



**HAL**  
open science

# Influence de la hiérarchie sociale du troupeau sur le comportement d'abreuvement des vaches laitières

Camille Gérard

► **To cite this version:**

Camille Gérard. Influence de la hiérarchie sociale du troupeau sur le comportement d'abreuvement des vaches laitières. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02640540

**HAL Id: dumas-02640540**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02640540v1>**

Submitted on 28 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AGROCAMPUS  
OUEST

CFR Angers

CFR Rennes



**LA BUVETTE**

Le spécialiste de l'abreuvement



Année universitaire :2018-2019

Spécialité : Ingénieur agronome

Spécialisation (et option éventuelle) :

Sciences et Ingénieries des Productions  
Animales

### Mémoire de fin d'études

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

# Influence de la hiérarchie sociale du troupeau sur le comportement d'abreuvement des vaches laitières

Par : Camille GERARD



**Soutenu à Agrocampus Ouest, le 09/09/19**

#### **Devant le jury composé de :**

Présidente :Sophie ALLAIS

Maître de stage :Anne BOUDON

Enseignante référente :Vanessa LOLLIVIER

Rapporteuse : Jocelyne FLAMENT

*Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST*

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation

«Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France»

disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>





## Remerciements

Mon stage de fin d'étude m'a permis de rencontrer de nombreuses personnes au sein de l'unité PEGASE, qui m'ont aidée à la réalisation de cette étude et de ce rapport. Je tenais donc à remercier l'équipe de l'IEPL avec qui j'ai aimé passer du temps aux côtés des animaux, dont notamment Gaël Boulet qui m'a promenée dans une nacelle lors de l'installation des caméras, à Daniel Chevrel le « papi » des stagiaires, qui s'est toujours assuré de mon transport jusqu'à l'IEPL et à Adeline Chauvin pour toutes les techniques expérimentales qu'elle a pu me montrer. J'aimerais aussi remercier Vincent Cardot, le correspondant de La Buvette qui m'a permis de réaliser ce projet pour l'entreprise.

Je remercie aussi toutes les personnes que j'ai pu côtoyer à St Gilles, pour leur bonne humeur et leur aide précieuse; Carole Guérin pour son aide avec les caméras, l'enregistreur et la formation express à The Observer, Marie-Christine Salaun et Vanessa Lollivier pour leurs conseils avisés et passionnés sur le comportement et le bien-être animal, les copines stagiaires : Alexine, Caroline et Marion pour l'amélioration nette de mes compétences en Word, Excel et R.

Enfin, un grand MERCI à mes maîtres de stage Anne Boudon et Jacques Lassalas, pour leur pédagogie, leur patience, leur soutien et leur passion pour la recherche.

Il est aussi particulièrement important pour moi de remercier l'équipe pédagogique de la spécialisation SIPA d'Agrocampus Ouest qui porte un soutien et un suivi sans failles à leurs élèves et transmettent leur savoir et leur passion, et à mes amis de la formation avec qui nous sommes soutenus et avons entretenu une bonne humeur tout le long de notre formation.



## Table des matières

1./ Introduction .....	1
2./ Etat de l'art sur la part des facteurs physiologiques, environnementaux et sociaux pouvant expliquer la variabilité des quantités d'eau bue et du comportement d'abreuvement des vaches laitières. ....	3
2.1/Les facteurs physiologiques influençant le comportement d'abreuvement .....	3
2.1.1/ La teneur en matière sèche de l'aliment est le premier facteur de variation de l'eau bue chez les ruminants .....	3
2.1.2/ La quantité de Matière sèche Ingérée (MSI) est le premier facteur de variation de l'eau totale ingérée par les vaches.....	3
2.1.3/ La production laitière est également positivement corrélée à l'abreuvement.....	4
2.1.4/ Les événements sanitaires modulent l'abreuvement.....	4
2.1.5/ Le budget temps des vaches influe sur leur comportement d'abreuvement .....	4
2.2/ Les facteurs environnementaux et physiques influençant le comportement d'abreuvement .....	5
2.2.1/ Les quantités d'eau bue augmentent avec la température ambiante .....	5
2.2.2/ La forme et le matériau des abreuvoirs révèlent les préférences des vaches.....	5
2.2.3/ Importance de l'environnement qui entoure les abreuvoirs.....	5
2.3/ Les facteurs sociaux influençant le comportement d'abreuvement .....	6
2.3.1/ La hiérarchie sociale au sein du groupe de vaches et l'impact sur l'abreuvement et l'alimentation .....	6
2.3.2 / Conditions d'accès aux ressources .....	7
3./ Matériels et méthodes .....	8
4./ Résultats .....	12
4.1 / Quantification des interactions agonistiques .....	12
4.1.1 / Nombre total d'interactions agonistiques par jour, par heure et selon les zones de la stabulation .....	12
4.1.2 / Zones où les interactions agonistiques ont eu lieu.....	12
4.1.3 / Types de comportements .....	13



4.1.4 / Répartition des interactions agonistiques sur la journée selon les zones de la stabulation ou les types de comportement. ....	13
4.2 / Définition et caractérisation des groupes de hiérarchie sociale.....	13
4.2.1/ Obtention de l'échelle de hiérarchie sociale et définition des groupes.....	13
4.2.2 / Place à l'auge, rang de lactation et performances zootechniques des groupes de hiérarchie sociale.....	14
4.3 / Comportement d'abreuvement du troupeau dans son ensemble.....	14
4.3.1 / Les abreuvoirs utilisés .....	14
4.3.2 Dynamique horaire d'utilisation des abreuvoirs .....	17
4.4 / Effet du groupe social hiérarchique sur le comportement d'abreuvement.....	16
4.4.1 / Comportement d'abreuvement des groupes sociaux en termes de volumes, durée et nombre de visite d'abreuvement .....	16
4.4.2 / Utilisation des abreuvoirs selon les groupes sociaux.....	17
5. / Discussion .....	17
6./ Conclusion.....	20
Bibliographie .....	221

### Liste des figures

Figure 1 : Photographie des auges individuelles (à gauche) et de l'automate de distribution de l'alimentation (à droite) installés à l'IEPL .....	8
Figure 2 : Plan de la case de la stabulation filmée.....	8
Figure 3: Abreuvoirs connectés installés à l'IEPL .....	8
Figure 4: Plan des 7 caméras .....	9
Figure 5: Ethogramme des types d'interactions agonistiques observés (d'après Dickson <i>et al</i> ).....	9
Figure 6 : Etablissement des matrices d'observations.....	10
Figure 7 : Nombre d'interactions agonistiques journalières sur la période d'observations (9 jours)..	13
Figure 8: Répartition de l'activité agonistique moyenne sur une journée de 5h à 22h30, sur 9 jours d'observations .....	13
Figure 9 : Répartition spatiale moyenne des interactions agonistiques dans la case, sur une journée, basée sur des observations pendant 9 jours. ....	13
Figure 10 : Expression des comportements agonistiques lors des interactions agonistiques, observées sur les 9 jours d'observations .....	14
Figure 11 : Effet de la zone sur le nombre d'interactions agonistiques observées par jour .....	14
Figure 12: Dynamique horaire des paramètres journaliers d'abreuvement .....	17
Figure 13 : Abreuvement par heure par groupe social .....	18



## Liste des tableaux

Tableau 1 : Equation de prédiction de l'abreuvement des vaches laitières (Khelil-Arfa et al., 2012).....	3
Tableau 2: Répartition du temps des vaches laitières sur une journée (Ketelaar-de Lauwere et al, 1995).....	7
Tableau 3 : Fichiers de données obtenus lors de l'essai.....	13
Tableau 4 : Mode d'agrégation des données selon les questions posées .....	13
Tableau 5: Hiérarchie établie et présentation des groupes sociaux.....	15
Tableau 6 : Nombre de vaches de chaque groupe social dans les groupes d'auges (%).....	15
Tableau 7: Nombre d'individus pour chaque rang de lactation dans les groupes sociaux.....	15
Tableau 8: Descriptif des vaches pour chaque donnée zootechnique .....	15
Tableau 9: Paramètres d'abreuvement pour chaque abreuvoir de la case.....	18
Tableau 10: Paramètres d'abreuvement par jour par groupe social .....	18

## Liste des abréviations :

ANOVA : Analyse de Variances

IEPL : Installation Expérimentale Vaches Laitières

INRA : Institut National de Recherches Agronomiques

MSI : Matière Sèche Ingérée

PL : Production Laitière

RFID : Radio Frequency Identification

UMR PEGASE : Unité Mixte de Recherche Physiologie, Environnement et Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Elevage.

VD : Valeur de Dominance



## **1./ Introduction**

Les progrès du numérique permettent aujourd'hui le développement d'une multitude de solutions destinées à l'agriculture, telles que des outils d'aide à la décision pour le pilotage des exploitations ou des automates pouvant se substituer à l'homme pour certaines tâches. Dans le domaine de l'élevage et plus particulièrement dans le domaine de l'élevage laitier, les distributeurs automatiques de concentré sont depuis de nombreuses années courants dans les exploitations, les robots de traite ont connu un fort essor ces 20 dernières années et une multitude d'autres solutions sont en cours de développement, notamment pour permettre un enregistrement des performances animales utilisables par l'éleveur pour piloter son système (Mollier, 2017). En particulier, il est possible aujourd'hui d'enregistrer les productions laitières des vaches laitières, leurs quantités ingérées journalières, leur température corporelle, leur comportement masticatoire, leur activité physique etc. Tous ces paramètres peuvent contribuer à l'élaboration d'indicateurs de l'état de bien-être ou de santé des vaches ou de pilotage de l'élevage (reproduction, efficacité alimentaire) (Mollier, 2017). A ce jour, la mesure des quantités d'eau bue n'a que peu été considérée dans le cadre de l'élevage de précision.

Dans le cadre de mon stage de fin d'études à l'Institut National de Recherches Agronomiques (INRA), j'ai pris part au projet « abreuvoirs connectés » conduit par l'Unité Mixte de Recherche Physiologie Environnement et Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Elevage (UMR PEGASE) en partenariat avec l'entreprise « La Buvette ». Ce projet a pour but premier de déterminer dans quelle mesure le comportement d'abreuvement des vaches laitières peut être modifié par des événements sanitaires au sein des troupeaux, et ou, liés à des événements clés de la reproduction des vaches laitières (chaleur, vêlage). Il s'agira ensuite d'établir si des abreuvoirs connectés peuvent constituer un outil de détection de ces événements à l'échelle d'un troupeau dans le cadre de l'élevage de précision. D'après Borchers et Bewley (2015), les éleveurs qui s'équipent de ce genre de matériel prennent la décision d'acheter si le matériel est rentable et simple d'utilisation, et si l'information mesurée est utilisable concrètement. Le projet repose sur un dispositif d'enregistrement individualisé du troupeau de vaches laitières de l'Installation Expérimentale Vaches Laitières (IEPL) de l'UMR PEGASE. Ce dispositif est basé sur un réseau de prototypes d'abreuvoirs individuels connectés, développés par la société La Buvette et appelés Blue Intelligence™. Ces prototypes ont déjà donné lieu au développement d'un produit pour les chevaux de courses en box. Ils sont équipés de débitmètres pour mesurer l'eau consommée par l'animal. Ces abreuvoirs « chevaux » ont été adaptés à l'IEPL de manière à ce qu'une vache à la fois



y accède, et ont été dotés de lecteurs RFID (Radio Identification) qui reconnaissent les boucles individuelles des vaches, permettant ainsi un suivi individualisé du comportement d'abreuvement des animaux de l'étable. Ce système d'abreuvement a été validé l'an passé dans le cadre d'un stage de fin d'étude (Raymond, 2018), qui a consisté à vérifier la justesse des mesures d'un point de vue métrologique ainsi que la spécificité et la sensibilité des identifications des animaux. Une forte variabilité individuelle du comportement d'abreuvement des vaches laitières avait alors été relevée. Dans la continuité de ces observations, ma mission était de décrire la variabilité individuelle du comportement d'abreuvement au sein du troupeau et d'en comprendre les origines. Les attendus de ce travail au sein du projet « abreuvoirs connectés » étaient double. D'un point de vue purement cognitif, il s'agissait de comprendre en quoi les déterminismes physiologiques, environnementaux mais aussi sociaux au sein du troupeau pouvaient influencer sur la variabilité du comportement d'abreuvement. D'un point de vue plus pratique pour la suite du projet, cette première étape présentait le double avantage de permettre dans un premier temps prétraitement des données d'abreuvement avant la fin du projet l'an prochain. Et dans un second temps, d'explorer en quoi l'analyse de la variabilité journalière de l'abreuvement doit être modulée selon les individus pour détecter des événements sanitaires ou de reproduction au sein du troupeau. Plus précisément, l'hypothèse est que si les dynamiques temporelles d'abreuvement peuvent dépendre de facteurs sociaux indépendants de la physiologie des vaches, ceci pourrait justifier une adaptation des méthodes de détection d'événements selon la structure hiérarchique du troupeau.

Ce rapport de stage commence par une partie bibliographique qui recense les facteurs connus à ce jour comme influençant la variabilité du comportement alimentaire et d'abreuvement des vaches laitières. Ensuite il décrit la mise en œuvre de mon projet, notamment pour caractériser la hiérarchie sociale au sein d'un groupe de vingt-deux vaches laitières et quantifier ses effets sur l'abreuvement du troupeau.

