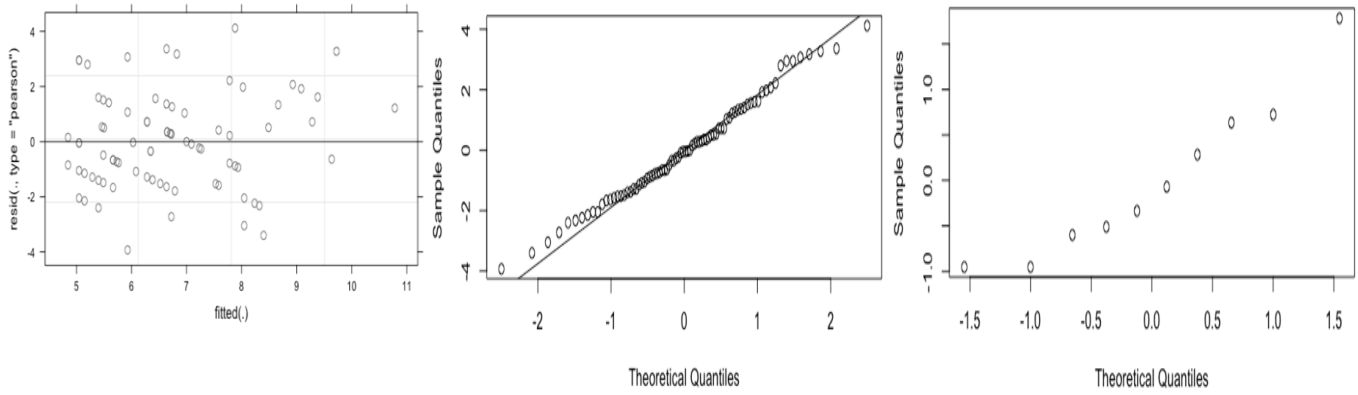


Annexe 6.1.2.2. (suite) : Graphiques des résidus des modèles des fréquences de chacun des comportements étudiés

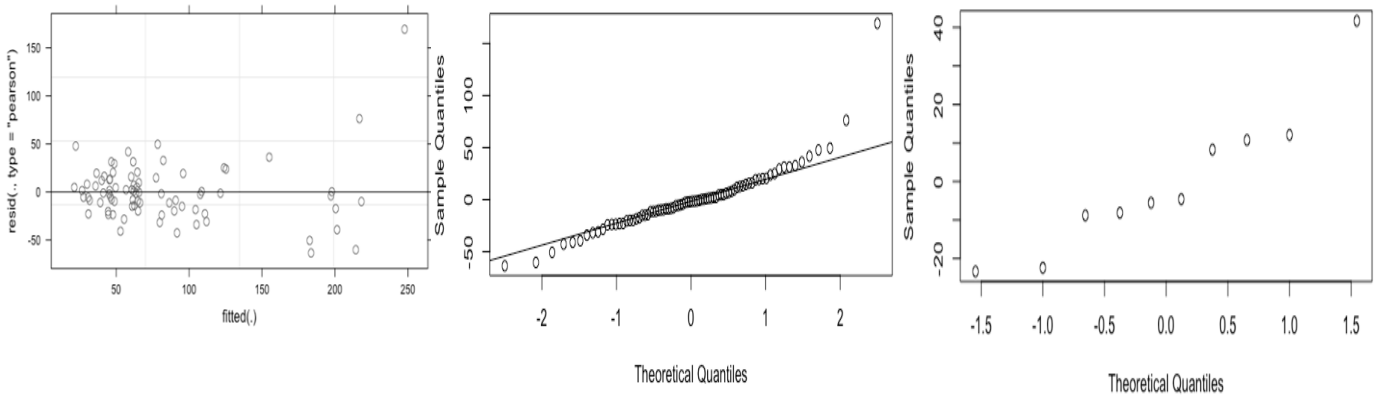
Fréquence « veau couché »




Fréquence « veau debout »




Fréquence « léchage du veau »



*Annexe 6.2. : Représentation graphique de la latence du comportement « vache couchée » des vaches saines et malades, et modèle linéaire (Tableau 9)*

