

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

**Mise en place d'un système de pesées
automatiques des veaux afin d'évaluer la
production laitière de la vache allaitante**

Pierre SERRES

Option « Elevages et Systèmes de Production »

2012-2015



VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Mise en place d'un système de pesées automatiques des veaux afin d'évaluer la production laitière de la vache allaitante

Pierre SERRES

Option « Elevages et Systèmes de Production »

2012-2015

Maîtres de stage :

Jacques AGABRIEL, INRA, Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (Theix)

Bernard SEPCHAT, INRA, Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (Theix)

Tuteur de stage :

Gilles Brunschwig, VetAgro Sup, Campus agronomique de Clermont-Ferrand



« L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup. »

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le GIS Elevages Demain de m'avoir permis de réaliser mon stage de fin d'étude.

Je tiens à remercier Jacques Agabriel et Bernard Sepchat de m'avoir accueillis et encadrés au sein de leur équipe pour effectuer mon stage de fin d'étude. Je les remercie pour leurs soutiens, leurs disponibilités et leurs conseils dans ce projet.

Mes remerciements vont à Eric Delval pour son aide et sa gentillesse qui m'ont permis l'analyse des données sous The Observer.

Je remercie aussi l'ensemble de l'équipe du personnel du site de Laqueuille où l'expérimentation a été menée. Je tiens à remercier particulièrement Marc Barbet pour ses conseils et sa disponibilité tout au long de l'expérimentation.

Je tiens aussi à remercier mon professeur encadrant Gilles Brunschwig pour son aide et sa disponibilité tout au long du stage.

Je voudrais remercier Mathieu Auboeuf qui a participé au deux mois d'expérimentation.

Enfin mes derniers remerciements vont à mes parents qui m'ont permis la réalisation de ses études et à leurs encouragements tout au long de mes études. Merci à Marie de m'avoir soutenue et encouragé lors de ma dernière année d'étude.

Résumé

Les charges alimentaires dans les élevages bovins allaitants représentent les deux tiers des charges opérationnelles. Les veaux étant nourris presque exclusivement de lait et de fourrage, la réduction des charges alimentaires peut s'envisager à travers une optimisation de la production laitière des vaches allaitantes. Cependant l'estimation de la production des vaches allaitantes fait appel à des méthodes de contrôles indirectes coûteuses en temps et en main d'œuvre basées sur des pesées des veaux. Depuis 2013, l'INRA de Theix étudie la mise en place d'un système de pesée automatique simplifiant cette démarche.

Une expérimentation de deux mois a été menée sur 15 vaches charolaises multipares suitées. Elle a été réalisée sur quatre périodes consécutives, chacune composée d'une période d'adaptation, de 4 jours de tétées surveillées et de 10 jours de tétées libres. Pendant les périodes de tétées libres, les veaux ont été filmés 24h/24 afin de comprendre leurs comportements au sein du parc des mères. En plus de l'observation vidéo, afin de noter l'activité et l'évolution du comportement des veaux, trois séances d'observation ont également été réalisées (une journée/période de 6h à 21h).

L'expérimentation a montré que le nombre moyen d'aller-retour des veaux dans le parc des mères est de $2,9 \pm 0,82$ corrélé significativement au nombre de tétées. Les veaux ont passé en moyenne $4h\ 07 \pm 2h25$ dans le parc des mères pour une durée moyenne de tétée par jour de 49 ± 16 minutes. Le dispositif devra être amélioré puisque seulement 54 % des poids ont pu être collecté sur l'ensemble des quatre périodes. La comparaison de ces résultats avec ceux des années précédentes permet de conclure à une similitude du comportement des veaux. Cependant l'estimation de la production laitière a été remise en cause par la fiabilité du système de pesées.

Mots clés : production laitière, système automatique de pesée, vaches allaitantes, charge alimentaire

Abstract

Food costs in suckling cows farms represent two-thirds of operating expenses. The calves are fed almost exclusively with milk and forage, so reduction of food costs can be envisaged by an optimization of milk production of suckler cows. However the estimation of milk production uses indirect methods based on calves weighing but costly in time and labor. Since 2013, INRA Theix studies the development of an automatic weighing system simplifies this process.

This experimentation was conducted during four consecutive periods, each composed of a period of adaptation of four days of controlled suckling and 10 days of free suckling. During periods of free suckling calves were filmed 24h / 24 in order to understand their behavior in the mother's paddock. In addition to observation video, for noting the activity and the evolution of the behavior of calves, three days of behavior have also been achieved (one day / period from 6h to 21h).

The experiment showed that on average the number calves roundtrip in mothers paddock was 2.9 ± 0.82 , significantly correlated to the number of suckling. Calves spent an average of $4h07 \pm 2h25$ in mother's paddock of 49 ± 16 minutes. The device must be improved because only 54% of the weight could be collected for the all four periods. Comparing these results with those of previous years conclude to a similarity in calves behavior making it possible the estimation of milk production but called into question by the reliability of the weighing system.

Keywords : Milk production, automatic system, suckler-cows, food charges

Table des figures

Figure 1: Répartition des systèmes d'élevage bovins viandes ayant plus de 20 vaches allaitantes (Institut de l'élevage, 2014)	2
Figure 2 : Volatilité des prix des matières premières au cours du temps (Roux, 2013).....	2
Figure 3 : Schéma de développement de la glande mammaire (Jammes et Djiane, 1988).....	4
Figure 4 : Schéma de régulation de la production laitière entre la mère et le veau	4
Figure 5 : Estimation de la production laitière journalière des vaches allaitantes multipares (moyenne des 6 premiers mois de lactation) (Petit <i>et al</i> , 1994).....	7
Figure 6 : Production laitière des races allaitantes Salers, Limousines et Charolaises	8
Figure 7 : Evolution de la production laitière journalière des vaches allaitantes de différentes races (Petit <i>et al</i> , 1994).....	8
Figure 8 : Evolution de la production laitière et gain de poids de leurs veaux selon la saison de mise bas (Le Neindre <i>et al</i> , 1975)	8
Figure 9 : Déterminisme de croissance avant sevrage (Ménissier <i>et al</i> , 1992).....	10
Figure 10: Schéma de la stabulation et du dispositif de pesé.....	14
Figure 11: Période expérimentale en bâtiment : 4 périodes de mesures du 14 avril au 15 juin14	
Figure 12 : Variation intra-jour du poids des veaux lors de la tétée surveillée.....	18
Figure 13: Note d'Etat Corporelle des 15 vaches charolaises et son évolution	20
Figure 14 : Production laitière moyenne des 15 vaches Charolaises du 3 mars au 30 juillet ..	20
Figure 15 : Localisation des veaux lors des séances d'observation des veaux pour les périodes 2, 3 et 4.....	21
Figure 16 : Pourcentage du temps journalier des veaux au râtelier pour la période 2, 3 et 4 ..	21
Figure 17 : Observations visuelles de 6h à 21h : budget temps des activités des 15 veaux (moyenne sur l'ensemble des observations des périodes 2,3 et 4).....	22
Figure 18 : Variabilité des comportement »debout dans le parc des mères » des 3 veaux extrêmes observés par vidéo 24h/24	22
Figure 19 : Relation entre le nombre moyen de passages et de tétées des veaux lors des 10 jours de tétées libres de la période 2.....	23
Figure 20 : Différence du temps moyen de tétée par rapport au temps moyen sous une autre vache pour l'ensemble des 15 veaux.....	23

Figure 21 : Poids correctement enregistrés selon le sens de passage et entre les quatre périodes	24
Figure 22 : Différence du nombre moyen de passages par jour des veaux entre le système de pesé et l'observation vidéo lors de la période 2	25
Figure 23 : Poids du veau 5405 correctement enregistrés par le dispositif au cours de la période 2. Comparaison avec les poids mesurés en période de tétées surveillées	25
Figure 24 : Relation entre les productions laitières des "tétées surveillées" et des "tétées libres" pendant les périodes 2, 3 et 4	26

Table des tableaux

Tableau 1 : Evolution du nombre et de la durée des tétées des veaux en liberté avec leurs mères (Somerville et Lowman, 1979)	5
Tableau 2 : Présentation des différentes méthodes de pesées avant et après tétée.....	6
Tableau 3 : Présentation des différentes méthodes de traite	7
Tableau 4 : Réponse du gain de poids des veaux pour 1 kg/jour de lait supplémentaire ingéré selon la race, la période considérée et le niveau de production laitière des vaches	11
Tableau 5 : Caractéristiques des vaches et des veaux	13
Tableau 6 : Valeur alimentaire et TMS des fourrages distribués	15
Tableau 7 : Grille de détermination de la Note d'Etat Corporel (Agabriel et al, 1986)	15
Tableau 8 : Grille de d'observations du comportement des veaux, et codage utilisé	16
Tableau 9 : Ethogramme réalisé sous The Observer	17
Tableau 10 : Caractérisation des tétées observées pendant la période 2 (n=355 tétées au total)	24

Liste des abréviations

ALait : Aptitude à l'allaitement

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

GMQ : Gain Moyen Quotidien

H² : Héritabilité

NEC : Note d'Etat Corporel

PDI : Protéines Digestibles dans l'Intestin

SYBEL : SYstèmes Biotechnologiques d'ÉLevage

TMS : Taux de Matière Sèche

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

RT : Parc veau → parc mère

UEMA : Unité Expérimentale des Monts d'Auvergne

UFL : Unité Fourragère Lait

UMRH : Unité Mixte de Recherche Herbivore

TR : Parc mère → parc veau

Glossaire

Hétérosis : Accroissement des performances des individus hybrides.

Héritabilité : Permet de prédire si la génétique par sélection sera efficace.

Immunoglobuline : Protéines solubles qui proviennent du sang et présent dans le colostrum.

Rang de lactation : Production de lait du colostrum au tarissement.

Introduction

L'élevage bovins viandes français compte 4,1 millions de vaches et est localisé dans les zones herbagères. Il contribue au deux-tiers des tonnages de viande nationale et exporte un million de brouards maigres (veaux vendus entre 5 et 9 mois, selon la conduite de l'exploitation) mâles et femelles vers l'Italie ou l'Espagne, pour l'engraissement. De plus, on constate l'ouverture de nouveaux marchés vers la Turquie et l'Algérie (Institut de l'élevage, 2014).

L'élevage de jeunes brouards maigres représente 43 % des exploitations bovins viandes et tend à remplacer les systèmes naisseurs de mâles lourds. Un système coûteux en termes de place et de concentré, mais variable selon le système d'alimentation. La rentabilité d'une exploitation bovins viandes dépend du nombre de veaux sevrés, de leurs croissances et de leurs conformations. Les leviers d'action employés pour ces critères sont la génétique et l'optimisation de l'alimentation. Afin d'optimiser la rentabilité de la ration alimentaire du brouard maigre, il est important de limiter la part de concentré et d'optimiser le pâturage et la production laitière de la mère. La production laitière est un levier intéressant pour permettre une bonne croissance du veau. En effet, l'étude de B.Sepchat en 2011 montre qu'un veau ayant une tante (vache de race laitière ou mixte qui permet de nourrir plusieurs veaux en plus du sien) en plus des deux tétées journalières de sa mère obtient un Gain Moyen Quotidien (GMQ) de 1,5 kg/j. Celui-ci étant supérieur au GMQ obtenu avec le concentré (1,45 kg/j). Il est donc important de ne pas négliger la production laitière au détriment du développement musculaire lors de la sélection des génisses. La production laitière de la vache allaitante varie entre les individus et selon le potentiel génétique, le régime alimentaire et le comportement du veau (fréquence de tétée, capacité d'ingestion).

Afin d'optimiser la production laitière de la vache allaitante, il est essentiel de la quantifier. Plusieurs méthodes d'estimation de la production laitière sont utilisées pour quantifier la production laitière de la vache allaitante. La seule méthode de référence utilisée pour quantifier la production laitière est la méthode de P Le Neindre publiée en 1976. Elle permet d'estimer la quantité de lait bu par le veau par une pesée avant et après tétée du veau. Néanmoins, cette méthode reste coûteuse en temps et en main d'œuvre, seules les fermes expérimentales la mettent en œuvre. Ce contexte a mené à la réflexion d'une simplification de la méthode de référence par la mise en place d'un système référencé de pesées automatiques du veau avant et après tétée. Cette facilitation de la mesure de production laitière de la vache allaitante a pour finalité d'extraire la courbe de lactation.

Le projet 3M « Moduler, Mesurer et Modéliser la production laitière des vaches allaitantes » a été conduit sur trois années à la ferme expérimentale de l'UEMA de 2013 à 2015. Les deux premières années ont été réalisées à Marcenat, la dernière à Laqueuille. Ce document traite de l'étude réalisée en 2015, de la fin mars au 31 juillet.

L'étude est séparée en quatre grandes parties :

- Une étude bibliographique permettant de mieux appréhender les différentes réponses adaptatives des animaux lors d'une contrainte nutritionnelle.
- Une description de l'expérimentation mise en place.
- Une analyse synthétique des résultats obtenus lors de cette expérimentation.
- Enfin une discussion des résultats obtenus comprenant une critique des conditions d'expérimentation et une confrontation avec la bibliographie.

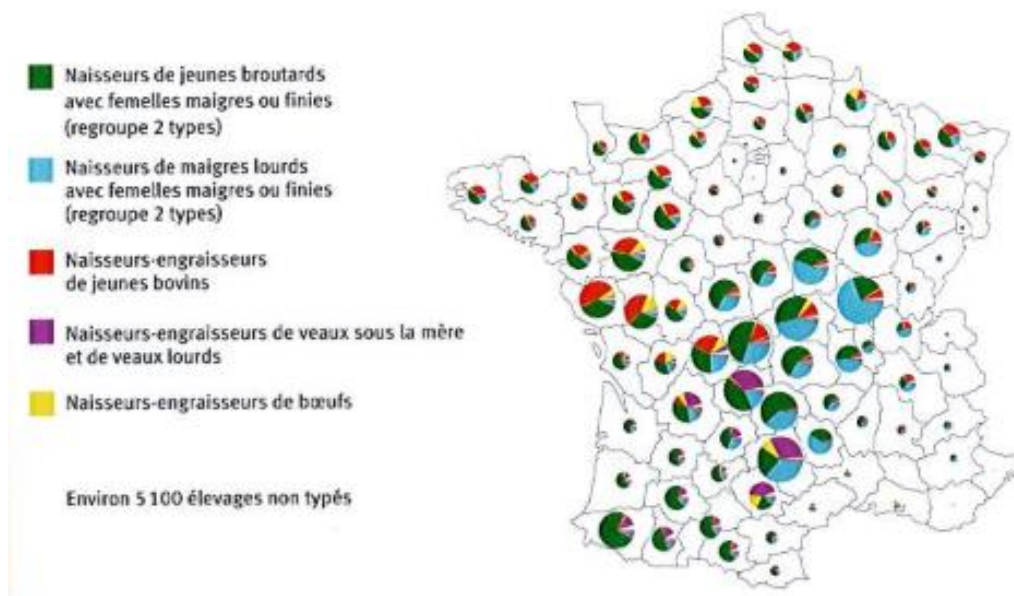


Figure 1: Répartition des systèmes d'élevage bovins viandes ayant plus de 20 vaches allaitantes (Institut de l'élevage, 2014)

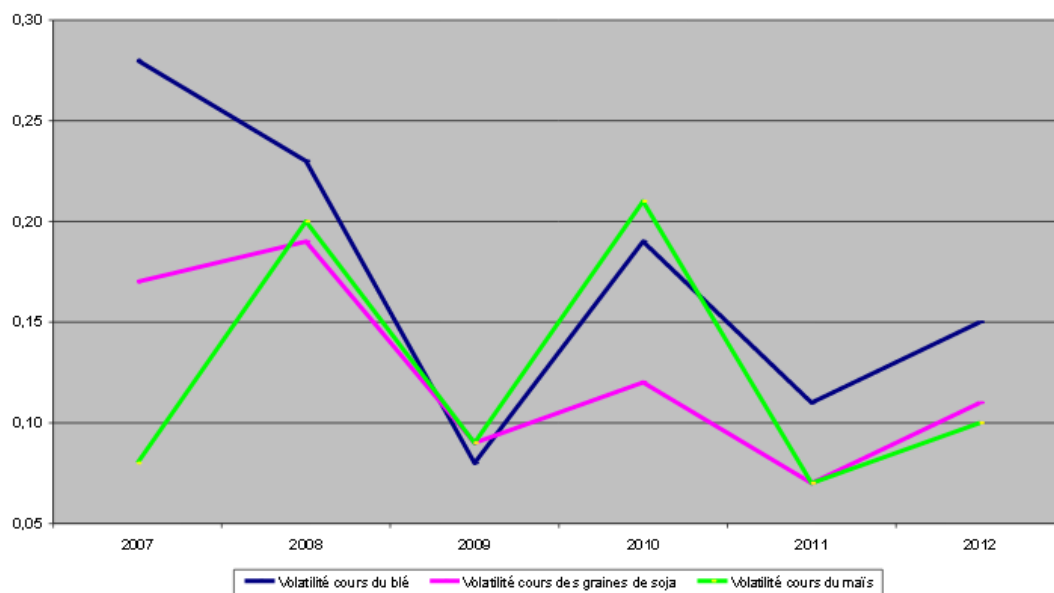


Figure 2 : Volatilité des prix des matières premières au cours du temps (Roux, 2013)

Partie 1 : Contexte de l'étude

Cette première partie a pour objectif de présenter l'expérimentation et le contexte dans lequel elle évolue. Dans un premier lieu une présentation de l'élevage bovins viandes français et du centre de recherche sera réalisée. Ensuite, une partie bibliographique présentera et confrontera les différentes recherches réalisées sur la production laitière de la vache allaitante.

I.1. Contexte de l'élevage bovins viandes français

I.1.1 Elevage bovins viandes

Les exploitations bovines viandes sont réparties sur l'ensemble du territoire français et principalement dans les zones herbagères dont la principale est le Massif central. La ressource en herbe variable selon le climat et le sol, est la principale source d'alimentation du cheptel bovins viandes (Figure 1) (Institut de l'élevage, 2014). En 2010, le cheptel français de vache allaitante comptait 4,1 millions de têtes pour 121 200 exploitations plus ou moins spécialisées et de différentes tailles (Institut de l'élevage, 2014). Les trois races majoritairement utilisées en élevage sont la Charolaise, la Limousine et la Blonde d'Aquitaine. Ces trois races présentent des caractéristiques morphologiques, de productions laitières et de besoins alimentaires qui leur sont propres et variable selon les stades physiologiques de l'animal. Aujourd'hui la Charolaise race française la plus répandue avec 1,6 millions de têtes soit 40 % du cheptel français (Institut de l'élevage, 2014).

I.1.2 Elevage et économie

La diminution des charges favorise la viabilité et la durabilité des exploitations. Il est primordial que les éleveurs optimisent leurs conduites d'élevage afin d'assurer leurs revenus. En production bovins viandes les broutards d'environ 1 an, vendus au poids constituent la principale demande du marché. La production d'animaux de bon format, maigres et ayant connu une croissance élevée est recherchée afin d'obtenir les meilleures performances en termes de poids et de conformation. Le recours à la complémentation est un des leviers, principalement utilisé pour sécuriser la croissance du veau, qu'elle que soit la disponibilité en herbe. L'utilisation de concentrés demeure un poste de dépense important au sein de l'exploitation mais hétérogène selon la diversité des systèmes d'alimentation. De plus, les concentrés sont touchés par la volatilité des prix (figure 2) des matières premières et ont un impact négatif au niveau écologique et éthique (Roux, 2013). La conduite du veau avant sevrage influence le coût alimentaire de celui-ci. La ration du broutard étant majoritairement composée d'herbe et de lait, la maximisation du potentiel laitier des mères est déterminante dans la minimisation de l'usage des concentrés. Il est donc essentiel d'avoir une bonne persistance afin de fournir le lait dont le veau a besoin, et ce, principalement lorsque ses besoins et sa capacité d'ingestion sont les plus forts. Le potentiel laitier des mères est important pour la croissance du veau avant sevrage. Avec une croissance marginale de 92 g/kg, il s'agit d'un moyen économique simple pour diminuer significativement le coût alimentaire dans les exploitations agricoles (Garcia-Launay *et al*, 2008).

I.2. Contexte de recherche

I.2.1 Présentation de l'institut de recherche

L'Institut national de la recherche agronomique (INRA) fondé en 1946 est un organisme scientifique et technique réalisant des recherches sur l'alimentation, l'agriculture et l'environnement. L'INRA de Clermont-Ferrand, situé à Saint-Genès-Champanelle comprend le département de Physiologie animale et systèmes d'élevage (Phase) qui comporte l'Unité mixte de recherche sur les herbivores (UMRH), sous la tutelle de l'institut d'enseignement supérieur et de recherche en alimentation, santé animale, sciences agronomiques et de l'environnement (VetAgro Sup). Ces principaux rôles sont la publication d'article scientifique et l'enseignement de la production agricole. Les travaux de recherche sont menés à l'Unité expérimental des monts d'auvergne (UEMA), qui comprend deux domaines expérimentales en bovins viandes (Laqueuille) et lait (Marcenat).

I.2.2 Contexte de l'étude

La production laitière de la vache allaitante est difficilement quantifiable. La méthode de référence utilisée est le contrôle laitier élaboré par P Le Neindre en 1976. La méthode consiste à peser le veau avant et après tétée, l'intervalle de poids entre ses deux pesées ramené à 24 h permet d'obtenir une production laitière journalière. Le coût élevé et la main d'œuvre occasionné sont les principales limites de sa mise en œuvre. C'est dans ce contexte que l'équipe Systèmes biotechniques d'élevage (SYBEL) de l'UMRH a mené le projet de recherche 3 M «Mesurer, moduler et modéliser la production laitière des vaches allaitantes ».

L'enjeu est de mettre en place une méthode de référence validé et apte à prédire la production laitière des vaches allaitantes.

Ce projet comprend les deux actions suivantes :

- Dans un premier temps la mise en place au sein de l'UEMA d'un dispositif de pesée automatisé, par l'estimation de la production laitière des vaches allaitantes au travers des pesées avant et après tétée du veau.
- Dans un second temps l'objectif sera de développer un modèle de référence afin d'estimer la production laitière de la vache allaitante.

A terme le dispositif permettra d'approfondir les connaissances de la production laitière des vaches allaitantes et pourra être employé par les organismes de sélection et les fermes expérimentales.

Cette étude portera sur le premier objectif principale qui est l'estimation de la production laitière par la mise en place d'un système de pesé automatique. Elle débutera par une synthèse bibliographique déterminant les facteurs de variations de la production laitière des vaches allaitantes et le comportement du veau pendant l'allaitement.

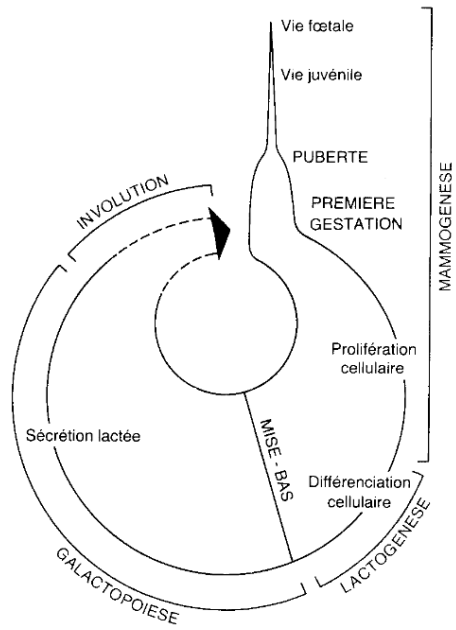


Figure 3 : Schéma de développement de la glande mammaire (Jammes et Djiane, 1988)

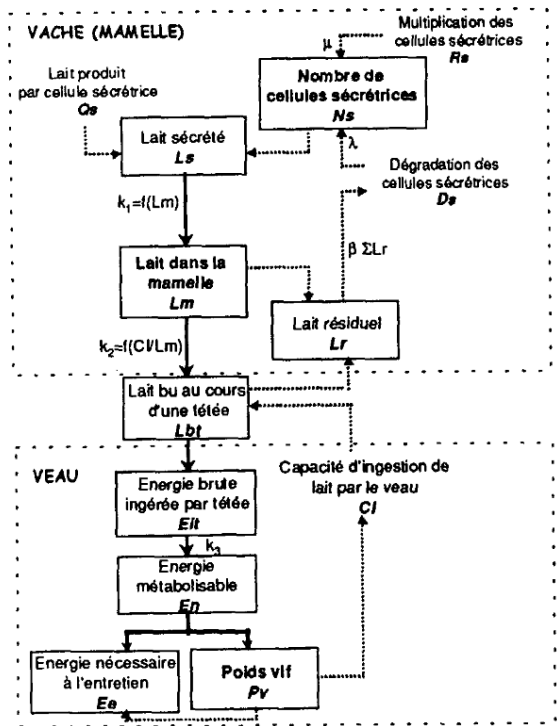


Figure 4 : Schéma de régulation de la production laitière entre la mère et le veau (Blanc *et al*, 1999)

Partie II : Synthèse bibliographique

II.1. Lactation de la vache allaitante

Les vaches allaitantes ont une production laitière totale limitée, allant respectivement de 1300 à 1800 kg entre six et dix mois de lactation. La moyenne se situe entre 6 et 9 kg de lait bu par jour selon les races. La valeur énergétique nette d'un litre de lait bu a été estimée à 0,45 Unité fourragère lait (UFL), 53 g de Protéines digestibles dans l'intestin (PDI), 4,2 g de calcium et 1,7 g de phosphore, en considérant que ce lait bu était un peu plus riche que le lait trait (Drogoul *et al*, 2004).

II.1.1 Physiologie et biologie de la lactation

Le développement de la glande mammaire chez le mammifère se caractérise par les quatre phases suivantes (figure 3) (Jammes et Djiane, 1988) :

- La mammogénèse se définit par le développement de la glande mammaire mise en place par les hormones stéroïdiennes.
- La lactogénèse est initiée par les changements hormonaux qui permettent le maintien de la gestation et précèdent le démarrage de la lactation.
- La galactopoièse correspond à l'arrivée de la mise-bas qui déclenche un nouveau changement hormonal.
- L'involution est une phase de repos appelée plus communément le tarissement, moins brutale pour des vaches allaitantes que pour les vaches laitières.

II.1.2 Régulation de la lactation

Une double régulation intervient dans la sécrétion lactée. La première est une régulation à court terme qui s'opère par un effet négatif (réduction de la production laitière) du niveau de remplissage par la mamelle. La deuxième est une régulation à long terme. La présence de lait résiduel va dégrader les cellules sécrétrices ce qui affecte les capacités sécrétrices de la vache (figure 4) (Blanc *et al*, 1999).

Vache allaitante

La tétée est le facteur déclencheur de la sécrétion d'hormones (Jammes et Djiane, 1988) qui va maintenir la présence et l'activité des cellules sécrétrices du lait (Pomiès et Rémond, 2002). L'interaction vache-veau est donc un facteur du potentiel sécrétoire dont un des facteurs limitant est la capacité d'ingestion du veau (Blanc *et al*, 1999). De la même manière que les vaches laitières, le veau stimule la production laitière des vaches allaitantes (DAS *et al*, 1999).

Vache laitière

En production laitière, une traite réalisée dans des bonnes conditions avec une bonne vidange de la mamelle favorise la production des hormones galactogènes. Celles-ci influencent la galactogénèse en fonction du temps entre deux traites et le nombre de traites (Häusler, 2012). En effet, on observe une meilleure production laitière pour les vaches traites deux fois par jour contrairement aux vaches traites une fois par jour (Pomiès et Rémond, 2002).