**Tableau 1** : Equation de prédiction de l'abreuvement des vaches laitières (Khelil-Arfa et al., 2012)

**Table 5** Predictive equations of water flows with or without DMI in the list of candidate regressors

Eq	DMI	Unit	Predictive equations	<i>n</i>	<i>R</i> <sup>adj</sup>	r.s.d.	Relative r.s.d.
(2)	Yes	kg/day	$FWI = 0.83 (\pm 0.03) \times DM + 3.22 (\pm 0.23) \times DMI + 0.92 (\pm 0.07) \times MY - 0.28 (\pm 0.027) \times CONC + 0.037 (\pm 0.0078) \times BW - 77.6 (\pm 6.1)$	232	0.92	9.32	0.13
(3)	No	kg/day	$FWI = 0.97 (\pm 0.032) \times DM + 1.54 (\pm 0.072) \times MY - 0.29 (\pm 0.037) \times CONC + 0.039 (\pm 0.01) \times BW - 41.1 (\pm 7.3)$	232	0.86	12.54	0.17
(4)	Yes	kg/day	$TWI = 3.89 (\pm 0.21) \times DMI + 9.40 \times 10^{-4} (\pm 7.5 \times 10^{-5}) \times CPf^2 + 0.81 (\pm 0.065) \times MY - 0.08 (\pm 0.018) \times CPc - 0.94 (\pm 3.84)$	232	0.87	8.94	0.10
(5)	No	kg/day	$TWI = 1.56 (\pm 0.075) \times MY + 0.19 (\pm 0.017) \times CPf + 43.3 (\pm 2.46)$	232	0.82	14.09	0.15
(6)	Yes	kg/day	$Urine\ water = -2.2 \times 10^{-4} (\pm 8.4 \times 10^{-5}) \times CPf^2 + 0.88 (\pm 0.11) \times DMI + 0.263 (\pm 0.026) \times CPf + 9.30 \times 10^{-4} (\pm 10.5 \times 10^{-5}) \times CPc^2 - 19.8 (\pm 3.2)$	227	0.75	5.42	0.22
(7)	No	kg/day	$Urine\ water = 0.28 (\pm 0.045) \times MY + 0.024 (\pm 0.0053) \times BW + 0.191 (\pm 0.009) \times CPf + 6.50 \times 10^{-4} (\pm 8.25 \times 10^{-5}) \times CPc^2 - 20.6 (\pm 4.3)$	227	0.73	5.60	0.23
(8)		kg/day	$Fecal\ Water = Fecal\ DM \times [(100 - fDM)/fDM]$				
(9)	Yes	kg DM	$Fecal\ DM = 0.43 (\pm 0.009) \times DMI - 1.98 \times 10^{-5} (\pm 3.09 \times 10^{-6}) \times CPf^2 - 2.30 (\pm 0.17)$	261	0.91	0.50	0.01
(10)	No	kg DM	$Fecal\ DM = 0.073 (\pm 0.0062) \times MY + 0.019 (\pm 0.003) \times DM - 0.0054 (\pm 0.002) \times CPf + 2.9 (\pm 0.34)$	261	0.52	1.21	0.03
(11)	Yes	g/100g	$fDM = 0.041 (\pm 0.004) \times CONC - 0.031 (\pm 0.009) \times MY - 0.14 (\pm 0.031) \times DMI - 4.50 \times 10^{-5} (\pm 1.03 \times 10^{-5}) \times CPf^2 + 16.28 (\pm 0.53)$	261	0.54	1.38	0.10
(12)	No	g/100g	$fDM\% = 0.068 (\pm 0.008) \times CONC - 0.057 (\pm 0.007) \times MY - 1.79 \times 10^{-4} (\pm 3.8 \times 10^{-5}) \times CPf^2 - 0.018 (\pm 0.004) \times DM + 0.034 (\pm 0.009) \times CPf + 12.82 (\pm 0.69)$	261	0.51	1.38	0.10

FWI = free water intake; TWI = total water intake; Fecal DM = fecal DM excreted (kg/day); fDM% = dry matter content of the feces (g/100 g); DM = dietary dry matter content (g/100 g); MY = milk yield (kg/day); BW = body weight (kg); CONC = proportion of concentrate in diet (g/100 g); CPf = dietary content of CP ingested with forage (g/kg DM); CPc = dietary content of CP ingested with concentrate (g/kg DM). Both (CPf and CPc) parameters were calculated as the products of the content of CP of concentrate or forage and the proportion of concentrate or forage in the diet. DMI (dry matter intake, kg/day) included as a candidate explanatory variable in the stepwise regression (Yes) or not (No). *n* = number of observation; relative r.s.d. = calculated as the ratio between the r.s.d. and the average of the observed values.

## **2./ Etat de l'art sur la part des facteurs physiologiques, environnementaux et sociaux pouvant expliquer la variabilité des quantités d'eau bue et du comportement d'abreuvement des vaches laitières.**

Les quantités d'eau bue par les vaches ainsi que leur comportement d'abreuvement peuvent être déterminés par des facteurs physiologiques, et des facteurs sociaux liés aux interactions au sein du troupeau. J'ai défini comme facteurs physiologiques, tous les facteurs susceptibles de faire varier les quantités d'eau bue par les vaches laitières du fait de la mise en œuvre de régulations homéostatiques au sein de l'organisme dans lesquelles la boisson est un levier de régulation. Certains de ces facteurs sont plus spécifiquement liés à l'animal et à son alimentation, ils seront détaillés dans la première partie. D'autres sont en lien avec l'environnement physique, ils seront alors inclus dans les facteurs environnementaux. Les facteurs sociaux sont propres à chaque individu au sein de troupeau et sont déterminés par les interactions sociales des vaches au sein du troupeau. Ils seront détaillés dans la troisième partie.

### **2.1/Les facteurs physiologiques influençant le comportement d'abreuvement**

#### **2.1.1/ La teneur en matière sèche de l'aliment est le premier facteur de variation de l'eau bue chez les ruminants**

De nombreuses équations de prédiction des quantités d'eau bue par les vaches laitières ont été proposées dans la littérature (Boudon et Khelil-Arfa, 2013). La teneur en matière sèche (MS) de la ration est pratiquement toujours présente dans ces équations. La raison est qu'il existe pour les ruminants, une forte variabilité de ce paramètre et que ces dernières régulent les compartiments corporels hydriques en fonction de la totalité de l'eau ingérée, c'est-à-dire celle provenant de l'abreuvement et de la ration (Boudon et Khelil-Arfa, 2013). Cela se traduit par une baisse des quantités d'eau bue lorsque le teneur en MS de la ration diminue de telle façon que la quantité totale d'eau bue reste stable.

#### **2.1.2/ La quantité de Matière sèche Ingérée (MSI) est le premier facteur de variation de l'eau totale ingérée par les vaches**

A partir de la récolte de données depuis 1983 jusqu'à 2005 à l'IEPL à Le Rheu, contenant 342 mesures individuelles sur 281 vaches en lactation et 61 vaches tarées, (Khelil-Arfa et al., 2012), des équations de prédiction de l'abreuvement des vaches laitières (tableau 1) ont pu être établies. Les équations de Khelil-Arfa et al (2012) (tableau 1) illustrent clairement que si la teneur en MS de la ration est un facteur de variation important des quantités d'eau bue par les vaches laitières, elle n'apparaît pas dans les équations de prédiction des quantités d'eau totale ingérées qui intègrent en plus l'eau bue avec l'aliment. Par contre, la MSI est un.



facteur de variation important des quantités d'eau totale ingérées (Khelil-Arfa et al, 2012, Boudon et Khelil-Arfa, 2013). Plusieurs explications physiologiques à ce phénomène sont possibles. L'ingestion d'aliment entraîne des osmolytes dans l'organisme et la soif est une façon de réguler la tonicité du sang. Des afférentes nerveuses oro-pharyngées sont reliées au centre cérébral de la soif et sont susceptibles de l'activer. Des stimuli osmotiques peuvent aussi être activés au niveau du tube digestif (Boudon et Khelil-Arfa, 2013).

### **2.1.3/ La production laitière est également positivement corrélée à l'abreuvement**

La plupart des équations de prédiction des quantités d'eau bue sur vaches laitières incluent également un effet de la production laitière (Boudon et Khelil-Arfa, 2013). Les vaches très productives boivent plus fréquemment que les plus faibles productrices. Il faut une augmentation d'environ 10 kg de production laitière, pour voir une augmentation significative de buvée (Andersson et Lindgren, 1987).

Il s'avère aussi que selon le stade physiologique des vaches, leur consommation d'eau est différente (Teixeira et al, 2006). Les vaches en lactation boivent plus que les vaches tarées ou les génisses (Teixeira et al, 2006). Cet effet de la production laitière s'explique à la fois par la quantité d'eau que les vaches doivent exporter dans le lait qui doit être remplacée au sein de l'organisme (environ 31 L pour une vache produisant 35 kg de lait et ingérant au totale 100 L d'eau) et par l'effet indirect de la hausse d'ingestion nécessaire à la production laitière.

### **2.1.4/ Les événements sanitaires modulent l'abreuvement**

Le fait que l'abreuvement soit très corrélé à la MSI, a conduit à l'idée que les chutes de MSI, souvent premières alertes de troubles sanitaires ou des chaleurs, pourraient être détectées indirectement par des chutes d'abreuvement au sein du troupeau plus faciles à mesurer (Lukas et al, 2008). Lukas et al (2008) ont ainsi observé sur quelques exemples que des chutes de MSI au sein d'un troupeau de 70 vaches pouvaient permettre une détection des chaleurs et de certains événements sanitaires (boiteries, fièvre, mammites) et que les quantités d'eau bue étaient très corrélées à la MSI sur leur base de données. Cependant d'autres résultats ont été moins encourageants quant à la possibilité de prédire les chaleurs à partir des chutes d'abreuvement ou même de la MSI (Meyer et al., 2004).

### **2.1.5/ Le budget temps des vaches influe sur leur comportement d'abreuvement**

L'heure des repas détermine les moments durant lesquels les vaches vont s'abreuver. Si elles en ont la possibilité, les vaches boivent autour du repas. Andersson et Lindgren (1987), ont montré que la plupart des vaches boivent dans la demi-heure après avoir mangé. Cependant, au cours de cette même expérience, il a été montré que si l'eau n'était pas disponible après le



repas, cela n'impactait ni la production, ni la MSI, ni le poids vif des vaches car ces dernières parviennent à compenser plus tard, cette inaccessibilité de l'eau.

## **2.2/ Les facteurs environnementaux et physiques influençant le comportement d'abreuvement**

### **2.2.1/ Les quantités d'eau bue augmentent avec la température ambiante**

De façon peu surprenante, les quantités d'eau bue dépendent de la température ambiante et dans une moindre mesure de l'humidité ambiante (Cardot et al., 2008). Anderson et al (1987) estiment que lorsque la température augmente d'un degré, la consommation d'eau d'une vache laitière va augmenter de 1,1L. (Boudon et Khelil-Arfa, 2013) ont estimé que les quantités d'eau sont susceptibles d'augmenter dès 15°C et que cette augmentation est exponentielle avec la température. Le mécanisme physiologique sous-jacent est l'évaporation d'eau, est un levier de la régulation thermique de l'animal. Lorsque la température augmente, l'évaporation d'1L d'eau entraîne la dissipation de 2500 kJ (Boudon et Khelil-Arfa, 2013). Ces pertes d'eau du fait des régulations homéostatiques sont compensées par la soif et l'abreuvement.

### **2.2.2/ La forme et le matériau des abreuvoirs révèlent les préférences des vaches**

Les vaches préfèrent boire dans des abreuvoirs larges, hauts et avec une grande surface, en PVC plutôt qu'en béton (Coimbra et al, 2010). Cependant, la profondeur importe peu et n'est pas un critère de choix pour la vache (Teixeira et al, 2006). Pour maximiser l'attractivité des abreuvoirs (Coimbra et al, 2010) préconisent un périmètre de surface minimale de 0,7 m pour un abreuvoir rectangulaire pour 20 vaches, et 0,5 m pour un abreuvoir circulaire

### **2.2.3/ Importance de l'environnement qui entoure les abreuvoirs**

Coimbra et al (2012) ont montré que les vaches préféraient boire dans des abreuvoirs localisés dans les paddocks plutôt que dans les couloirs de passage menant aux paddocks, avec des buvées plus importantes et plus fréquentes, mais que la présence ou l'absence d'ombre dans les paddocks n'affectaient pas les préférences des vaches. Andersson et al (1984) ont observé que les vaches ne modifient pas leur abreuvement selon l'endroit où elles passent leur journée, que ce soit en stabulation libre ou en prairie. En effet, la fréquence de buvée en stabulation libre est de quatre à sept fois par jour, contre trois à sept fois en prairie. Ce résultat est cependant sûrement à nuancer selon la position respective des abreuvoirs dans les deux situations.



### **2.3/ Les facteurs sociaux influençant le comportement d'abreuvement**

Les phases de mises en lot au sein des troupeaux peuvent modifier le comportement alimentaire et en conséquence, d'abreuvement des individus en installant, potentiellement, de nouvelles modalités de compétition pour la ressource, et en impactant la santé du troupeau (Grant et Albright, 2001). Ainsi pour minimiser ces impacts lors des mises en lot, il est établi qu'il faut jouer à la fois sur l'identité des vaches présentes dans les nouveaux lots, par exemple en privilégiant des changements entre des lots qui étaient proches géographiquement, ainsi que sur les conditions d'accès aux ressources avec des infrastructures réfléchies pour permettre un accès facile à la nourriture et à l'eau (Grant et Albright, 2001).

#### **2.3.1/ La hiérarchie sociale au sein du groupe de vaches et l'impact sur l'abreuvement et l'alimentation**

Au sein du troupeau, il est établi que la hiérarchie peut influencer sur le comportement d'abreuvement. Grendahl, (1960) ont montré que, quand deux vaches sont ensemble, la dominante peut modifier le comportement d'abreuvement de la dominée. Little et al (1980), ont aussi remarqué que lorsque le groupe subit une restriction d'eau, certaines vaches du troupeau peuvent se retenir de boire pendant 4 jours.

Andersson et Lindgren (1987) ont montré que les vaches dominantes, qui buvaient et mangeaient plus que les dominées, étaient plus lourdes et produisaient plus de lait. Cependant, Andersson (1987) a montré que les vaches de bas rang social n'ont pas de problème pour accéder à suffisamment d'eau, d'autant que les vaches de haut rang social mettent la priorité sur l'accès à la nourriture lorsque cette dernière est limitée et vont boire plus tard. Dans cette même étude, les vaches laitières hautes productrices, qui sont souvent les vaches de haut rang social, consomment neuf à quatorze repas contre sept à neuf pour les basses productrices, souvent les vaches de bas rang social. Après la distribution de nourriture, l'effet de dominance dure de 30 à 45 minutes après la distribution de la nourriture sur des mangeoires non individuelles. Il est assez courant de constater des cas où la hiérarchie sociale affecte la répartition journalière de l'accès à une ressource sans moduler le temps d'accès total journalier à la ressource. Par exemple, Ketelaar-de Lauwere et al (1995) ont montré que la hiérarchie n'avait pas d'influence sur la fréquence de visite des vaches au robot de traite, ni sur le temps passé au repos ou à manger mais que par néanmoins, elle avait une influence sur la répartition du temps de visites au robot de traite et au quai d'alimentation, au cours de la journée ainsi que le temps passé dans l'aire d'attente pour accéder au robot. Les vaches de bas rang social donnaient l'impression d'adapter leurs visites au robot de traite et au quai

**Tableau 2** : Répartition du temps des vaches laitières sur une journée (Ketelaar-de Lauwere et al, 1995).

The time budget of the cows in relation to dominance value (mean percentage of time  $\pm$  SE) in B

Cow behaviour	Rank		
	High	Middle	Low
Lying in cubicle	47.0 $\pm$ 2.8	47.2 $\pm$ 2.9	44.9 $\pm$ 3.8
Standing in cubicle	13.7 $\pm$ 2.1	9.0 $\pm$ 2.0	8.2 $\pm$ 1.8
Slatted floor lying area	6.1 $\pm$ 1.3	7.3 $\pm$ 0.9	5.4 $\pm$ 1.5
Slatted floor feeding area	9.8 $\pm$ 1.3	10.9 $\pm$ 0.6	12.1 $\pm$ 0.8
Feeding gate	14.2 $\pm$ 1.4	14.5 $\pm$ 1.6	14.9 $\pm$ 0.7
Waiting area	1.1 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	1.9 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	2.9 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>
AMS	8.1 $\pm$ 1.1	9.2 $\pm$ 1.1	11.5 $\pm$ 1.3

<sup>a</sup> Significant effect of dominance value across row ( $P < 0.01$ ).

d'alimentation, par rapport aux vaches de plus haut rang social.