Exemple de script R pour tester la variation de la latence de couchage entre les vaches saines et malades:

```
#données:
data_latence<-read.table("latence .txt", header=TRUE, dec=".")
require(ggplot2)
str(data_latence)
summary(data_latence)
require(lme4)
d_cowlying<-subset(data_latence, behavior=="cowlying")


#graphique :
l1<- ggplot(data=d_cowlying, aes(x=statut, y=latence, colour=statut)) + ylim(0,150) +
  geom_jitter(height=0,width=0.2,size=2) +
  scale_colour_manual(values = c("saine" = "blue", "malade" = "red")) +
  stat_summary(aes(group=statut), fun.y = mean, geom = "point", colour = "black", size = 4)  +
  theme_bw()  +
  labs(x="Health status",y="Latency (minutes)") +
  theme(legend.position="none") +
  theme(
    axis.text.x = element_text(size=16),
    axis.text.y = element_text(size=16),
    axis.title.x = element_text(size = 16),
    axis.title.y = element_text(size = 16)
  ) +
  scale_x_discrete(labels=c("saine" = "Saine", "malade" = "Malade"))
l1


#écriture du modèle:
ml_latence_cowlying<-lm(d_cowlying$latence ~ d_cowlying$statut) # modèle linéaire statut
summary(ml_latence_cowlying)
anova(ml_latence_cowlying)
```

*Annexe 6.3. : Représentation graphique de la durée du comportement « vache couchée » pour les vaches saines et malades (Figure 10)*

```
s <- ggplot(data=data_saine,mapping = aes(x=hour,y=cow_lying,group=cow, colour=cow)) +
  labs(x="Heure post-vêlage",y="% de temps") +
  geom_line(linetype="dashed") +
  geom_point() +
  stat_summary(aes(group = statut), fun.y = mean, geom = "line", lwd = 1) +
  facet_wrap("statut") +
  theme_bw() +
  theme(
    strip.background = element_blank(),
    strip.text.x = element_blank()
  ) +
  theme(legend.position="none") +
  theme(
    axis.text.x = element_text(size=16),
    axis.text.y = element_text(size=16),
    axis.title.x = element_text(size = 16),
    axis.title.y = element_text(size = 16)
  )
s

m <- ggplot(data=data_malade,mapping = aes(x=hour,y=cow_lying,group=cow, colour=cow)) +
  labs(x="Heure post-vêlage",y="% de temps") +
  geom_line(linetype="dashed") +
  geom_point() +
  stat_summary(aes(group = statut), fun.y = mean, geom = "line", lwd = 1) +
  facet_wrap("statut") +
  scale_color_gradient(low="red", high="darkorchid4") +
  theme_bw() +
  theme(
    strip.background = element_blank(),
    strip.text.x = element_blank()
  ) +
  theme(legend.position="none") +
  theme(
    axis.text.x = element_text(size=16),
    axis.text.y = element_text(size=16),
    axis.title.x = element_text(size = 16),
    axis.title.y = element_text(size = 16)
  )
m

grid.arrange(s,m,ncol=2, nrow = 1)
```

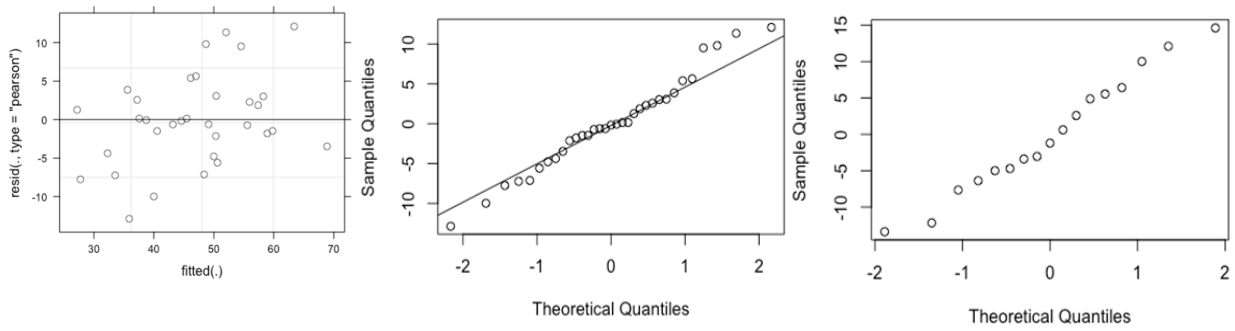
*Annexe 6.4. : Représentation graphique de la durée du comportement « vache couchée » en P1 et P2 pour les vaches saines et malades, modèle mixte et vérification des conditions d'utilisation du modèle (Tableau 10)*

Annexe 6.4.1. : Exemple de script R pour tester la variation de la durée de couchage en P1 et P2 :