Tableau 1 : Evolution du nombre et de la durée des tétées des veaux en liberté avec leurs mères (Somerville et Lowman, 1979)

Mode de conduite	Veaux jeunes	Veaux âgés
	Stabulation libre	Pâturage
Nombre d'observations	33	45
Age des veaux (jours)	39,5 ± 24,1	166,7 ± 41,4
Quantité de lait bu (kg)	7,1 ± 3,0	7,2 ± 2,2
Nombre de tétées	6,0 ± 3,0	2,9 ± 1,0
Temps de tétée journalier (mn)	62,6 ± 18,1	35,8 ± 12,1
Temps par tétée (mn)	11,0 ± 3,1	12,0 ± 2,3
Temps de pâturage (h)		6,35 ± 1,75

II.1.3 Courbe de lactation

La courbe de lactation est caractérisée par de nombreux paramètres tels que :

- La durée de la lactation
- La production totale
- La production journalière maximum
- Le rythme de croissance en phase ascendante
- La persistance de la production en phase décroissante
- La forme de la courbe

Pour les vaches allaitantes, le pic de lactation est atteint entre 6,5 et 8 semaines après la mise bas (Rodrigues *et al*, 2014). Après le pic de lactation, on observe une diminution de la production laitière (Jenkins *et al*, 2000). On définit la diminution linéaire de la lactation entre le pic de lactation et le sevrage comme la persistance laitière. Exprimé en g/jour, après le pic la production diminue de 41 à 52 g/j pour les vaches croisée (Jenkins *et al*, 2000) et varie selon la parité des vaches. En effet, les primipares auraient une meilleure persistance de la lactation que les multipares même si leur production laitière est plus faible (Johnson *et al*, 2003). Cependant ce résultat classique sur les vaches laitières ne s'est pas observé dans un récapitulatif des lactations Charolaises et Salers sur les troupeaux INRA (UEMA, 2015).

II.2. Comportement du veau pendant la tétée

II.2.1 Périodes de tétées du veau

Les observations ont montré que les tétées des veaux ont lieu tout au long de la journée avec un pic de tétée au lever du jour durant la période de pâturage (Le Neindre *et al*, 1975). Avec l'augmentation de l'âge des veaux, on remarque une augmentation de l'importance du pâturage et progressivement les périodes d'ingestion se synchronisent avec celles des mères. Le temps de pâturage du veau est cependant lié à la production laitière de la mère. Pour compenser une faible production laitière le veau va passer plus de temps à pâturer afin de compenser le déficit de lait bu (Petit, 1972).

La durée de la nuit à une influence sur les périodes des tétées du veau (Petit, 1972). En automne les veaux ont une activité supérieure pendant la phase nocturne pour chercher trier et ingérer l'herbe offerte. Des quantités d'herbe réduites et une phase nocturne plus longue aident marginalement à cette augmentation.

II.2.2 Influence de l'âge du veau sur son comportement

Fréquence de tétée

L'âge du veau conditionne la fréquence de tétée, un jeune veau va téter six à sept fois par jour après la naissance contrairement à un veau âgé dont la fréquence de tétée diminue (Somerville et Lowman, 1978) (tableau 1). Cette baisse de fréquence des tétées est corrélée à l'augmentation de l'âge du veau (Paranhos da Costa *et al*, 2006) ; (Le Neindre *et al*, 1975) et évolue en lien avec la courbe de lactation (DAS *et al*, 1999). Aucun effet race sur le nombre de tétée des veaux n'a été démontré (DAS *et al*, 1999). De plus, la fréquence de tétée du veau est indépendante à la production laitière de sa mère (Walker, 1962) ce qui a été confirmé par Le Neindre en 1975.

Tableau 2 : Présentation des différentes méthodes de pesées avant et après tétée

Auteurs	Date	Méthodologie	Avantages	Inconvénients
P.F. Rodrigues et al.,	2014		-rapide et permet de mesurer un grand nombre de vaches	-peu fiable
Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa et al.,	2006			
M.McGee et al.,	2005			
Y.L.P. Le Du et al.,	1978			
P.Le Neindre et M.Petit	1973		- Variabilité faible d'un jour à l'autre - Estimation fiable	

A la mise à l'herbe, l'augmentation du nombre de tétées par le veau peut ainsi avoir un impact positif sur l'augmentation de la production laitière (Le Neindre et Dubroeuq, 1973).

Durée de tétée

Avec la diminution de la production laitière, la quantité de lait bu par le veau va être plus faible. Mais paradoxalement, on observe une durée de tétée plus élevée (tableau 1). La durée de la tétée est corrélée positivement au poids du veau entre 1 et 2 mois et au rendement laitier journalier (DAS *et al.*, 1999). Un veau ayant un poids élevé a une capacité d'ingestion supérieure qui lui permet d'ingérer plus de lait, ce qui influence la durée de tétée. Dans la littérature, on observe une différence de la durée de la tétée entre race. En effet, les veaux Zébus ont une durée de tétée supérieure (11,8 +/- 0,19 min) aux veaux croisés (9,4 +/- 0,19 min) (DAS *et al.*, 1999).

Les veaux ayant comme mère des vaches laitières, présenteront une durée d'allaitement qui augmente avec l'âge du veau. En effet, l'évolution de la capacité d'ingestion du veau augmentant avec son âge et la production laitière de la mère n'étant pas un facteur limitant, la durée de tété seront de plus en plus longue à mesure que le veau vieillira (Lidfors *et al.*, 2010).

Le vol de lait par le veau

Le vol de lait par les veaux diminue avec l'âge mais est différent selon la race. En effet, on constate un nombre de vols significativement supérieurs chez des veaux croisés (2,7) dont les niveaux de potentiel laitier des mères sont élevés par rapport au veau zébu (1,2). De plus, le poids des veaux est corrélé à la durée du vol sous d'autres vaches. À l'âge d'un mois les veaux les plus lourds ont une « durée de vol » plus longue comparée aux veaux légers. Les veaux croisés ayant un poids supérieur (29,7 kg) ont une durée de vol supérieur comparée aux veaux Zébu (24,2) (DAS *et al.*, 1999).

II.2.3 L'influence du sexe sur son comportement

L'influence du sexe sur le comportement est controversée, plusieurs auteurs semblent ne trouver aucun effet du sexe du veau sur la durée totale et le nombre de tétées (DAS *et al.*, 1999) (Le Neindre *et al.*, 1975). Inversement, une étude a démontré que les veaux mâles avaient un nombre et une durée totale de tétée supérieure aux femelles (Paranhos da Costa *et al.*, 2006).

II.3. Contrôle de performance avec l'index lait

Le contrôle de performance est un suivi technique et d'aide à la décision à disposition de l'éleveur. Les objectifs du contrôle sont d'améliorer les résultats technico-économiques par une meilleure gestion du troupeau. Le contrôle de performance permet d'évaluer les performances de l'élevage et de le comparer à la moyenne de la race, ce qui participe à son évolution (Chambre d'Agriculture, 2015).

Pour évaluer l'aptitude laitière (ALait) des mères allaitantes, la croissance du veau est mesurée au moment où elle est le mieux corrélée à la production laitière ou à la quantité de lait bue par le veau. Dans ce cas, pour estimer la croissance on utilise le poids naissance (P_1) et le poids à 120 jours (P_2) ($GMQ = (P_2 - P_1) / n \text{ jours}$) (Ménissier *et al.*, 1992). Mais selon plusieurs auteurs, le poids des veaux ne donnent qu'une estimation imprécise de la production laitière car il est dépendante de nombreux facteurs externes à la relation mère jeune (Le Neindre et Dubroeuq, 1973 ; Le Neindre *et al.*, 1976).

Tableau 3 : Présentation des différentes méthodes de traite

Auteurs	Date	Méthodologie	Avantages	Inconvénients
P.F. Rodrigues et al.,	2014	<p>13 h 19 h 07 h</p> <p>Séparation V-v Tétée durant 30 min Traite à la machine 7 min 30 IU oxytocine en intraveineuse</p>	- Bonne Précision	- Long et coût - Peut-être réalisé sur un faible nombre
P.F. Rodrigues et al.,	2014	<p>Equation utilisé pour estimer le lait sous 24 h</p> $MY = MMY * 60 / IM * 24$ <ul style="list-style-type: none"> - MY : rendement en 24 h - MMY : Quantité de lait trait - IM : Temps en minute entre la tétée et la traite 		
Y.L.P. Le Du et al.,	1978	<p>Traite Traite</p> <p>5 IU d'ocytocine 10 IU d'ocytocine Traite à la main</p> <p>Première traite Deuxième traite</p>	- Estimation précise - Perturbation minimum	

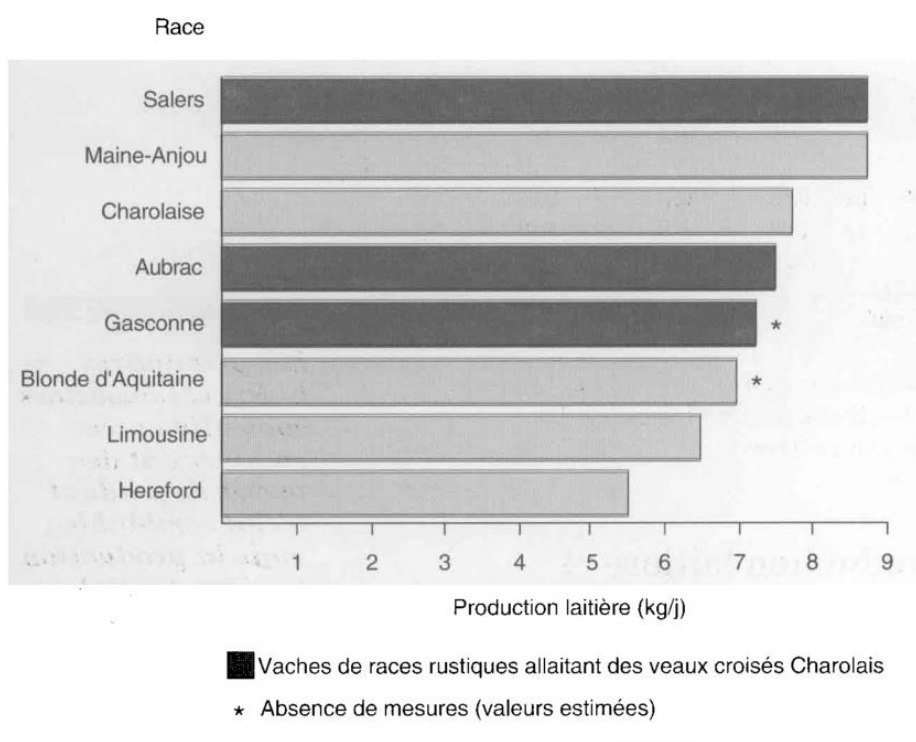


Figure 5 : Estimation de la production laitière journalière des vaches allaitantes multipares (moyenne des 6 premiers mois de lactation) (Petit *et al*, 1994)

II.4. Différents types de mesures de la production laitière des vaches allaitantes

Différentes méthodes sont aujourd'hui utilisées dans le monde de la recherche afin de quantifier la production laitière des vaches allaitantes et le lait bu par le veau. L'ensemble des méthodes employées vont être présentées, tout en exposant les limites et avantages de chaque méthode.

II.4.1 Les pesées avant et après la tétée toutes les 5 heures

Cette mesure (pesée avant et après tétée) de la production laitière correspond au rythme naturel des tétées. Ainsi, l'estimation de la production laitière réelle de la vache allaitante est plus précise. Toutefois, cette méthode qui donne une estimation moyenne de la production laitière s'est avérée peu fiable et onéreuse en temps et en main-d'œuvre. En effet, les pesées répétitives et les tétées à intervalles courts perturbent le rythme naturel des veaux (Le Neindre et Dubroeuq, 1973). Néanmoins, plusieurs études (Ménissier *et al*, 1992 ; Le Du *et al*, 1978) affirment que trois contrôles laitiers (ou trois tétées) sont nécessaires afin d'obtenir une bonne estimation de la production laitière.

II.4.2 Pesées avant et après tétées en 24 h

La pesée avant et après tétée deux fois par jour, donne une estimation satisfaisante de la production laitière et s'est avérée peu variable dans le temps. En effet, la variabilité est d'autant plus forte que les intervalles de tétées sont courts (Le Neindre et Dubroeuq, 1973). Cette méthode est utilisée par de nombreux auteurs (Le Du *et al*, 1978 ; Jenkins *et al*, 2000 ; McGee *et al*, 2005 ; (Rodrigues *et al*, 2014) selon des protocoles différents (tableau 2). Elle est plus simple que celle basée sur l'estimation de la production laitière avant et après tétée toutes les 5 heures (Le Neindre et Dubroeuq, 1973). De plus, cette technique est plus facile d'utilisation pour l'opérateur et moins contraignante pour l'animal, même si elle demeure moins fiable (Rodrigues *et al*, 2014). En effet, entre 0 et 2 mois la fréquence de tétées est élevée. Il est donc préférable d'utiliser des intervalles courts entre tétées (toutes les 5 heures) afin d'avoir une estimation précise de la production laitière (Chow, 1967). Lorsque le veau à plus de 2 mois, cette méthode semble être plus fiable. En effet, le veau est alors en mesure d'ingérer l'ensemble du lait produit par sa mère (Le Neindre et Dubroeuq, 1973).

II.4.3 Traite à la machine

La traite à la machine avec ou sans injection d'ocytocine est une méthode précise utilisée par de nombreux chercheurs afin de comparer la fiabilité des méthodes d'estimations précédentes (tableau 3). Même si cette méthode d'estimation reste fiable elle comporte quelques inconvénients. En effet, elle demeure coûteuse à la fois en temps et en main d'œuvre, et ne peut être réalisée que sur un faible nombre d'animaux (Rodrigues *et al*, 2014). Selon la méthode de mesure choisie, la traite avec la présence du veau va donner une production laitière plus faible (Totusek *et al*, 1973) contrairement à la traite avec injection d'ocytocine qui donne une production laitière plus élevée (Gleddie et Berg, 1968).

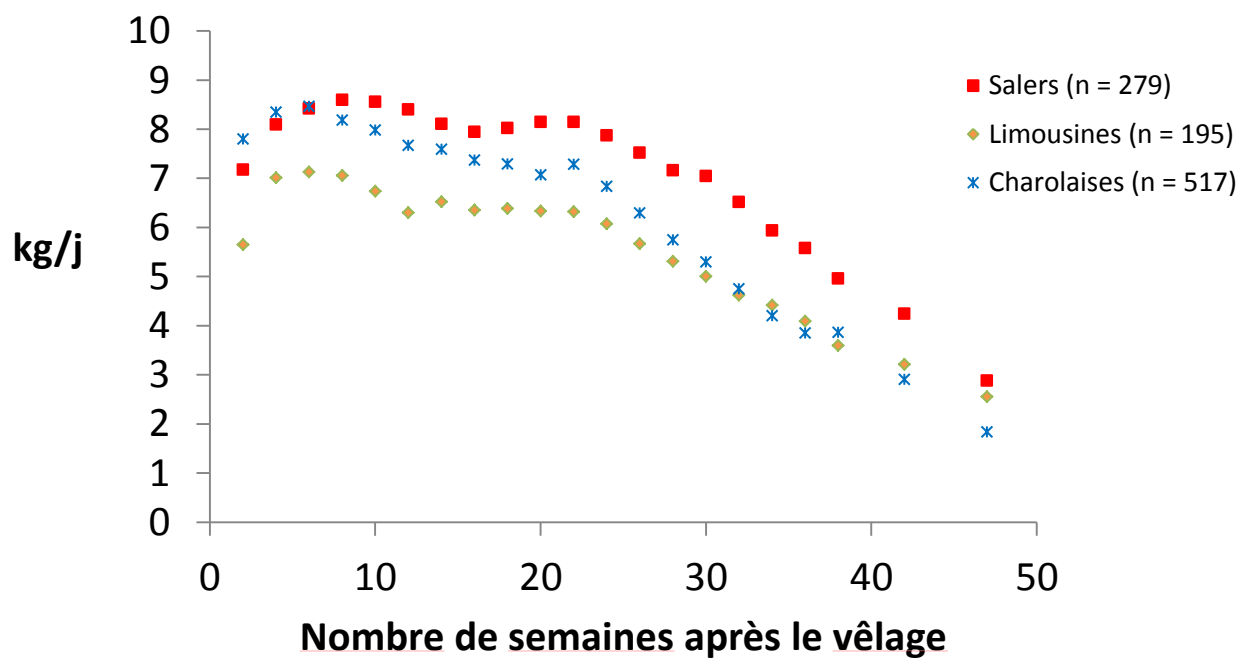


Figure 6 : Production laitière des races allaitantes Salers, Limousines et Charolaises (Sepchat, 2015)

II.5. Facteurs de variation de la production laitière liés à l'animal

II.5.1 Race

La race Charolaise se caractérise par une faible présence de tissu adipeux et un développement assez tardif (Dumont *et al*, 1991). Elle se caractérise par une production laitière journalière comprise entre 8 à 10 kg/j (De.La.Torre *et al*, 2014). Elle se situerait dans les trois premières races à viande au niveau de la production laitière derrière la Salers et la Maine Anjou (figure 5) (Petit *et al*, 1994).

Entre race, la production laitière varie comme le montre la figure 4. En plus, d'une différence du niveau total de lait produit, la forme de la courbe de la lactation évolue différemment entre les races. En effet, les Salers et Charolaise ont une courbe semblable avec un pic entre la 4 et 8^{ème} semaine de lactation puis un second pic à la mise à l'herbe (figure 6). A l'opposé les limousines ont un faible rebond à la mise à l'herbe (UEMA, 2015). De plus, on observe une différence de persistance entre race. Les limousines ont une production laitière plus faible que les deux autres races mais avec une meilleure persistance. En 2000, Jenkins démontre que la race du père influence la persistance entre race.

II.5.2 Niveau et rang de lactation

La production laitière des vaches allaitantes évolue selon le rang de lactation. Cette variation est identique entre les races allaitantes et laitières (Petit *et al*, 1994). Le rang de lactation a une influence sur la production laitière qui augmente de la première à la quatrième puis réduit au-delà la septième lactation (Petit *et al*, 1994). Selon Le Neindre (1973) la production laitière augmente de plus 11% entre la première et deuxième lactation et de plus de 28 % entre la première et la quatrième lactation (Le Neindre et Dubroecq, 1973). Les meilleurs rangs de lactation se situent entre la quatrième et sixième lactation (Petit *et al*, 1994). Cette particularité vient du fait que les vaches entre leurs deuxièmes et leurs troisièmes années ont encore des besoins nutritionnels pour finir leurs croissances, qui s'ajoutent aux besoins journaliers d'entretien et de production. Pour les vaches ayant encore des besoins de croissances, la production laitière est altérée contrairement aux vaches ayant fini leurs croissances (Rodrigues *et al*, 2014).

La production laitière varie durant le premier mois de la lactation lorsque la capacité d'ingestion du veau est inférieure à la quantité de lait produite par la mère (Le Neindre et Dubroecq, 1973).

II.5.3 Nombre de veaux allaités

Une vache qui élève deux veaux à une meilleure production laitière qu'une vache ayant un seul veau (Le Neindre *et al*, 1976). La production laitière évolue entre 20 et 60 % pour les vaches ayant adoptées un veau supplémentaire. En effet, la mamelle est plus sollicitée lorsqu'il y a la présence de deux veaux. Le lait résiduel est ainsi moins présent et n'exerce pas de rétrocontrôle négatif sur la dégradation des cellules sécrétrices (DAS *et al*, 1999).

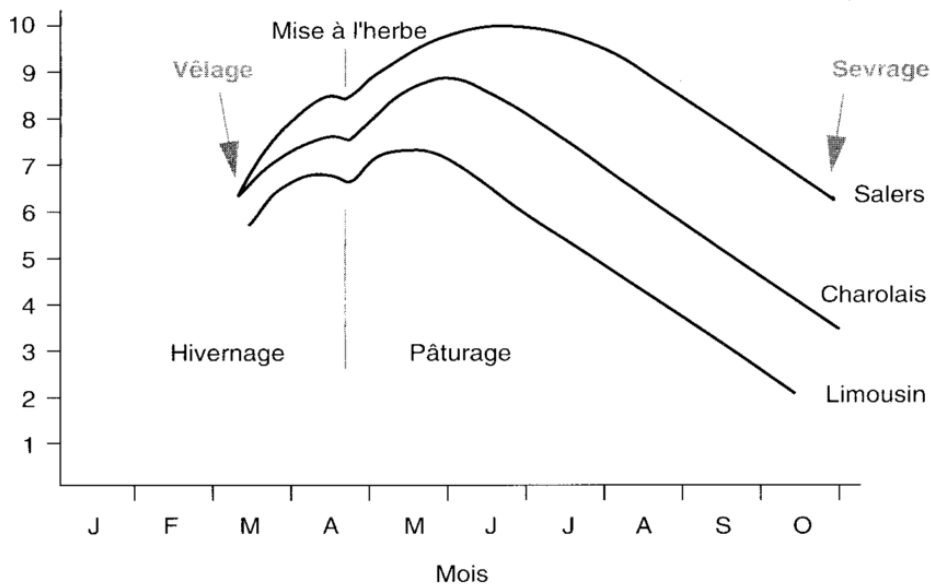


Figure 7 : Evolution de la production laitière journalière des vaches allaitantes de différentes races (Petit *et al*, 1994)

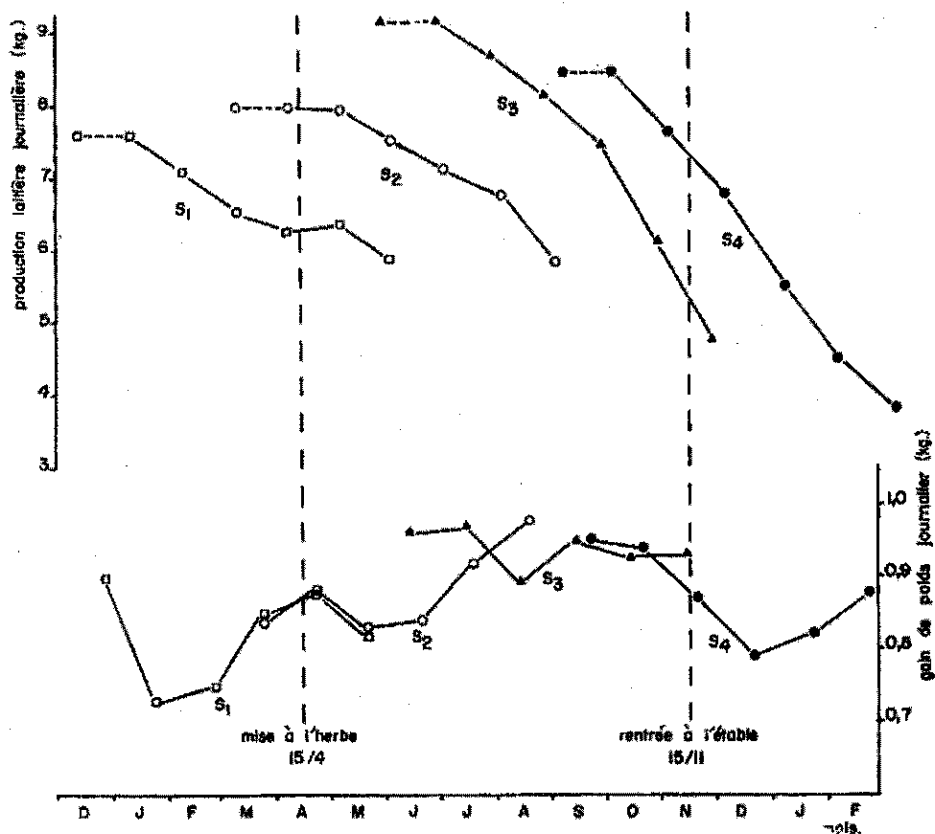


FIG. 4. — Evolution de la production laitière des vaches et du gain de poids de leurs veaux selon la saison de vêlage

N.B. : S₁ : courbes correspondant à des vêlages compris entre le 27-10 et le 8-2 (en moyenne le 11-12)
 S₂ : entre le 9-2 et le 30-3 (en moyenne le 8-3)
 S₃ : entre le 31-3 et le 18-7 (en moyenne le 30-5)
 S₄ : entre le 19-7 et le 26-10 (en moyenne le 8-9)

Figure 8 : Evolution de la production laitière et gain de poids de leurs veaux selon la saison de mise bas (Le Neindre *et al*, 1975)

II.5.4 Note d'Etat Corporel (NEC) et sous-alimentation

La NEC n'a pas d'influence sur le maintien de la production laitière en race rustique, sauf quand les réserves lipidiques disponibles sont suffisantes. Or dans le cas contraire la production laitière diminue en fin de lactation. En effet, une vache salers, primipare, modérément développée et sous-alimentée maintiendra sa production laitière et de fait la croissance de son veau (Petit *et al*, 1994). Contrairement une vache limousine sous-alimentée a une production laitière significativement plus faible que celle bien alimentée (D'Hour *et al*, 1995).

II.5.5 Niveau génétique

La race des parents a une influence sur la production laitière des descendants (Jenkins *et al*, 2000). En effet, la production laitière est un caractère qui se transmet, mais il est peu héritable ($h^2 = 0,20$) (Jussiau *et al*, 2013). Une vache charolaise a une production laitière inférieure à une vache ayant un père de race allaitante et une mère de race laitière (Hostein-Frisonne ; Fallon *et al*, 1998), ce qui a été vérifié en 2005 par M.McGee. En effet, il a démontré que les Charolaises avaient une production laitière plus faible au bâtiment et au pâturage que des vaches croisées (père Herford et Limousin X Holstein-Frisonne). De plus, le taux d'immunoglobuline pour les vaches croisées est plus élevé (race allaitante x Holstein-Frisonne) comparé aux Charolaises. En plus, de l'effet race, l'hétérosis influence le rendement laitier. En effet, les vaches croisées (Bos Taurus x Mpwapwa) ont une meilleure production laitière (+ 1,2 kg de lait) que les pures races Zébus (DAS *et al*, 1999). L'augmentation des performances de l'individu croisé comparé à un individu de race pure est plus ou moins prononcée selon les individus. L'effet sera d'autant plus prononcé lorsque les individus sont éloignés génétiquement ce qui se traduira par un gain de performance laitière (Roso et Fries, 2000). L'effet positif du croisement et de la distance génétique entre espèce sur la production laitière a aussi été démontré par P.F.Rodrigues en 2014.

II.6. Facteur de variation de la production laitière liée à la conduite d'élevage

II.6.1 Ration alimentaire

Durant une période de contrainte alimentaire la vache va prioriser la production laitière. Cette dernière va être identique selon le régime alimentaire offert (De.La.Torre *et al*, 2014). Par contre, le passage d'une phase sous-alimentée à une phase suralimentée va impacter la production laitière (Rodrigues *et al*, 2014). En effet, lors de la mise à l'herbe l'augmentation de la production laitière a pu être constatée par la présence d'un deuxième pic de lactation (figure 7) (Petit *et al*, 1994). Cette courbe en cloche des vaches Salers provient du passage d'une alimentation hivernale rationnée et pauvre en valeur nutritionnelle au pâturage de printemps ou la quantité et la qualité d'herbe sont à leurs optimums.