### **2.3.2 / Conditions d'accès aux ressources**

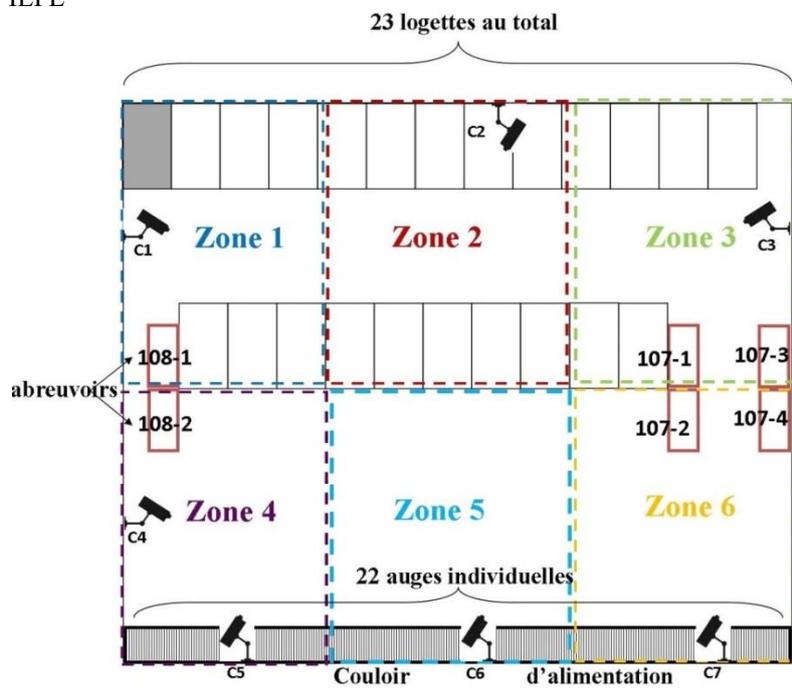
Il a été montré que la compétition pour la nourriture lèse systématiquement les vaches subordonnées (Grant et Albright, 2001). Ceci a aussi été clairement démontré pour l'abreuvement par Little et al (1980). Leur expérience a consisté à séparer en deux lots un troupeau de vaches laitières, un des lots ayant un accès restreint à l'eau à 50% pendant 4 jours alors que l'autre n'était pas restreint. A la fin de l'expérience, le lot restreint avait une production laitière égale à 74% de celle du lot non restreint, il avait perdu 14% de son poids vif. Ces variations moyennes des lots cachaient en réalité une forte variabilité individuelle, certaines vaches ne pouvant pas accéder aux abreuvoirs face aux comportements agressifs d'autres vaches du lot.

Pour éviter les situations de compétition sur l'abreuvement, des recommandations ont été établies, notamment par le protocole Welfare Quality (2009) : minimum d'un abreuvoir bac pour 10 vaches et 6 cm d'abreuvoir par vache ou d'un abreuvoir bol pour 15 vaches, débit minimum de 10L/min pour un bac et de 20L/min pour un bol.

Pour conclure, il est bien établi que les quantités journalières bues par les vaches laitières sont la résultante de régulation physiologiques mises en œuvre selon le statut physiologique des vaches et leurs conditions environnementales. Ainsi, la façon dont la ration, le stade physiologique, le niveau de production des vaches et les conditions climatiques influent sur les quantités d'eau bue est bien décrite dans la littérature. Néanmoins, les expérimentations ayant abouti à ces résultats ont souvent été réalisées avec des animaux en conditions individuelles et plusieurs résultats de la littérature démontrent une forte variabilité du comportement d'abreuvement au sein de troupeau, majoritairement expliqué par la structure sociale du troupeau. La suite de mon travail va donc consister à quantifier cette variabilité au sein d'un groupe de vaches et à quantifier en quoi elle est déterminée par la hiérarchie sociale au sein du groupe.



**Figure 1** : Photographie des auge individuelles (à gauche) et de l'automate de distribution de l'alimentation (à droite) installés à l'IEPL



**Figure 2** : Plan de la case de la stabulation filmée



**Figure 3** : Abreuvoirs connectés installés à l'IEPL

### **3./ Matériels et méthodes**

#### *Lot de vaches laitières étudié*

Le lot étudié était constitué de 22 vaches laitières en lactation, de race Prim'Holstein et était issu du troupeau de l'IEPL. Ce lot composé de 12 vaches en première lactation, 9 en deuxième lactation et une en cinquième lactation, a eu au cours de la période d'étude, une production laitière moyenne de 31 kg de lait par jour, une MSI journalière de 22 kg et un poids vif moyen de 665 kg.

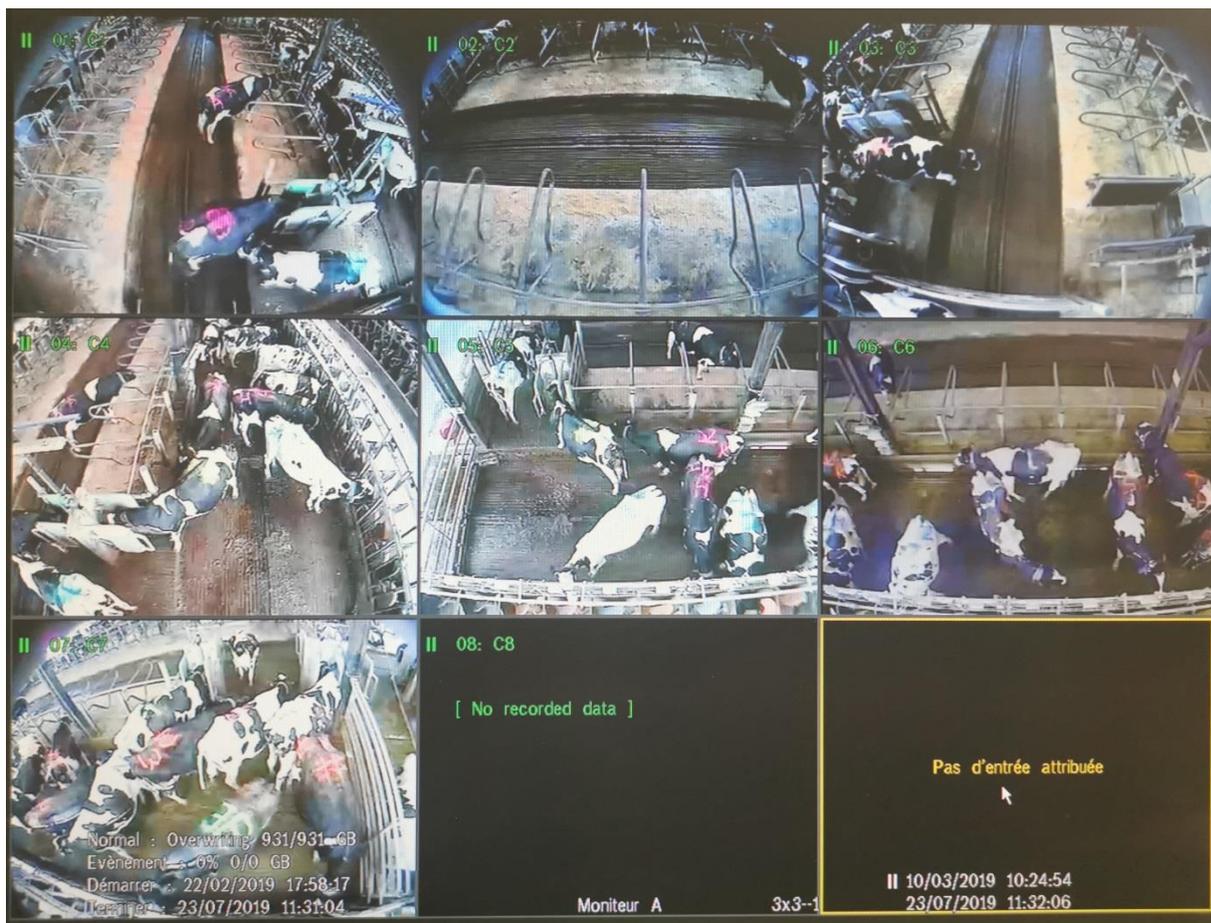
#### *Conduite du lot et mesures zootechniques*

La conduite du lot a été identique pendant toute la durée des observations et il était nourri *ad libitum*. La ration du lot était constituée d'ensilage maïs (65%), de concentrés énergétiques (12.5%), de tourteaux de soja (12.5%), luzerne déshydratée (10%) et de CMV 6/24/4 (300g). Elle était distribuée par un automate de distribution de l'alimentation appelé « roulimètre » (voir figure 1). Celui-ci pèse et distribue les fourrages grossiers (ensilage de maïs) et les concentrés pour chaque vache laitière à partir d'un fichier électronique de consignes. Le couloir d'alimentation est équipé de 22 auges individuelles avec des portillons d'identification et un cornadis. Chaque vache avait une auge qui lui était attribuée, dont le portillon ne s'ouvrait que s'il reconnaissait le collier de la vache correspondante. Les vaches étaient traitées deux fois par jour vers 6:00 et 15:30 puis bloquées à leur retour environ une heure au cornadis. Pendant la période d'expérimentation, la soustraction des pesées journalières et individuelles des quantités d'aliments distribuées et refusées ont permis de mesurer la MSI journalière individuelles du lot. La PL a été relevée à chaque traite et la pesée de chaque vache a été réalisée de façon systématique.

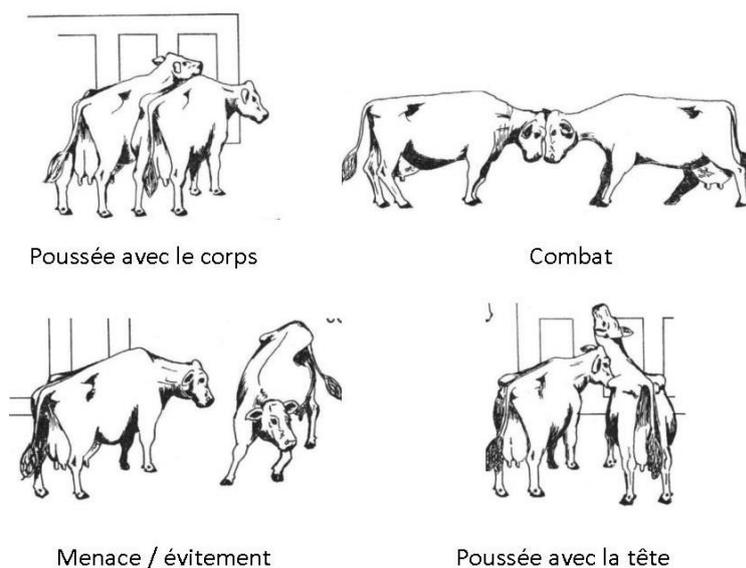
En parallèle, l'hygrométrie journalière et la température ambiante ont été relevées à des fréquences régulières (une mesure par minute) et les événements sanitaires auxquels ont pu être soumis les animaux ont été enregistrés.

#### *La stabulation et le dispositif expérimental*

La case étudiée est décrite schématiquement en figure 2. Elle contient 23 logettes avec des matelas en caoutchouc et possède un rabot automatisé qui permet le raclage régulier des zones de circulation des animaux. Le couloir d'alimentation possède 22 auges individuelles. La sortie vers la salle de traite se fait par le nord (par la porte de gauche). Pour l'étude, la case a été séparée en six zones couvertes par les caméras et décrites sur le schéma. Sept caméras ont été installées tout autour de la case divisée virtuellement en six zones, pour la visualiser



**Figure 4:** Plan des 7 caméras permettant de visualiser la case d'étude en entier (figure 2)r



**Figure 5:** Ethogramme des types d'interactions agonistiques observés (d'après Dickson et al, 1967)

entièrement, et réaliser des enregistrements continus sur la période du 02/03/19 au 20/03/19. Les caméras étaient situées en hauteur de manière à voir les vaches dans leur intégralité et réglées pour voir nettement et rapidement les symboles d'identification des vaches (figure 4). Les caméras réunies permettaient de voir entièrement la case sans avoir d'angles morts. Les vidéos ont été dépouillées grâce à l'application Bosch 600 (Bosh Security Systems, Inc, Fairport, USA) fournie avec les caméras.

La reconnaissance individuelle des vaches pour les observations comportementales reposait sur des symboles (lettres ou chiffres) dessinés à la bombe de peinture sur le dos et le flanc des vaches, de manière à ce que les vaches soient identifiables, quel que soit l'angle de vue des caméras. Plusieurs couleurs de peinture ont été utilisées afin que celles-ci soient visibles selon la robe foncée ou claire des vaches mais aussi pour différencier les symboles pouvant se ressembler. Dans le cas où les difficultés d'identification persistaient, un document contenant les photos individuelles de chaque vache permettait de lever le doute.

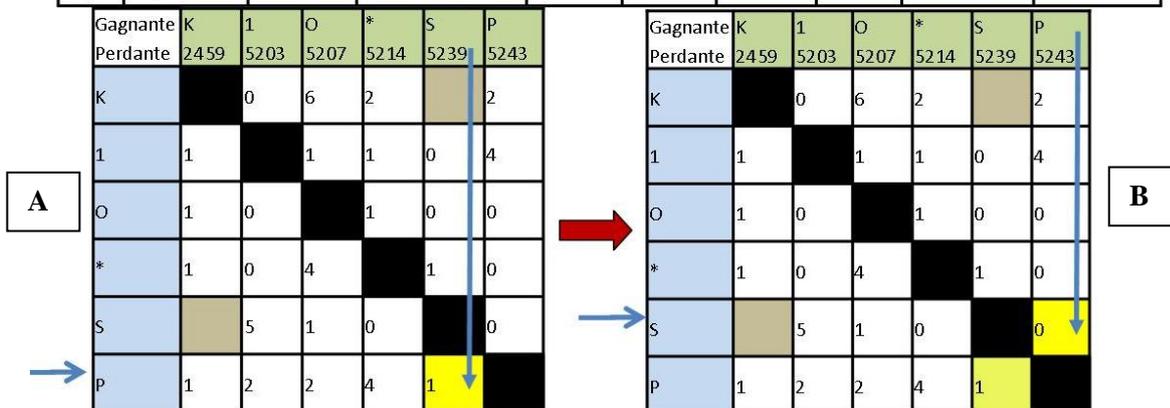
#### *Le dispositif d'abreuvement*

La case était équipée de 6 abreuvoirs répartis sur toute sa surface (figure 2). Cet équipement représentait environ 4 vaches par abreuvoir, un nombre bien inférieur à la recommandation de 10 vaches par abreuvoirs (Welfare Quality, 2009 ; RSCPA, 2018). Ce choix a été fait pour permettre de limiter la concurrence d'accès aux abreuvoirs sachant que les vaches étaient régulièrement attachées au cornadis et allaient alors toutes boire en même temps.