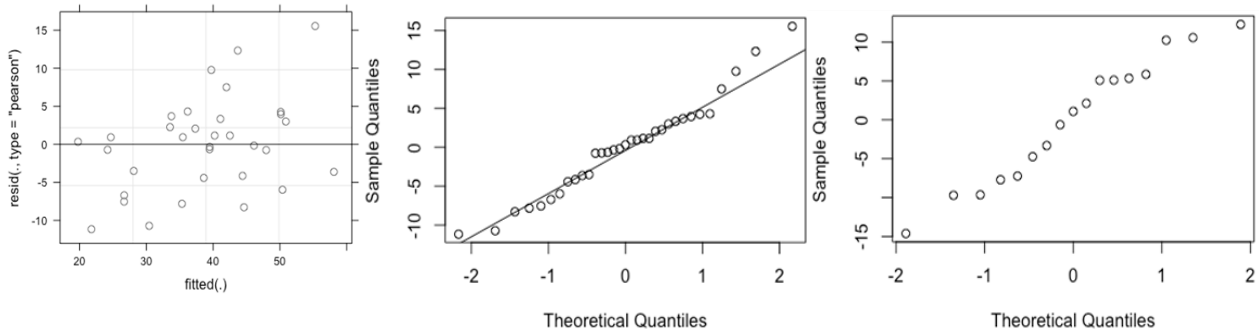
```
#graphique :
m<- qplot(period, cow_lying, ylim=c(15,80),xlab="Period",ylab="% of time", data = data_P1,
group=as.factor(cow), colour= statut, geom="line") +
  theme_bw() +
  geom_line(linetype="dashed", colour="white") +
  stat_summary(aes(group=statut), fun.y = mean, geom = "line", lwd = 1) +
  scale_colour_manual(values = c("saine" = "blue", "malade" = "red")) +
  theme(legend.position="none") +
  theme(
    axis.text.x = element_text(size=16),
    axis.text.y = element_text(size=16),
    axis.title.x = element_text(size = 16),
    axis.title.y = element_text(size = 16)
  )
m

#écriture du modèle:
mm_cow_lyingB<-lmer(cow_lying~statut+period +(1 | cow), data=data_P1P2)
summary(mm_cow_lyingB)
summary(mm_cow_lyingB)$coefficients # coefficient des effets fixes : t >2, significatif
summary(mm_cow_lyingB)$varcor
confint(mm_cow_lyingB) #effet intervalle de confiance

#vérification des conditions d'application du modèle :
plot(mm_cow_lyingB)
qqnorm(residuals(mm_cow_lyingB))
qqline(residuals(mm_cow_lyingB))
qqnorm(ranef(mm_cow_lyingB)$cow[,1 ])
summary(aov(cow_lying~period+statut, data=data_P1P2))
```

Annexe 6.4.2.1. : Graphiques des résidus des modèles des durées de chacun des comportements étudiés

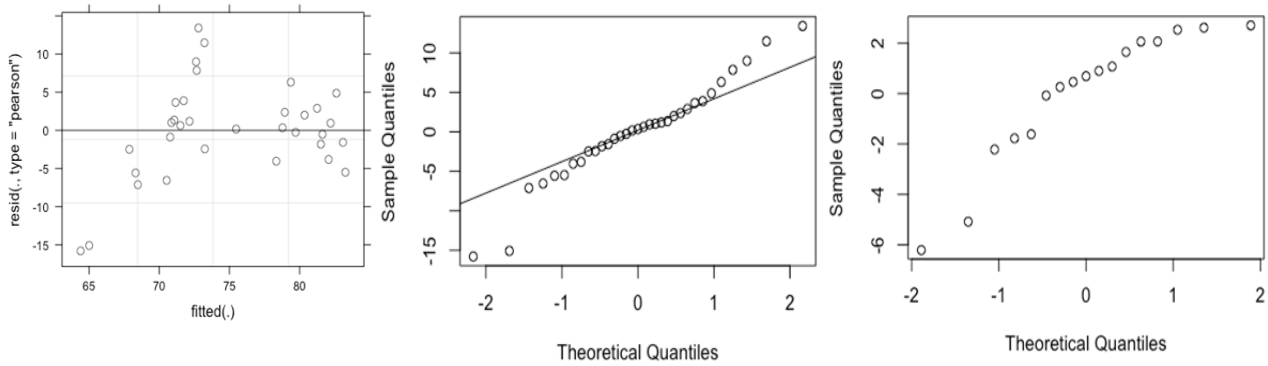
Durée « vache couchée »