II.6.2 Saison de mise bas

La saison de mise bas des vaches a une influence sur la courbe laitière (Le Neindre et Dubroeuq, 1973). En effet, les vaches qui mettent bas au printemps ont une meilleure production laitière que les vaches mettant bas à d'autres périodes de l'année (figure 8) (Le Neindre *et al*, 1976). Cette différence de production s'explique par une quantité et qualité d'herbe supérieure au printemps.

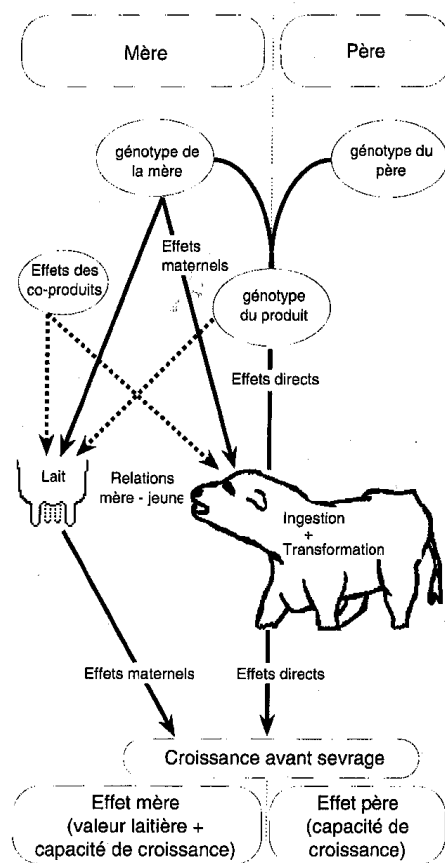


Figure 9 : Déterminisme de croissance avant sevrage (Ménissier *et al*, 1992)

Les vaches ayant vêlées à la saison des pluies ont une meilleure production laitière que les vaches ayant vêlé pendant la saison sèche qui s'observe par un poids et une croissance supérieures des veaux (DAS *et al*, 1999). En effet, l'évolution des courbes est entre autre lié à la qualité et quantité du fourrage offert (Jenkins *et al*, 2000). La variation de la quantité d'énergie métabolisable consommée quotidiennement par une vache a une incidence sur la production laitière au pic de lactation notamment, et sur le rendement total (Jenkins *et al*, 2000).

II.6.3 Facteurs de variations de la production laitière liés aux caractéristiques du veau

II.6.3.1 Sexe du veau en fonction de la production laitière

Selon le sexe du veau la production laitière de la vache allaitante varie. En effet, les vaches ayant un veau mâle ont une meilleure production laitière contrairement au veau femelle (Walker, 1962). Les mâles ont un poids et une vigueur supérieurs qui permet une amélioration de la production laitière de leurs mères (Melton *et al*, 1967). Selon Le Neindre le sexe du veau n'a pas d'influence sur la production de la mère (Le Neindre *et al*, 1976) puisque à poids égal le sexe n'a pas d'impact sur la variabilité laitière (Le Neindre et Dubroeuq, 1973). Le poids a donc un effet indirect sur la production laitière.

II.6.3.2 Poids et vitalité du veau sur la variation de la production laitière

Le poids du veau à la naissance a une influence sur la production laitière des mères en ayant une influence significativement dépendante de la quantité de lait bu. En effet, la vigueur et le poids vont extérioriser le potentiel laitier des mères, d'ailleurs plus une bonne productrice est sollicité plus elle va augmenter sa production laitière (Le Neindre *et al*, 1976). Pour 1 kg de plus à la naissance un veau va augmenter la production laitière totale de plus 10 kg (Le Neindre et Dubroeuq, 1973).

II.6.3.3 Âge et comportement du veau durant la tétée sur la variation de la production laitière

La production laitière de la vache est liée à l'âge et à la capacité d'ingestion du veau à boire. Celle-ci augmente durant le premier mois de vie (Le Neindre et Dubroeuq, 1973). A deux mois, un veau est capable d'ingérer l'ensemble du lait produit par sa mère (Fallon *et al*, 1998). L'âge et la capacité d'ingestion interagissent sur le comportement du veau pendant la tétée comme nous l'avons vu précédemment. Cet ensemble de facteurs va jouer un rôle dans la régulation hormonale de la production laitière. En effet, le rendement journalier laitier est corrélé à la durée de la tétée (DAS *et al*, 1999). Par contre, le nombre de tétées serait lié à l'âge mais reste indépendant de la production laitière (Le Neindre *et al*, 1975).

Les vaches ayant deux veaux montrent une meilleure production laitière que les vaches ayant un veau, le nombre de tétées étant indépendant de la production laitière. L'augmentation de la production laitière s'explique par une meilleure vidange de la mamelle principalement durant le premier mois de vie du veau lorsque sa capacité d'ingestion est limitée. Cette étude a été réalisée sur des vaches rustiques de race Salers qui ont la particularité d'avoir une production laitière supérieure à la capacité d'ingestion du veau après son premier mois de naissance (Le Du *et al*, 1978).

Tableau 4 : Réponse du gain de poids des veaux pour 1 kg/jour de lait supplémentaire ingéré selon la race, la période considérée et le niveau de production laitière des vaches (Douhay, 2011)

Auteurs	Races	Période (jours)	Production laitière (kg/jour)	Augmentation du GMQ du veau par kg de lait supplémentaire (g/jour)
Drewry et al. (1959)	Angus	0-180	5,9	80-159
Jeffery et al. (1971)	Hereford	0-sevrage	7,2	45-59
Le Neindre et al. (1976)	Limousine	0-180	6,6	57
Baker et al. (1982)	Hereford x Friesian	0-90	8,6-11	50-82
Mallinckrodt et al. (1993)	Charolais	0-205	5,3-7,6	23-34
Sepchat et al. (2011)	Salers	120-280	7	80

II.7. Facteurs influençant la croissance du veau

La croissance du veau dépend de sa propre capacité de croissance sous la dépendance de sa capacité d'ingestion et de son efficacité alimentaire. D'autre part la croissance évolue selon l'environnement maternel (relation mère veau) dont le facteur principal est la production laitière (figure 9) (Ménissier *et al*, 1992).

Le poids du jeune au sevrage est primordial dans sa valeur commerciale d'abattage ou d'engraissement et dans la productivité de l'exploitation agricole. L'éleveur se fixe un objectif de croissance du veau et doit pour cela maîtriser les interactions entre la mère et le jeune (Ménissier *et al*, 1992). L'objectif principal du suivi de croissance est l'amélioration technico-économique du système. Des outils d'accompagnement et de suivi tel que le contrôle de performances, permettent aux éleveurs de mesurer la croissance des veaux et d'apprécier leurs conformations en plus d'un conseil individuel.

II.7.1 Lien entre race et croissance du veau

Le génotype des parents influence le poids de naissance jusqu'au sevrage (Le Du *et al*, 1978). Le génotype de la mère et la race du père interviennent aussi dans la croissance du veau et conditionne le poids à 210 jours (Rodrigues *et al*, 2014). En effet, on observe une meilleure croissance pour les veaux croisés, dû à l'effet d'hétérosis (DAS *et al*, 1999).

II.7.2 Lien entre production laitière et croissance du veau

Au sevrage 60 % de la variation du poids du veau est attribuée à la production laitière de la mère et à sa composition (Rodrigues *et al*, 2014). Cet effet positif de la production laitière est variable selon les facteurs environnementaux, la race et les conditions d'élevage (tableau 4). La saison a une influence sur la production laitière de la vache allaitante et sur le gain de poids des veaux. La saison conditionne les ressources fourragères en quantité et qualité (Le Neindre *et al*, 1976). Selon la race 1 kg de lait supplémentaire augmente le gain journalier de 69 g pour les veaux charolais et de 30 g pour les veaux croisés (Holstein Friesian x taureau allaitant) (Fallon *et al*, 1998). Selon Garcia en 2008, l'effet marginal d'utilisation du lait pour le gain de poids serait de 92+-11.9g de gain de poids pour 1kg de lait bu supplémentaire. L'estimation de la production laitière des vaches allaitantes par le gain de poids des veaux au cours des 3 premiers mois après le vêlage est donc difficile (Le Neindre et Dubroeuq, 1973). Le poids des veaux donne une estimation imprécise de la production laitière car il dépend principalement de la saison de mise bas (Le Neindre *et al*, 1976). La date de mise bas est essentielle afin de coordonner l'augmentation de la production laitière des mères en fonction des besoins et de la capacité d'ingestion des veaux. La sélection sera d'autant plus efficace si l'éleveur améliore la capacité d'ingestion et la croissance des veaux tout en améliorant la production laitière et l'efficacité du kg de lait supplémentaire des mères.

Partie III : Problématique

L'alimentation animale est un poste important de l'élevage qui représente les deux tiers des charges opérationnelles d'une exploitation bovins viandes. Il est donc important de limiter les charges, de viser l'autonomie alimentaire et la bonne valorisation des fourrages, et d'optimiser le potentiel laitier des vaches allaitantes (Institut de l'élevage, 2014). La production laitière est très corrélée à la croissance du veau de 0 à 90 jours (McGee, 1997). Néanmoins la disponibilité du lait intervient tout au long de la croissance du veau et permet encore, au-delà de 150 jours, un gain de 61 g par kg de lait bu supplémentaire (Sepchat *et al*, 2011). Entre deux vaches comparables, une différence de production laitière de 1 150 l permet un gain supplémentaire de poids de veau de 70 kg de la naissance au sevrage (Sepchat, 2015). Ce gain, loin d'être négligeable pour un éleveur, permet de dégager une moyenne de 200 € pour un broutard mâle croisé de 350 à 400 kg vendu 2,7 €/kg de poids vif (Web-agri, 2015). Depuis 1976 la production laitière des vaches allaitantes est estimée par la méthode de référence de Le Neindre, qui comprend deux tétées surveillées avec une pesée avant et après tétée. Cependant cette méthode reste contraignante en temps et en main d'œuvre et ne peut être mise en place au sein d'une exploitation agricole.

Cette étude répond à la question suivante : Comment caractériser la production laitière de la vache allaitante au moyen d'un système de pesées automatiques des veaux visant à retrouver par calcul les poids avant et après tétée ?

L'hypothèse privilégiée est que le poids du veau au cours de la journée varie de façon linéaire entre deux tétées. Disposant des heures de tétées et de poids à des heures variables de la journée, l'ajustement de cette variation intra-journalière permettra le calcul du poids à heure post tétée. Cette hypothèse de linéarité de la variation intra-journalière des poids a été testée et validée au cours d'observations expérimentales faites les années précédentes (Douhay, 2014), en utilisant une bascule adaptée. Le système de pesées automatiques est permis par la libre circulation des veaux entre leur parc et celui des mères au travers d'une bascule électronique, associée à un tri couplé et disposant d'une identification électronique à chaque passage.

Afin d'expérimenter ce système de pesées automatiques, une expérimentation a été mis en place sur la ferme expérimentale de l'unité expérimentale des monts d'auvergne (UEMA) de Laqueuille.

Les objectifs de l'expérimentation sont les suivants :

- Tester une adaptation du prototype initial de balance/identification des veaux en conditions de routine d'une ferme expérimentale.
- Appréhender le comportement des veaux Charolais dans le dispositif et son évolution au cours des deux mois d'expérimentation (veaux de 80 à 210 kg). Pour cela il faut caractériser le budget temps et l'activité individuelle des veaux au sein du dispositif afin d'apprécier les différences.
- Déterminer les variations intra-journalières du poids des veaux par le biais de la bascule afin de calculer la production laitière de la vache allaitante.
- Déterminer l'évolution du poids entre jours afin de caractériser finement la croissance des veaux et déterminer l'efficacité globale et marginale du lait sur la croissance.
- Comparer le lien entre les résultats obtenus par le système de libre-service « tétées libre » et la méthode de référence « contrôle laitier » de P Le Neindre.

Ces objectifs décrivent la structuration de l'analyse effectuée dans ce rapport

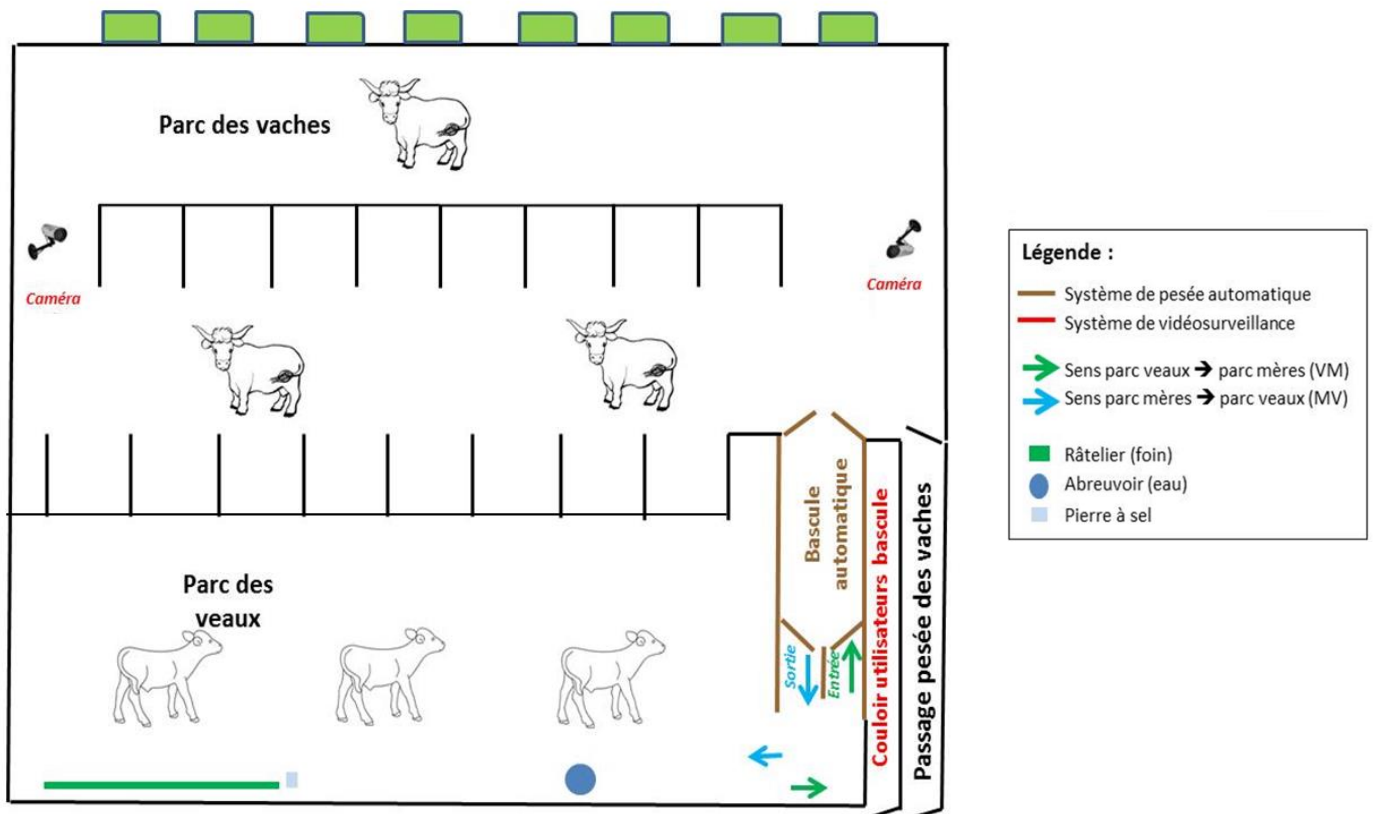


Figure 10: Schéma de la stabulation et du dispositif de pesé

Tableau 5 : Caractéristiques des vaches et des veaux

		Moyenne	Ecart-type
Vache	Poids (kg)	827	47
	NEC (0-5)	2,53	0,25
	Date Moyenne de Vêlage	10/02/2015	12,3
	N° de lactation	3,6	1,12
	Ingestion (kg brute)	18,86	0,92
	Production laitière (kg)	6,6	1,6

		Moyenne	Ecart-type
Veau	Poids de naissance (kg)	48,7	5,4
	Age (jours)	78,8	12,3

Partie IV : Matériel et méthode

IV.1. Animaux

Quinze vaches multipares de race Charolaises suitées de 8 mâles et 7 femelles ayant un vêlage groupé entre le premier février et le premier mars ont été utilisées (Annexe 1). Elles ont été choisies pour disposer d'une forte variabilité des niveaux de production laitière au sein du groupe afin de mettre en évidence des différences de comportements des veaux lors des tétées (tableau 5).

Vaches

Les vaches de l'expérimentation pesaient en moyenne 827 ± 47 kg avec une NEC de $2,53 \pm 0,25$. Les 15 vaches étaient des multipares avec un rang de lactation moyen de $3,6 \pm 1,12$ et ont mis bas le $10/02/2015 \pm 12,3$ jours. Leurs productions lactières moyennes ont été de $6,6 \pm 1,47$ kg.

Veaux

Les veaux pesaient en moyenne à la naissance $48,7 \pm 5,4$ kg et ont débuté l'expérimentation à l'âge de $78,8 \pm 12,3$ jours.

IV.1.1 Conduite alimentaire

L'objectif de la conduite alimentaire des vaches a été de couvrir les besoins d'entretien et de production afin d'exprimer une production laitière maximale sur toute la lactation. Pour cela les vaches ont été alimentées exclusivement chaque matin dans huit auges peseuses avec une ration à base de foin (ad libitum) et de regain (3 kg brut), sans complémentation alimentaire. Chaque jour les quantités ingérées ont été contrôlées et enregistrées par le logiciel biocontrol grâce aux auges peseuses. En moyenne les vaches ont ingéré $18,8 \pm 0,92$ kg brut de fourrage par jour.

Calcul des besoins des vaches (INRA, 2007) :

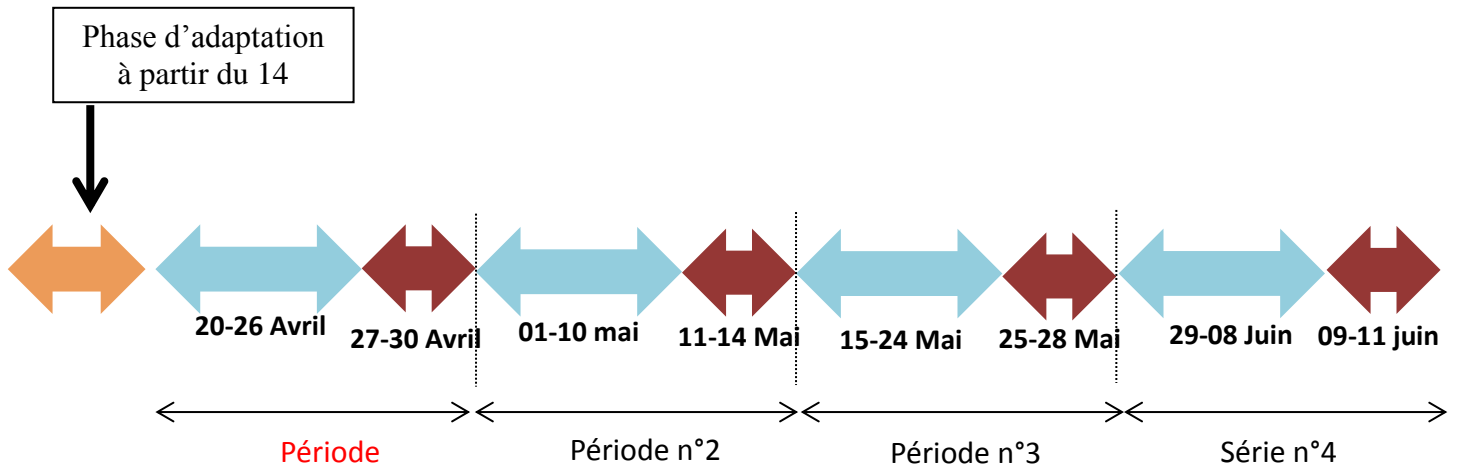
Besoin global = **besoin d'entretien** + besoin de production laitière

Besoin global = $[(I_{act} * I_{stade}) + (0,0068 * (note - 2,5))] * P^{0,75} + (0,45 * \text{production laitière})$

Les veaux ont reçu du foin à volonté pendant toute la période expérimentale, identique à celui des mères et n'ont pas eu accès à l'eau et au fourrage dans le parc des mères.

IV.1.2 Logement

Les vaches ont été logées en stabulation libre sur logette dont l'air de raclages a été nettoyée deux fois par jour. Les veaux ont été séparés des vaches et logés dans un parc paillé quotidiennement (figure 10). Durant la phase expérimentale, les veaux et leur parc ont fait l'objet d'une attention particulière. L'objectif étant d'optimiser le bien être dans le parc des veaux afin de favoriser leurs retours dans ce parc et de réduire au maximum le temps passé dans le parc des mères. Puis au début du mois de juin, dès la fin des trois périodes d'expérimentation en bâtiment, les animaux ont été conduits ensemble au pâturage.



Légende :

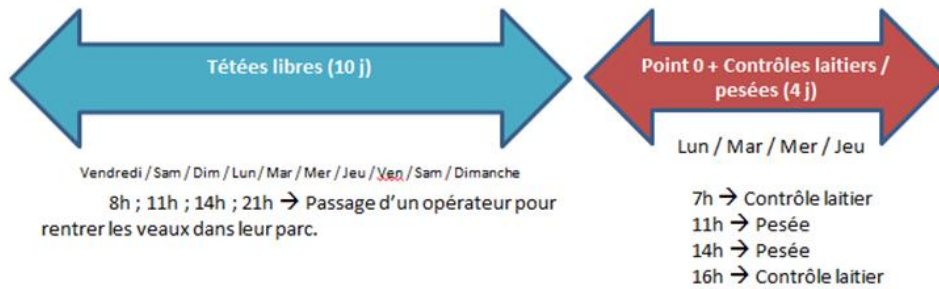


Figure 11: Période expérimentale en bâtiment : 4 périodes de mesures du 14 avril au 15 juin

IV.2. Schéma expérimental

La construction du nouveau bâtiment sur logette qui devait être utilisé pour l'expérimentation n'a pas reçu l'autorisation pour l'entrée des animaux début mars. La phase expérimentale en bâtiment a donc été reportée du 14 avril jusqu'au 15 juin. L'expérimentation a débuté par une période d'adaptation suivie de 3 périodes de mesures. Chaque période était constituée de quatre jours de tétées surveillées et dix jours de tétées libres sauf pour la première période. Celle-ci a débuté par une phase d'adaptation, puis de sept jours de tétées libres. Elle a eu pour objectif d'acclimater l'opérateur et les animaux à leur nouvel environnement, ainsi que de tester les outils de mesures utilisés pendant la phase expérimentale. La période 1 a été une phase de transition pour les animaux et de ce fait une phase d'adaptation (cf. annexe 2 et 3).

- Période de mesures en bâtiment

Tétées libres

La période de tétée libre d'une durée de 10 jours commence le vendredi et finit le dimanche. Durant la première période, les veaux sont libres de 6h à 21h et enfermés dans leur parc automatiquement durant la nuit. Pour les trois autres périodes les veaux étaient libres de 4h à 21h et enfermés automatiquement le reste de la nuit (figure 11). Dû à l'augmentation de l'âge, l'évolution du comportement et les journées de plus en plus longue les veaux têtent de plus en plus tôt. Pendant la première période, afin d'habituer les veaux au nouvel environnement et au système de pesée automatique, un opérateur devait passer à 8h, 11h, 14h et 21h pour rentrer l'ensemble des veaux dans leur parc afin de limiter la présence des veaux dans le parc des mères. Pour les autres périodes, un opérateur devait passer deux fois dans la journée à 11h et 14h afin de rentrer les veaux couchés sur les logettes. Un dernier passage à 21h était obligatoire afin que les veaux ne passent pas la nuit dans le parc des mères.

Tétées surveillées

Le contrôle laitier débute par une journée de transition appelé « point 0 ». Une séparation des veaux et des vaches à 8h suivie d'une tétée des veaux à 16h afin de vider le pis des mères. Le deuxième, troisième et quatrième jour on réalise un contrôle laitier à 7h et 16h avec une pesée avant et après tétée. De ces pesées sont déduites la quantité de lait ingérée et donc la quantité de lait produite par la mère.

La phase en bâtiment a été réalisée sur deux mois et comporte trois périodes de mesures semblables avec une première période d'adaptation. L'objectif est de comparer la production laitière estimée pendant les quatre jours de tétée surveillée à la production laitière estimée pendant les 10 jours de tétée libre au travers du système automatique de pesées. La répétition des trois périodes a permis de déterminer l'évolution du comportement du veau entre les périodes et de déterminer l'impact sur la production laitière estimée par le système de tétée libre.

- Période post expérimentale

Les mesures ont été continuées au pâturage, du 15 juin jusqu'au sevrage des veaux qui a eu lieu mi-octobre.

Du 15 juin à fin juillet, un contrôle laitier a été réalisé toutes les semaines afin d'observer le rebond de la production laitière à la mise à l'herbe. Ensuite, un contrôle laitier a été réalisé tous les quinze jours jusqu'à quatre semaines avant sevrage. Les quatre dernières semaines avant sevrage un contrôle laitier a été réalisé par semaine afin de mesurer la persistance de la lactation.

Tableau 6 : Valeur alimentaire et TMS des fourrages distribués

Fourrages	%MS	% MM	% MO	N Dumas			Parois	
				Azote mg/g MS	MAT mg/g MS	MAT mg/g MO	% NDF moy	% ADF moy
Foin	93.28	7.09	92.91	13.99	87.4	94.11	63.90	34.51
fléole percrières	0.15	0.12					1.07	1.23
Regain	92.00	12.25	87.75	28.00	175.0	199.42	52.24	26.33
Orcival	0.01	0.71					1.19	1.43

Tableau 7 : Grille de détermination de la Note d'Etat Corporel (Agabriel et al, 1986)

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

Si les appréciations données par les mains droite et gauche ne concordent pas, nous faisons la moyenne des 2 appréciations.

IV.3. Dispositif expérimental

Durant la phase expérimentale en bâtiment, nous avons collecté les différents types de données grâce aux outils suivants :

Système de pesée automatique (annexe 4)

Lorsque le veau veut sortir de son parc (sens RT : **R**epos → **T**étée) il se présente devant le parc de tri face à la porte de la bascule. Le veau déclenche les capteurs de présence qui actionnent l'ouverture automatique de la porte. Le veau rentre dans la bascule, la porte se ferme et le veau est identifié grâce à sa boucle électronique située sur l'oreille gauche. Une mesure de 100 poids est effectuée et affichée. Pour augmenter la précision, tous les poids inférieurs et supérieurs à deux écart-types sont éliminés. Après la pesée et son stockage, la deuxième porte s'ouvre, le veau peut alors rejoindre sa mère. Dans le sens inverse (sens TR : **T**étée → **R**epos) le fonctionnement est identique. Cependant, par manque de place le parc de trie, côté parc des mères a été supprimé. La bascule a été le seul passage possible entre le parc des veaux et le parc des mères.

Enregistrement vidéo

Pendant la période de tétée libre, les veaux ont été enregistrés 24h/24 avec un dispositif de deux caméras qui ont filmé l'ensemble du parc des mères. Les vidéos ont été enregistrées sur un ordinateur grâce au logiciel de surveillance GeoVision, situé dans un bureau attenant à la stabulation. Pour cela, l'éclairage a été maintenu allumé la nuit et les animaux ont été marqués de chiffres et de lettres sur les flancs et le dos, afin de les identifier facilement lors du dépouillement.