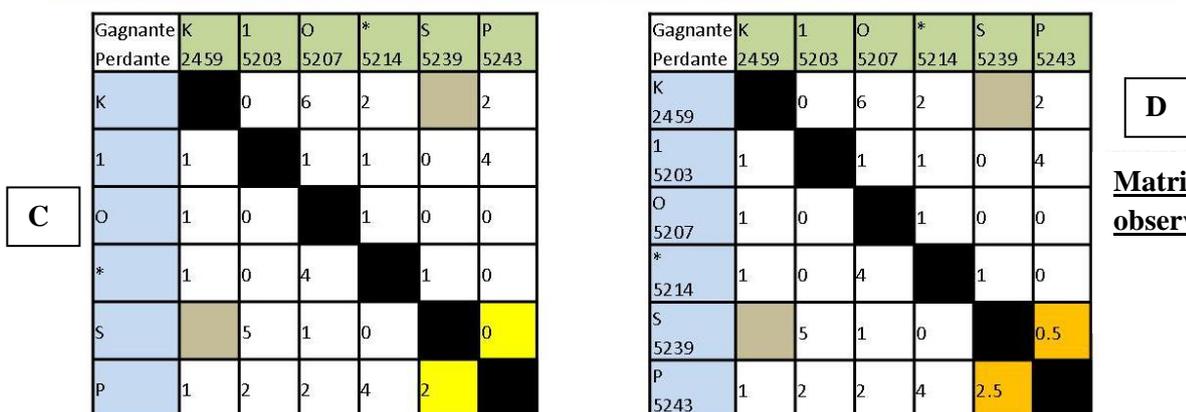
Ces abreuvoirs étaient constitués d'un bol (Figure 3) en polyéthylène haute densité (PEHD) à niveau constant, d'une contenance de 3 L. Il était alimenté par sa propre canalisation d'eau. L'arrivée d'eau était contrôlée par un flotteur permettant le maintien d'un niveau constant d'eau dans l'abreuvoir. Le remplissage de l'abreuvoir se déclenchait dès qu'il y avait une chute de niveau d'eau dans l'abreuvoir de 15 mm, ce qui correspond à 0,9 L d'eau. L'eau passait ensuite dans un débitmètre dont la roulette tournait et enregistrait une impulsion électrique à chaque tour. L'étalonnage du volume d'eau par impulsion de chaque débitmètre pouvait être paramétré sur le logiciel, il avait été initialement réglé à 0,00248 L par impulsion pour l'ensemble des abreuvoirs. Chaque abreuvoir était donc également alimenté en électricité et était capable de transmettre des données vers des cartes d'acquisition, une par boîtier de gestion, qui se situait en amont d'un ordinateur centralisant toutes les données des 24 abreuvoirs de la stabulation. Des bat-flancs rigides encadraient chaque abreuvoir afin de limiter son accès à une vache à la fois. Une antenne RFID était encastrée dans le bat-flanc de gauche afin de permettre une identification de la puce RFID de la vache présente à

Création de la matrice des interactions agonistiques à partir du tableau des observations

No zone	date	heure	Type d'interaction agonistique	Symbole vache1	No vache1	Symbole vache2	No vache2	Symbole vache « gagnante »	No vache « gagnante »
3	02/03/2019	06:00:55	pushing	S	5239	P	5243	S	5239
7	02/03/2019	09:27:50	drbutting	S	5239	P	5243	S	5239
5	02/03/2019	18:20:02	drbutting	S	5239	P	5243	?	?



No zone	date	heure	Type d'interaction agonistique	Symbole vache1	No vache1	Symbole vache2	No vache2	Symbole vache « gagnante »	No vache « gagnante »
3	02/03/2019	06:00:55	pushing	S	5239	P	5243	S	5239
7	02/03/2019	09:27:50	drbutting	S	5239	P	5243	S	5239
5	02/03/2019	18:20:02	drbutting	S	5239	P	5243	?	?



**Matrice des observations**

Gagnante	K	1	O	*	S	P
Perdante	2459	5203	5207	5214	5239	5243
K		0	6	2		2
1	1		1	1	0	4
O	1	0		1	0	0
*	1	0	4		1	0
S		5	1	0		0
P	1	2	2	4	2	

**Matrice hiérarchique**

Exemple : le couple de vaches P et S a interagi trois fois. :

-pour la première interaction agonistique, S est la « dominante » de l'interaction agonistique et reçoit un score de 1 (A), P est la subordonnée et reçoit un score de 0 (B).

-pour la deuxième interaction agonistique, S gagne une seconde fois et ses deux scores de 1 s'additionnent (C).

-pour leur troisième interaction, aucune d'entre elles ne domine l'interaction, elles se voient toutes les deux attribuer un score de 0,5, additionné à leurs scores précédents (D).

-dans la matrice hiérarchique (E): le score de S dans la matrice des observations a été supérieur au score de P, donc S a dominé P et a reçu la valeur 1 contre 0 pour P

**Figure 6** : Etablissement des matrices d'observations et des matrices hiérarchiques

l'abreuvoir. Chaque vache était équipée d'une boucle d'identification électronique réglementaire posée sur son oreille gauche et comprenant sa puce RFID spécifique. Lorsqu'une vache était présente et qu'un débit était détecté au débitmètre, le numéro de la puce RFID de la vache était enregistré en même temps que le nombre d'impulsions du débitmètre afin d'attribuer la buvée à la vache et de quantifier son volume d'eau bue en nombre d'impulsions. Lors d'une buvée, les paramètres enregistrés sur l'ordinateur central par le logiciel Blue intelligence™ étaient l'heure de début de la buvée, sa durée, le numéro de la vache, le nombre d'impulsion et l'abreuvoir concerné. Ces données brutes pouvaient être récupérées sous forme d'un fichier Excel ou SQL. Pour suivre en instantané le comportement d'abreuvement de chaque vache, le logiciel Blue Intelligence™ générait aussi des informations à partir de ces données sur un tableau de bord comme la quantité d'eau bue dans la journée, l'évolution de la quantité d'eau bue par jour et le nombre de buvée par heure.

#### *Observations des interactions agonistiques*

Pour établir la hiérarchie du lot constitué de 22 vaches, les interactions agonistiques observées entre les individus ont été relevées pendant 9 jours. En accord avec des résultats précédents au sein de l'IEPL (Gomel, 2019), qui avaient noté une absence quasi-totale d'interactions de 22h30 à 5h, horaire d'extinction automatique des lumières de l'étable, les plages horaire d'observations ont été fixées de 5h du matin à 22h30. Pour chaque interaction agonistique observée, étaient notés : les deux vaches impliquées, le type d'interaction agonistique utilisé, la vache qui « dominait » l'interaction et le lieu de l'interaction. Quatre types d'interactions agonistiques ont été définis (figure 5), l'utilisation de la tête pour pousser un individu, l'utilisation du corps pour pousser un individu, la menace suivie de l'évitement, et le combat. Ces quatre types d'interactions agonistiques pouvaient avoir lieu à l'abreuvoir, comme dans le reste de la case et chaque relevé le précisait.

#### *Etablissement des matrices d'observations, et des matrices hiérarchiques (Wierenga et al, 1990)*

Les observations décrites et stockées dans un fichier Excel ont été ensuite traduites dans une première matrice appelée « matrice des observations ». La matrice des observations comportait en première ligne et en première colonne, la liste des 22 vaches rangées dans l'ordre croissant des numéros d'identifications. Pour chaque interaction, la valeur 1 a été attribuée à la vache dominante de l'interaction agonistique la valeur 0 à la vache « subordonnée » et la valeur de 0,5 aux deux vaches si l'observateur n'a pas distingué la



vache dominante de l'interaction agonistique. Un couple de vaches a pu interagir plusieurs fois, et dans ce cas les valeurs attribuées ont été sommées. Les valeurs des interactions dominées, ou non, étaient attribuées toujours selon les vaches rangées en lignes, les vaches rangées en colonne servant juste d'illustration, en précisant contre quelle vache la vache d'intérêt a gagné.

Une fois la matrice des observations complétée, une deuxième matrice qui agrège ces données par couple de vache a été créée. C'est la matrice hiérarchique. A partir de la matrice des observations, on déduit les vaches dominantes et les vaches subordonnées de chaque couple de vaches ayant interagi. Les vaches dominantes dans un couple sont celles qui ont le score supérieur à l'autre vache du couple. Ainsi les vaches déterminées comme « dominantes » par rapport à une autre ont reçu la valeur 1, les subordonnées la valeur 0, et quand il y avait égalité, la valeur 0,5 (figure 6).

#### *Mise en place de la hiérarchie*

Après l'obtention de la matrice hiérarchique, la valeur de dominance (VD) de chaque vache a été déduite. La vache ayant la plus grande VD étant la plus dominante et inversement pour la plus subordonnée. La VD est obtenue comme expliqué dans la figure 6, en divisant les scores de la matrice hiérarchique de la vache d'intérêt, autrement dit, le nombre de vaches qu'elle domine, par le nombre de relations hiérarchiques qu'elle a eues. Des groupes sociaux ont été définis à partir de classes équidistantes de VD. Les relations hiérarchiques ont été définies à partir des interactions que la matrice hiérarchique agrège pour les 22 vaches. Nous avons distingué les « interactions agonistiques » des « relations hiérarchiques ». Chaque ligne du tableau d'observations était une interaction agonistique. Elles étaient toutes prises en compte dans la matrice des observations. La matrice hiérarchique « résume » les *interactions* agonistique de chaque couple de vache en une *relation* hiérarchique qui précise qui est la vache dominante et qui est la vache subordonnée. La relation hiérarchique ne renseigne pas le nombre de fois qu'un couple de vaches a interagi mais renseigne sur le caractère dominant ou subordonné des deux vaches considérées.

**Tableau 3** : Fichiers de données obtenus lors de l'essai

Type de fichier	Structure
fichier des observations comportementales	Une ligne par interaction agonistique avec la date, l'heure le type de comportement agonistique utilisé, les deux vaches impliquées et la vache dominant l'interaction
fichier des données zootechniques	Une ligne par vache et par date : poids vif, MSI, production laitière, le stade de lactation, le rang de lactation.
le fichier des données d'abreuvement	Une ligne par buvée avec numéro vache, date et heure début, durée et nombre d'impulsions (volume)

**Tableau 4** : Mode d'agrégation des données selon les questions posées

Question		
Effet de l'abreuvoir sur les paramètres d'abreuvement	moyennes par abreuvement par jour ou par heure par jour	Les vaches laitières qui ne buvaient pas sur un abreuvoir à un jour ou une heure donné n'ont pas été considérées. Le principe sous-jacent était que l'abreuvoir détermine les paramètres de buvées des vaches qui y ont effectivement bu.
Effet groupe hiérarchique sur les paramètres d'abreuvement et les zootechniques	moyennes par jour et par vache ou par jour et par heure et par vache	Les vaches laitières qui ne buvaient pas à un jour ou une heure données avaient des volumes d'eau bue, des durées d'abreuvement et des nombres de visites égaux à 0. Le principe sous-jacent était que les vaches n'ayant pas bu affectaient aussi les moyennes du groupe sur certains paramètres.
Effet du groupe hiérarchique selon les abreuvoirs	Par abreuvoirs : moyennes par jour et par vache ou par jour et par heure et par vache	Les vaches laitières qui ne buvaient pas sur un abreuvoir à un jour donné avaient des volumes d'eau bue, des durées d'abreuvement et des nombres de visites égaux à 0. Le principe sous-jacent était que les vaches n'ayant pas bu affectaient aussi les moyennes du groupe sur certains paramètres.

### *Analyses statistiques*

Les données ont été organisées sous R grâce aux packages tidyr, dplyr, plyr. Les fichiers de données obtenus au cours de l'essai sont décrits dans le tableau 3. Selon les questions posées, les données de ces fichiers ont été moyennées de façon différente (Tableau 4).

Les analyses statistiques ont été réalisées par analyse de variance (ANOVA) sous R. Les modèles utilisés dépendaient de la structure des données à analyser et de la façon dont elles ont été moyennées. Pour cette raison, les modèles statistiques utilisés sont systématiquement précisés pour chaque paramètre analysé dans la partie résultats. Les p-values sont données à partir du moment où elles dépassent 0.10. Les symboles de significativité sont les suivants : \*\*\* : p-value < 0,001 ; \*\* : p-value < 0,01 ; \* : p-value < 0,05.

## **4./ Résultats**

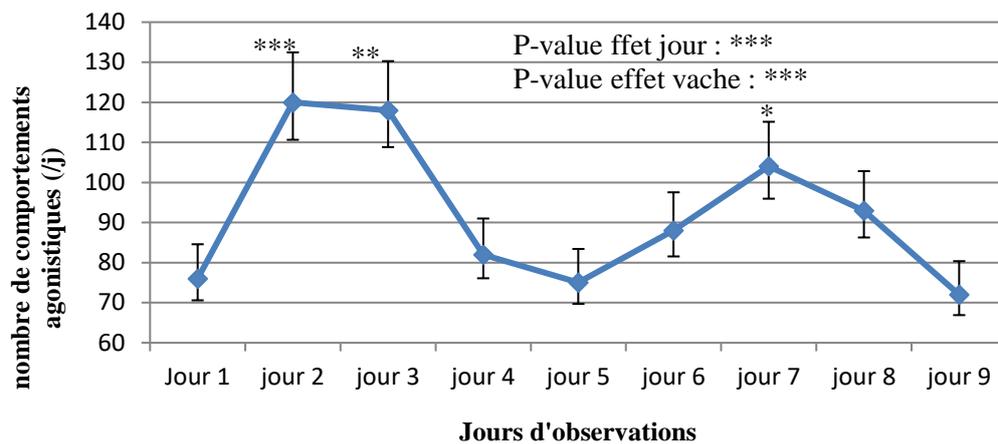
### **4.1 / Quantification des interactions agonistiques**

#### **4.1.1 / Nombre total d'interactions agonistiques par jour, par heure et selon les zones de la stabulation**

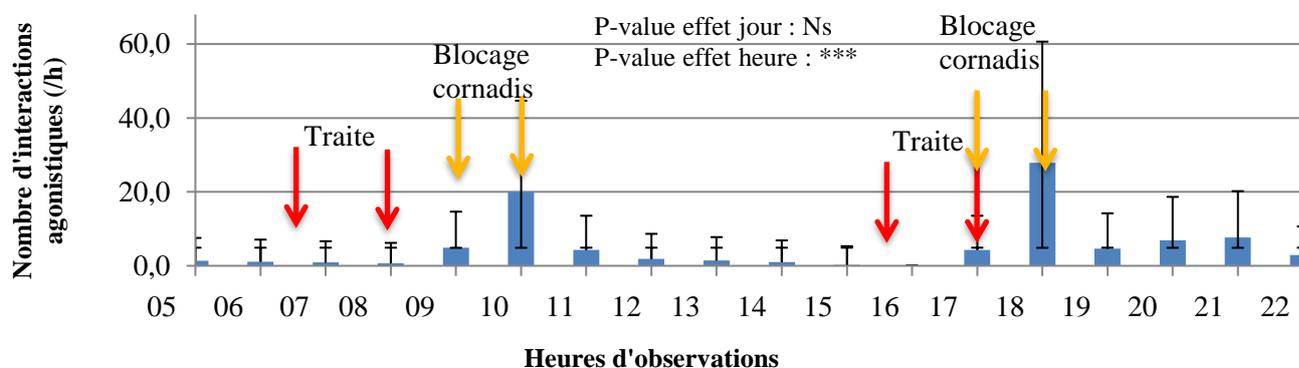
Sur les 9 jours d'observations, 828 interactions agonistiques ont été observées, ce qui correspond à 92 ( $\pm 15$ ) interactions agonistiques par jour (figure 7). Le nombre d'interactions agonistiques était plus élevés lors des jours d'observations 2, 3 et 7 (effet jour  $P < 0,05$ , figure 7). Sur la figure 8, on retrouve une journée type des interactions agonistiques au sein du troupeau observé. A l'échelle de la journée, le nombre d'interactions agonistiques par heure dépendait fortement de l'heure (effet heure  $P < 0,001$ , figure 8). Le nombre d'interactions par heure était plus important entre 10h et 11h et entre 18h et 19h (après que les vaches ont été libérées des cornadis après les repas), et 61% des interactions ont eu lieu entre 10h et 12h, et 17 et 18h (les deux pics d'interactions agonistiques), et 24% dans la soirée de 19h à 22h30.