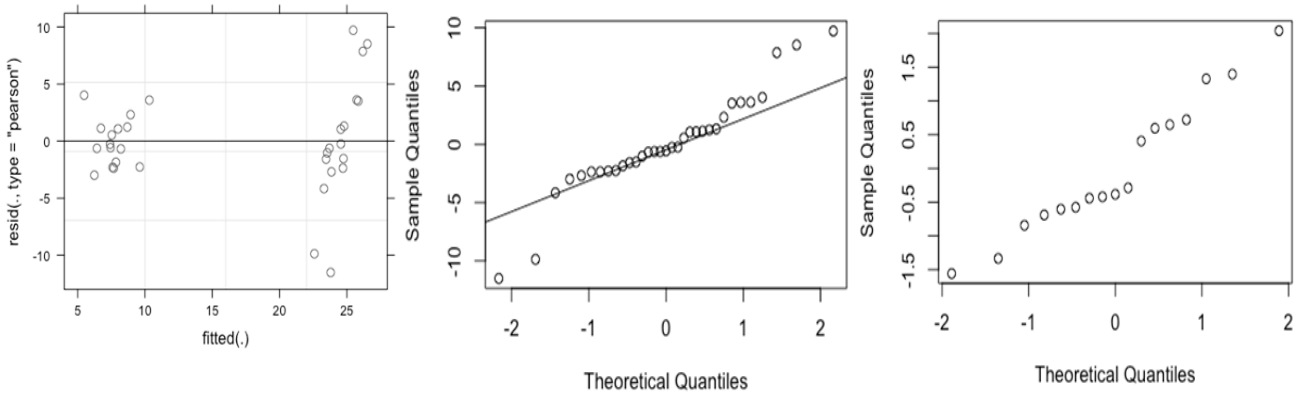

Durée « vache couchée à proximité du veau »




Durée « veau couché »

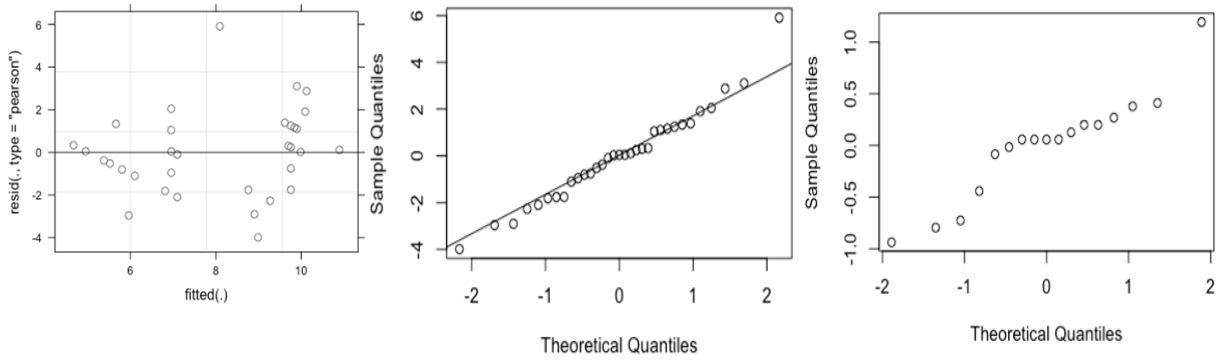



Durée « léchage du veau »

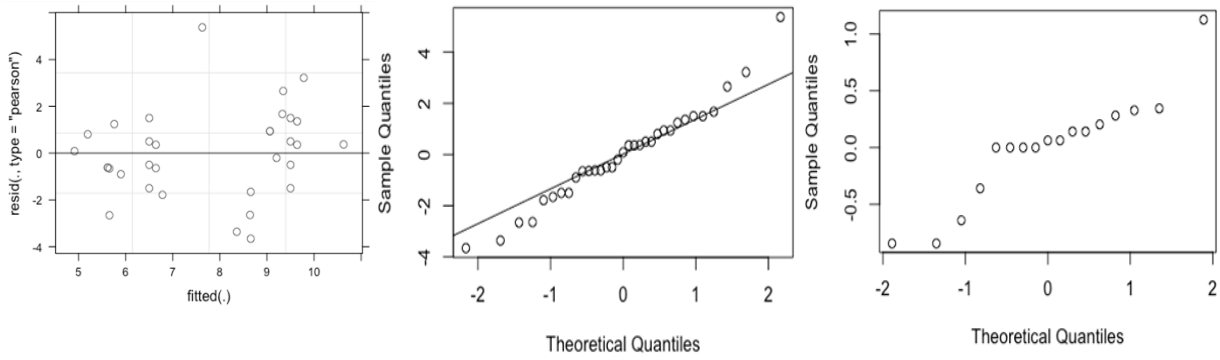


Annexe 6.4.2.2. : Graphiques des résidus des modèles des fréquences de chacun des comportements étudiés