IV.4. Mesures

- Valeur alimentaire et Teneur en Matière Sèche (TMS) du fourrage

La TMS des fourrages (foin et regain) a été mesurée une fois par semaine après un passage de 48h minimum à l'étuve. Ensuite, l'ensemble des échantillons ont été analysés dans le but de connaître la composition chimique des fourrages (tableau 6).

- Quantité d'aliment ingérée

Les quantités de fourrage ont été mesurées tout au long de la phase expérimentale en bâtiment grâce aux auges peseuses et à leurs enregistrements sous le logiciel Biocontrol. En ce qui concerne les veaux, les quantités de foin distribuées et les refus ainsi que toutes les quantités d'eau consommées ont été enregistrées sous format papier. La fréquence de la pesée des foins a augmenté de la première période (pesée tous les 3 jours) à la dernière (chaque jour).

- Poids vif et notes d'Etat Corporel (NEC) des vaches

Un poids a été enregistré chaque mois de l'expérimentation, sauf le mois de mai à cause d'un problème de disposition de bascule. Les NEC dans les deux périodes ont été enregistrées par deux notateurs expérimentés de l'UEMA selon la méthode de mesure d'Agabriel et al (1986) (tableau 7). La note finale est la moyenne des notes attribuées par les deux notateurs. L'évolution d'état corporel des vaches a été reliée à la production laitière et la croissance des veaux.

Tableau 8 : Grille de d'observations du comportement des veaux, et codage utilisé

Veau	0 (5359)	1 (5360)	2 (5370)	3 (5374)	-5385
6:00					
6:05					
6:10					
6:15					

Codage

RT	Repos --> Tétée
TR	Tétée --> Repos
MC	Couché dans le parc des mères
VC	Couché dans le parc des veaux
MD	Debout parc des mères
VD	Debout parc des veaux
ME	Boit parc des mères
VE	Boit parc des veaux
VF	Mange parc des veaux
MF	Mange parc des mères
MV	Vol
VL	Lèche du sel
MT	Tête
MP	Pipi parc des mères
VP	Pipi parc des veaux
MK	Caca parc des mères
VK	Caca parc des veaux

- Comportement des veaux

Séances d'observation

Trois séances d'observation des comportements ont été réalisées sur les périodes 2, 3 et 4, soit une séance d'observation par période de tétées libres. Aucune observation n'a été réalisée en période 1 au cours de laquelle les veaux s'adaptent à leur nouvel environnement. Les séances ont débuté le matin à 6h jusqu'au soir 21h avec une observation du comportement toutes les cinq minutes. La période analysé a débuté et fini par un weekend de trois jours avec une journée d'observation le jeudi 6 mai.

L'objectif a été d'obtenir des informations sur la localisation, l'activité et la position de chaque veau grâce à l'enregistrement des données par les différents opérateurs qui se sont succédés tout au long de la journée. La grille de notation mobilisée est disponible dans le tableau 8 ci-contre.

Enregistrement vidéo

Les 10 jours de tétées libres de la période 2 ont fait l'objet d'une analyse descriptive approfondie du comportement des 15 veaux. On a quantifié (minutes) lors de l'analyse des enregistrements l'activité, la position et la localisation des veaux grâce au logiciel The Observer. Pour cela nous avons réalisé un éthogramme spécifique pour guider l'analyse des images.

- Poids des veaux et production laitière

Pour les 4 jours de tétées surveillées seuls les trois derniers jours ont été utilisés pour les mesures. Les veaux sont pesés avant et après tétées chaque matin à 7h15 et chaque soir à 16h. En appui des deux contrôles laitiers, deux pesés intermédiaires ont été réalisés à 11h et 14h L'objectif est de modéliser (modèle linéaire) la perte de poids au cours de la journée. Deux nuits de pesées nocturnes de tous les veaux ont été réalisées pendant les périodes 3 et 4, à 21h, 1h et 6h du matin, afin d'appréhender la perte durant la nuit et de la comparer à celle de la journée.

Lors des 10 jours de tétées libres le système de pesées automatique a relevé le poids et le sens de circulation des veaux. Les poids des veaux avant et après tétées, mesurés ou estimés, ont permis de quantifier la production laitière des vaches.

IV.5. Traitement et Analyse des données

IV.5.1 Comportement des veaux

- Observation visuelle des comportements

A partir de la grille des comportements journaliers, les données ont été directement enregistrées sous un tableur Excel (tableau 8). Ces observations ont permis de calculer les temps moyens de chaque activité et de les exprimer en pourcentage du temps d'observation total (% d'activité). D'une période à l'autre, les évolutions de ces proportions ont été comparées.

- Enregistrement vidéo

L'analyse des vidéos a porté sur les 15 veaux et a été réalisé sur les 10 jours de tétées libres de la période 2 d'expérimentation.

Tableau 9 : Ethogramme réalisé sous The Observer

Ethogramme
N° du veau
N° de la vache
Tête
Vol
Debout
Couché
Hors parc des mères

Variables créées
Nombre de tétées
Durée de la tétée
Durée du vol
Tentative de vol
Durée dans le parc des mères
Nombre de séjour dans le parc des mères
Durée couché

Cette analyse nécessite de suivre les veaux individuellement sur les vidéos, de noter les activités par rapport à l'éthogramme et de construire une base de ces données. L'analyse de chaque veau a nécessité environ 2 jours complets de dépouillement des images. C'est pourquoi ce mémoire ne comporte que la seule période N°2.

Le comportement des veaux a été enregistré par deux caméras 24h/24 et stocké grâce au logiciel GéoVision en fichier de 5 minutes. Afin d'analyser les fichiers sous The Observer, les fichiers vidéos ont dû être concaténés par journée d'enregistrement soit 10 jours par caméra par le biais du logiciel Ultra Vidéo Joiner. L'heure de début et de fin des comportements ainsi que leurs durées ont été enregistrées (logiciel The Observer) selon l'éthogramme (tableau 9). Les données recueillies ont ensuite été triées et transposées dans des tableaux Excel. Leurs analyses a permis la création des nouvelles variables décrites dans le tableau 9.

- **Temps dans le parc des mères** : le temps journalier passé dans le parc des mères est la somme du temps entre l'entrée du veau et sa sortie.
- **Position couché** : la position couché est la somme pendant laquelle le veau est couché dans le parc des mères.
- **Position debout** : la position debout est la somme pendant laquelle le veau est debout dans le parc des mères et seulement quand il n'a pas la tête sous le pis d'une vache.
- **Temps total de tétée** : le temps de tétée est la somme du temps pendant laquelle le veau à la tête sous le pis d'une vache, que ce soit la sienne ou une autre.
- **Temps de tétée** : le temps de tétée est la somme de temps pendant laquelle le veau à la tête sous le pis de sa mère.
- **Temps de tétée d'une autre mère** : La tétée d'une autre mère est la somme pendant laquelle un veau à la tête sous une autre mère.
- **Nombre de tétées** : c'est le nombre de fois qu'un veau tête sa mère au cours d'une journée.
- **Nombre de passages** : c'est le nombre d'aller-retour dans la bascule que le veau effectue au cours d'une journée.

Pour caractériser la tétée, nous avons considéré de la même manière que P. Le Neindre en 1975, qu'un veau tête quand il a la tête sous la mamelle de la vache. Pour calculer le nombre de tétées, nous avons considéré comme une seule tétée deux tétées consécutives séparées par moins de 15 minutes. De plus, nous avons considéré le vol lorsqu'un veau à la tête sous la mamelle d'une autre vache. Le vol a été codé tentative de vol quand la durée du vol a été inférieure à 1 minute.

- Classification des tétées

Une différenciation des tétées au sein de la journée a été réalisée au sein de la période 2. Trois classes de tétées ont été créées selon les horaires des trois pics de tétées observés. La première tétée est comprise entre 4h et 9h, la deuxième de 9h à 15h et la dernière tétée de 15 à 21h. Les quatre variables suivantes ont été créées afin d'analyser indépendamment ces trois tétées :

- **Nombre de tétées** : c'est le nombre total de tétées qui est observé dans chaque classe (moyenne des 10 jours de tétées libres).
- **Durée de la tétée** : c'est le temps moyen pendant lequel le veau à la tête sous la tête de la vache.
- **Durée dans le parc des mères** : c'est le temps moyen pendant lequel le veau est dans le parc des mères.
- **Durée du trajet bascule au début de la tétée** : c'est le temps moyen entre la sortie de la bascule à la tétée.

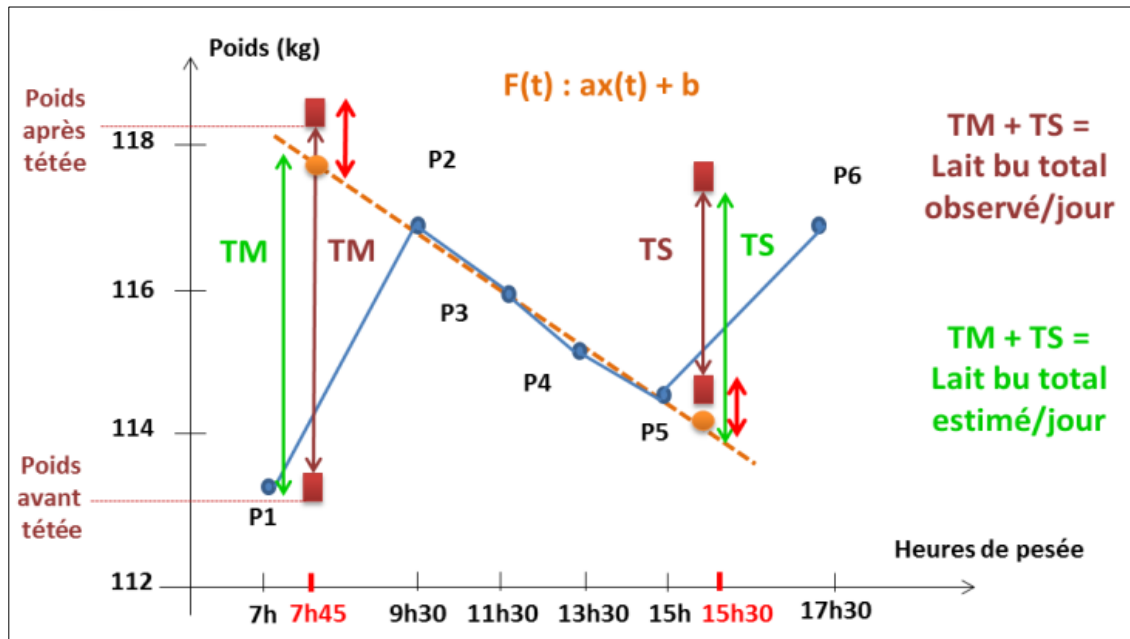


Figure 12 : Variation intra-jour du poids des veaux lors de la tétée surveillée (Douhay, 2014)

IV.5.2 Mesures du poids des veaux

La bascule durant les quatre périodes d'expérimentation a permis l'enregistrement de l'heure, le sens de circulation (RT = Repos → Tétée ; TR = Tétée → Repos), le poids et l'identification des veaux lors du passage dans le système de pesé. Les poids de la bascule ont été récoltés chaque jour (communication en série de type RS 232) sous forme de fichier texte, sur l'ensemble des périodes de tétées surveillées et libres. Les fichiers textes ont été mis au propre sous format Excel avec les variables suivantes : poids, sens de circulation, heure et identification des veaux. Les poids recueillis pendant la tétée libre ont ensuite été enregistrés sous le logiciel Aladin (Base de données INRA). Ces variables nous ont permis de calculer pour chaque période d'expérimentation le nombre quotidien de passages des veaux dans la bascule ainsi que le poids d'entrée et de sortie du veau du parc des mères.

IV.5.3 Estimation de la production laitière

L'objectif de l'étude est de montrer qu'un écart de poids entre les pesées d'entrée et de sortie du parc permet d'estimer la production laitière. Pour cela il a été défini qu'un passage aller-retour vérifié comprend i) les deux pesées correctement enregistrées et ii) a été réalisé dans un temps passé dans le parc des mères inférieure à 3h.

L'évolution du poids du veau pendant la période de tétées surveillées présente une variation intra-journalière comme le schématise la figure 12 ci-contre. Le point 1 de la figure ci-contre représente la pesée avant tétée du matin et le poids 6 la pesée après tétée du soir. Les poids P2, P3, P4 et P5 sont des poids intermédiaires mesurés au cours de la journée. Les quatre points rouges représentent les deux contrôles laitiers réalisés, à 7h 45 et 15h30. Pour chaque période on a vérifié (moyenne des veaux) que les points P2 à P5 s'alignaient correctement sur une droite (régression de type $Y=aX+b$; pente et coefficient de détermination $r^2=$).

Pendant la période libre pour ré-estimer le poids à l'heure post tétée (équivalente aux périodes surveillées) aux heures du contrôle laitier, on a pris en considération la perte de poids lors du passage AR vérifié et le premier poids mesuré lors du passage suivant. Par analogie avec les tétées surveillées, on a considéré que la perte intra-journalière est linéaire. La droite reliant ces deux poids a été utilisée, la flèche en rouge vif symbolise la différence qui permet d'obtenir le lait bu estimé. Les productions laitières estimées lors de la période libre et mesurées lors de la période surveillée ont été comparées graphiquement.

IV.6 Analyse des données disponibles

L'ensemble des tests statistiques des différentes bases de données ont été réalisés avec le logiciel R 3.1.1.

- En premier, nous avons réalisé une mesure descriptive du lot de vaches et veaux. Le calcul des moyennes et écarts types nous a permis de décrire les caractéristiques des animaux. Ensuite, afin de mettre en relation les différentes variables qui caractérisent les animaux, nous avons calculé leurs corrélations. Ces variables quantitatives ont été en premier lieu analysées par un test de Shapiro. Si la distribution était normale, le test de corrélation de Pearson est réalisé sinon nous avons utilisé le test de Spearman.

Afin de déterminer un effet sexe sur les variables (production laitière, poids naissance..) nous avons tout d'abord réalisé un test de normalité.

Si celui-ci n'était pas vérifié un test non paramétrique a été utilisé. L'ensemble des tests ont été réalisés même si les effectifs sont faibles.

- l'analyse des variables issues des fichiers vidéo de la période 2, a consisté à calculer leurs corrélations et à comparer leurs moyennes (tests. Dans le cas des corrélations nous avons suivi la même procédure que celle explicitée au paragraphe précédent. La comparaison de moyenne a tout d'abord été précédée d'un test de normalité (test Shapiro et Bartlett). Si la distribution était normale, le test de Student a été réalisé sinon nous avons utilisé le test de Wilcoxon.

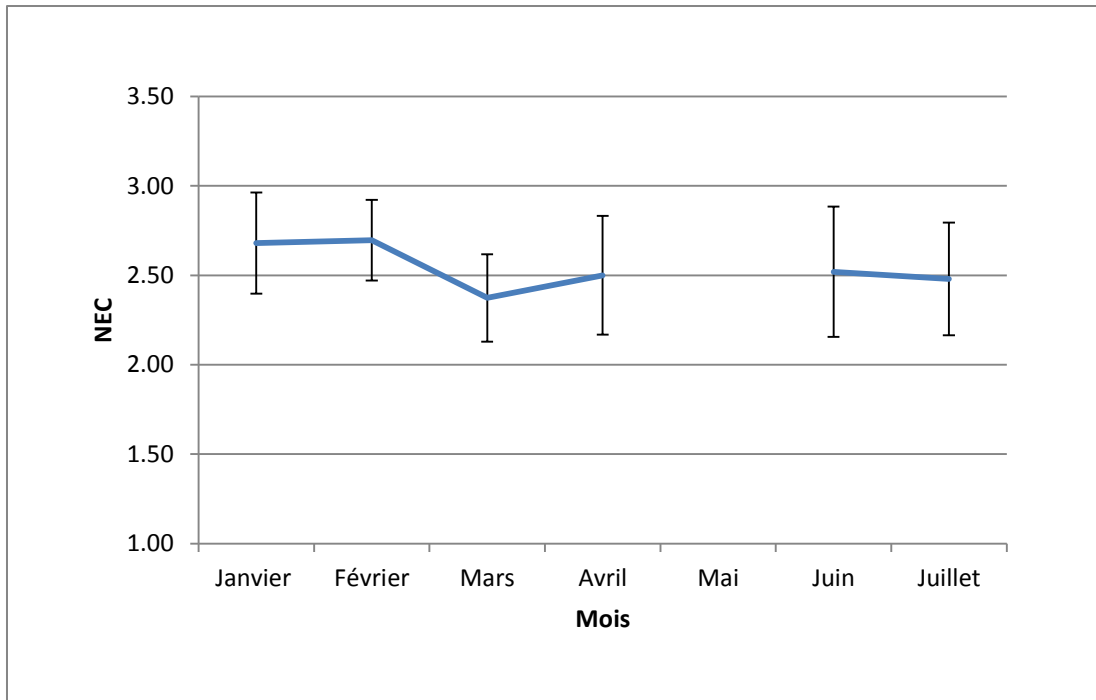


Figure 13: Note d'Etat Corporelle des 15 vaches charolaises et son évolution

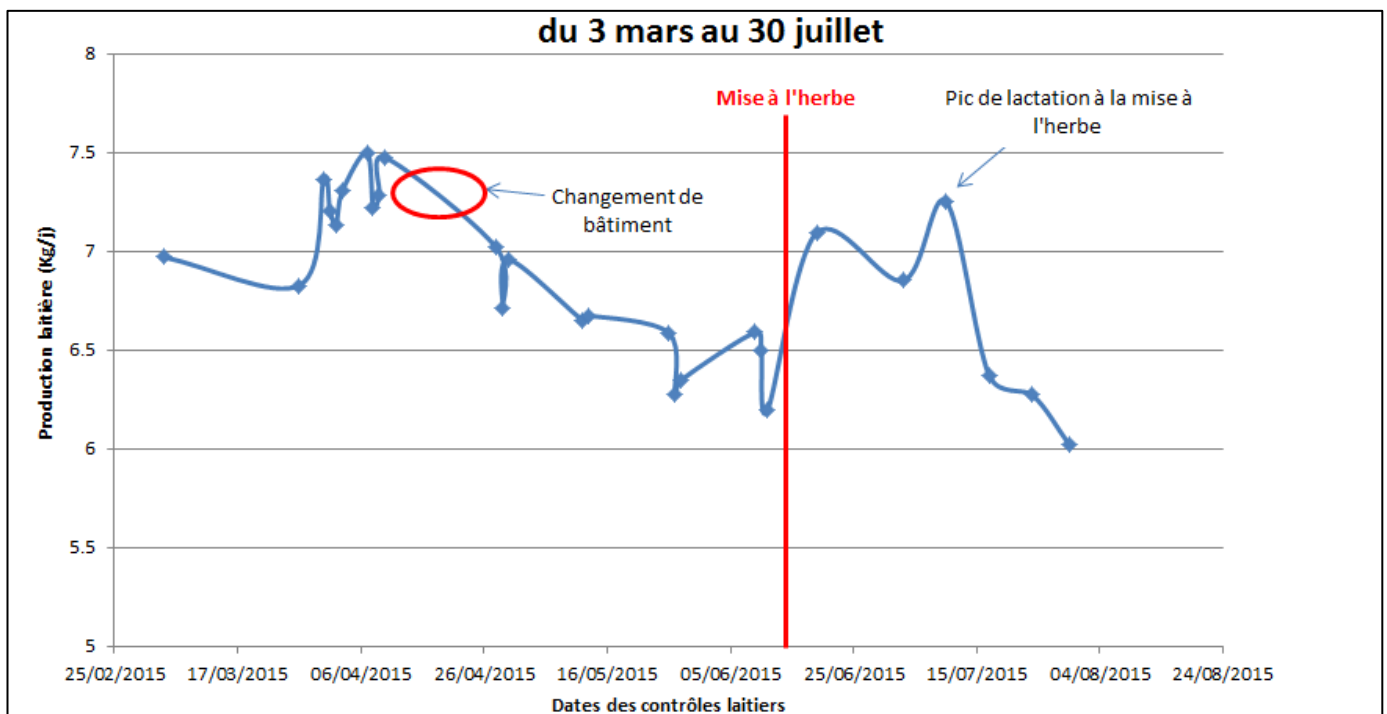


Figure 14 : Production laitière moyenne des 15 vaches Charolaises du 3 mars au 30 juillet

Partie V : Résultats

La présentation des résultats de l'étude expérimentale a été abordée de la manière suivante : 1°) caractéristiques zootechniques des animaux, 2°) analyse du comportement des veaux au cours des trois jours d'observation, 3°) détermination de l'activité des veaux lors de la période 2 de tétée libre au sein du parc des mères, et 4°) présentation de l'évolution des quatre périodes expérimentales par le biais du système automatique de pesées et la mise en lien avec les périodes de tétées libres.

V.1. Caractéristiques zootechniques des animaux

V.1.1 Caractéristiques des vaches

- Poids et notes d'état corporel

Le poids moyen des 15 vaches au cours de l'expérimentation a été de $827,5 \pm 46,8$ kg avec une variabilité allant de 732 à 924,5 kg. Le poids moyen au début de l'expérimentation des vaches a été de 786 ± 54 kg et de 788 ± 48 kg en fin d'expérimentation. On observe un maintien du poids et de la note d'état au cours de l'expérimentation (figure 13).

- Production laitière (tétées surveillées)

La production laitière moyenne des 15 vaches sur les 4 périodes d'expérimentation a été de $6,6 \pm 1,6$ kg/j avec une variabilité allant de 3,13 à 11,7 kg/j. Les mères des femelles ont une production laitière de $7 \pm 1,8$ kg/j qui se distingue de celle des mâles qui ont une production de $6,2 \pm 1,3$ kg/j (Annexe 5). Mais cette différence de 0,8 kg/j n'est pas significative (test de student $P > 0,05$). La courbe de lactation réalisée à partir de la moyenne des 15 vaches montre un maximum de lait bu au début avril, suivie d'une diminution linéaire de la production jusqu'à la mise à l'herbe. Dès la mise à l'herbe, on observe une légère augmentation de la production laitière (+ 0,6 kg). Par ailleurs, le changement de bâtiment et d'environnement n'a eu aucun impact sur la production laitière des vaches. La production laitière moyenne est corrélée avec la croissance du veau (naissance -30 juillet) (test de Pearson's $P < 0,05$) (figure 14).

V.1.2 Caractéristiques des veaux

- Poids

Le poids à la naissance des veaux a été de $48,7 \pm 5,4$ kg, il est identique entre les mâles et les femelles (test de student $P > 0,05$). Le poids des veaux augmentent linéairement de la naissance jusqu'à la fin juillet (GMQ = $0,92 \pm 0,13$ kg/j) (annexe 6).

- Ingestion de fourrages

En moyenne sur les 4 périodes, les quantités de fourrages ingérées et d'eau bue s'élèvent respectivement à 1,4 kg brut de foin par jour et 3,2 kg d'eau. Ces quantités ont évolué à la hausse au cours du temps avec respectivement de la période 1 à la période 4, P1 = 0,8 kg/j, P2 = 1,2 kg/j, P3 = 1,6 kg/j et P4 = 2 kg/j. Cette augmentation peut être mise en relation avec l'augmentation du poids et de la capacité d'ingestion, P1 = 6 g/kg PV, P2 = 9 g/kg PV, P3 = 10 g/kg PV et P4 = 12 g/kg PV. Une corrélation positive a pu être observée entre quantité de fourrage consommée et d'eau ingérée (test de pearson's $P < 0,05$). On observe ainsi que les veaux boivent 2,28 kg d'eau par kg de foin ingéré.

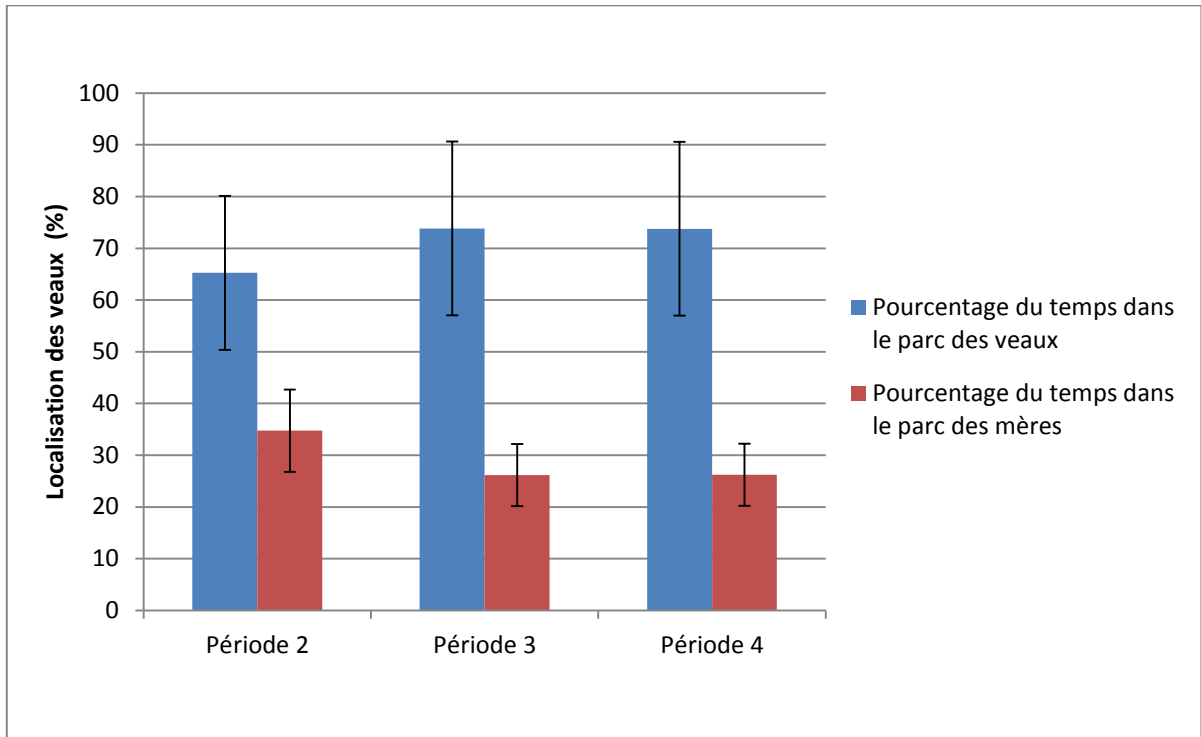


Figure15 : Localisation des veaux lors des séances d'observation des veaux pour les périodes 2, 3 et 4

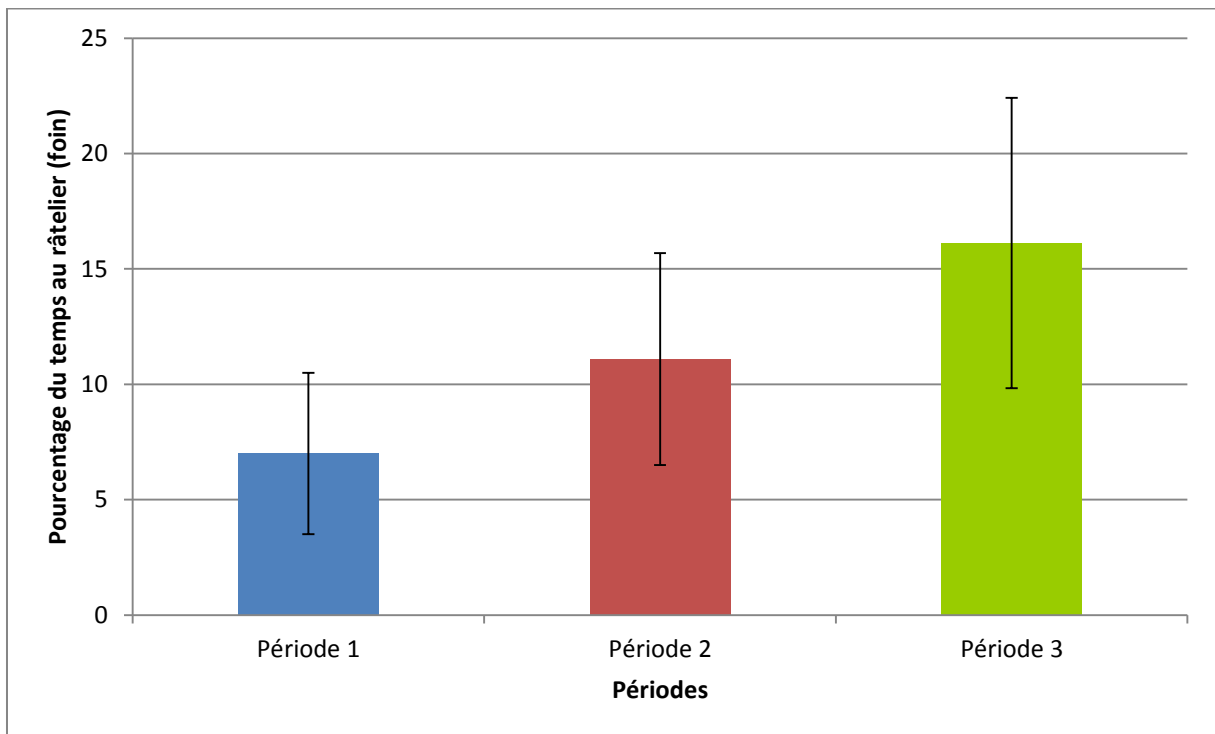


Figure 16 : Pourcentage du temps journalier des veaux au râtelier pour la période 2, 3 et 4 (L'écart type prend en compte l'ensemble des veaux à chaque période)

V.2. Comportement des veaux

V.2.1 Localisation

Lors des trois séances d'observation, les quinze veaux ont été localisés 71 ± 16 % de leur temps dans leur parc et $29 \pm 6,7$ % dans le parc des mères (figure 15). Cependant, on observe une augmentation du temps passé dans le parc des veaux de 9 % entre la période 2 et 3.