#### **4.1.2 / Zones où les interactions agonistiques ont eu lieu**

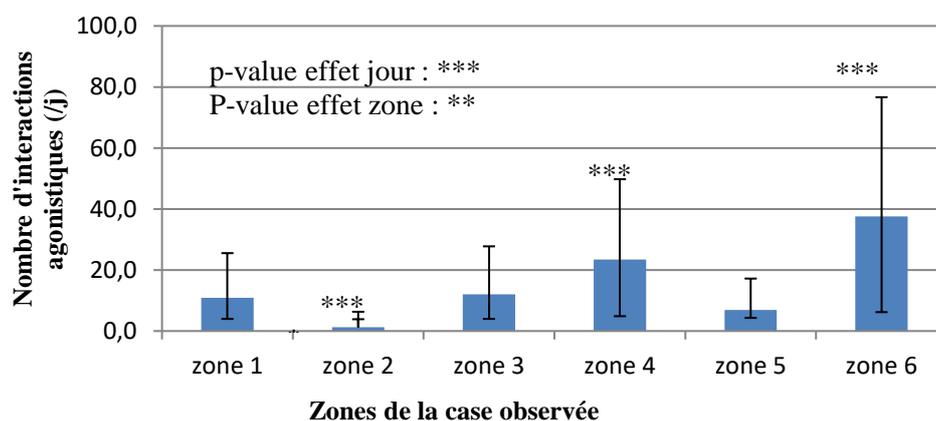
Le nombre d'interactions agonistiques par jour a été significativement plus faible dans la zone 2 de la stabulation ( $1,2 \pm 1$ ) et plus élevé dans les zones 4 et 6 (respectivement  $23,4 \pm 6,5$  et  $37,6 \pm 5,7$ , effet zone  $P < 0,001$ , figure 9). La zone 2 était la seule zone qui ne contenait qu'un couloir et des logettes (figure 1), tandis que les zones 6 et 4 contenaient respectivement deux et un abreuvoirs positionnés du côté des auges. Le nombre d'interactions par jour était à peu près équivalent dans les zones 1, 3 et 5 qui possédaient respectivement un, deux et zéro abreuvoirs, positionnés dans le couloir des logettes pour les zones 1 et 3.



**Figure 7 : Nombre d'interactions agonistiques journalières sur la période d'observations (9 jours).** (Modèle d'ANOVA : nombre d'interactions agonistiques =  $\mu$  + effet jour + effet vache + erreur avec N=22 vaches x 9 jours. Les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard de la moyenne. Les symboles \* au-dessus des points indiquent si la moyenne est différente de celle du jour 1. \*\*\* : p-value < 0,001 ; \*\* : p-value < 0,01 ; \* : p-value < 0,05.)



**Figure 8 : Répartition de l'activité agonistique moyenne sur une journée de 5h à 22h30, sur 9 jours d'observations** (Modèle d'ANOVA : Nombre d'interactions agonistiques =  $\mu$  + effet jour + effet heure + erreur avec N= 9 jours x 18 heures. Les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard de la moyenne. \*\*\* : p-value < 0,001)



**Figure 9 : Répartition spatiale moyenne des interactions agonistiques dans la case, sur une journée, basée sur des observations pendant 9 jours.** (Modèle d'ANOVA : nombre d'interactions agonistiques =  $\mu$  + effet jour + effet zone + erreur avec N= 9 jours x 6 zones. Les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard de la moyenne. Les symboles \* au-dessus des points indiquent si la moyenne est différente de celle de la zone 1.)

### **4.1.3 / Types de comportements**

Les comportements majoritairement observés ont été des coups de tête et dans une moindre mesure des menaces ou évitements (effet type de comportement,  $P < 0,01$ , figure 10). Le nombre de coups de têtes a été significativement supérieur à l'abreuvoir par rapport aux autres zones de la stabulation ( $46 \pm 5$  contre  $27 \pm 9$ , en moyenne par jour, figure 10).

### **4.1.4 / Répartition des interactions agonistiques sur la journée selon les zones de la stabulation ou les types de comportement.**

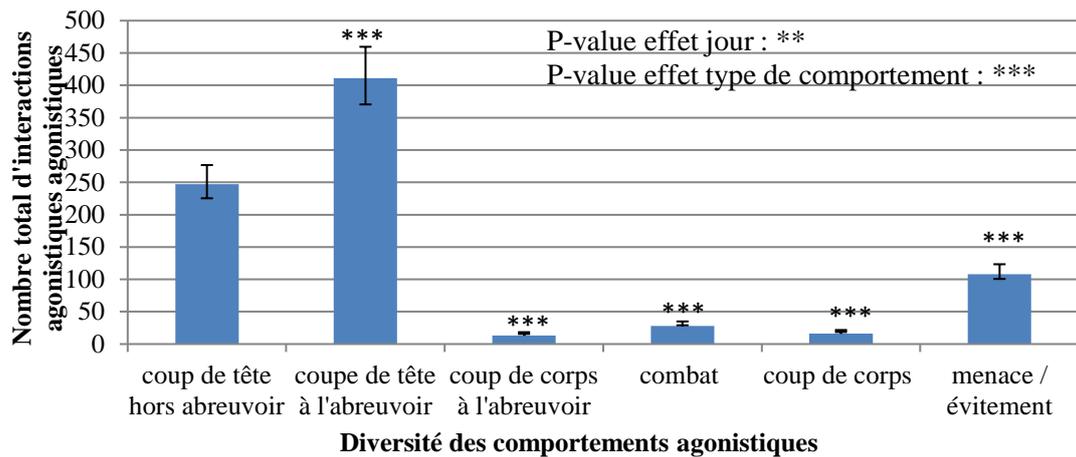
Les dynamiques horaires des nombres d'interactions agonistiques totales, strictement liées à l'abreuvement ou observées hors des abreuvoirs ont été fortement affectées par les zones de la stabulation (effet de l'interaction heure  $\times$  zone  $P < 0.001$ , figure 11). Les pics du nombre d'interactions agonistiques de 10h et de 18h ont particulièrement été marqués dans la zone 6 (figure 11A), cette dernière correspondant à la zone contenant deux abreuvoirs positionnés du côté du couloir d'alimentation (figure 1). Ils ont été moins marqués dans la zone 4 qui ne contenait qu'un abreuvoir positionné du côté du couloir d'alimentation, et dans les zones 1 et 3 qui contenaient des abreuvoirs positionnés du côté des logettes. Les pics du nombre d'interactions agonistiques de 10h et de 18h étaient pratiquement absents dans les autres zones, c'est-à-dire 2 et 5 qui ne contenaient aucun abreuvoir. Tout au long de la journée, très peu d'interactions agonistiques ont été observées dans les zones 2 et 5 (toujours moins de 5/h alors que ce nombre culminait à 27/h en zone 6 à 18h).

Lorsque seules les interactions agonistiques observées aux abreuvoirs ont été considérées (figure 11B), les pics de 10h et de 18h ont été observés pour les zones 1, 3, 4 et 6 mais ils ont été sensiblement plus marqués en zone 6. Un nombre négligeable de ces interactions a été observé en dehors de ces heures de pic (figure 11B). Lorsque seules les interactions agonistiques observées hors des abreuvoirs ont été considérées (figure 11C), les pics d'activité de 10h et de 18h ont été moins marqués. A 10h, seule une légère augmentation du nombre d'interactions a été observée en zone 4 avec moins de 5 interactions/h (figure 11C). A 18h, une augmentation du nombre d'activité a été observée en zone 6, 4 et 5 et cette dernière a perduré de façon stable jusqu'à 22h (figure 11C).

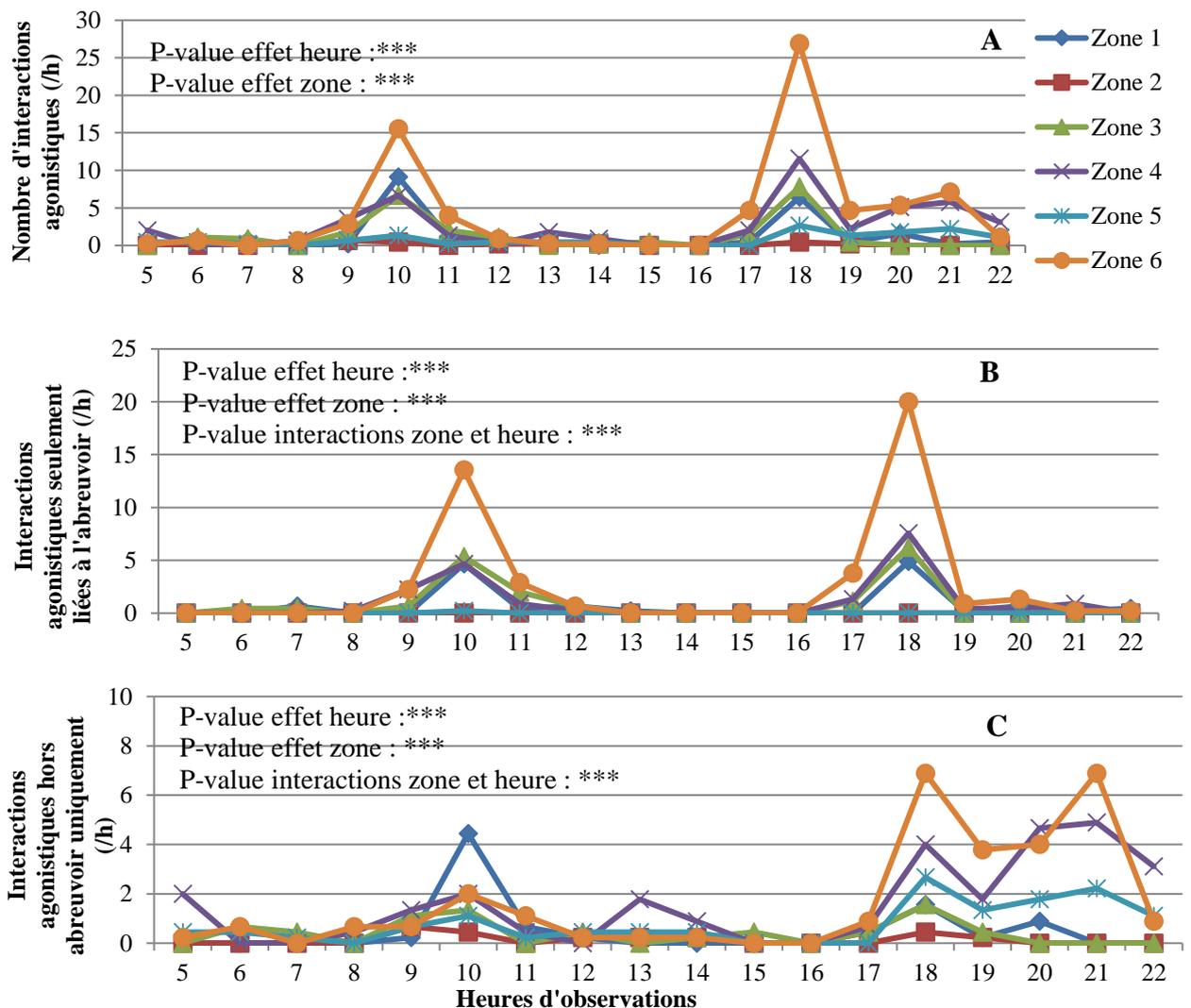
## **4.2 / Définition et caractérisation des groupes de hiérarchie sociale**

### **4.2.1/ Obtention de l'échelle de hiérarchie sociale et définition des groupes**

L'observation des 9 jours d'enregistrements vidéo a permis d'établir l'échelle de hiérarchie des 22 vaches du groupe (tableau 5). La vache de rang social le plus élevé avait une VD de 83,3 et 15 vaches qui lui étaient subordonnées sur un total de 18 vaches avec lesquelles elle



**Figure 10** : Expression des comportements agonistiques lors des interactions agonistiques, observées sur les 9 jours d'observations (Modèle d'ANOVA : nombre d'interactions agonistiques =  $\mu$  + effet jour + effet comportement + erreur avec N= 9 jours x 6 comportements. Les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard de la moyenne. Les symboles \* au-dessus des points indiquent si la moyenne est différente du premier comportement. \*\*\* : p-value < 0,001 ; \*\* : p-value < 0,01 ; \* : p-value < 0,05)



**Figure 11** : Effet de la zone sur le nombre d'interactions agonistiques observées par jour. (Modèle d'ANOVA : nombre d'interactions agonistiques =  $\mu$  + effet Jour + effet Heure + effet zone + effet de l'interaction zone:heure. \*\*\* : p-value < 0,001 ; \*\* : p-value < 0,01 ; \* : p-value < 0,05).

avait eu des interactions agonistiques. La vache de rang social la plus faible avait une VD de 13,2 et 2,5 vaches qui lui étaient subordonnées sur un total de 19 vaches avec lesquelles elle avait eu des interactions agonistiques. A partir de ce tableau, quatre groupes de hiérarchie sociale ont été constitués à partir d'intervalles de VD constants :  $VD > 70$  (groupe 'Dominantes +++', N=4),  $30 < VD \leq 50$  (groupe 'Dominantes +', N=6),  $30 < VD \leq 50$  (groupes 'Subordonnées +', N=9),  $VD \leq 30$  (groupe 'Subordonnées +++', N=3). Ni le nombre de relations hiérarchiques, ni le nombre d'interactions agonistiques de chacun des animaux n'ont été affectés par le groupe de hiérarchie sociale ( $P > 0,10$ , modèle : nombre de relations hiérarchiques =  $\mu$  + effet groupe social + erreur avec N= 9 jours x 4 groupes sociaux, Tableau 5, moyennes non montrées). Cependant, le nombre d'interactions agonistiques dominées a été plus faible pour les vaches du groupe 'Subordonnées +++' par rapport aux 3 autres groupes ( $P < 0,05$ ).

#### **4.2.2 / Place à l'auge, rang de lactation et performances zootechniques des groupes de hiérarchie sociale**

Dans le lot de vaches suivies, chaque vache avait une place attribuée à l'auge grâce à des portillons et un système d'identification. Le tableau 6 montre que seules les auges des vaches du groupe 'Subordonnées +++' ne sont pas bien réparties dans la stabulation, ces dernières étant concentrées du côté de la zone 6 (Figure 2). Pour tous les groupes de hiérarchie sociale, la majorité des vaches étaient de parité 1 ou 2, sans biais important entre les groupes (Tableau 7). Les productions laitières des vaches des groupes 'Subordonnées +' et 'Subordonnées +++' étaient inférieures à celles des autres groupes plus dominants ( $P < 0,001$ , Tableau 8) et l'ingestion et le poids vif des vaches du groupe 'Subordonnées +++' étaient inférieurs à ceux des autres groupes ( $P < 0,01$ ). Ni le stade de lactation moyen au premier jour d'observation, ni l'âge moyen des vaches n'a varié selon les groupes de hiérarchie sociale ( $P \geq 0,10$ , Tableau 8).