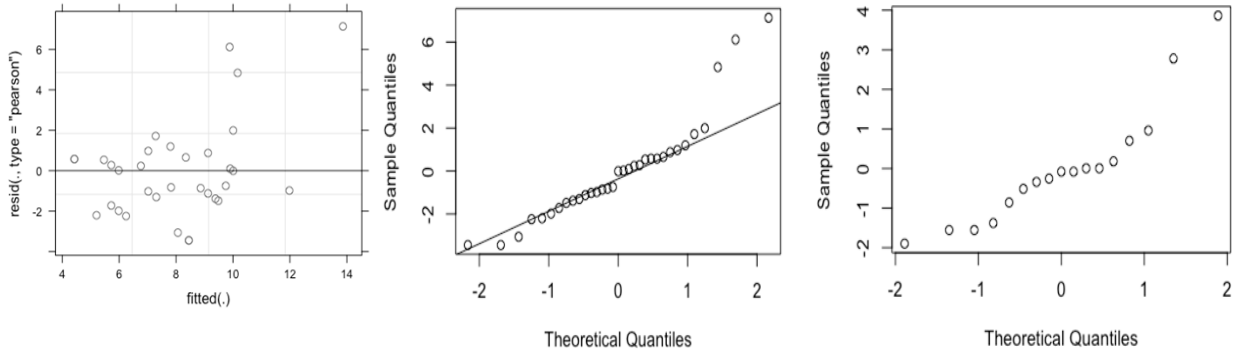
Fréquence « vache couchée »




Fréquence « vache debout »

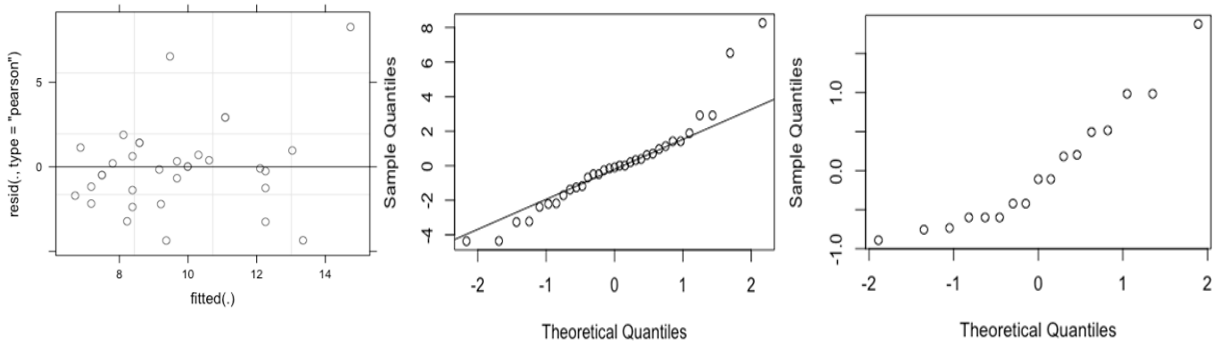



Fréquence « vache couchée à proximité du veau »