V.2.2 Activité et position (observations visuelles)

Les veaux ont un comportement identique entre les trois périodes et passent la majorité des séances d'observation couché dans leur parc, soit $47,6 \pm 13,2$ %. Cependant on remarque une variabilité élevée entre veaux allant de 3,3 % à 82,6 %. Le temps passé par les veaux sous une autre mère a été de $1,8 \pm 1,3$ % pour les périodes 2, 3 et 4 avec une variation allant de 0 % à 4,9 %. Cette valeur maximale a été obtenue par le veau 5409 dont la mère a une production laitière de 3,9 kg. Au cours des trois périodes seul le temps de présence au râtelier a augmenté de 10 % (test de student $P < 0,05$) (Figure 16).

Les activités lors des séances d'observations suivent principalement le rythme des tétées (figure 17). La première tétée a lieu le matin de 6h à 7h quelques temps après l'ouverture de la porte de tri de la bascule, puis de 12h à 13h et pour finir de 15h à 16h. Après la tétée du matin on observe un temps de présence élevé des veaux dans le parc des mères. Ils sont restés 25 % de leur temps couché et 41,5 % de leur temps debout dans ce parc. Puis au fur et à mesure de la matinée les veaux rentrent petit à petit dans leur parc et vont au râtelier. Dans le parc des veaux la majorité des veaux se couchent et une autre partie consomme du foin.

V.3. Détail de l'activité journalière des veaux de la période 2 (observations par caméra)

V.3.1 Temps et position du veau dans le parc des mères

- Temps dans le parc des mères

Pendant la période 2, les quinze veaux ont passé en moyenne $4,07 \pm 2h 25$ de leur temps journalier dans le parc des mères, soit 17 % du temps. Toutefois on remarque une variabilité entre les veaux assez importante. Le veau 5401 a passé plus de $7h 32 \pm 4h 20$ en moyenne sur les 10 jours dans le parc des mères contrairement au veau 5397 qui en a passé seulement $1h 41 \pm 30$ minutes. Le temps de présence du veau dans le parc des mères varie d'un jour à l'autre. En effet, on remarque une forte variabilité pour les veaux 5401 et 5402, variant de 1h à 13h de présence dans le parc des mères selon le jour.

- Position du veau dans le parc des mères

Position « Couché dans le parc des mères »

Les veaux sont restés couché $42 \text{ mn} \pm 1h21$ en moyenne au cours des 10 jours de tétée libre de la période 2. L'écart type montre une forte variabilité inter et intra-veaux au sein des 10 jours. Le veau 5401 a par exemple passé $3h 49$ en moyenne de son temps couché contrairement aux veaux 5397 et 5399 qui n'ont jamais été vus dans cette position. De plus ce veau 5401 a passé $9h 39$ de son temps « couché dans le parc des mères » le jour 1 (= samedi) contrairement au jour 9 (=samedi) où ce comportement n'a jamais été observé. Mais cette variabilité intra-journalière n'a été notée que pour ce veau.

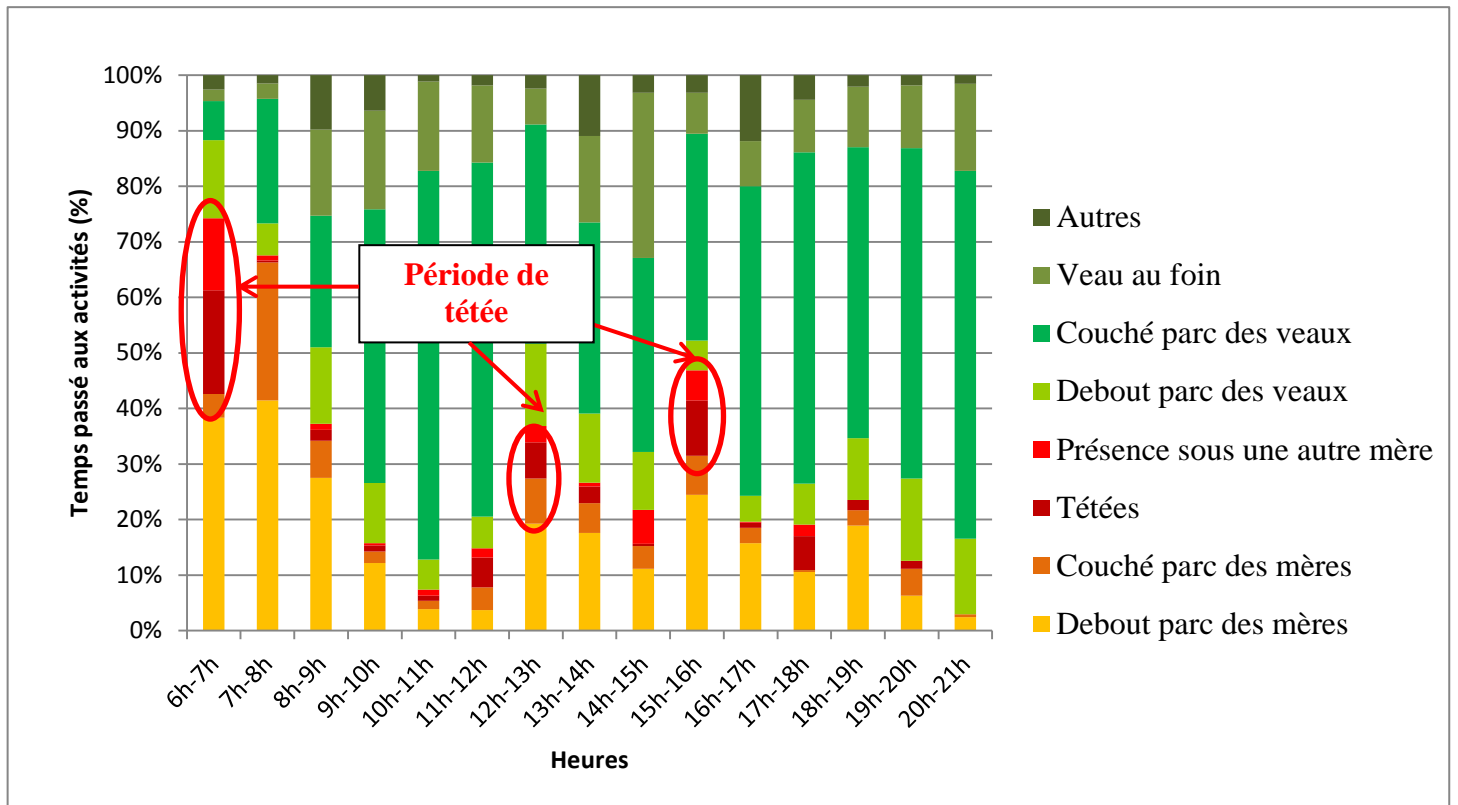


Figure 17 : Observations visuelles de 6h à 21h : budget temps des activités des 15 veaux (moyenne sur l'ensemble des observations des périodes 2,3 et 4)

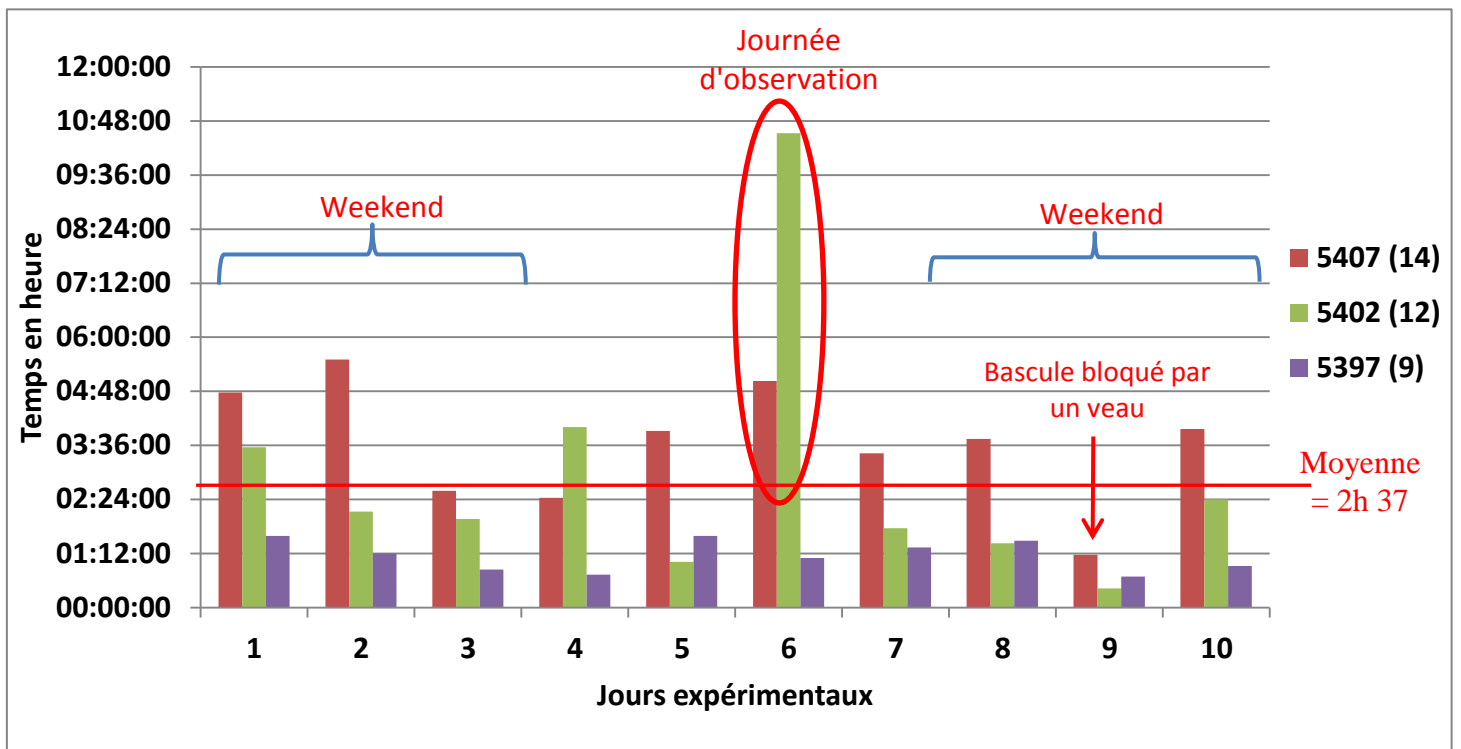


Figure 18 : Variabilité des comportements « debout dans le parc des mères » de 3 veaux extrêmes observés par vidéo 24h/24.

Position « debout dans le parc des mères

Les veaux ont passé $2,37 \pm 1\text{h } 39$ de leur temps debout dans le parc des mères. La variabilité intra-journalière est bien évidemment similaire à celle de la position « couché » car les deux comportements sont complémentaires. Le veau 5402 a ainsi passé 10h 31 de son temps debout le jeudi contrairement au samedi où il a passé seulement 25 minutes. De plus on observe des variabilités entre les veaux comme le montre la figure ci-contre (figure 18). Les deux veaux extrêmes, le 5407 et le 5397 ont passé en moyenne respectivement 3h 39 et 1h08 de leurs temps debout dans le parc des mères.

En définitive, une variation entre veaux et entre jours peut être observée. Le veau 5401 a passé plus de temps dans le parc des mères et dans la position couché contrairement au veau 5397 (Annexe 7).

V.3.2 Nombre de tétées et de passages

Nombre de tétées (observation par caméra)

Le nombre de tétées moyen journalier s'est élevé à $2,9 \pm 0,82$ et a toujours varié entre 2 et 5 tétées /jour. Ainsi le nombre de tétées moyen observé par jour est par exemple de 2 pour le veau 5397 et de 3,8 pour le veau 5359. Cette variabilité s'observe d'un jour à l'autre sur l'ensemble des veaux. Ces trois tétées sont majoritairement observées de 6h à 7h puis de 13h à 14h et enfin de 18h à 19h. Les observations vidéo correspondent ainsi aux observations faites directement par notation des activités.

Mais on peut observer des tétées tout au long de la journée, indépendamment des trois principales périodes. Les vols se répartissent après les 3 périodes majeures de tétées et tout au long de la journée avec des pics d'activité notables. Les fréquences des vols sont inférieures aux fréquences des tétées mais nous remarquons qu'ils suivent le même budget horaire (annexe 8). Cependant la production laitière des mères n'est pas corrélée à la fréquence journalière de tétées (test de pearson's $p > 0,05$).

Nombre de passages (observation par caméra)

Les veaux ont effectué un nombre d'aller-retour moyen journalier observé (par vidéo) au niveau de la bascule de $2,8 \pm 0,67$ /veau pendant les 10 jours de tétées libres de la période 2. On observe une variabilité entre individu au cours des 10 jours allant d'un minimum de 1,9 pour le veau 5397 à un maximum de 3,7 pour le veau 5360, et une variabilité inter-journalière. En effet, le nombre de passages du veau 5396 a par exemple varié de 1 à 5.

En définitive, les résultats démontrent autant de passages dans la bascule que de tétées observées (2,9/jour pour la période 2). Cependant 9 % des passages ayant une durée moyenne de 53 ± 36 minutes n'ont pas été liés à une tétée. Inversement 11 % des tétées ont été référencées dans un même passage, ce qui est sans doute lié à notre convention d'identification d'une tétée (deux séquences de tétée espacées de plus de 15min correspondent à deux tétées). On remarque que les veaux 5359, 5385 et 5401 se démarquent de l'ensemble des veaux par un nombre supérieur de tétées que de passages ($R^2 = 0,28$). Cependant, on observe une corrélation entre le nombre de passages et le nombre de tétées (test de pearson's $P < 0,05$) et dans 95,5 % des cas, le passage du veau dans le parc des mères se solde par une tétée (figure 19).

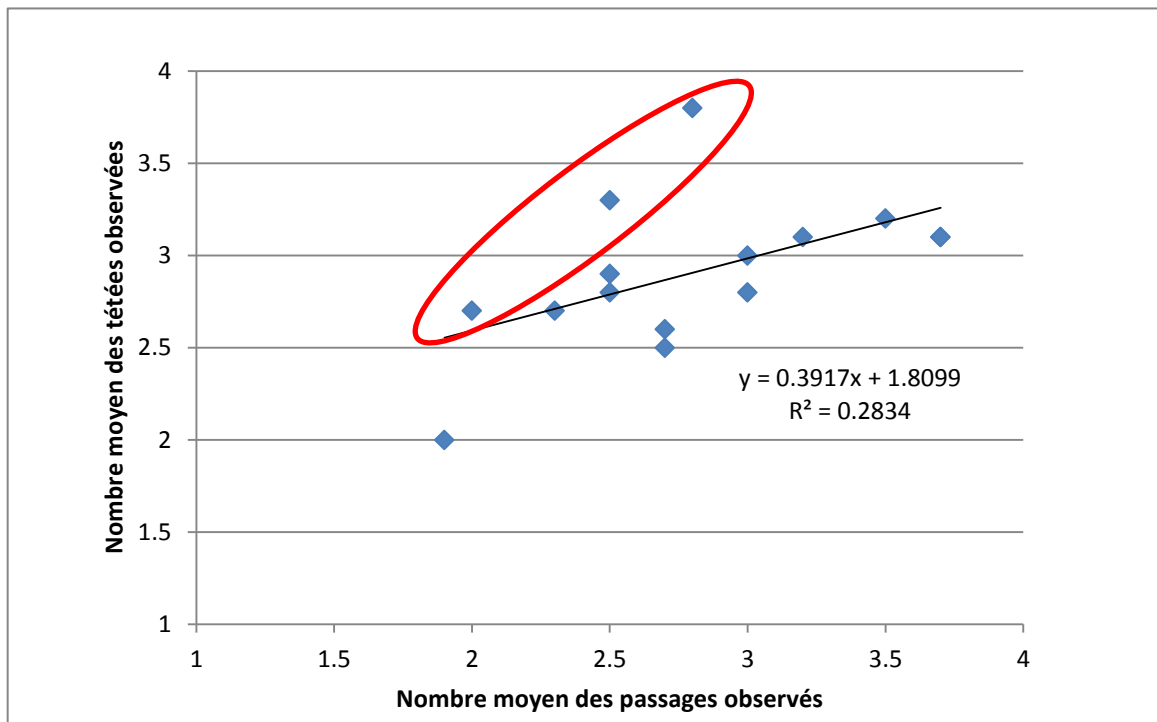


Figure 19 : Relation entre le nombre moyen de passages et de tétées des veaux lors des 10 jours de tétées libres de la période 2

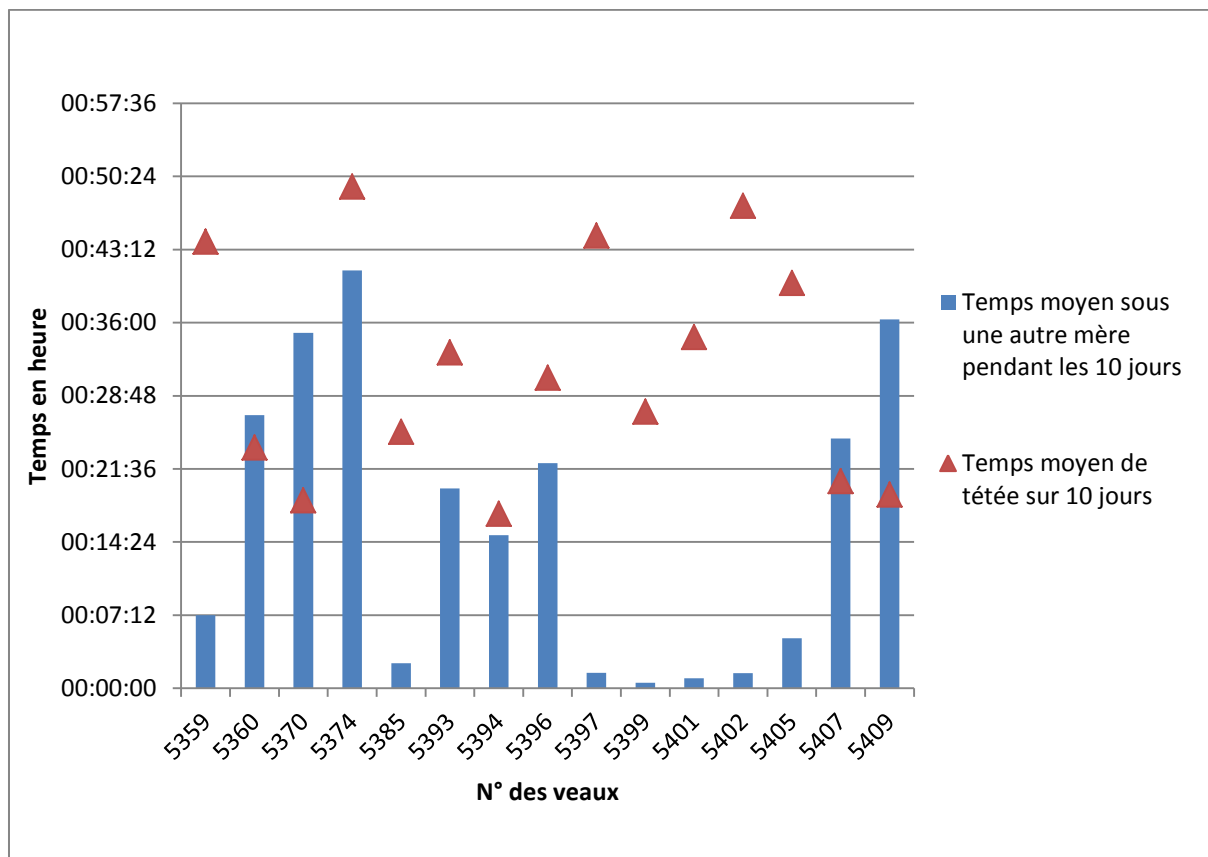


Figure 20 : Différence du temps moyen de tétée par rapport au temps moyen sous une autre vache pour l'ensemble des 15 veaux

V.3.3 Temps de tétées des veaux

Le temps total moyen de tétée (vol + Tétée) sur les 10 jours des veaux a été de 49 ± 16 minutes avec des extrêmes allant de 32 ± 12 minutes (veau 5399) à $1\text{h } 06 \pm 21$ minutes (veau 5385).

Temps de tétée de sa mère

La durée moyenne de l'activité notée « tétée » des veaux sous leur mère a été de 31 ± 14 minutes. Le temps de tétée est identique entre les mâles et les femelles (test de student $P < 0,05$)

Temps de tétée d'une autre mère

La tétée observée sous une autre vache que la mère est notée « vol ». Le temps moyen de vol sur les 10 jours de tétée libre de la période 2 a été de 16 ± 17 minutes (33% du temps total de tétée observé). La variabilité de ce comportement entre veaux est élevée. Elle va de 41 ± 16 minutes/jour pour le veau 5385 à rien (0min) pour les veaux 5401 et 5402, qui n'ont jamais été observés sous une autre vache que leur mère, malgré le temps important qu'ils ont passé dans le parc des mères (figure 20). On note aussi que le temps moyen de vol par jour pour les mâles est de 23 minutes. Ce dernier est supérieur à celui des femelles qui est de 7 minutes en moyenne par jour (test de student $P < 0,05$). Mais la durée de vol n'est pas liée au poids des veaux, et d'ailleurs les deux sexes ont un poids identique (test de student $P > 0,05$).

En définitive, la durée totale moyenne de « tétée sous la mère » est assez mal corrélée à la durée moyenne de « vol ($r^2 = 0,53$ test de Pearson's $p < 0,05$).

Le temps de vol moyen affecté aux vaches sur les 10 jours est identique : 16 ± 12 minutes en moyenne/jour mesuré sur la grille des comportements des mères. Sur ces observations indépendantes de celles des veaux le «vol» varie d'un maximum de 30 ± 11 minutes/jour pour la vache 1303 à un minimum de 4 ± 8 minutes/jour pour la vache 7336, ce qui veut dire que le temps de vol est dépendant du comportement du veau mais aussi du comportement de la mère.

V.4 Classification des trois tétées journalières

A partir des observations, nous avons classé les 3 tétées journalières. La classification des tétées a été réalisée sur un total de 355 tétées observées pendant les 10 jours de tétées libres de la période 2 (tableau 10).

La première tétée se situe dans la tranche 4h et 9h. Elle concerne tous les veaux puisque 97,3 % des veaux sont allés téter pendant cet intervalle. Elle est d'une durée moyenne de 19 ± 7 minutes. Dès la sortie de leur parc, les veaux vont téter leurs mères comme le montre la durée moyenne du trajet entre la bascule et le début de la tétée qui est de 1 ± 6 minutes.

La deuxième tétée se situe dans la tranche 9h à 15h, elle concerne 63,5 % des veaux. On remarque une baisse de la durée de tétée avec une augmentation de la durée du trajet allant de la bascule au début de la tétée (2 ± 7).

La troisième tétée se situe de 15h à 21h, et concerne 78 % des tétées des veaux. La durée entre la sortie de la bascule et le début de la tétée augmente encore (4 ± 11).

Les durées des 3 tétées ont été identiques entre les trois classes (test de Student $P > 0,05$), mais on peut relever une forte variabilité inter et intra-veaux.