#### **4.3 / Comportement d'abreuvement du troupeau dans son ensemble**

En moyenne, les 22 vaches du groupe suivi ont bu sur les 9 jours de mesure  $26 \pm 5$  L/j et pendant  $176 \pm 32$  s/j. Leur nombre de visites a été de  $3 \pm 1$  /j pour un volume moyen bu de  $10 \pm 2$  L/visite et une durée de visite moyenne de  $68 \pm 14$  s/visite. De fortes disparités ont cependant pu être observées selon les abreuvoirs ou les groupes.

##### **4.3.1 / Les abreuvoirs utilisés**

Le volume bu par abreuvoir a été en moyenne de 301 L/j pour un temps d'utilisation moyen de 2116 s/j soit environ 35 min/j et un nombre de visite de 40,1 /j. Cependant, une forte

**Tableau 5:** Hiérarchie établie et présentation des groupes sociaux

Symbole vache	Valeur de Dominance	Nombre de vaches subordonnées à vache V	Nombre de relations hiérarchiques de la vache V	Nombre d'interactions agonistiques totales	Nombre d'interactions agonistiques dominées	Rang social hiérarchique	Groupe social
O	83,3	15	18	53	41	1	Dominantes +++
H	80,0	16	20	99	57	2	Dominantes +++
S	75,0	12	16	34	23	3	Dominantes +++
A	75,0	15	20	94	58	3	Dominantes +++
K	63,2	12	19	64	38	5	Dominantes +
W	60,5	11,5	19	78	43	6	Dominantes +
1	58,8	10	17	55	30	7	Dominantes +
#	57,1	12	21	85	51	8	Dominantes +
I	55,3	10,5	19	70	37	9	Dominantes +
X	52,5	10,5	20	129	68	10	Dominantes +
P	47,5	9,5	20	89	36	11	Subordonnées +
*	45,0	9	20	71	22	12	Subordonnées +
Z	45,0	9	20	107	47	12	Subordonnées +
4	45,0	9	20	86	36	12	Subordonnées +
E	44,4	8	18	86	39	15	Subordonnées +
B	40,0	6	15	46	19	16	Subordonnées +
2	40,0	8	20	140	58	16	Subordonnées +
N	36,7	5,5	15	50	21	18	Subordonnées +
L	34,6	4,5	13	34	16	19	Subordonnées +
U	21,4	3	14	29	5	20	Subordonnées +++
3	16,7	3,5	21	66	18	21	Subordonnées +++
8	13,2	2,5	19	91	19	22	Subordonnées +++

Valeur de Dominance (VD)= nombre de vaches subordonnées à vache V/nb de relations hiérarchiques de la vache

**Tableau 6 :** Nombre de vaches de chaque groupe social dans les groupes d'auges (%)

Groupe social \ Groupe auge <sup>1</sup>	1	2	3	4
Dominantes +++	33	20	20	0
Dominantes +	17	20	60	17
Subordonnées +	50	60	0	50
Subordonnées +++	0	0	20	33

<sup>1</sup>Les groupes d'auges sont définies sur la figure 2

**Tableau 7:** Nombre d'individus pour chaque rang de lactation dans les groupes sociaux

Groupe social \ Nombre lactations	1	2	>2	Total
Dominantes +++	3	1	0	4
Dominantes +	2	3	1	6
Subordonnées +	6	3	0	9
Subordonnées +++	2	1	0	3
Total	13	8	1	

**Tableau 8:** Descriptif des vaches pour chaque donnée zootechnique

	Dominantes +++	Dominantes +	Subordonnées +	Subordonnées +++	P-value groupe de dominance	ETR
PL (kg/VL/j)	35,2	34,3	28,5***	28,6***	***	3,6
MSI <sup>1</sup> (kg/VL/j)	21,9	24,0	20,8	19,0*	***	1,9
PV <sup>2</sup> (kg)	690	701	655	588**	**	39,3
Stade de lactation <sup>2</sup>	166,0	157,2	157,7	160,3		12,9
Age <sup>2</sup>	1080	129,8	1009,4	972,7		297,6

<sup>1</sup>Modèle d'ANOVA : paramètre zootechnique =  $\mu$  + effet jour + effet groupe social + effet jour x groupe + erreur avec N= 22 vaches x 4 groupes sociaux

<sup>2</sup>Modèle d'ANOVA paramètre =  $\mu$  + effet groupe + erreur avec N=22 vaches



disparité a pu être observée selon les abreuvoirs (Tableau 9). Les volumes d'eau bue et les durées d'abreuvement à l'échelle de la journée et du troupeau ont été systématiquement supérieurs pour l'abreuvoir 108.2 situé dans la zone 4 (zone avec couloir d'alimentation et un abreuvoir) et systématiquement inférieurs pour l'abreuvoir 107.3 situé dans la zone 3 (zone côté logettes avec 2 abreuvoirs) du côté de la barrière de la stalle et de la porte de sortie vers la traite, l'abreuvoir est dans un coin ( $P < 0,001$ ). Le nombre de visites par jour a également été plus élevé sur l'abreuvoir 108.2 et plus faible sur l'abreuvoir 107.3 mais l'abreuvoir 108.1 (situé à côté du 108.2 coté logette) présentait aussi un nombre de visites important alors que l'abreuvoir 107.4 (situé en zone 6 dans le couloir d'alimentation mais dans un coin côté barrière) présentait aussi un nombre de visite plus faible (effet abreuvoir,  $P < 0,001$ ).

Lorsque les paramètres d'utilisation des abreuvoirs ont été rapportés au nombre de vaches ayant effectivement utilisé les abreuvoirs, l'abreuvoir 108.2 est apparu toujours plus utilisé que les autres abreuvoirs à la fois en terme de volume bu par vache, de durée de visite par vache ou de nombre de visite (Tableau 7,  $P < 0,001$ ) à la seule différence que l'abreuvoir 108.1 présentait lui aussi des paramètres aussi élevés pour les volumes bus et les durées d'utilisation, voire plus élevé pour le nombre de visites par vache. Ces deux abreuvoirs avaient pour caractéristiques d'être situés dans une zone moins dense en abreuvoirs que les abreuvoirs 107.1, 107.2, 107.3 et 107.4 (Figure 1). Lorsque les paramètres d'utilisation des abreuvoirs ont été rapportés au nombre de vaches ayant effectivement utilisé les abreuvoirs, l'abreuvoir 107.2 est toujours apparu comme clairement moins utilisé.

Le nombre de vaches ayant bu chaque jour a été plus faible pour les abreuvoirs 107.3 et 107.4 (lieu dans les coins côté barrière) et pour l'abreuvoir 108.1 (zone 1 avec un abreuvoir coté logette) que pour les abreuvoirs 107.2 et 108.2 (abreuvoirs coté couloir d'alimentation) et 107.1 (abreuvoir coté logette dans une zone avec 2 abreuvoirs et dans le passage) (effet abreuvoir,  $P < 0,001$ , Tableau 7). Par contre, le volume bu par visite ou la durée des visites ont été plus forts pour l'abreuvoir 107.3 côté barrière ( $P < 0,001$ ) et plus faible pour l'abreuvoir 108.1 situé coté logette et isolé. Le volume bu par visite a été de 8,1L pour une durée de visite moyenne de 58 s.

#### **4.3.2 Dynamique horaire d'utilisation des abreuvoirs**

Les dynamiques horaires du volume bu, de la durée d'abreuvement ou du nombre de visites, exprimés par heure et par abreuvoir ont été marquées et sensiblement similaires (effet heure  $P < 0,001$ , Figure 12). Une forte augmentation de ces paramètres a été observée à partir de 9h00 pour atteindre un pic à 10h00 se poursuivant par une lente diminution jusqu'à 15h00.

**Tableau 9:** Paramètres d'abreuvement pour chaque abreuvoir de la case  
 (Modèle d'ANOVA : paramètre d'abreuvement =  $\mu$  + effet jour + effet abreuvoir + erreur avec N= 9 jours x 6 abreuvoirs)  
 \*\*\* : p-value < 0,001 ; \*\* : p-value < 0,01 ; \* : p-value < 0,05.

	<b>107.1</b> <b>(Zone 3)</b>	<b>107.2</b> <b>(zone 6)</b>	<b>107-3</b> <b>(zone 3)</b>	<b>107-4</b> <b>(zone 6)</b>	<b>108-1</b> <b>(zone 1)</b>	<b>108-2</b> <b>(zone 4)</b>	<b>P-value effet</b> <b>abreuvoirs<sup>1</sup></b>	<b>ETR</b>
<b>Volume bu (l/j)</b>	313,6	333,1	155,6***	272,3	311,3	420,2***	***	60,2
<b>Durée (s/j)</b>	2158	2257	1319***	1795†	2147	3022***	***	419,3
<b>Nombre de visites (/j)</b>	42,3	44,1	15,0***	31,2*	52,4*	55,8**	***	10,2
<b>Volume bu (l/j/VL)<sup>1</sup></b>	22,6	22,9	17,1***	23,7	28,4***	28,8***	***	3,1
<b>Durée (s/VL/j)</b>	155	155	144	156	196***	208***	***	23,7
<b>Nombre de visites (/VL/j)</b>	3,1	3,0	1,7***	2,7	4,8***	3,8*	***	0,72
<b>Nombre de VL ayant bu (/j)</b>	13,7	14,6	9,1***	11,5*	11,0**	14,7	***	2,06
<b>Volume bu/visite (L)</b>	7,7	7,8	10,3***	8,7†	6,1**	7,7	***	1,24
<b>Durée/visite (s)</b>	52,7	52,8	87,4***	57,6	41,8*	55,2	***	8,91

Ensuite une forte augmentation a été observée à partir de 17h00 pour atteindre le maximum de la journée à 18h00 et décroître ensuite fortement à 19h00 puis plus lentement jusqu'à 23h00. Les pics de 18h00 ont toujours été 2 à 3 fois plus élevés que ceux de 10h00. Ces dynamiques horaires ont été plus ou moins marquées selon les abreuvoirs (effet heure  $\times$  abreuvoir,  $P < 0,001$ , Figure 12). L'utilisation de l'abreuvoir 107.3 situé côté logettes le long des barrières, a peu été affectée par l'heure que ce soit en termes de volume, de durée ou de nombre de passages horaires. L'utilisation des abreuvoirs 107.2 et 108.2, situés côté couloir et quai d'alimentation en zones de passage, a été particulièrement augmentée au moment des pics d'utilisation de 10h00 et surtout de 18h00. Puis leur utilisation a rapidement décliné après ces pics, plus rapidement que celle des abreuvoirs 107.1 et 108.1 (situés côté logettes, en zone de passage) dont l'utilisation est devenue la plus forte parmi les 6 abreuvoirs lors des phases de décroissance. La dynamique horaire d'utilisation de l'abreuvoir 107.4 situé côté couloir d'alimentation hors zone de passage s'est caractérisée par une forte augmentation au moment des pics, mais qui est restée modérée par rapport à celles des abreuvoirs 108.2 et 107.2, et une diminution rapide après les pics.

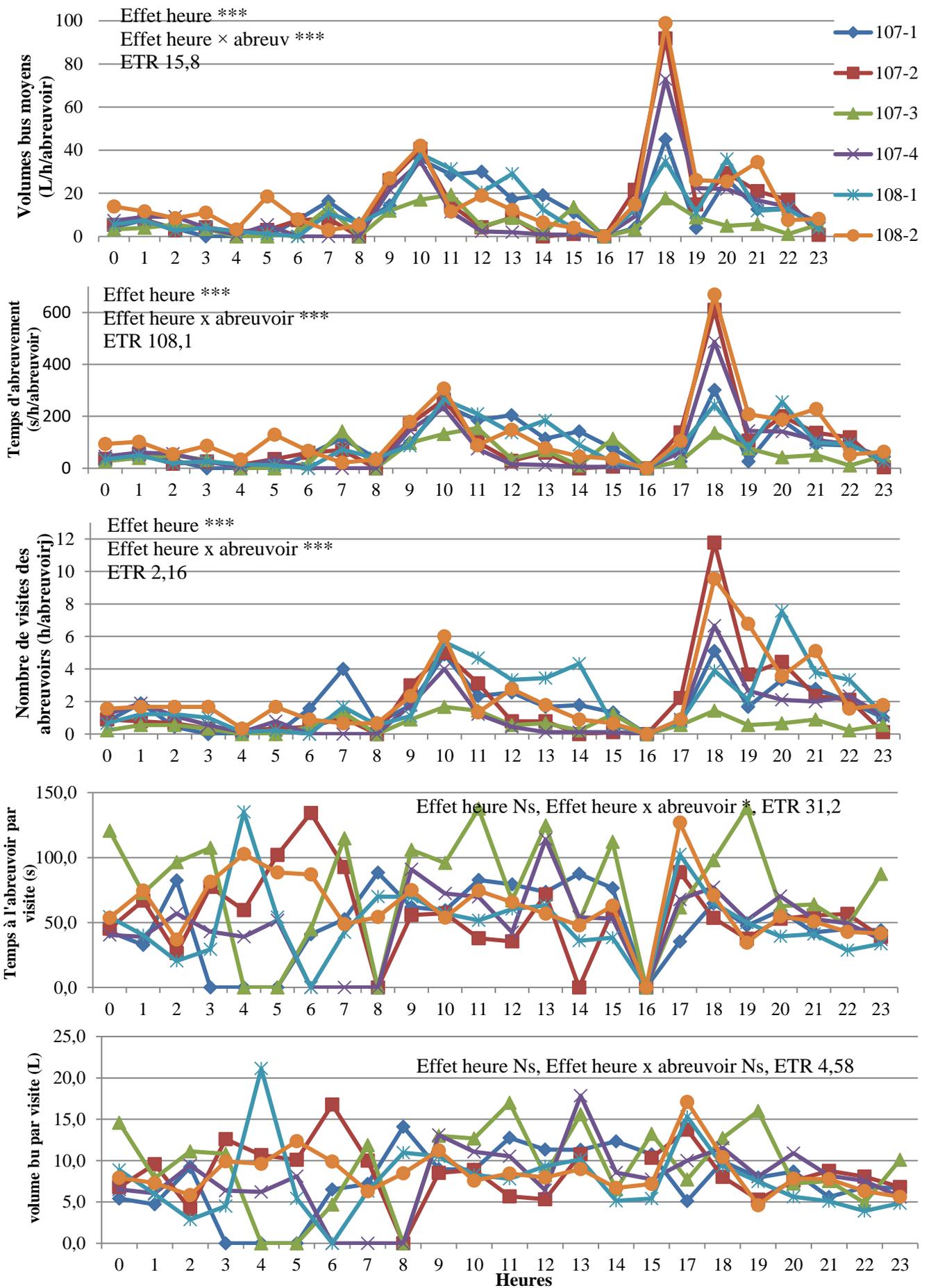
Les durées des visites ou les volumes d'eau bues par visite sont restés stables sur la journée (effet heure  $P > 0,10$ , Figure 18).