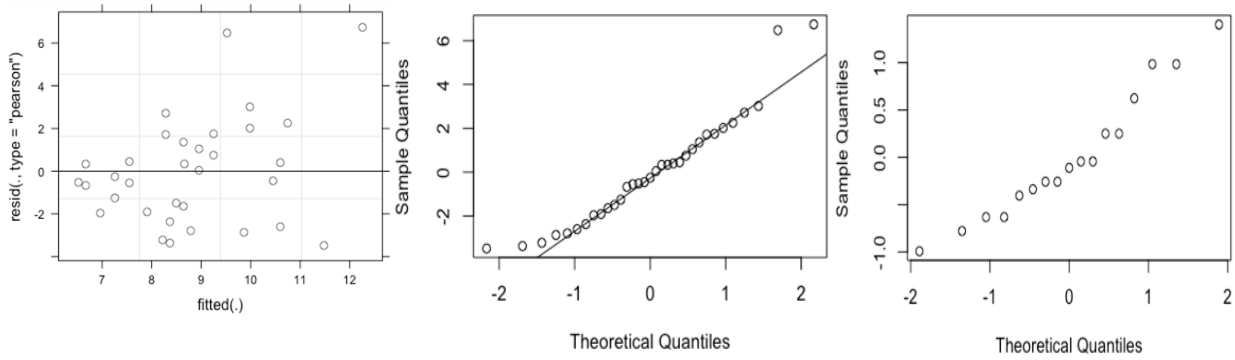


Annexe 6.4.2.2. (suite) : Graphiques des résidus des modèles des fréquences de chacun des comportements étudiés

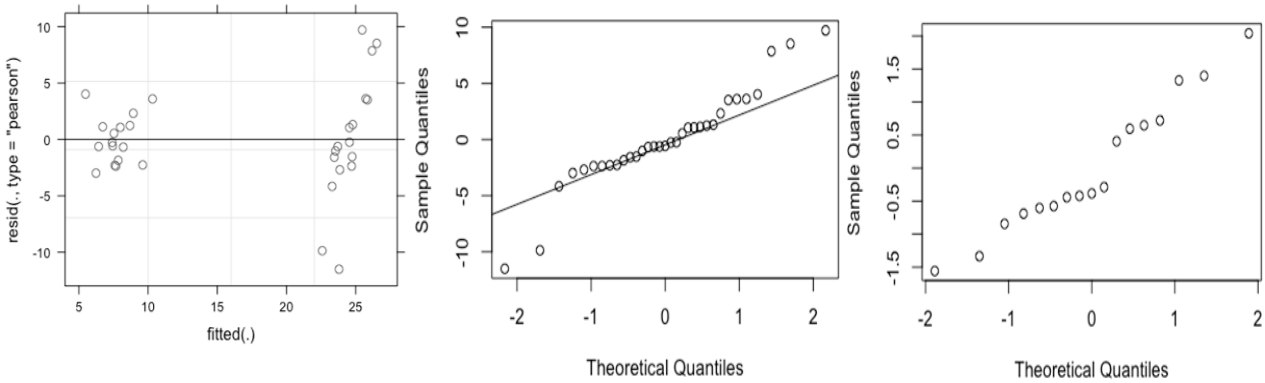
Fréquence « veau couché »




Fréquence « veau debout »




Fréquence « léchage du veau »



# *Annexe 7: Effet d'interaction*

Durée (% de temps) et fréquence d'expression (nombre d'occurrences par période) de chaque comportement (vache couchée, vache couchée à proximité du veau, vache debout, veau couché, veau debout et léchage du veau) de 10 vaches saines et 7 vaches malades en P1 et 10 vaches saines et 6 vaches malades en P2, en tenant compte de l'effet d'interaction période*statut.