Tableau 10 : Caractérisation des tétées observées pendant la période 2 (n=355 tétées au total)

	Tétée 1	Tétée 2	Tétée 3	
Plage horaire (heures)	4h à 9h	9h à 15h	15h à 21h	
Nombre de tétées observées	146	92	117	
Durée moyenne de la tétée (minutes)	19 ± 7	18 ± 7	17 ± 7	NS (P>0,05)
Durée moyenne dans le parc des mères (heures)	1,27 ± 1,46	1,32 ± 1,14	1,17 ± 55,17	NS (P>0,05)
Durée moyenne Sortie bascule --> début tétée (minutes)	1 ± 6 ^a	2 ± 7 ^b	4 ± 11 ^b	S (P<0,05)

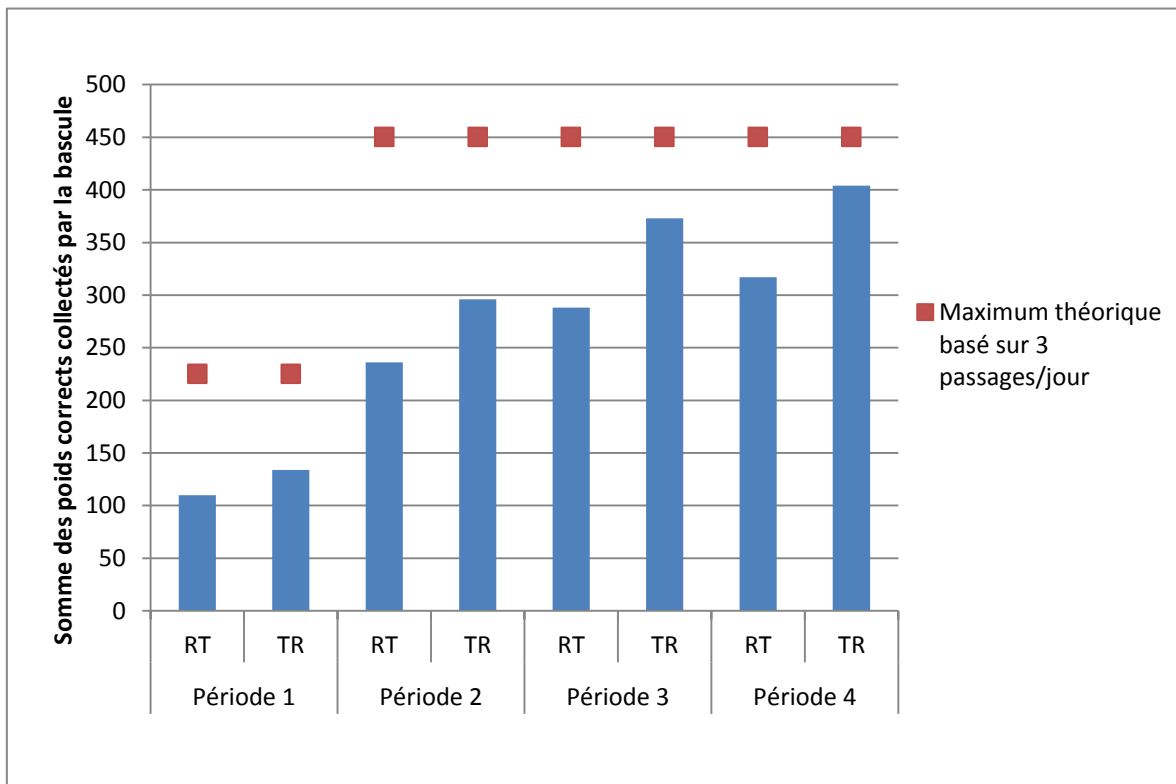


Figure 21 : Poids correctement enregistrés selon le sens de passage et entre les quatre périodes

Le temps écoulé entre la sortie de la bascule et la première tétée a augmenté de 3 minutes entre la tétée 1 et 3 (test de Wilcoxon $P < 0,05$).

V.5. Analyse des quatre périodes de tétées libres par le système automatisé de pesées

Les 4 périodes de tétées libres ont permis à la bascule l'enregistrement de 2158 poids. Ce nombre de poids corrects est plus élevé du parc des mères au parc des veaux (TR = Tétée → Repos) que du parc des veaux au parc des mères (RT = Repos → Tétée) (figure 21).

Par période on a enregistré respectivement, 244 poids (période 1), 532 (période 2), 662 (période 3), et 720 (période 4) poids. L'accroissement du nombre d'enregistrements indique l'amélioration régulière du fonctionnement du dispositif. Mais on peut mettre en évidence son dysfonctionnement. Ainsi le nombre de passages enregistrés (aller ou retour) accompagnés d'un poids est de 1411 (162 (période 1) ; 346 (période 2) ; 434 (période 3) et 469 (période 4)). Au minimum nous aurions donc dû avoir 2822 poids (autant à l'aller qu'au retour), et l'on en dispose de 76,5% sur l'ensemble du nombre de passages aller et retour. Ces passages correspondent aux 3 tétées. Si chaque tétée avait été correctement mesurée c'est au moins 1575 passages que l'on devrait avoir renseignés par deux pesées : 15 veaux x 3 tétées/j x 10 jours x 3 périodes plus les cinq jours de la période 1.

Le nombre de passages correctement enregistrés et vérifiés à l'aller et au retour ayant une variation de poids vérifié n'est que de 747 (53 % de 1411), soit une moyenne de $1,59 \pm 1,12$ passages/jour et par veau sur l'ensemble des quatre périodes de tétées libres. Il a augmenté au cours des quatre périodes de 0,65, ($1,35 \pm 0,53$ (période 1), $1,43 \pm 0,67$ (période 2), $1,6 \pm 0,67$ (période 3) et $2 \pm 0,8$ (période 4)). Sur la période 2 dépouillée par vidéo, les enregistrements par la bascule correspondent à la moitié du nombre de tétées observées ($n=2,8$) (figure 22 et annexe 9).

Entre les différents veaux, ce nombre de passages correctement enregistrés, a varié d'un maximum de 2,4 pour le veau 5399 à un minimum de 1. Ceci montrerait des comportements différents des individus face au dispositif de tri + bascule. Certains veaux craintifs suivent de très près celui qui les précède et bloquent ainsi la fermeture des portes puis la reconnaissance électronique (deux veaux dans la bascule). Ces comportements sont difficilement prévisibles.

V.6. Evolution et variation intra-journalière du poids des veaux (GMQ).

V.6.1 Le GMQ

La croissance des veaux de la naissance au 30 juillet a été de $0,92 \pm 0,13$ kg/j entre les mâles et les femelles. Cette croissance reste plus faible que la moyenne nationale des veaux Charolais qui se trouve à 1,1 kg entre 0 et 120 jours (Sepchat, 2015).

L'évolution des GMQ au cours des 4 périodes a été la suivante : $1,05 \pm 0,19$ (période 1), $1,03 \pm 0,21$ (période 2), $1,25 \pm 0,22$ (période 3) et $1,1 \pm 0,16$ (période 4). Ces chiffres indiquent une constance dans le GMQ au cours des 4 périodes.

V.6.2 Variations intra-journalière

La figure 23 présente l'évolution du poids du veau 5405 (13) au cours de la période 2. La figure présente les 3 jours de tétées surveillées suivie de 10 jours de tétées libres (Annexe 10).

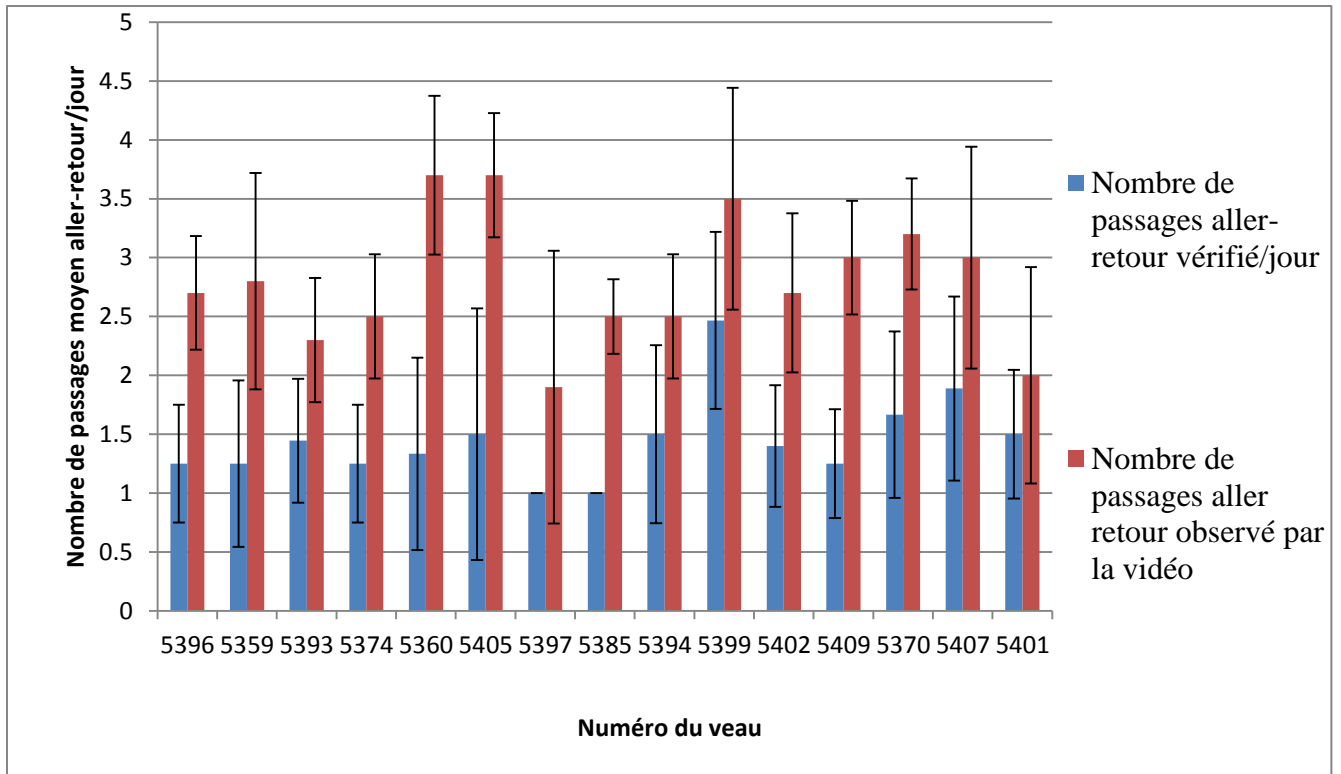


Figure 22 : Différence du nombre moyen de passages par jour des veaux entre le système de pesé et l'observation vidéo lors de la période 2

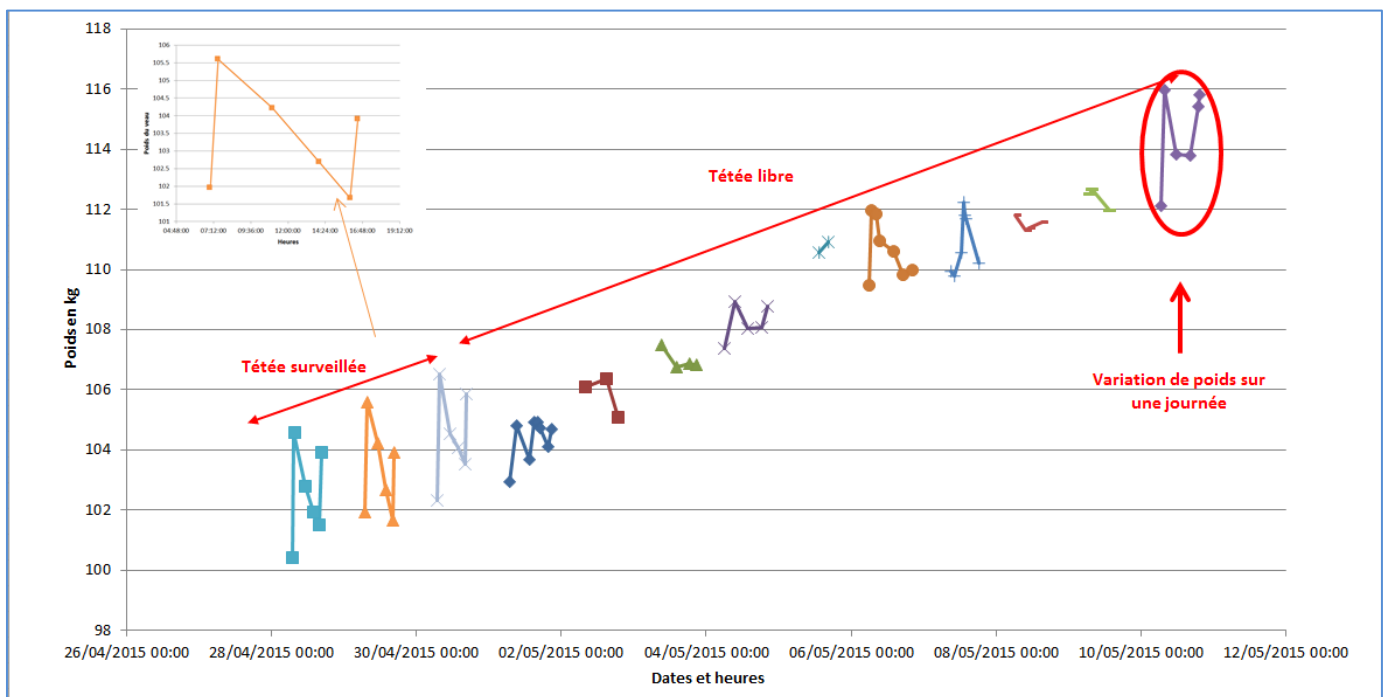


Figure 23 : Poids du veau 5405 correctement enregistrés par le dispositif au cours de la période 2. Comparaison avec les poids mesurés en période de tétées surveillées

Tétée surveillée

Les plus fortes variations de poids intra-journalières sont dues aux prises de lait par le veau qui ont lieu le matin et le soir pendant la phase de tétée surveillée. Deux poids ont été relevés entre les deux tétées surveillées afin de connaître la perte de poids au cours du temps qui est principalement lié au métabolisme, à la perte de chaleur et à la digestibilité. La baisse intra-jour a été de $4,4 \pm 2$ g/min (période 1), $1 \text{ g/min} \pm 2,2$ g/min (période 2), $3,1 \pm 3$ g/min (période 3) et de $2,1 \pm 2,6$ g/min (période 4). Ainsi on remarque que la perte de poids est différente au sein des 4 périodes. En ce qui concerne les pesées de nuit, on remarque une perte de poids linéaire mais aléatoire entre les périodes 2 et 3 et entre le jour et la nuit. Les pertes de poids nocturnes ont été de $1,5$ g/min pour la période 2 et de 3 g/min pour la période 3.

Tétée libre

Les veaux étant libres, le nombre de tétées et de passages dans le parc des mères ont évolué de manière intra et inter journalières. L'étude a permis de montrer une augmentation du nombre de passages enregistrés ayant une variation de poids vérifiée au cours des 4 périodes, avec 145 (période 1), 165 (période 2), 211 (période 3) et 226 poids (période 4).

Si on restreint l'analyse aux 17 cas où l'on a pu calculer une production laitière journalière, les variations de poids correspondantes ont été classées en regard des trois classes de tétées pendant les périodes 2, 3 et 4.

Période 2

La première tétée représente en moyenne 57 % de la variation de poids total sur la journée (utilisable pour le calcul de la PL), pour un temps moyen de présence dans le parc des mères de $1\text{h}42 \pm 54$ minutes. La perte de poids entre l'entrée et la sortie du parc des mères a été pour la première tétée de $2,1$ g/min.

La deuxième tétée représente 17 % de la variation de poids, pour un temps de $1\text{h}59 \pm 37$ minutes. On remarque une variation de poids négative pour le veau 5407 lors de deux passages qui signifie que le veau n'a pas tété. Pour cette période la perte de poids a été de $1,8$ g/min.

La troisième période représente 26 % du total des tétées pour un temps de présence dans le parc des mères de $1\text{h}22 \pm 37$ minutes. La perte de poids a été de $3,8$ g/min.

En définitive, 4 veaux sont passés trois fois par jour dans le parc des mères. Seul le veau 5393 (6) n'est passé que deux fois. De plus on observe une perte aléatoire de poids d'un jour à l'autre.

Période 3

La première tétée représente 53 % de la variation de poids total sur la journée, pour un temps de présence dans le parc des mères de $1\text{h}46 \pm 36$ minutes. On remarque une variation de poids négative pour le veau 5407. La perte de poids entre l'entrée et la sortie du parc des mères a été pour la première tétée de $4,9$ g/min.

La deuxième tétée représente 32 % de la variation de poids, pour un temps de 43 ± 77 minutes. On remarque une variation de poids négative pour le veau 5359. La perte de poids est de $2,5$ g/min, elle est donc plus faible que lors de la première tétée mais du même ordre de grandeur.

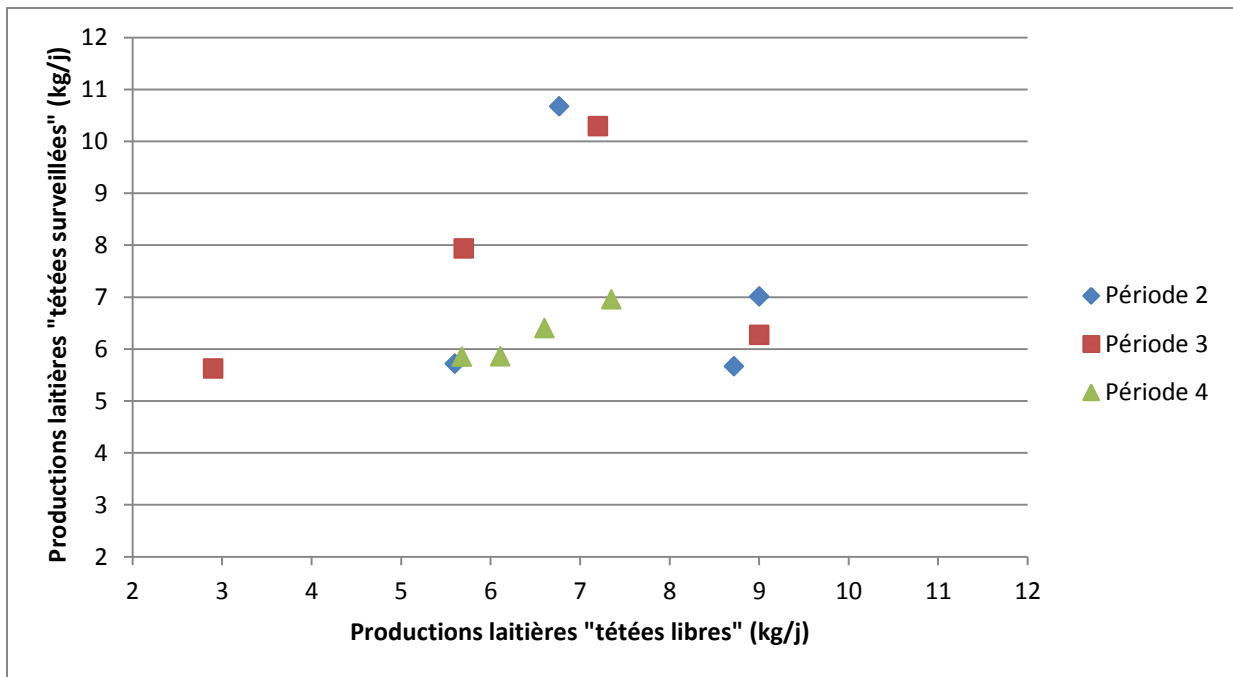


Figure 24 : Relation entre les productions laitières des "tétées surveillées" et des "tétées libres" pendant les périodes 2, 3 et 4

La troisième période représente 15 % du total des tétées pour un temps de présence dans le parc des mères de $1h22 \pm 37$ minutes. On remarque une variation de poids négative pour le veau 5359. La perte de poids a été de 4,2 g/min.

Période 4

La première tétée représente 76 % de la variation de poids total sur la journée, pour un temps de présence dans le parc des mères de $1h17 \pm 38$ minutes. La perte de poids entre l'entrée et la sortie du parc des mères a été pour la première tétée de 5,5 g/min.

La deuxième tétée représente 17 % de la variation de poids, pour un temps de $1h06 \pm 57$ minutes. La perte de poids est de 4,9 g/min, elle est donc plus faible que la première tétée.

La troisième période représente 6 % du total des tétées pour un temps de présence dans le parc des mères de 50 ± 31 minutes. La perte de poids a été de 0,02 g/min.

En définitive, la variation de poids de la première tétée est toujours la plus importante des trois tétées. Cependant on remarque que le nombre de passages dans la journée augmente au cours des trois périodes, soit 2,8 (période 2), 3,6 (période 3) et 3,8 (période 4). Ces résultats sont en liens avec le nombre de passages sans tétée, 2 (période 2), 4 (période 3) et 4 (période 4).

V.7. Productions laitières ré-estimées et comparaison entre les périodes tétées libres et tétées surveillées

La perte des données du fait des dysfonctionnements du système automatique de pesées n'a pas permis d'obtenir une estimation correcte de toutes les productions laitières journalières au travers des variations de poids intra-journalières mesurées au cours des périodes de tétées libres.

Si on considère les veaux qui ont été correctement enregistrés sur une journée, c'est-à-dire ceux dont les tétées ont été correctement encadrées par des pesées validées sur l'ensemble des quatre périodes, l'étude a permis d'extraire 17 productions laitières journalières sur seulement 5 vaches (figure 24 et annexe 11).

La première période de tétée libre n'a pas permis d'extraire les productions laitières contrairement au trois périodes consécutives. La période 2 a permis de dégager six productions laitières, la période 3 cinq et la période 4 six.

Lors des trois périodes de tétées libres on observe une augmentation de la corrélation entre les productions observées (tétée surveillées) et ré-estimées (tétées libres). Les périodes 2 et 3 ne présentent aucune corrélation entre les productions ré-estimées et surveillées contrairement à la période 4 qui montre une corrélation de ($R^2 : 0,94, n=4$). L'étude a montré une surestimation de la production laitière des tétées libres par rapport aux tétées surveillées pour le veau 5359 de 1,7 kg sur l'ensemble des trois périodes. Inversement on a observé une sous-estimation de la production laitière des tétées libres par rapport aux tétées surveillées du veau 5407 de 3,5 kg sur les trois périodes. Pour les trois autres veaux on a remarqué une production laitière similaire entre production laitière et tétée surveillée au cours des trois périodes. Cependant on remarque une variabilité de la production laitière entre les jours et les périodes comme le montre les exemples suivants. 1°) Une variation de la production laitière inter jour pour le veau 5393 lors de la période 4 allant de 7,5 kg à 3,8 kg. 2°) Une variation allant de 9 kg à 7,4 kg entre la période 2 et 3 par rapport à la période 4 pour le veau 5359.

En définitive, l'étude a permis déduire après ré-estimation la production laitière de 3 vaches sur 5.

Partie VI : Discussion

Dans cette partie nous discuterons dans un premier temps du dispositif automatique de pesées et des conditions de l'expérimentation. Puis nous analyserons les résultats obtenus avec ceux des années précédentes et ceux de la bibliographie.

VI.1 Dispositif expérimental

VI.1.1 Dispositif automatiques de pesées : un prototype à améliorer

Le dispositif automatique de pesées a eu des dysfonctionnements d'identification lors de la circulation des veaux, ce qui a engendré une perte notable de données. En effet, les 4 périodes ont permis de récolter 747 variations de poids au cours des 4 périodes, soit 53 % des données totales que l'on aurait pu espérer à partir des observations de comportement. Les pertes de poids ont été majoritairement observées le matin dans le sens RT, et a concerné 31,8 % des passages. L'origine du problème est la précipitation et la compétition des veaux à aller têter. Effectivement le matin dès l'ouverture du système de pesées le passage du premier veau déclenché le fonctionnement du système, accompagné des bruits d'ouverture et de fermeture des portes. Le comportement grégaire des veaux a un effet boule de neige, qui entraîne les veaux à tous adopter le même comportement à ce moment. Cela se traduit pratiquement par un passage de plusieurs veaux ensemble dans la bascule.

Dans le sens TR on a observé une perte de donnée moins importante qui a concerné 14,5 % des passages. Les veaux après avoir tété sont plus calmes et plus patients ce qui explique leur meilleure circulation à travers la bascule, plus fluide, moins bousculée. En définitive, dans le sens TR l'absence du parc de tri par rapport au dispositif de l'an dernier a créé moins de problèmes que ce que l'on pouvait prévoir. Par contre dans le futur il sera essentiel de fluidifier la circulation dans les deux sens afin d'augmenter la fiabilité et le nombre de données récolté par la bascule.

VI.1.2 Pistes d'amélioration du système automatique de pesées

Les solutions envisageables afin d'améliorer l'identification et donc la circulation des veaux sont les suivantes :

1°) limiter la compétition et la précipitation des veaux à aller têter le matin en permettant le fonctionnement 24h/24 du système automatique de pesées.

2°) limiter le passage de plusieurs veaux dans la bascule par une augmentation de la vitesse de fermeture des portes de la bascule et du tri.

3°) faciliter l'avancement et la circulation des veaux en limitant les marches à l'entrée et à la sortie de la bascule. Pour cela la bascule doit être au même niveau que le sol. De plus, pour limiter les perturbations du système par des veaux peu motivés et « mous », il faudrait une stimulation à avancer. On peut imaginer un flux brutal d'air comprimé, ou un choc électrique doux à l'ouverture des portes qui stimule le veau pour la sortie de bascule. Mais la stimulation ne doit pas être trop « négative ».

4°) augmenter l'attrance du parc à veau pour limiter le temps des veaux passés dans le parc des mères en les attirant dans leur parc grâce à un enrichissement du milieu. On disposait déjà des râteliers à foin, de l'abreuvoir et de la paille de litière pour le confort. La mise en place de chaînes, brosses, bloc à lécher peut être une procédure facile et simple à mettre en œuvre. Il faut attirer au maximum les veaux dans leurs parcs afin d'avoir des poids avant et après tétée les plus proches du début et de la fin de la tétée. La mise en place d'un distributeur de concentré disponible au sein de la bascule uniquement dans le sens TR le permettrait. Cette dernière solution aurait pour avantage d'éduquer le veau à retourner dans son parc et de limiter son temps de présence dans le parc des mères. Mais cela ne doit pas être au détriment de la tétée.

Il faut enfin rappeler qu'un veau s'est tué en se bloquant la tête la nuit dans le couloir de la bascule à une heure du matin. Or la programmation de la bascule ne devait pas permettre la circulation des veaux entre 21h et 4h. Ce dysfonctionnement de la programmation est la cause de cet accident. Une amélioration et une sécurisation du système devrait permettre d'éviter qu'il ne se reproduise.

VI 1.3. Habituer au mieux les veaux au système automatique de pesée

Il est essentiel d'habituer le veau au système automatique de pesées et à son environnement le plus rapidement possible c'est-à-dire le plus jeune possible. L'objectif étant de limiter ses peurs et néophobie face au dispositif est d'éveiller au plus tôt ses sens cognitifs. Cette habituation doit se faire lors de séances d'apprentissages tout de suite après la naissance. Un protocole validé serait à construire avec des spécialistes du comportement (âge le plus favorable, nombre de séances, etc..)

VI 1.4. Enregistrements et analyse des vidéos

Afin de faciliter l'enregistrement vidéo il a fallu peindre les vaches et veaux tous les deux jours sur les flancs et le dos. La solution idéale afin d'éviter ces séances fastidieuses de peinture, serait de teindre les vaches et les veaux sur les flancs et le dos avec des couleurs durables et visibles à la caméra (rouge, orange, bleu).

Il est important de placer les caméras correctement dans le bâtiment afin d'avoir une vue d'ensemble du parc des mères. Par ailleurs une caméra supplémentaire prenant uniquement l'ensemble du dispositif automatique de pesées permettrait de mieux comprendre les dysfonctionnements du système et leurs analyses. Ces vidéos auraient sans doute un caractère plus démonstratif auprès des opérateurs du système.

Pour améliorer l'analyse des vidéos il est essentiel de bien garder la lumière allumée la nuit et les jours pluvieux. On peut aussi citer la gêne qu'entraîne sur les vidéos les sources de lumières fortes pendant la journée (entrée de lumière du soleil par le toit et ou par les portes du bâtiment). Elles perturbent la qualité de l'image (surexposition) et empêchent quelques minutes l'identification des événements décrits dans l'éthogramme.

VI.2 Résultats expérimentaux

Les résultats de l'étude doivent être maintenant analysés et comparés avec les précédentes expérimentations et les résultats bibliographiques malgré qu'ils soient peu nombreux sur ce thème dans la littérature récente.

VI.2.1 Comportement des veaux

Localisation

Les veaux pendant les trois périodes de mesure des comportements ont été localisés $29 \pm 6,7$ % de leur temps dans le parc des mères avec une variabilité notable entre les individus.

Ces résultats sont identiques à ceux de Douhay en 2014 obtenus dans le même dispositif avec des veaux Salers. Par contre, cette année on a observé une diminution du temps de présence dans le parc des mères au cours des périodes 2, 3 et 4. Ce qui n'a pas été le cas lors de l'étude précédente, où les veaux semblaient au contraire de moins en moins stimulés à rentrer dans leur parc. La présence du râtelier à foin dans le parc des veaux et l'impossibilité cette année pour les veaux âgés d'accéder à l'auge de leur mère pourrait être une des principales raisons de cette différence.