#### **4.4 / Effet du groupe social hiérarchique sur le comportement d'abreuvement**

##### **4.4.1 / Comportement d'abreuvement des groupes sociaux en termes de volumes, durée et nombre de visite d'abreuvement**

Les groupes 'Dominantes +++' et 'Dominantes +' ont significativement plus bu que les groupes 'Subordonnées +' et 'Subordonnées +++' (90,6 contre 77,4 l/VL/j,  $P < 0,001$ , tableau 10). Lorsque la quantité d'eau bue a été rapportée à la MSI, cette dernière a été plus faible pour le groupe 'Subordonnées +' par rapport aux 2 groupes dominants mais pas pour le groupe 'Subordonnées +++' ( $P < 0,01$ ). Les moyennes journalières des autres paramètres d'abreuvement, c'est à dire la durée d'abreuvement, le nombre de visites, le volume bu par visite ou la durée des visites n'ont pas été affectées par le groupe social ( $P > 0,10$ ).

Les dynamiques horaires du volume bu, de la durée d'abreuvement, du nombre de visites ou du volume bu par visite n'ont pas été affectés par le groupe social (interaction heure  $\times$  groupe social  $P > 0,10$ , figure 13). Néanmoins, les vaches des groupes 'Dominantes +++' et 'Dominantes +' ont augmenté la durée de leur visite aux abreuvoirs par rapport aux deux autres groupes sur les périodes horaires 4h00-7h00 et 14h00-17h00 (interaction heure  $\times$  groupe social  $P < 0,01$ , figure 13).



**Figure 12: Dynamique horaire des paramètres journaliers d'abreuvement** (Modèle d'ANOVA : paramètre d'abreuvement =  $\mu$  + effet jour + effet heure + effet abreuvoir + interaction abreuvoir et heure + erreur avec N= 6 abreuvoirs x 24 heures x 9 jours. \*\*\* : p-value < 0,001 ; \*\* : p-value < 0,01 ; \* : p-value < 0,05)

#### **4.4.2 / Utilisation des abreuvoirs selon les groupes sociaux**

Que l'on considère, le volume bu ou le nombre de visites, il apparaît que les vaches utilisent les abreuvoirs de façon sensiblement différente selon leur groupe social (interaction abreuvoir  $\times$  groupe social  $P < 0,001$ , tableau 9). Ainsi, les vaches du groupe 'Dominantes +++' boivent plus en volume dans l'abreuvoir 108.2, qui est par ailleurs l'abreuvoir le plus utilisé par le troupeau, moins en volume et en nombre de visites dans les abreuvoirs 107.3 et 107.4 (l'abreuvoir 107.3 étant le moins utilisé par le troupeau), et moins dans l'abreuvoir 107.2 en nombre de visites. A l'opposé, les vaches du groupe 'Subordonnées +++', ont plus bu en volume et en nombre de visites dans l'abreuvoir 108.1, qui est un peu moins utilisé par le troupeau que le 108.2, et plus en nombre de visites dans le 107.3, qui est l'abreuvoir le moins utilisé par le troupeau. Les vaches des groupes 'Dominantes +' et 'Subordonnées +' ont montré un comportement intermédiaire entre ces extrêmes. Celles du groupe 'Dominantes +' ont, comme les 'Dominantes +++', plus bu en volume et en nombre de visites dans l'abreuvoir 108.2 et moins dans l'abreuvoir 107.3 mais elles ont aussi plus bu en nombre de visites dans l'abreuvoir 107.2. Les vaches du groupe 'Subordonnées +' ont plus bu en volume dans l'abreuvoir 108.2 et en nombre de visites dans l'abreuvoir 108.1 et moins bu en volume et en nombre de visites dans l'abreuvoir 107.3.

Lorsque l'on considère la durée des visites, les variations de comportement entre les groupes sociaux ont été moindre (interaction abreuvoir  $\times$  groupe social  $P < 0,05$ , tableau 11). Les vaches du groupe 'Dominantes +++' ont eu des durées de visite supérieures sur les abreuvoirs 107.3 et 108.1 alors que les vaches des autres groupes n'ont eu des durées supérieures de visites que sur l'abreuvoir 107.3.

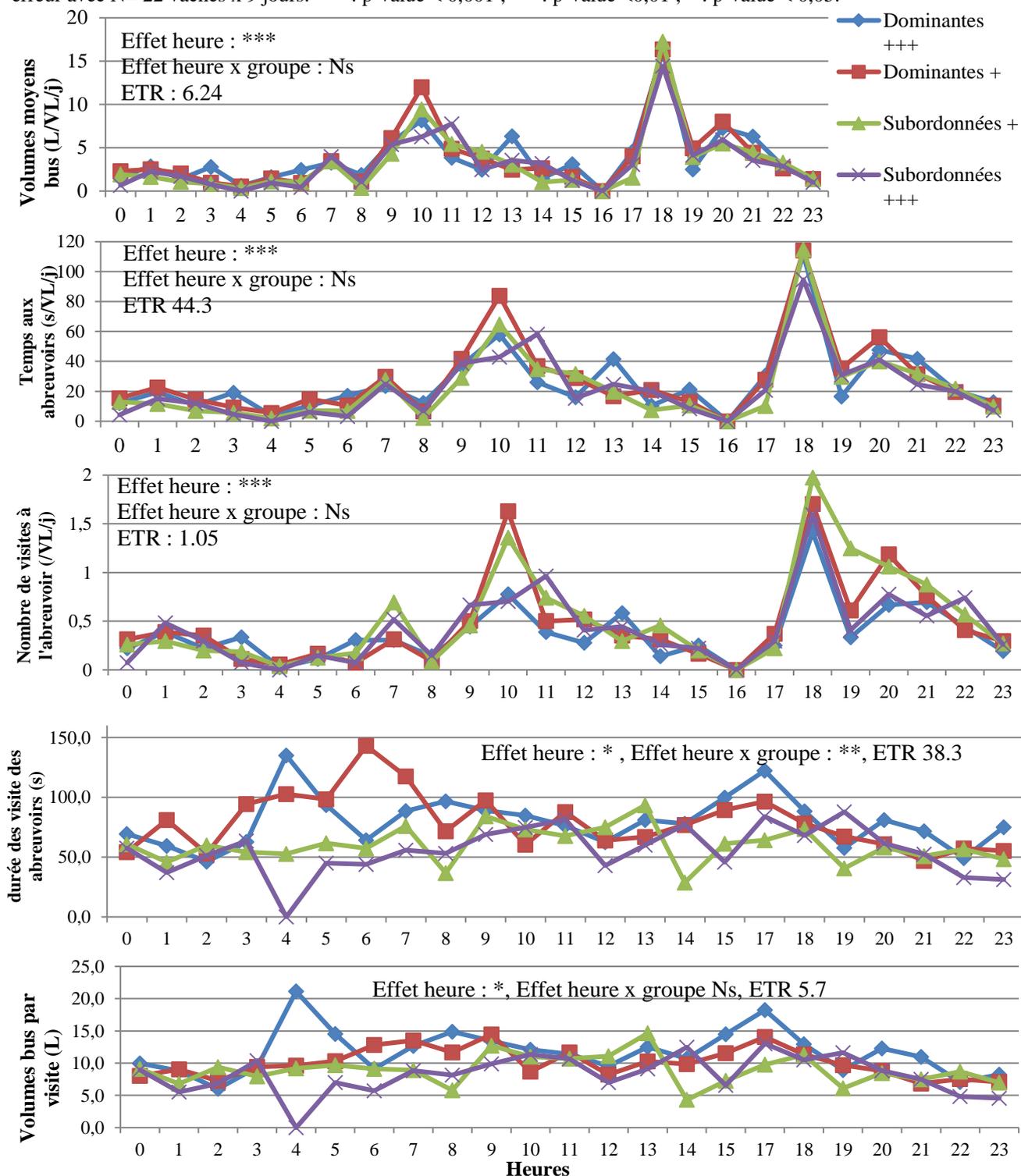
#### **5. / Discussion**

Les résultats que j'ai obtenus montrent clairement que l'abreuvement a été à l'origine de la majorité des interactions agonistiques observées au sein du groupe de vaches étudié dans la case considérée. Nous avons observé des interactions agonistiques avant tout dans les zones de la case comportant des abreuvoirs (zones 1, 3, 4 et 6) et plus de la moitié de ces interactions agonistiques consistaient en des coups de tête à l'abreuvoir. Nous pouvons estimer qu'une raison à cela est que les vaches étaient bloquées aux cornadis deux fois par jour à l'heure des repas, pendant environ une heure, qu'elles avaient accumulées une certaine soif après le repas, ce qui conduisait à ce que la majorité du troupeau veuille accéder aux abreuvoirs lorsqu'elles étaient libérées. Ceci est clairement illustré par les pics concomitants du nombre d'interactions agonistiques et des volumes d'eau bu après les repas. De plus, j'ai pu aussi observer que les vaches étaient en rivalité pour certains abreuvoirs, les plus convoités

**Tableau 10:** Paramètres d'abreuvement par jour par groupe social

Paramètre d'abreuvement	Dominantes +++	Dominantes +	Subordonnées +	Subordonnées +++	P-value groupe social <sup>1</sup>	ETR
Volume bu (l/j/VL) <sup>1</sup>	90,5	90,6	78,1	76,6	***	11,73
Volume bu (L/kg MSI)	4,15	3,78	3,71	4,02	**	0,4
Durée (s/VL/j)	620,6	666,5	540,4	525,1		143,2
Nombre de visites (VL/j)	8,9	11,2	12,3	10,1		8,5
Volume bu/visite (L)	11,7	10,0	9,5	9,1		26,55
Durée/visite (s)	79,3	73,5	64,0	61,4		4,14

<sup>1</sup>Modèle d'ANOVA : paramètre d'abreuvement =  $\mu$  + effet jour + effet groupe social + effet interaction jour et groupe + erreur avec N= 22 vaches x 9 jours. \*\*\* : p-value < 0,001 ; \*\* : p-value < 0,01 ; \* : p-value < 0,05.



**Figure 13 :** abreuvement par heure par groupe social (Modèle d'ANOVA : paramètre d'abreuvement =  $\mu$  + effet jour + effet heure + effet groupe social + effet interaction groupe et heure + erreur avec N= 22 vaches x 9 jours x 24 heures. \*\*\* : p-value < 0,001 ; \*\* : p-value < 0,01 ; \* : p-value < 0,05)

correspondant à ceux situés le plus près des auges et dans les zones de passage (notamment l'abreuvoir 108.2). Il est intéressant de noter également que les interactions agonistiques non identifiées comme liées à l'abreuvement se concentraient entre 18h et 22h, heures durant lesquelles les vaches étaient particulièrement actives et restaient debout dans la stabulation. Ces comportements étaient sans doute encouragés par l'absence humaine dans l'étable et se concentraient avant l'extinction de l'éclairage à 22h00.

Une question que l'on peut se poser est de déterminer si le fort effet de l'abreuvement sur les interactions agonistiques est un phénomène généralisable en fermes commerciales. La pratique de l'IEPL consistant à bloquer les vaches au cornadis après leur repas est assez spécifique de cette ferme et a pour double but d'empêcher que les vaches se couchent après la traite pour éviter les mammites et de réaliser un certain nombre de mesures sur ces animaux expérimentaux. Il ne fait aucun doute que cette pratique a pu exacerber les situations de compétitions à l'abreuvoir entre les animaux. Cependant, le nombre d'abreuvoirs disponibles par vache à l'IEPL a été particulièrement élevé dans la configuration étudiée avec 3,7 vaches par abreuvoir alors que les recommandations les plus sévères sont d'un maximum de 10 vaches par abreuvoir (Welfare quality, RSPCA). Etant donné que ces recommandations ne sont vraisemblablement pas respectées dans un grand nombre de fermes françaises (De Boyer des Roches), il est assez vraisemblable que la proportion d'interactions agonistiques liée à l'abreuvement soit aussi importante en fermes commerciales.

Un résultat intéressant de mon travail de stage est aussi que j'ai pu caractériser la hiérarchie sociale d'un troupeau de 22 vaches avec 9 jours d'observations vidéo en continu de 5h à 22h30 alors qu'on pensait que ces animaux exprimaient peu de comportements agonistiques. Ce travail a nécessité un temps important dédié à l'observation des vidéos qui fait qu'il ne pourrait en aucun cas être réalisé en dehors d'un contexte de recherche, même si les éleveurs connaissent en général les animaux les plus dominants ou subordonnés de leur troupeau. Une question pourrait être de savoir si la caractérisation de la hiérarchie sociale du troupeau aurait pu être réalisée avec moins de jours d'observation. Sur 9 jours d'observation, j'ai déjà pu constater une forte variabilité journalière du nombre d'interactions que je ne suis pas parvenue à expliquer et dans ces conditions, il paraît difficile de réduire le nombre de jours d'observations sans biaiser les résultats. Bien qu'ayant observé 828 interactions agonistiques, je n'ai pu considérer qu'une vache était dominante sur une autre qu'à partir du moment où elle avait dominé une interaction de plus, alors que ce chiffre était de 3 pour Wieranga (1990). Une raison à cette différence est sûrement que les vaches du groupe que j'ai étudié n'étaient en concurrence que pour peu de ressources, à la différence d'une

**Tableau 11:** Utilisation des abreuvoirs selon les groupes sociaux

Paramètre d'abreuvement	Groupe social	107.1 (Zone 3)	107.2 (zone 6)	107.3 (zone 3)	107.4 (zone 6)	108-1 (zone 1)	108-2 (zone 4)	p-value abreuvoir	p-value abreuvoir ×groupe	ETR
<b>Volume bu<sup>1</sup></b> (L/j/VL)	<b>Dominantes</b> +++	19,8	11,5	6,4 **	3,1 ***	18,0	31,4 *	***	/	19,54
	<b>Dominantes +</b>	13,0	23,8 **	5,2 *	21,1 *	7,1 †	17,2	***	/	17,08
	<b>Subordonnées</b> +	14,2	11,5	5,4 ***	12,1	15,1	19,1 *	***	/	15,50
	<b>Subordonnées</b> +++	9,7	13,6	16,6 †	8,2	20,4 **	6,6	**	/	14,68
	<b>Troupeau entier<sup>2</sup></b>							***	***	5,90
<b>Nombre visites<sup>1</sup></b> (/J/VL)	<b>Dominantes</b> +++	2,2	1,1 *	0,7 ***	0,4 ***	1,5	3,0	***	/	1,96
	<b>Dominantes +</b>	1,7	2,7 *	0,5 **	2,3	1,0	2,7 *	***	/	2,24
	<b>Subordonnées</b> +	2,1	2,0	0,5 **	1,4	3,5 **	2,7	***	/	3,11
	<b>Subordonnées</b> +++	1,5	1,8	1,5	1,1	3,1 **	0,9	**	/	2,13
	<b>Troupeau entier<sup>2</sup></b>							***	***	0,803
<b>Durée visites<sup>1</sup></b> (s)	<b>Dominantes</b> +++	68,5	70,6	86,5 *	54,3	93,1 *	71,0	*	/	28,65
	<b>Dominantes +</b>	63,4	65,0	100, 8 **	69,4	59,2	63,5	*	/	33,26
	<b>Subordonnées</b> +	67,7	56,8	94,9 ***	64,5	55,4	63,3	***	/	34,52
	<b>Subordonnées</b> +++	43,9	52,1	96,2 ***	55,7	53,7	52,9	***	/	27,67
	<b>Troupeau entier<sup>2</sup></b>							**	*	18,83

<sup>1</sup>modèle d'ANOVA: paramètres abreuvement (sélection groupe par groupe) =  $\mu$  + effet abreuvoir + jour + vache + erreur (N = nb vaches du groupe \* 9 jours \* 6 abreuvoirs). Les vaches qui n'ont pas bue à l'abreuvoir données ont une quantité d'eau bue de 0L pour une durée de 0 s.