| | | | DUREE | | | | FREQUENCE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Estimation | Intervalle de confiance | | t-value | Estimation | Intervalle de confiance | | t-value |
| | | | | 2.50% | 97.5% | | | 2.50% | 97.5% | |
| *Vache couchée* | Facteurs fixes | Saine P1 | 40.59 | 32.99 | 48.19 | 10.26 | 9.71 | 7.95 | 11.48 | 10.44 |
| | | Malade P1 | -0.67 | -12.51 | 11.17 | -0.11 | -0.01 | -2.31 | 2.28 | -0.01 |
| | | Saine P2 | 12.79 | 5.90 | 19.68 | 3.64 | -4.32 | -6.80 | -1.91 | -3.43 |
| | | Malade P2 | 4.06 | -7.54 | 14.91 | 0.72 | 1.52 | -1.52 | 4.69 | 0.94 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | 9.74 | 4.19 | 14.78 | - | 1.00 | 0.00 | 2.16 | - |
| | | Résidus | 7.85 | 5.33 | 11.12 | - | 2.25 | 1.55 | 2.95 | - |
| *Vache couchée à proximité du veau* | Facteurs fixes | Saine P1 | 34.39 | 26.69 | 42.10 | 8.55 | 10.00 | 7.36 | 12.64 | 7.26 |
| | | Malade P1 | -2.95 | -14.97 | 9.05 | -0.47 | -0.80 | -4.24 | 2.64 | -0.45 |
| | | Saine P2 | 10.66 | 3.49 | 17.82 | 2.91 | -4.02 | 4.33 | -0.89 | -2.43 |
| | | Malade P2 | 3.74 | -8.14 | 15.10 | 0.63 | 1.92 | -1.71 | 7.11 | 0.91 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | 9.73 | 4.35 | 14.73 | - | 2.16 | 0.00 | 4.09 | - |
| | | Résidus | 8.20 | 5.60 | 11.44 | - | 2.94 | 1.88 | 4.23 | - |
| *Vache debout* | Facteurs fixes | Saine P1 | *inverse de vache couchée* | | | | 9.00 | 7.34 | 10.66 | 10.25 |
| | | Malade P1 | | | | | 0.50 | -1.67 | 2.67 | 0.44 |
| | | Saine P2 | | | | | -3.45 | -5.79 | -1.17 | -2.90 |
| | | Malade P2 | | | | | 0.45 | -2.43 | 3.44 | 0.29 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | | | | | 0.94 | 0.00 | 2.03 | |
| | | Résidus | | | | | 2.12 | 1.46 | 2.78 | |
| *Veau couché* | Facteurs fixes | Saine P1 | 70.09 | 64.98 | 75.20 | 26.00 | 12.86 | 10.46 | 15.26 | 10.19 |
| | | Malade P1 | 0.52 | -7.45 | 8.48 | 0.12 | -2.76 | -5.89 | 0.37 | -1.68 |
| | | Saine P2 | 10.46 | 4.24 | 16.88 | 3.18 | -3.88 | -7.60 | -0.68 | -2.30 |
| | | Malade P2 | -1.62 | -11.06 | 7.93 | -0.31 | 1.38 | -2.68 | 6.06 | 0.64 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | 4.30 | 0.00 | 7.95 | - | 1.44 | 0.00 | 3.53 | - |
| | | Résidus | 7.36 | 5.08 | 9.94 | - | 3.01 | 1.89 | 4.02 | - |

| | | | DUREE | | | | FREQUENCE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Estimation | Intervalle de confiance | | t-value | Estimation | Intervalle de confiance | | t-value |
| | | | | 2.50% | 97.5% | | | 2.50% | 97.5% | |
| *Veau debout* | Facteurs fixes | Saine P1 | *inverse de veau couché* | | | | 10.86 | 8.61 | 13.10 | 9.17 |
| | | Malade P1 | | | | | -1.86 | -4.78 | 1.07 | -1.23 |
| | | Saine P2 | | | | | -1.96 | -5.37 | 1.06 | -1.23 |
| | | Malade P2 | | | | | 0.26 | -3.57 | 4.56 | 0.13 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | | | | | 1.30 | 0.00 | 3.08 | - |
| | | Résidus | | | | | 2.85 | 1.85 | 3.77 | - |
| *Léchage du veau* | Facteurs fixes | Saine P1 | 24.14 | 20.99 | 27.30 | 14.51 | 202.00 | 155.88 | 248.12 | 8.39 |
| | | Malade P1 | 0.99 | -3.92 | 5.90 | 0.38 | 4.00 | -56.13 | 64.13 | 0.13 |
| | | Saine P2 | -15.86 | -20.06 | -11.64 | -7.32 | -112.30 | -156.79 | -66.27 | -4.84 |
| | | Malade P2 | -2.46 | -9.09 | 4.32 | -0.71 | 19.50 | -38.86 | 76.29 | 0.66 |
| | Facteurs aléatoires | Vache | 2.05 | 0.00 | 4.53 | - | 48.96 | 23.71 | 73.51 | - |
| | | Résidus | 4.85 | 3.34 | 6.32 | - | 40.80 | 27.99 | 56.47 | - |

# *Annexe 8: Abstract de l'article*

*Article soumis en juillet 2019 dans la revue Animals*

# Sickness does not impact the lying and grooming behaviour of post-parturient dairy cows

**Nadège Perier [1], Alice de Boyer des Roches [1,2], Margit Bak Jensen [3], and Kathryn Proudfoot [4]***

[1] Université de Lyon, VetAgro Sup, F-69280 Marcy L'Etoile, France; nadege.perier@vetagro-sup.fr
[2] Université Clermont Auvergne, INRA, VetAgro Sup, UMR Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France; alice.deboyerdesroches@vetagro-sup.fr
[3] Department of Animal Science, Aarhus University, PO Box 50, 8830, Tjele, Denmark; margitbak.jensen@anis.au.dk
[4] Veterinary Preventive Medicine, College of Veterinary Medicine, The Ohio State University, 1920 Coffey Road, Columbus, OH 43210, USA; proudfoot.18@osu.edu
* Correspondence : proudfoot.18@osu.edu