Activité et position

Les veaux ont passé en moyenne $46,7 \pm 0,82$ % de leur temps couchés dans leur parc durant les trois périodes d'observation. Ce comportement est similaire à celui de l'an passé (couché dans le parc des veaux 40 ± 8 % de leur temps). L'ouverture du système 24h/24 l'an dernier et la fermeture du système entre 21h et 4h adoptée dans l'objectif de supprimer la présence des veaux dans le parc des mères la nuit ne semblent pas avoir eu d'influence sur l'importance de cette activité.

En définitive, la localisation, l'activité et la position sont influencés par le système de logement et le protocole expérimental. En effet, l'an passé les vaches étaient dans une stabulation paillée, contrairement à cette étude où elles étaient dans un système logettes+ matelas. Dans les deux cas l'objectif était de limiter la présence des veaux dans le parc des mères. Pour cela chaque étude a appliqué un protocole différent : l'an passé pour repousser le veau, le confort du parc des mères a été limité par un faible paillage. Cette année avec le système logette dont le confort n'est pas modifiable, un opérateur devait passer à 11h et 14h afin de pousser les veaux présents dans le parc des mères vers leur parc.

VI.2.2 Nombre de tétée et de passages

Nombre de tétées

Le nombre moyen de tétées par jour observé pendant la période 2 de tétées libres s'est élevée à $2,9 \pm 0,82$. Cette valeur s'approche de celle observée l'an dernier $3,4 \pm 0,4$ (Douhay, 2014) mais sa variabilité intra-jour semble supérieure (coefficient de variation près de trois fois plus important 26% et 13%). L'analyse de la fréquence de tétées des veaux a permis de déterminer les trois tétées principales dans la journée situées de 6h à 7h, de 13h à 14h et de 18h à 19h. Des tétées ont pourtant lieu tout au long de la journée mais les deux principales tétées ont lieu après le lever et avant le coucher du soleil. Au-delà de deux tétées/jour, le nombre de tétées est quasiment sans effet sur la production laitière journalière (Blanc et Agabriel 2000). Ces résultats confirment aussi ceux de Le Neindre en 1975 et Walker publié en 1962.

Nombre d'aller-retour dans la bascule

Les veaux ont réalisé un nombre d'aller-retour moyen de $2,8 \pm 0,67$ pendant la période 2 (observations vidéo). Soit un nombre d'aller-retour semblable au nombre de tétées. Ce résultat s'observe pour chaque période. Déjà l'étude de l'année dernière donnait un nombre d'aller-retour moyen par jour de $3,4 \pm 0,8$, égal au nombre moyen de tétées par jour (Douhay, 2014). La différence $3,4$ (2014) vs $2,8$ (2015) pourrait être la répercussion de la fermeture du système de pesées entre 21h et 4h. L'adaptation des veaux à leur nouvel environnement et au système automatique de pesées a été rapide (cf ci-dessus), mais on peut dire que le dispositif a fonctionné dans ses principes fondamentaux à savoir : « la tétée suit le passage et l'arrivée du veau dans le parc des mères », et « les veaux sont motivés pour rentrer dans leur parc ».

Durée des tétées

Dans cette étude la somme durées moyenne des tétées est de 49 ± 16 mn/j et correspond au temps de tétées journaliers. Elle est identique au résultat de Le Neindre en 1984 ($50,6 \pm 9,8$ mn/j) dont $43,7 \pm 8,2$ minutes en position parallèle inversé. La durée de tétée tout comme le nombre de tétées sont indépendants du sexe tel que l'étude de Le Neindre en 1975 mais différente de celle de Paranhos da Costa en 2006 qui a observé des mâles ayant une durée de tétée supérieure à celle des femelles.

Durée des vols

La notion de vol est difficile à définir. Le comportement que nous avons retenu correspond à la tête du veau sous le pis d'une autre vache que sa mère pendant plus d'une minute. Ce seuil est discutable. On peut considérer qu'en deçà de ce temps le veau ne peut pas démarrer la succion. Nous ne disposons pas d'études qui permettraient de valider cette valeur. Mais il serait essentiel dans le cas d'une diffusion de la méthode pour le phénotypage de la production laitière de mieux comprendre les liens entre durées des vols (mesurables par les variables de comportement) et quantités réellement prélevées (mesurables par une bascule). La durée de vol a été très observé pour 3 veaux (5359, 5385 et 5374) ce qui permet d'affirmer leur caractère voleur. Cela se confirme par leurs croissances peu différentes des autres ($1,27$ kg/j (5359), $1,30$ kg/j (5383) et $1,25$ (5374) soit, une différence de 170 g/j par rapport à la moyenne du groupe ($1,10$) alors que les productions vraies (mesurée en période limitée) de leurs mères sont plus faibles que les autres. Nos données sont différentes de celles de Das publié en 1999 qui a montré que les veaux les plus lourds étaient ceux dont la durée de vol sous les vaches était supérieure. Curieusement les mâles ont eu une durée de vol supérieure aux femelles sans que cela puisse trouver une réelle explication.

En conclusion partielle, on peut dire que les comportements dans l'ensemble ont été similaires à ceux des années précédentes.

VI.2.3 Comparaison de la production laitière entre productions ré-estimées et tétées surveillées

Estimation de la production laitière

L'estimation de la production laitière a été calculée sur l'ensemble des poids récolté sur une journée soit une moyenne de six poids, qui correspond à la moyenne des 3 tétées journalières. Cette méthode a été la même que celle utilisée par Douhay en 2014 puisque la seule tétée du matin n'avait pas permis d'estimer correctement la production laitière journalière. Pour recalculer la production laitière par l'estimation du poids après tétée nous avons utilisé une régression linéaire intra jour, car la perte de poids après chaque tétée est quasi-linéaire lors des tétées surveillées. Cette linéarité de la perte de poids a été montrée entre les deux années d'expérimentation.

Production laitière ré-estimée vs tétée surveillée

Lors des trois périodes de tétées libres on observe une augmentation de la relation entre les productions observées (tétée surveillée) et ré-estimées (tétées libres). Les périodes 2 et 3 ne présentent aucune corrélation entre les productions ré-estimées et surveillées contrairement à la période 4 qui montre une corrélation de ($R^2 : 0,94, n=4$). Contrairement aux résultats de Douhay en 2014 ($R^2 = 0,29$ pour la période 4). L'étude a montré une surestimation de la production laitière des tétées libres par rapport aux tétées surveillées pour le veau 5359 de 1,7 kg sur l'ensemble des trois périodes. En effet, ce veau a volé en moyenne 36 ± 15 mn sur les 10 jours de la période 2 (temps moyen de vol sur les 10 jours de la période 2 des 15 veaux est de 16 ± 16 min). Inversement on a observé une sous-estimation de la production laitière des tétées libres par rapport aux tétées surveillées du veau 5407 de 3,5 kg sur les trois périodes. Ceci peut s'expliquer par un temps moyen de vol de sa mère de 22 ± 15 min lors des 10 jours de tétées libres (temps moyen de vol des mères sur les 10 jours de la période 2 des 15 vaches est de 15 ± 12 min). Pour les trois autres veaux on a remarqué une production laitière similaire entre production laitière ré-estimée et tétée surveillée au cours des trois périodes.

Un facteur qui peut gêner la bonne corrélation entre ces deux variables est le comportement du veau. Lors des deux expérimentations réalisées on a observé une augmentation de la consommation de fourrage et d'eau par les veaux. Ce comportement vient de l'évolution de l'âge et de l'augmentation de la capacité d'ingestion des veaux. Les veaux deviennent indépendant et adoptent un comportement similaire à celui des vaches et synchronisent au cours du temps leurs activités à celle des mères (Le Neindre *et al*, 1975). La différence entre ces deux corrélations vient du type de logement qui a « modifié » les activités des veaux au sein du parc des mères. En effet, l'an passé les veaux avaient accès au foin et à l'eau dans le parc des mères contrairement à cette année. L'augmentation de la consommation de foin et d'eau dans le parc des mères au cours des 4 périodes, a biaisé le poids du veau dans le sens TR. L'accès à l'eau et au fourrage dans le parc des mères doit donc être limité afin de supprimer les biais de la variation de poids.

Partie VII : Conclusion

L'objectif du projet est de mettre en place un système de pesées automatiques des veaux en unité expérimentale pour mieux mesurer la production laitière des vaches allaitantes.

Les objectifs de l'expérimentation suivie lors de mon stage ont été 1°) de caractériser le comportement et les tétées des veaux lors de 4 périodes de tétées libres 2°) d'analyser le fonctionnement du système automatique de pesées et de le comparer aux observations réalisées au cours de la période 2. 3°) d'étudier des variations de poids journalière des veaux au cours des 4 périodes 4°) d'estimer quand c'était possible la production laitière des vaches allaitantes lors des périodes de tétées libres et de la comparer aux périodes de tétées surveillées.

Cette année l'expérimentation mise en place n'a pas permis de répondre à ce dernier objectif. Les dysfonctionnements de la bascule et son manque d'adaptation potentielle aux conditions d'élevage des veaux n'a pas permis de collecter suffisamment de poids pour modéliser les variations intra-jours. Ce n'est pas le cas entre jours et le dispositif a bien permis de mesurer automatiquement les GMQ des veaux calculés sur plusieurs jours.

Cependant l'étude a quantifié de façon satisfaisante le comportement des veaux Charolais qui rejoint celui des veaux Salers de l'expérimentation précédente. Lors de notre étude, comme l'an dernier, les veaux sont restés dans leur parc la majorité du temps et le passage des veaux vers leurs mères correspond très majoritairement à une tétée. Nous avons pu relever trois périodes de tétée au cours de la journée avec une période importante de tétée au lever du jour. Si l'on dispose des poids correspondant à ces tétées le calcul de la production de lait est possible.

Afin d'améliorer le nombre de poids récoltés par le système de pesée, il faudra améliorer la fluidité de circulation des veaux et limiter la compétition pour le passage de la porte avec des portes de tri plus sélectives. Ceci est particulièrement le cas le matin lors du pic de premières tétées. Il faudra également stimuler davantage le veau pour l'entrée dans la bascule.

A terme avec une amélioration du prototype il sera encore nécessaire de continuer cette recherche expérimentale afin de bien connaître tous les facteurs qui jouent un rôle dans l'estimation de la production laitière par cette méthode. Il nous semble que les facteurs qui modulent les variations intra-jour du poids des veaux soient particulièrement à comprendre.

Puis la promotion du dispositif et sa duplication pour d'autres centres de recherches permettront l'approfondissement de la connaissance de la valeur laitière des vaches allaitantes.

Références bibliographiques

- Blanc F., Agabriel J., Sabatier P., 1999. Modélisation de la relation entre sécrétion du lait et croissance du veau chez la vache allaitante.
- Blanc F., Agabriel J., Sabatier P., 1999. Modélisation de la relation entre sécrétion du lait et croissance du veau chez la vache allaitante.
- Chambre d'Agriculture, 2015. Chambres d'agriculture : Génétique. Chow H., 1967. Frequency of milking and milk yield of beef cows.
- DAS S., Redbo I., Wiktorsson H., 1999. Effect of age of calf on suckling behaviour and other behavioural activities of Zebu and crossbred calves during restricted suckling periods.
- De.La.Torre A., Recoules E., Blanc F., D'hour P., Egal D., 2014. La capacité de vaches Charolaises à maintenir leur production laitière en situation d'environnement nutritionnel variable ne dépend pas de leur état corporel au vêlage. , 2014.
- D'Hour P., Petit M., Pradel P., Garel J., 1995. Evolution du poids et de la production laitière au pâturage de vaches allaitantes Salers et Limousines dans deux milieux.
- Douhay J., 2014. Caractériser la production laitière des vaches allaitantes à l'aide d'un dispositif de pesée automatique des veaux avant et après tétée.
- Dumont R. et al, 1991. Engraissement des vaches de réforme de race Charolaise: Facteurs de variation des performances zootechniques, de la composition tissulaire des carcasses et de la qualité organoleptique de la viande. INRA Prod. Anim., 4, 271–286.
- Fallon R.J., Earley B., Teagasc (Organization), Grange Research Centre, 1998. Management supports to improve health in artificially reared calves. 1, 1,. Teagasc : Grange Research Centre, Dublin,
- Garcia-Launay F., Garel J.P., Micol D., Agabriel J., 2008. Alimentation des broutards: ingestion et substitution entre aliments, efficacité d'utilisation de l'énergie. Rencontres Autour Rech. Sur Rumin., 263–266.
- Gleddie V.M., Berg R.T., 1968. Milk production in range beef cows and its relationship to calf gains. Can. J. Anim. Sci., 48, 323–333.
- Häusler J., 2012. La performance laitière des vaches allaitantes.
- INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins.
- Institut de l'élevage, 2014. Guide de l'alimentation pratique du troupeau bovin allaitant.
- Jammes H., Djiane J., 1988a. Le développement de la glande mammaire et son contrôle hormonal dans l'espèce bovine. INRA Prod. Anim., 1, 299–310.
- Jammes H., Djiane J., 1988b. Le développement de la glande mammaire et son contrôle hormonal dans l'espèce bovine. INRA Prod. Anim., 1, 299–310.

- Jenkins T.G., Ferrell C.L., Roberts A.J., others, 2000. Lactation and calf weight traits of mature crossbred cows fed varying daily levels of metabolizable energy. *J. Anim. Sci.*, 78, 7–14.
- Johnson C.R. et al, 2003. Influence of milk production potential on forage dry matter intake by multiparous and primiparous Brangus females. *J. Anim. Sci.*, 81, 1837–1846.
- Jussiau R., Papet A., Rigal J., Zanchi E., 2013. Amélioration génétique des animaux d'élevage. educagri éditions.,
- Le Du Y.L., Macdonald A., Peart J., 1978. Comparison of two techniques for estimating the milk production of suckler cows. *Hill Farming Res. Inst. Le Neindre P. et al, 1976. PRODUCTION LAITIÈRE DES VACHES ALLAITANTES ET CROISSANCE DE LEURS VEAUX. I.–RACE LIMOUSINE. In Annales de zootechnie, 221–224.*
- Le Neindre P., Dubroeuq H., 1973. Observation sur l'estimation de la production laitière des vaches allaitantes par la pesée du veau avant et après la tétée.
- Le Neindre P., Petit M., Dubroeuq H., 1975a. Nombre de tétées et temps de pâturage des veaux dans les troupeaux de vaches allaitantes. *In Annales de zootechnie, 553–558.*
- Lidfors L.M., Jung J., De Passillé A.M., 2010. Changes in suckling behaviour of dairy calves nursed by their dam during the first month post partum.
- McGee M., Drennan M.J., Caffrey P.J., 2005. Effect of suckler cow genotype on milk yield and pre-weaning calf performance. *Ir. J. Agric. Food Res.*, 185–194.
- Melton A.A., Riggs J.K., Nelson L.A., Cartwright T.C., 1967. Milk production, composition and calf gains of Angus, Charolais and Hereford cows. *J. Anim. Sci.*, 26, 804–809.
- Ménissier F., Sapa J., POIVEY J.-P., 1992. Les qualités maternelles des ruminants allaitants: exemple des facilités de vêlage et de l'allaitement. *INRA Prod. Anim.*, 135–145.
- Le Neindre P., Petit M., Dubroeuq H., 1975b. Nombre de tétées et temps de pâturage des veaux dans les troupeaux de vaches allaitantes. *In Annales de zootechnie, 553–558.*
- Paranhos da Costa M.J.R., Albuquerque L.G., Eler J.P., Augusto II de Vasconcelos Silva J., 2006. Suckling behaviour of Nelore, Gir and Caracu calves and their crosses. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 101, 276-287.
- Petit M., 1972. Emploi du temps des troupeaux de vaches mères et de leurs veaux sur les pâturages d'altitude de l'Aubrac. *Ann Zootech*, 21, 5–27.
- Petit M., Agabriel J., 1993. Etat corporel des vaches allaitantes Charolaises: signification, utilisation pratique et relations avec la reproduction (1). *INRA Prod. Anim.*, 6, 311–318.
- Petit M., Agabriel J., D'hour P., Garel J., 1994. Inra Productions Animales - Quelques caractéristiques des races bovines allaitantes de type rustique.
- Petit M., Agabriel J., d'Hour P., Garel J.-P., 1994. Quelques caractéristiques des races bovines allaitantes de type rustique. *INRA Prod. Anim.*, 7, 235–243.

Pomiès D., Rémond B., 2002. La traite des vaches laitières une fois par jour pendant l'ensemble de la lactation : conséquences sur les performances zootechniques et la qualité du lait.

Rodrigues P.F. et al, 2014. Milk yield and composition from Angus and Angus-cross beef cows raised in southern Brazil. *J. Anim. Sci.*, 92, 2668–2676.

Roso V.M., Fries L.A., 2000. Avaliação das heteroses materna e individual sobre o ganho de peso do nascimento ao desmame em bovinos Angus x Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, 29, 732–737.

Roux N., 2013. La volatilité des marchés mondiaux des matières premières agricoles et l'évolution des prix à la consommation de l'alimentation en France. *Dgcrf Éco.*

SEPCHAT B. et al, 2011. En production de taurillons Salers, la complémentation en concentré des broutards pénalise les performances zootechniques et économiques, l'apport supplémentaire de lait les améliore. *Rencontres Autour Rech. Sur Rumin.*, 221–224.

Sepchat B., 2015. Recherche sur la production laitière.

Somerville S., Lowman, 1978. Observations on the nursing behaviour of beef cows suckling charolais cross calves. *Sch. Agric. Univ. Àf Edinb.* Consultable : <http://ac.els-cdn.com> [Consulté le 15 mars 2015].

Somerville S., Lowman B., 1979. Observations on the nursing behaviour of beef cows suckling charolais cross calves.

Totusek R., Arnett D.W., Holland G.L., Whiteman J.V., 1973. Relation of estimation method, sampling interval and milk composition to milk yield of beef cows and calf gain. *J. Anim. Sci.*, 37, 153–158.

UEMA, 2015. Unité Mixte des Monts d'Auvergne.

Walker D.E., 1962. Suckling and grazing behaviour of beef heifers and calves. *N. Z. J. Agric. Res.*, 5, 331-338.

Web-agri, 2015. Grilles de cotations Broutards et laitones. Web-Agri.

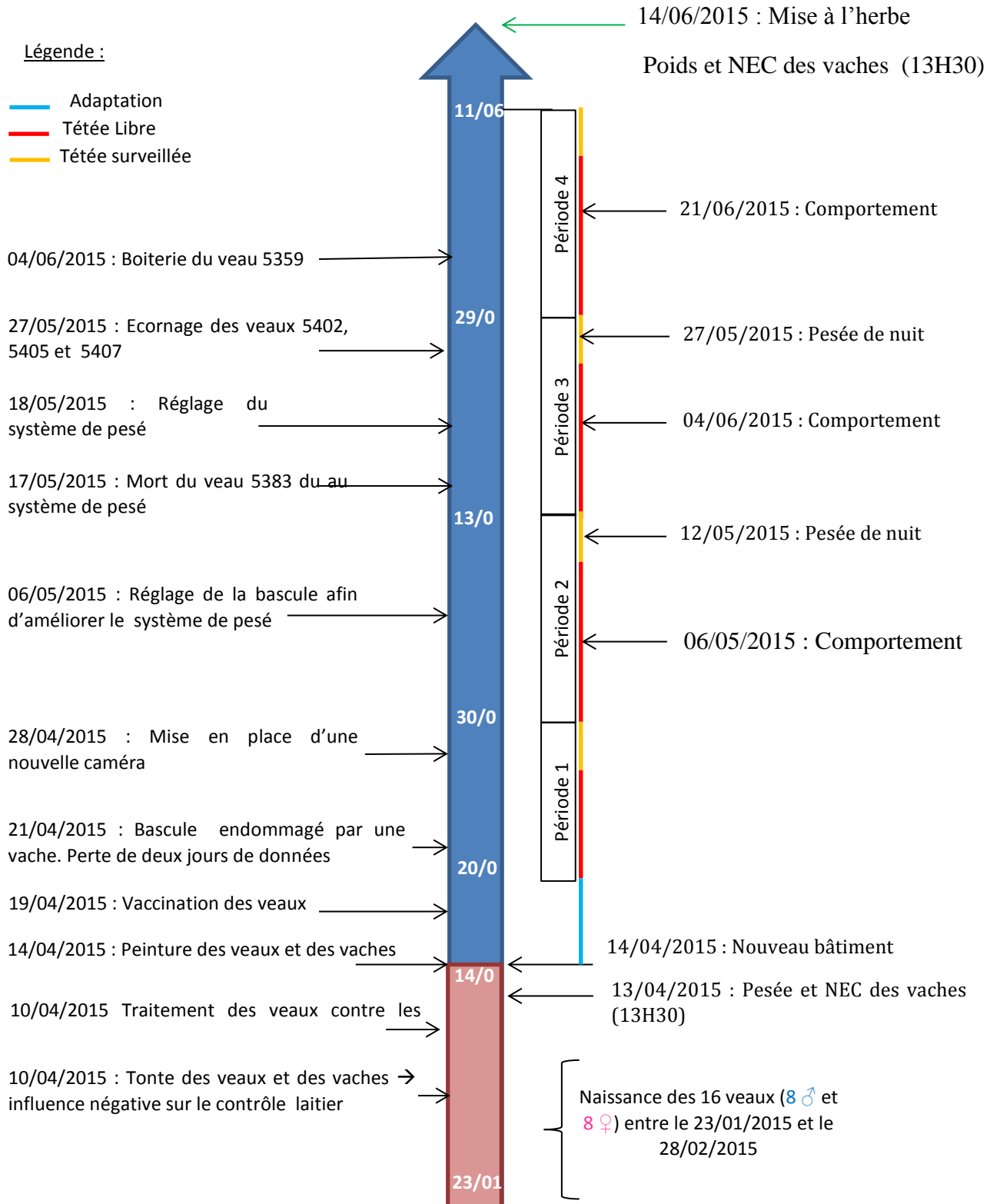
Partie VIII : Annexes

Annexe 1 : Caractéristiques zootechniques des animaux	i
Annexe 2 : Schéma et événements de la phase expérimentale en bâtiment	ii
Annexe 3 : Planning des 4 périodes d'expérimentation en bâtiment.....	iii
Annexe 4 : Système automatiques de pesées.....	iv
Annexe 5 : Production laitière moyenne des 15 vaches lors de chaque période de tétées surveillées.	v
Annexe 6 : Evolution moyenne du poids des veaux de leur naissance au mois de juillet.....	vi
Annexe 7 : Décomposition du temps passé par chaque veau dans le parc des mères : activité « debout » et position « couché » (période 2 moyenne/veau sur 10 jours)	vii
Annexe 8 : Fréquence des tétées et des vols au cours d'une journée de la période 2.....	viii
Annexe 9 : Figure 1 : Nombre de passages aller-retour total observé entre la bascule et la vidéo pendant la période 2 de tétées libres	ix
Figure 2 : Nombre de passage moyen aller-retour vérifié par jour lors des quatre périodes d'expérimentation	ix
Annexe 10 : Evolution du poids de trois veaux correctement enregistré au cours	x
Annexe 11 : Comparaison de la production laitière ré-estimé entre les périodes de tétées libres et surveillées lors de la période 2,3 et 4.....	xi

Annexe 1 : Caractéristiques zootechniques des animaux


n° vache	n° veau	sexe des veaux	pois de naissance	GMQ des 4 périodes	Production laitière moyenne des 4 périodes	Ingestion moyenne	Poids moyen	NEC moyenne
511	5359 (16)	mâle	53	1.27	7.06	20.12	855.06	2.58
510	5360 (1)	femelle	52	1.28	7.10	19.11	800.08	2.28
1304	5370 (2)	mâle	44	1.21	6.09	18.33	819.44	2.66
9368	5374 (3)	mâle	53	1.25	5.24	17.04	864.94	2.49
7336	5385 (5)	mâle	43	1.30	7.32	19.54	865.57	2.62
8330	5393 (6)	mâle	46	1.16	5.50	20.25	782.80	2.57
9307	5394 (7)	femelle	43	1.09	7.98	17.84	834.52	2.32
1303	5396 (8)	femelle	55	0.82	5.07	17.86	783.78	2.21
8511	5397 (9)	mâle	53	1.02	6.68	19.36	847.16	3.08
9508	5399 (10)	femelle	42	1.12	5.88	19.05	808.42	2.52
526	5401 (11)	mâle	44	1.04	7.88	18.05	787.68	2.47
9302	5402 (12)	femelle	46	0.87	6.52	18.92	861.06	2.76
514	5405 (13)	femelle	52	1.05	5.96	18.97	924.49	2.74
327	5407 (14)	femelle	45	1.06	10.72	18.51	732.01	2.07
310	5409 (15)	mâle	59	0.98	3.96	19.89	845.09	2.49
		Moyenne	48.7	1.10	6.6	18.9	827.5	2.5
		Ecartype	5.4	0.15	1.6	0.9	46.8	0.2

Annexe 2 : Schéma et évènements de la phase expérimentale en bâtiment



Annexe 3 : Planning des 4 périodes d'expérimentation en bâtiment

Période	N° semaine	Date	Lot têtées libres	Comportement	Pesées nuit	MS, éch fourrages veaux	MS, éch fourrages vaches	Pesée vaches	NEC vaches
Adaptation	S16	13/04/15	Adaptation Contrôles laitiers+Pesées						
		14/04/15	Adaptation Contrôles laitiers+Pesées						
		15/04/15	Adaptation Contrôles laitiers+Pesées						
		16/04/15	Adaptation Contrôles laitiers+Pesées						
		17/04/15	Adaptation Contrôles laitiers+Pesées						
		18/04/15	Adaptation Contrôles laitiers+Pesées						
Période de mesures = P1	S17	19/04/15	Adaptation Contrôles laitiers+Pesées						
		20/04/15	Tétée libre						
		21/04/15	Tétée libre						
		22/04/15	Tétée libre						
		23/04/15	Tétée libre						
		24/04/15	Tétée libre						
	S18	25/04/15	Tétée libre						
		26/04/15	Tétée libre						
		27/04/15	07h30 vider le parc à veaux//Après tétée peser tous les veaux 1 par 1 et bloquer l'accès aux mères// le soir POINT 0						
		28/04/15	CTL						
Période de mesures = P2	S19	29/04/15	CTL						
		30/04/15	CTL // Après tétée du soir ouvrir l'accès aux mères						
		01/05/15	Tétée libre						
	S20	02/05/15	Tétée libre						
		03/05/15	Tétée libre						
		04/05/15	Tétée libre						
		05/05/15	Tétée libre						
		06/05/15	Tétée libre						
		07/05/15	Tétée libre						
		08/05/15	Tétée libre						
Période de mesures = P3	S21	09/05/15	Tétée libre						
		10/05/15	Tétée libre						
		11/05/15	07h30 vider le parc à veaux//Après tétée peser tous les veaux 1 par 1 et bloquer l'accès aux mères// le soir POINT 0						
		12/05/15	CTL						
	S22	13/05/15	CTL						
		14/05/15	CTL // Après tétée du soir ouvrir l'accès aux mères						
		15/05/15	Tétée libre						
		16/05/15	Tétée libre						
		17/05/15	Tétée libre						
		18/05/15	Tétée libre						
Période de mesures = P4	S23	19/05/15	Tétée libre						
		20/05/15	Tétée libre						
		21/05/15	Tétée libre						
		22/05/15	Tétée libre						
	S24	23/05/15	Tétée libre						
		24/05/15	Tétée libre						
		25/05/15	07h30 vider le parc à veaux//Après tétée peser tous les veaux 1 par 1 et bloquer l'accès aux mères// le soir POINT 0						
		26/05/15	CTL						
		27/05/15	CTL						
		28/05/15	CTL // Après tétée du soir ouvrir l'accès aux mères						
FIN EXPE	S23	29/05/15	Tétée libre						
		30/05/15	Tétée libre						
		31/05/15	Tétée libre						
		01/06/15	Tétée libre						
	S24	02/06/15	Tétée libre						
		03/06/15	Tétée libre						
		04/06/15	Tétée libre						
		05/06/15	Tétée libre						
		06/06/15	Tétée libre						
		07/06/15	Tétée libre						
		08/06/15	Tétée libre						
		09/06/15	CTL						
		10/06/15	CTL						
		11/06/15	CTL						
		12/06/15	Fin d'expérimentation						