<sup>2</sup>Modèle d'ANOVA: paramètre d'abreuvement =  $\mu$  + effet jour + effet abreuvoir + effet groupe + abreuvoir\* groupe + erreur avec N= 4 groupes x 6 abreuvoirs x 9 jours.

\*\*\* : p-value < 0,001 ; \*\* : p-value < 0,01 ; \* : p-value < 0,05.

partie de celles étudiées par Wieranga (1990) dont le nombre de places en logettes et d'auges était très limité (1,5 animal par place). Ceci a pu avoir pour conséquence les différences que j'ai pu constater sur le nombre d'interactions agonistiques par vaches et par jour entre les 2 études (4,2 à l'IEPL contre 5,7 pour Wieranga, 1990).

La caractérisation de la hiérarchie sociale du troupeau a permis de définir quatre groupes sociaux hiérarchiques qui se caractérisaient aussi par des différences sur certains paramètres zootechniques, susceptibles à la fois de résulter de restriction alimentaire ou d'abreuvement liées à la compétition ou de moduler les besoins physiologiques des vaches et leur motivation à s'alimenter et à s'abreuver. Ainsi, les deux groupes de vaches les plus subordonnées ('subordonnées +' et 'subordonnées +++') avaient des productions laitières plus faibles que les deux groupes de vaches plus dominantes. Le groupe des vaches les plus subordonnées se démarquait aussi par une MSI et un poids vif plus faibles. En conséquent, on peut se demander quelle est la cause et quelle est la conséquence. Est-ce que la position sociale de type 'subordonnée' entraîne un accès plus faible à la ressource, résultant en des individus plus légers et moins productifs, ou est-ce que des individus plus légers et moins productifs ont des besoins plus faibles, pour lesquels ils n'ont pas la nécessité d'être dominants pour les assouvir ? C'est une question classique soulevée par d'autres résultats publiés (Andersson et Lindgren, 1987). Le fait que le rapport eau bue/MSI soit significativement plus faible pour le groupes des vaches 'subordonnées +' pourrait suggérer que ces animaux ont néanmoins une difficulté d'accès à la ressource 'eau' peut-être du fait de leur statut de subordonnée. Ce résultat n'a cependant pas été retrouvé pour les vaches du groupe «subordonnées +++», mais leur effectif était réduit à 3 individus. Néanmoins, il n'est pas possible de conclure que cette potentielle limitation d'accès à l'abreuvement puisse être à l'origine des productions laitières moindres.

Finalement, je n'ai observé que peu d'effet des groupes sociaux hiérarchiques sur les paramètres d'abreuvement à l'échelle des moyennes journalières mais j'ai pu observer, selon les groupes, des différences de comportement d'abreuvement au cours de la journée ou d'abreuvoirs utilisés. Ainsi, parmi les paramètres d'abreuvement moyennés à l'échelle de la journée, seule la consommation journalière d'eau a été plus faible pour les vaches plus subordonnées. Cependant, une partie de cet effet a pu aussi être due à une production laitière moindre, une ingestion moindre et moins de besoins en eau, comme en témoignent des effets plus limités du groupe social sur la consommation journalière d'eau rapportée à la MSI. Par contre, les vaches des groupes les plus dominantes ont eu des visites aux abreuvoirs plus longues pendant les créneaux horaires durant lesquels les abreuvoirs étaient peu sollicités



(entre 4h00 et 7h00 ou entre 14h00 et 17h00) et les vaches des groupes subordonnées avaient des consommations d'eau plus importantes dans les abreuvoirs moins prisés (notamment le 107.3 qui se trouvait dans une zone de passage coté logettes) et moins importantes dans l'abreuvoir le plus prisé, le 108.2. On peut expliquer ce phénomène par l'idée que les vaches dominantes utilisaient l'espace à leur guise, sans contraintes particulières et en utilisant les abreuvoirs préférés par le troupeau.

## **6./ Conclusion**

Cet essai a permis pour la première fois de caractériser une hiérarchie sociale sur un groupe de vaches laitières au sein de l'UMR PEGASE. Les abreuvoirs connectés ont aussi permis de disposer d'un grand nombre de mesures de paramètres de description du comportement d'abreuvement sur un effectif important de vaches, ce qui est aujourd'hui une originalité. Cet essai a ainsi permis de montrer que la hiérarchie sociale du troupeau influençait le comportement d'abreuvement des vaches laitières, les vaches les plus subordonnées ayant moins recours aux abreuvoirs les plus utilisés par le troupeau, et les plus dominantes ayant de plus grosses buvées pendant les périodes durant lesquelles le troupeau buvait moins. Cependant, il est assez peu probable que ces différences de comportement d'abreuvement aient pu être à l'origine des moindres performances zootechniques des vaches des groupes sociaux les plus dominées car je n'ai observé que peu d'effet des groupes sociaux sur les quantités d'eau bue journalière rapportées à l'ingestion.

Il n'est pas impossible cependant que dans des conditions d'accès aux abreuvoirs plus sévères, les différences entre groupe sociaux soient exacerbées jusqu'à pénaliser les performances des vaches les plus subordonnées. Pour vérifier cette hypothèse, l'essai pourrait être répété en diminuant le nombre d'abreuvoirs disponibles dans la case, ou en diminuant le débit ou en restreignant les quantités d'eau bue par jour et par individu. Il pourrait aussi être utile de quantifier des indicateurs de déshydratation pour déterminer si les vaches laitières couvrent leur besoin en eau différemment selon les groupes sociaux. Mieux comprendre l'effet d'un accès restreint à l'eau sur un groupe de vaches laitières semble aujourd'hui nécessaire pour évaluer si l'amélioration de l'accès à l'eau des vaches dans les fermes commerciales peut contribuer à améliorer les performances de l'ensemble du troupeau. Rappelons qu'il existe sur ce critère d'accès à l'eau, une grande hétérogénéité dans les fermes françaises. (De Boyer des Roches et al, 2012). Il semble donc être un critère à ne pas négliger et à améliorer.



## **Bibliographie**

Andersson, M., Lindgren K., 1987. Effects of free or restricted acces to feeds and water, and social rank, on performance and behaviour of tied-up dairy cows. *Swedish Jurnal of acriculture Research*, 17, 85-92.

Andersson M., 1987. Effects of number and location of water bowls and social rank on drinking behaviour and performance of loose-housed dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 17, 19–31.

Andersson M., Schaar J. and Wiktorsson H., 1984. Effects of drinking water flow rates and social rank on performance and drinking behaviour of tied-up dairy cows. *Livestock Production Science* 11, 599–610.

Borchers MR. and Bewley JM., 2015. An assessment of producer precision dairy farming technology use, prepurchase considerations, and usefulness. *Journal of Dairy Science* 98, 4198–4205.

Boudon A. and Khelil-Arfa H., 2013. Les besoins en eau d’abreuvement des bovins laitiers : déterminismes physiologiques et quantification. *INRA Productions Animales*, numéro 3, 249-262.

de Boyer des Roches A., Mounier L., Coignard M., Bareille N., Guatteo R, Veissier I., 2012. Dairy cow welfare in 131 French commercial farms : major issues and the influence of farm type. *Conference: Rencontres Recherche Ruminants, At Paris, France, Volume:19, p277-280.*

Cardot V., Le Roux Y. and Jurjanz S., 2008. Drinking Behavior of Lactating Dairy Cows and Prediction of Their Water Intake. *Journal of Dairy Science* 91, 2257–2264.

Coimbra PAD., Machado Filho LCP. and Hötzel MJ., 2012. Effects of social dominance, water trough location and shade availability on drinking behaviour of cows on pasture. *Applied Animal Behaviour Science* 139, 175–182.

Coimbra PAD., Machado Filho LCP., Nunes PA., Hötzel MJ., de Oliveira AGL and Cecato U., 2010. Effect of water trough type on the drinking behaviour of pasture-based beef heifers. *animal* 4, 116–121.

Dickson D., Wieckert DA. and Barr GR., 1967. Social Relationship of Dairy Cows in a Feed Lot. *Behaviour* 29, 195–203.

Gomel O., soutenu le 11/03/19 à Agrocampus Ouest. Mesure de la dominance sociale au sein d’un troupeau de vache laitière en stabulation pour mieux comprendre la variabilité individuelle du comportement d’abreuvement. Rapport de stage, Master de l’Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage.

Grant RJ. and Albright JL., 2001. Effect of Animal Grouping on Feeding Behavior and Intake of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 84, E156–E163.

Grendahl, J., 1960. Vannmangel sore sykdoms~rsak hos ku. *Saertrykk av Medlemshl. Nor. Veterinaerforen.*, 14: 241--244. Hedr~n, A., 1974. Kers drikkevaner. *Tolvmandshladet*





Katelaar de lauwere C.C., Devir S., Metz J.H.M., 1995, The influence of social hierarchy on the time budget of cows and their visits to an automatic milking system, *Applied Animal Behaviour Science* 49, 199-211

Khelil-Arfa H, Boudon A, Maxin G. and Faverdin P., 2012. Prediction of water intake and excretion flows in Holstein dairy cows under thermoneutral conditions. *animal* 6, 1662–1676.

Little, W., Collis, K.A., Glead, P.T., Sansom, B.F., Allen, W.M. and Quick, A.J., 1980. Effect of reduced water intake by lactating dairy cows on behaviour, milk yield and blood composition. *Vet. Rec.*, 106: 547-551.

Lukas JM., Reneau JK. and Linn JG., 2008. Water Intake and Dry Matter Intake Changes as a Feeding Management Tool and Indicator of Health and Estrus Status in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 91, 3385–3394.

Meyer U., Everinghoff M., Gädeken D. and Flachowsky G., 2004. Investigations on the water intake of lactating dairy cows. *Livestock Production Science* 90, 117–121.

Mollier P., 2017. Ce que l'élevage de précision peut apporter au bien-être animal, [http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Systemes-agricoles/Tous-les-dossiers/Bien-etre-des-animaux-d-elevage-la-recherche-pour-eclairer-le-debat/Ce-que-l-elevage-de-precision-peut-apporter-au-bien-etre-animal/\(key\)/4](http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Systemes-agricoles/Tous-les-dossiers/Bien-etre-des-animaux-d-elevage-la-recherche-pour-eclairer-le-debat/Ce-que-l-elevage-de-precision-peut-apporter-au-bien-etre-animal/(key)/4), consulté le 07 / 08 / 2019 à 15 h 30. (Pascale Mollier est chargée de communication à l'INRA)

RSPCA., 2018. RSPCA welfare standards for dairy cattle.

Raymond M., soutenu en 2018 à Agrosup Dijon. Validation d'un système automatisé d'enregistrement individuel des buvées d'un troupeau de vaches laitières. Mémoire de fin d'études. Formation ingénieur Agrosup Dijon.

Teixeira DL., Hötzel MJ. and Machado Filho LCP., 2006. Designing better water troughs. *Applied Animal Behaviour Science* 96, 169–175.

Wierenga HK., 1990. Social dominance in dairy cattle and the influences of housing and management. *Applied Animal Behaviour Science* 27, 201–229.

Welfare Quality®, 2009. Welfare Quality® assessment protocol for cattle. Lelystad, Netherlands:



Diplôme : Ingénieur  
Spécialité : agronome  
Spécialisation / option : Sciences et Ingénierie des Productions Animales  
Enseignant référent : Vanessa Lollivier

Auteurs(s) : Camille GERARD  
Date de naissance\* : 05/06/1995

Organisme d'accueil : INRA St Gilles  
Adresse : 16, le clos, domaine de la Prise  
35590, Saint-Gilles  
Maître de stage : Anne Boudon

Nb pages : 22 Annexe(s) : 0

Année de soutenance : 2019

Titre français : « Influence de la hiérarchie sociale du troupeau sur le comportement d'abreuvement des vaches laitières »  
Titre anglais : "Influence of the social hierarchy of the herd on the milking cows' drinking behavior. "

Résumé (1600 caractères maximum) :

Le but de ce mémoire était de vérifier si la hiérarchie sociale d'un troupeau de vaches laitières pouvait influencer leur comportement d'abreuvement, l'enjeu étant d'évaluer si des conditions d'accès à l'abreuvement non optimales en fermes peuvent avoir des conséquences sur les performances et le bien-être des vaches les plus subordonnées. Nous avons utilisé un modèle d'abreuvoirs connectés et individuels qui reconnaît les boucles RFID des vaches et mesure la taille et la durée des buvées. Nous avons étudié un lot de 22 vaches Prim'Holstein en lactation issues du troupeau de la ferme expérimentale IEPL de l'INRA. Les interactions agonistiques des vaches ont été filmées pendant 9 jours pour caractériser la hiérarchie du troupeau. Quatre groupes sociaux hiérarchiques ont été définis. La majorité des comportements agonistiques se manifestaient après les repas, au niveau des abreuvoirs. Les vaches des groupes les plus subordonnées avaient moins recours aux abreuvoirs les plus utilisés par le troupeau, et de plus grosses buvées pendant les périodes durant lesquelles le troupeau buvait moins. Elles avaient aussi des productions laitières plus faibles, une moindre ingestion et étaient plus légères. Enfin, leur volume d'eau bu journalier était plus faible. La suite de ce travail devra consister à déterminer si un lien existe entre les moindres performances zootechniques des vaches les plus subordonnées et leur comportement d'abreuvement plus restreint.

Abstract (1600 caractères maximum) :

The aim of this report was to verify if the social hierarchy of milking cows influences their drinking behavior, specifically if non optimal drinking access conditions on farms could have consequences on the performance and welfare of the cows that are most subordinate. We have used a model of connected and individual drinking bowls which are able to recognize the individual ear tags of each cow with an RFID system and measures the volume and duration that a cow drinks. A group of 22 Prin'Holstein lactating cows from the herd of the experimental farm IEPL from INRA were studied. The cows were filmed for 9 days and agonistic interactions were used to identify the herds hierarchy. Four groups of social hierarchy were identified from very dominant to very subordinate cows. The majority of the agonistic interactions happened after eating and next to the drinking bowls. The group of cows that were the most subordinate used the bowls most used by the herd less often. They also drank a larger quantity during the period when the herd drank the least. The most subordinate cows also produced less milk, exhibited lower ingestion and were lighter in weight. Finally, their total daily volume of water consumption was less than that of the other social groups. The following report aims to determine if there is a possible link between the reduced zootechnical performance of the most subordinate cows and their drinking behavior.

Mots clés : hiérarchie social, comportement d'abreuvement, groupes sociaux, performances zootechniques

Keys Words : social hierarchy, drinking behavior, social groups, zootechnical performances