Received: date; Accepted: date; Published: date

**Simple Summary:** Animals reduce their activity, feeding behaviour, social interactions and self-grooming behaviours when sick ('sickness behaviours'). However, the effect of sickness on early maternal behaviours directed toward offspring is less understood, especially in farm animals. This experiment assessed the impact of sickness on the first day after giving birth on the lying and grooming behaviour of dairy cows and their calves. The behaviour of sick and healthy cows and their calves were recorded for 24 hours after calving. Behaviours included lying behaviour of the cow and calf, and maternal grooming of the calf. We found that health status did not affect a majority of the behaviours measured after calving. We suggest that a cow's motivation to groom and be near their calf may be stronger than her motivation to express sickness behaviours immediately after giving birth.

**Abstract:** Behaviour is commonly used to detect sickness in animals, but the impact of sickness on lying and maternal behaviours around parturition is not well understood. The objective was to assess the effects of sickness on the lying and grooming behaviour of dairy cows in the first 24 h after giving birth. Cows were categorized as 'sick' (n = 8) if they had at least one rectal temperature ≥ 39.1°C and one clinical sign of illness (mastitis, pneumonia or an unknown infection) within 24 h of calving. These cows were match-paired with cows that had no rectal temperature ≥ 39.1°C and no clinical signs of illness up to 3 d after calving (n = 8; 'not sick'). The duration and latency of cow behaviours (standing, lying, lying bouts, lying close to calf, and grooming of the calf) and calf behaviours (standing and lying) were recorded for 24 h post-partum. We found no differences in the behaviour of sick and not sick cows and their calves post-calving, except that sick cows took longer to lie down near their calf after calving compared to those without illness. Cows may be more motivated to groom and spend time with their calf than to express sickness behaviours immediately after giving birth.

**Keywords:** maternal behaviour; sickness behaviour; dairy cow; motivation; health status

**PERIER Nadège**

# INFLUENCE DE L'ETAT DE SANTE SUR L'ACTIVITE ET LE COMPORTEMENT MATERNEL DES VACHES LAITIERES

**Thèse d'Etat de Doctorat Vétérinaire :** Lyon, *12 septembre 2019*


## RESUME :

Les bovins accomplissent des comportements alimentaires, reproducteurs, repos, locomoteur, de jeu, social ou encore maternel. En cas de maladie ou de douleur, les bovins modifient leur comportement. Ces modifications sont une réponse adaptative de l'organisme pour faire face à l'infection, mais résultent aussi d'un état de motivation. Le comportement est utilisé pour détecter précocement des signes de maladie, mais le comportement maternel n'a pas encore fait l'objet de telles études chez les bovins.

Cette thèse avait pour objectif de faire un état des lieux des comportements des bovins et d'explorer la possibilité d'utiliser le comportement maternel en post-partum pour détecter précocement une maladie chez les bovins.
La première partie de la thèse est une étude bibliographique décrivant le comportement des bovins. La deuxième partie est une étude expérimentale sur 17 vaches laitières afin de comprendre si la maladie affecte ou non le comportement maternel des bovins. Le comportement maternel et l'activité des vaches a été suivi pendant 48h post-partum chez 10 vaches saines et 7 vaches malades. Nous avons montré que les vaches malades étaient aussi maternelles que les vaches saines. Après le vêlage, les vaches malades priorisaient leur veau et les soins maternels à leur accorder plutôt que les comportements habituellement observés en cas de maladie (apathie, augmentation du temps de couchage…).
Finalement, nos résultats suggèrent que la période post-vêlage n'est pas appropriée pour observer le comportement des vaches afin d'identifier si elles sont malades ou non. Le léchage du veau ne doit pas être considéré comme un élément de diagnostic, ni comme un indice précoce de détection de maladie, pour l'éleveur ou le vétérinaire. Cette étude devra être conduite à plus large échelle pour confirmer ces résultats préliminaires et étudier le comportement de tétée des veaux qui n'a pas pu être pris en compte ici.



## MOTS CLES :

- Vaches
- Comportement parental chez les animaux
- Bovins -- Maladies
- Santé animale


## JURY :

Président : Madame le Professeur Justine Bacchetta

1er Assesseur : Madame le Docteur Alice De Boyer Des Roches
2ème Assesseur : Madame le Docteur Dorothée Ledoux

## DATE DE SOUTENANCE : 12 septembre 2019