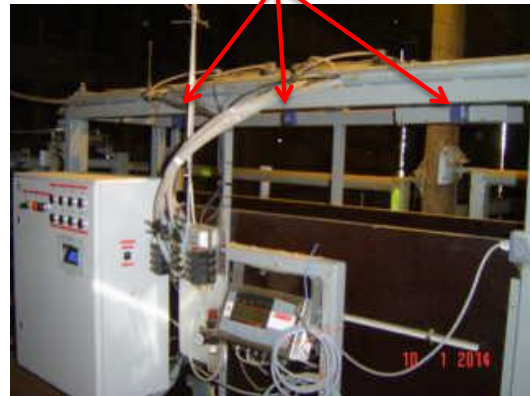
 Jour des mesures réalisées

Annexe 4 : Système automatiques de pesées en photo

Capteur Entrée Droite



Capteurs Intérieur Balance



Capteur Entrée Gauche



Capteur Sortie Gauche



Capteur Sortie Droite



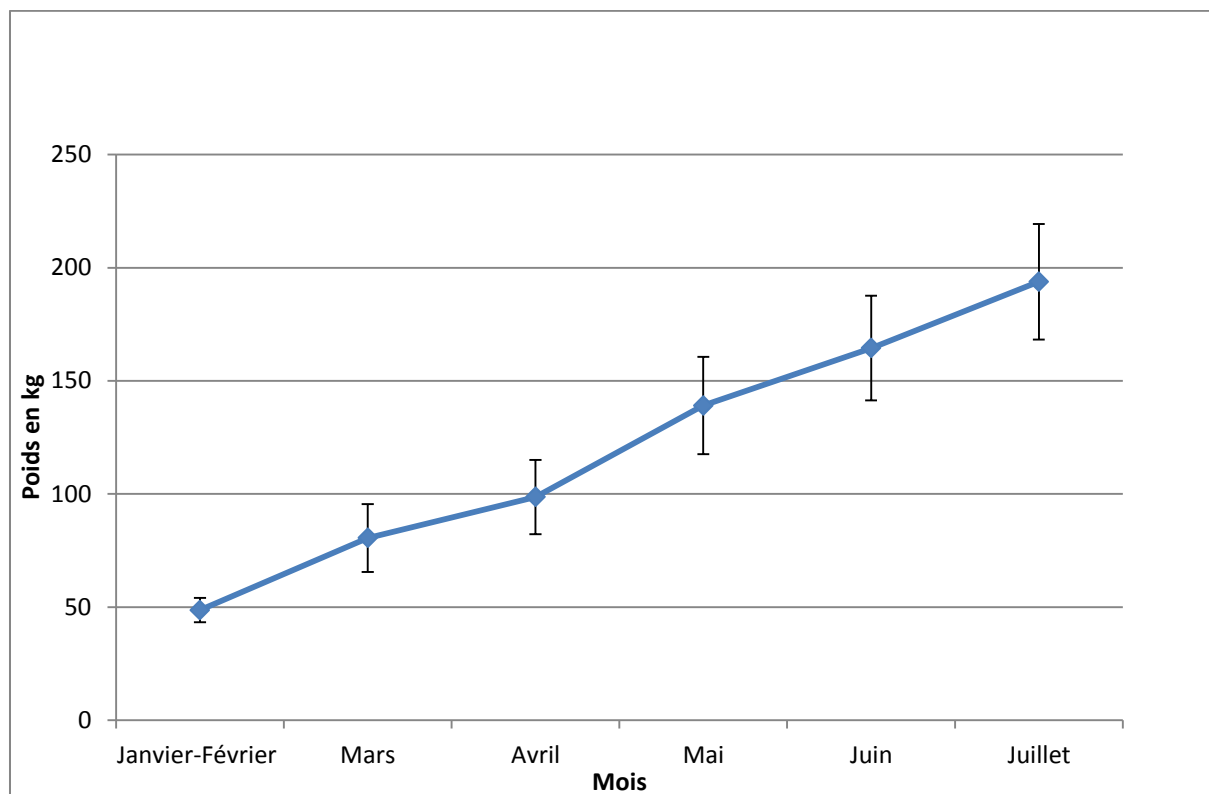
Parc de tri



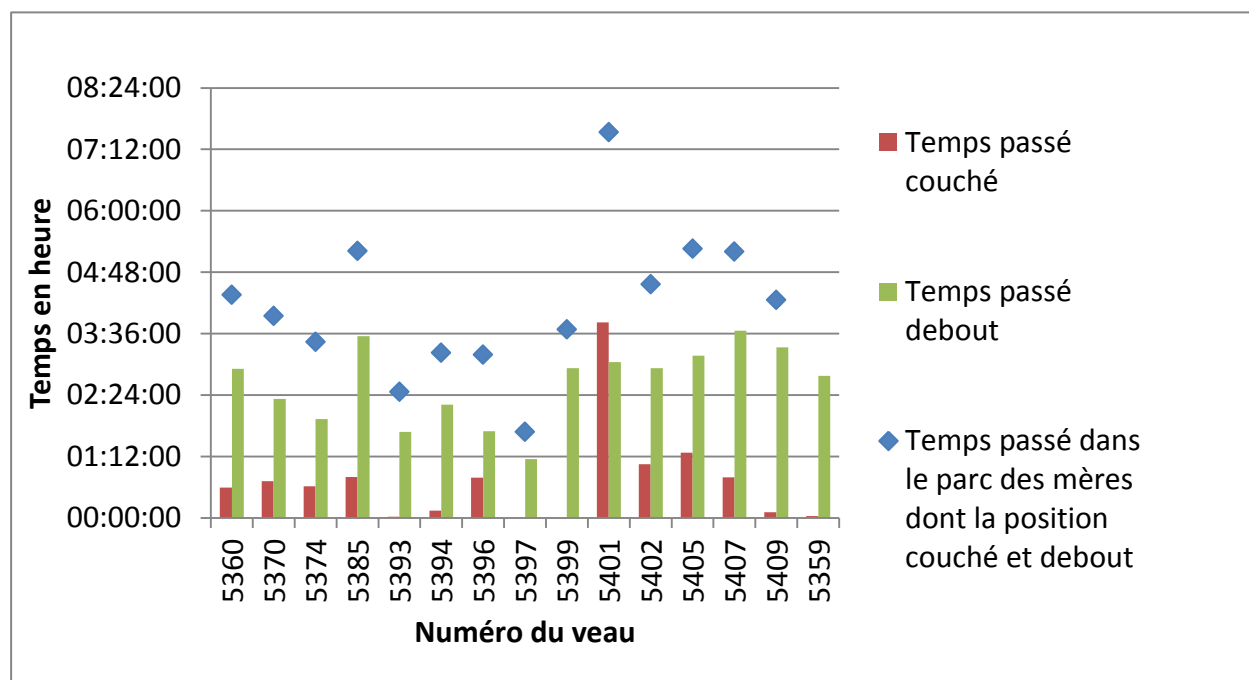
Annexe 5 : Production laitière moyenne des 15 vaches lors de chaque période de tétées surveillées.

N°_vache	N°_veau	Moyenne de la production laitière de la période 1	Moyenne de la production laitière de la période 2	Moyenne de la production laitière de la période 3	Moyenne de la production laitière de la période 4	Production laitière moyenne
310	5409 (15)	4.40	4.19	3.13	4.12	3.96
9368	5374 (3)	4.97	5.41	4.90	5.69	5.24
1303	5396 (8)	5.54	5.33	4.71	4.71	5.07
8330	5393 (6)	5.59	5.67	5.63	5.10	5.50
1304	5370 (2)	5.75	7.44	5.78	5.41	6.09
514	5405 (13)	6.33	5.77	6.03	5.72	5.96
9508	5399 (10)	6.35	5.72	6.06	5.39	5.88
9302	5402 (12)	6.61	6.61	6.20	6.67	6.52
8511	5397 (9)	6.73	6.34	6.29	7.35	6.68
7336	5385 (5)	6.98	7.49	7.44	7.37	7.32
511	5359 (16)	7.69	7.02	6.27	7.26	7.06
510	5360 (1)	7.79	6.03	7.52	7.07	7.10
526	5401 (11)	8.43	8.00	7.82	7.28	7.88
9307	5394 (7)	8.66	8.29	7.94	7.05	7.98
327	5407 (14)	11.67	10.68	10.29	10.23	10.72
	Moyenne	6.90	6.66	6.40	6.43	♀ = 7.03 ± 1,83
	Ecart-type	1.80	1.59	1.68	1.52	♂ = 6.22 ± 1.3

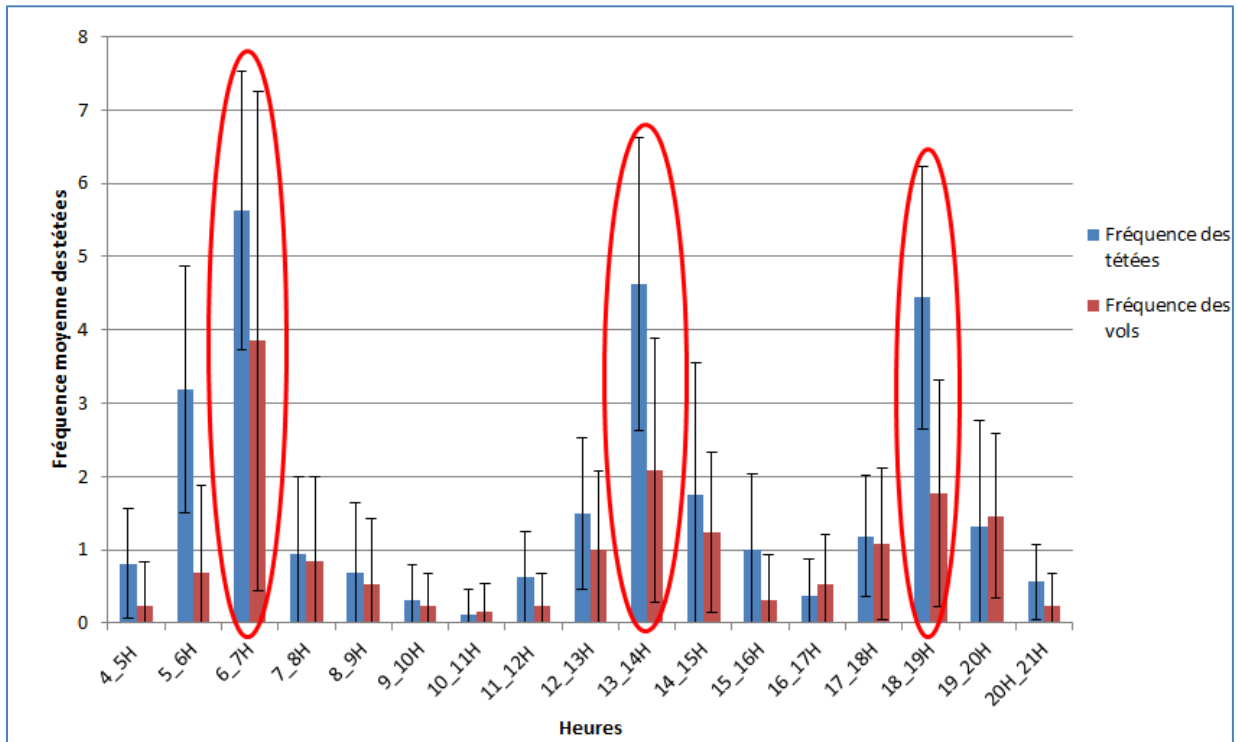
Annexe 6 : Evolution moyenne du poids des veaux de leur naissance au mois de juillet



Annexe 7 : Décomposition du temps passé par chaque veau dans le parc des mères :
 activité « debout » et période « couché ». (Période 2 moyenne/veau sur 10 jours)



Annexe 8 : Fréquence des tétés et des vols au cours d'une journée de la période 2



Annexe 9 :

Figure 1 : Nombre de passage moyen aller-retour vérifié par jour lors des quatre périodes d'expérimentation

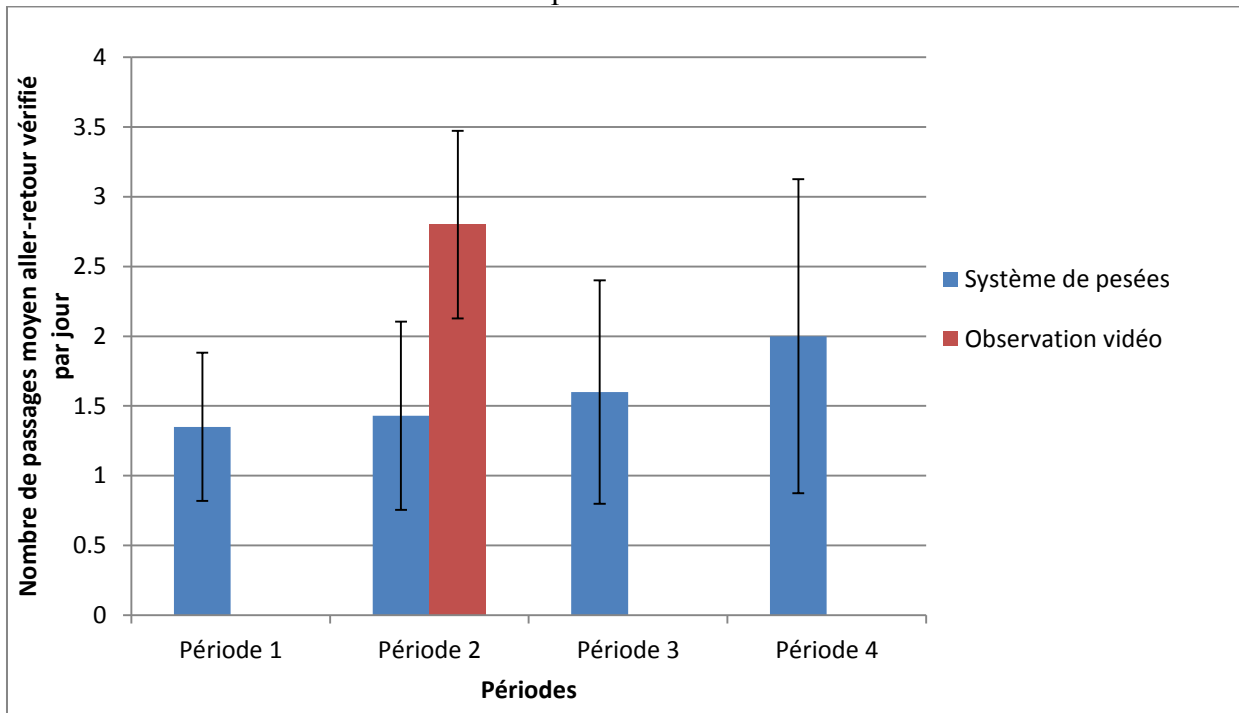
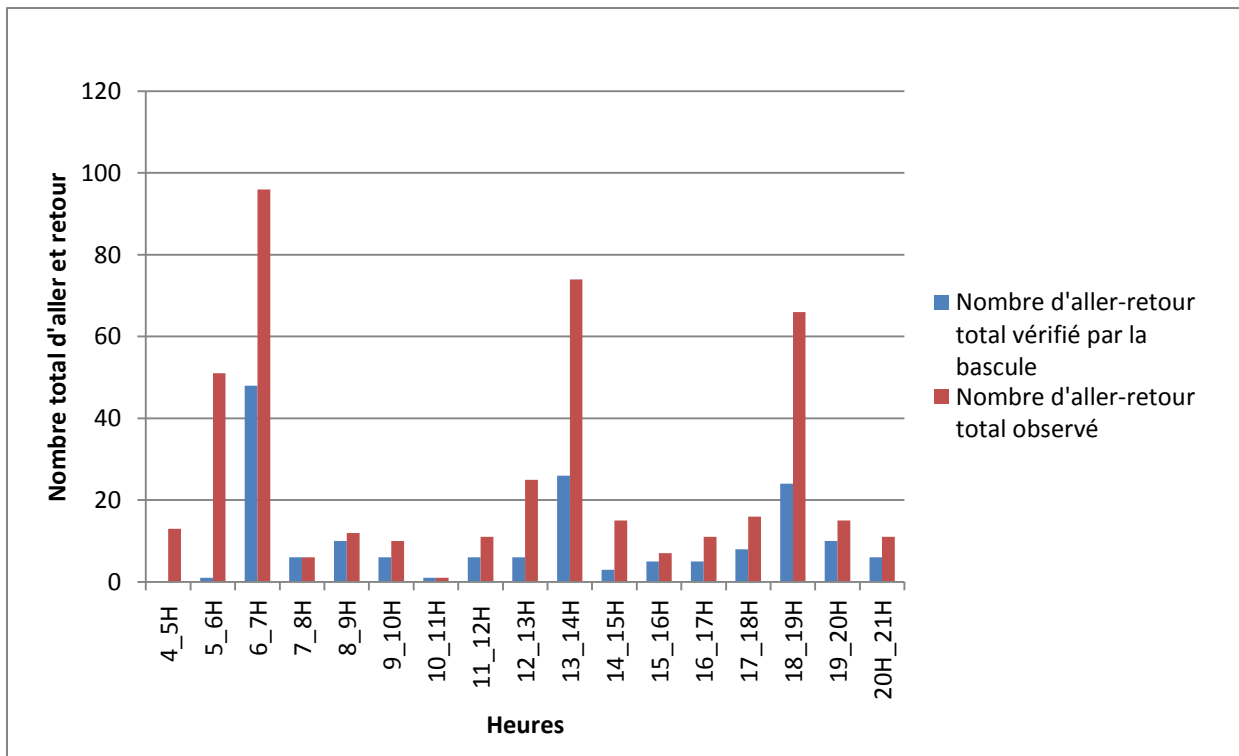
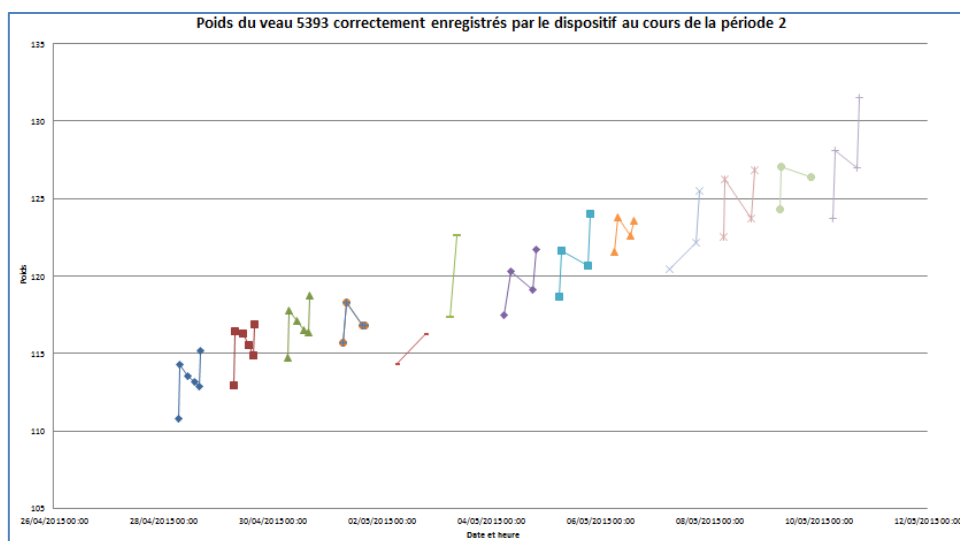
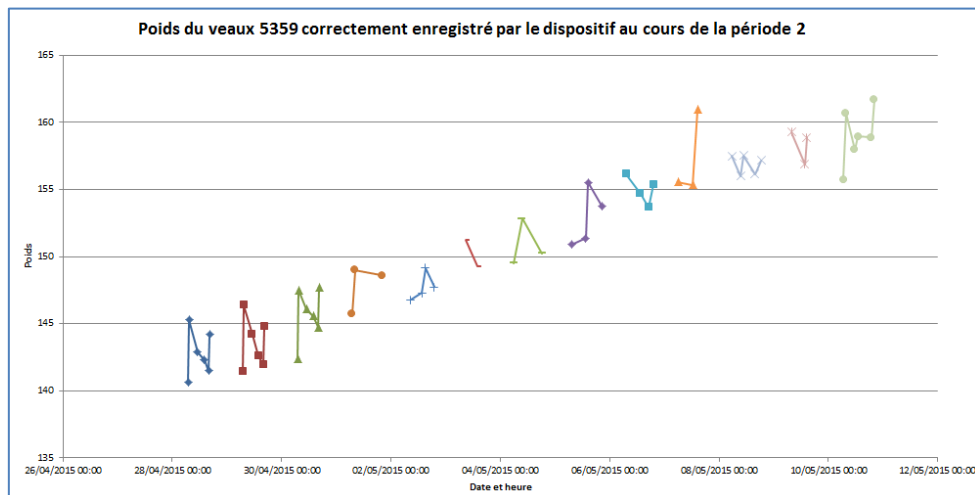
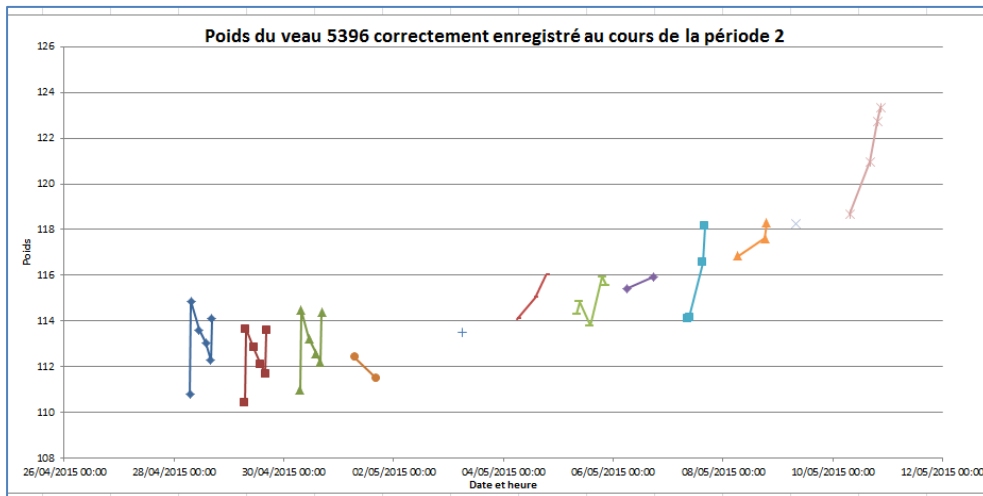


Figure 2 : Nombre de passages aller-retour total observé entre la bascule et la vidéo pendant la période 2 de tétées libres



Annexe 10 : Evolution du poids de trois veaux correctement enregistré au cours de la période 2



Annexe 11 : Comparaison de la production laitière ré-estimé entre les périodes de tétées libres et surveillées lors de la période 2,3 et 4

	Période 2	01_Mai	02_Mai	05_Mai	10_Mai	Moyenne des PL ré-estimé	Moyenne PL Tétée Surveillée
Productions laitières ré-estimé	5359				9	9	7
	5393				8.7	8.7	5.7
	5399				5.6	5.6	5.7
	5407	7.1	4.8	8.4		6,8	10.7

	Période 3	18_Mai	20_Mai	Moyenne des PL ré-estimé	Moyenne PL Tétée Surveillée
Productions laitières ré-estimé	5359	8.3	9.7	9	6.3
	5393	2.9		2.9	5.6
	5394		5.7	5.7	7.9
	5407		7.2	7.2	10.3

	Période 4	30_Mai	1_Juin	4_Juin	5_Juin	6_Juin	Moyenne des PL ré-estimé	Moyenne PL Tétée Libre
Productions laitières ré-estimé	5359	7.4					7.4	7.0
	5393		7.5	3.8			5.7	5.9
	5394			7.3		4.1	6.1	5.9
	5399			6.6			6.6	6.4



VetAgro Sup

SERRES, Pierre, 2012-2015, Mise en place d'un système de pesée automatique des veaux afin d'évaluer la production laitière de la vache allaitante, 30 pages, mémoire de fin d'études, VetAgro Sup, campus agronomique de Clermont-Ferrand, 2015

Structure d'accueil et institutions associées :

- ◆ Institut National de la Recherche Agronomique de Clermont-Ferrand/Theix

Encadrants :

- ◆ Maîtres de stage : AGABRIEL, Jacques, (INRA/UMRH)
SEPCHAT, Bernard, (INRA/UMRH)
- ◆ Tuteur pédagogique : BRUNSCHWING, Gilles

Option : Elevage et Systèmes de Production (ESP)

Résumé

Les charges alimentaires dans les élevages bovins allaitants représentent les deux tiers des charges opérationnelles. Les veaux étant nourris presque exclusivement de lait et de fourrage, la réduction des charges alimentaires peut s'envisager à travers une optimisation de la production laitière des vaches allaitantes. Cependant l'estimation de la production des vaches allaitantes fait appel à des méthodes de contrôles indirectes coûteuses en temps et en main d'œuvre basées sur des pesées des veaux. Depuis 2013, l'INRA de Theix étudie la mise en place d'un système de pesée automatique simplifiant cette démarche.

Une expérimentation de deux mois a été menée sur 15 vaches charolaises multipares suitées. Elle a été réalisée sur quatre périodes consécutives, chacune composée d'une période d'adaptation, de 4 jours de tétées surveillées et de 10 jours de tétées libres. Pendant les périodes de tétées libres, les veaux ont été filmés 24h/24 afin de comprendre leurs comportements au sein du parc des mères. En plus de l'observation vidéo, afin de noter l'activité et l'évolution du comportement des veaux, trois séances d'observation ont également été réalisées (une journée/période de 6h à 21h).

L'expérimentation a montré que le nombre moyen d'aller-retour des veaux dans le parc des mères est de $2,9 \pm 0,82$ corrélé significativement au nombre de tétées. Les veaux ont passé en moyenne $4h\ 07 \pm 2h\ 25$ dans le parc des mères pour une durée moyenne de tétée par jour de 49 ± 16 minutes. Le dispositif devra être amélioré puisque seulement 54 % des poids ont pu être collectés sur l'ensemble des quatre périodes. La comparaison de ces résultats avec ceux des années précédentes permet de conclure à une similitude du comportement des veaux. Cependant l'estimation de la production laitière a été remise en cause par la fiabilité du système de pesées.

Mots clés : production laitière, système automatique de pesée, vaches allaitantes, charge alimentaire