



**HAL**  
open science

# Le robot mobile : une alternative innovante afin de concilier traite robotisée et système de production de lait avec pâturage

Thomas Meignan

## ► To cite this version:

Thomas Meignan. Le robot mobile : une alternative innovante afin de concilier traite robotisée et système de production de lait avec pâturage. Sciences agricoles. 2014. dumas-01108799

**HAL Id: dumas-01108799**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01108799>**

Submitted on 23 Jan 2015

**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



Année universitaire : 2013-2014

Spécialité :

Sciences et productions animales

Spécialisation (et option éventuelle) :

Ingénierie zootechnique

### 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)

# Le robot mobile, une alternative innovante afin de concilier traite robotisée et système de production de lait avec pâturage

Par : Thomas MEIGNAN

***Soutenu à Rennes le 12 septembre 2014***

***Devant le jury composé de :***

Président : Mme Vanessa LOLLIVIER

Rapporteur : M Pierre-Guy MARNET

Maître de stage : Mme Valérie BROCARD

Enseignant référent : Mme Catherine DISENHAUS

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

## REMERCIEMENTS

---

Je tiens en premier lieu à remercier Madame Valérie Brocard, ma maitre de stage, pour m'avoir permis de réaliser ce stage, ainsi que pour son encadrement, ses conseils et sa bonne humeur tout au long de cette expérience.

Je tiens aussi à remercier Monsieur Pascal Le Cœur, Madame Claudie Jeffroy et toute l'équipe technique de Trévarez pour m'avoir accueilli sur la ferme expérimentale de Trévarez, pour leur disponibilité et les échanges que j'ai pu avoir avec eux pendant ces six mois de stage.

Je tiens également à remercier Monsieur Julien François, Monsieur Benoit Portier et Monsieur Sébastien Guiocheau pour leur collaboration au cours de ce stage.

Merci à toute l'équipe du Rheu et à Monsieur Thierry Brun de l'Institut de l'Elevage pour leurs conseils et leur disponibilité,

Merci aux différents éleveurs qui ont pris le temps de m'accueillir dans leurs exploitations.

Je remercie Madame Catherine Disenhaus pour son rôle de tutrice et l'aide apportée au cours de ce stage.

Enfin, merci aux différents stagiaires rencontrés durant ce stage.



## SOMMAIRE

---

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des annexes

Liste des figures

Liste des tableaux

Avant-propos

Introduction .....	1
1 Bibliographie .....	2
1.1 Des dispositifs variés afin d'assurer la mobilité du bloc traite robotisé .....	2
1.1.1 Intérêt d'un robot de traite mobile .....	2
1.1.2 Éléments à intégrer dans le dispositif mobile.....	2
1.1.3 Infrastructures .....	2
1.2 Systèmes de pâturage, facteurs de motivations et performances zootechniques associés aux robot mobiles.....	4
1.2.1 Effet de la distance pâture-robot.....	4
1.2.2 Effet du mode de pâturage.....	4
1.2.3 Effets des interventions humaines et de la présence d'eau dans les parcelles .	5
1.2.4 Surcoût de la mobilité.....	5
2 Matériels et méthodes .....	6
2.1 Parcelle globale de S3 et assolement.....	6
2.2 Conduite du troupeau.....	6
2.3 Site hivernal .....	7
2.3.1 Bâtiment et circulation .....	7
2.3.2 Parcelle et gestion du pâturage .....	7
2.4 Site estival.....	7
2.4.1 Mobilité et aménagements .....	7
2.4.2 Transfert.....	8
2.4.3 Parcelle et gestion du pâturage .....	8
2.5 Stockage et traitement de données .....	9
3 Résultats et discussion.....	9
3.1 Gestion du transfert.....	9
3.2 Fréquence des alarmes et fiabilité technologique.....	10
3.3 Valorisation du pâturage 2014.....	11
3.3.1 Sur le site hivernal.....	11
3.3.2 Sur le site estival .....	11
3.4 Performances zootechniques .....	13
3.4.1 Autorisations de traite et intervalle minimum de traite.....	13
3.4.2 Fréquence de traite .....	13



3.4.3	Vitesse d'adaptation des animaux et interventions humaines.....	14
3.4.4	Distribution des traites.....	15
3.4.5	Intervalle de traite.....	16
3.4.6	Production laitière .....	16
3.5	Travail .....	17
3.6	Calendrier fourrager et marge sur coût alimentaire .....	17
3.7	Place de la période estivale 2014 par rapport aux autres périodes.....	19
	Conclusion .....	20
	Bibliographie .....	21
	Annexes	





## LISTE DES ABREVIATIONS

---

<b>AB</b>	Agriculture Biologique
<b>AGM</b>	Autograssmilk
<b>CA</b>	Chambre(s) d'Agriculture
<b>CASDAR</b>	Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural
<b>CCS</b>	Comptage des Cellules Somatiques du lait
<b>cm</b>	Centimètre
<b>FT</b>	Fréquence de traite
<b>GA</b>	Grande Annexe
<b>h</b>	Heure
<b>ha</b>	Hectare
<b>He</b>	Hauteur en entrée
<b>Hs</b>	Hauteur en sortie
<b>j</b>	Jour
<b>JA</b>	Jours d'Avance au pâturage
<b>kg</b>	Kilogramme
<b>m</b>	Mètre
<b>MS</b>	Matière Sèche
<b>P</b>	Période
<b>PA</b>	Petite Annexe
<b>PL</b>	Production laitière
<b>RGA</b>	Ray-Grass Anglais
<b>SHD</b>	Stock d'Herbe Disponible
<b>TB</b>	Trèfle Blanc
<b>TB</b>	Taux Butyreux
<b>TP</b>	Taux Protéique
<b>TV</b>	Trèfle Violet
<b>VL</b>	Vache Laitière



## LISTE DES ANNEXES

---

### Annexes

Annexe I – Présentation du projet Autograssmilk

Annexe II – Plan du bâtiment et circulation sur le site hivernal

Annexe II.1 – Plan du bâtiment et circulation période hivernale

Annexe II.2 – Plan du bâtiment et circulation en période de pâturage

Annexe III – Plan de la plate-forme du site estival

Annexe IV – Compte-rendu du transfert du robot de l'Université de Liège

Annexe V – Aménagement du parcellaire du site estival (Bescou, 2012)

Annexe VI – Questionnaire d'enquête sur le temps de travail sur une semaine à réaliser chaque saison

Annexe VII – Compte-rendu du transfert de la porte de tri sur le site estival à Trévarez

Annexe VIII – Déroulement détaillé du transfert du bloc de traite et des animaux sur le site estival à Trévarez

Annexe IX – Résumé photographique avec commentaires du transfert du robot mobile à Trévarez

Annexe X – Evolution de la croissance de l'herbe en 2013 et 2014

Annexe XI-1 – Planning de pâturage 2014 sur le site estival représentant le premier cycle

Annexe XI-2 – Planning de pâturage 2014 sur le site estival représentant le 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> cycle de pâturage

Annexe XII – Répartition géographique des vaches sur le site estival entre 6h et 22h en % du nombre total de vaches présentes (données issues de Beck, à paraître)



## LISTE DES FIGURES

---

- Figure 1 – Evolution du nombre d'exploitations équipées d'au moins un robot de traite en France (Allain, 2014).
- Figure 2 – Relation entre coût de production du lait et part d'herbe pâturée dans la ration (Dillon et al., 2005).
- Figure 3 – Différents robots mobiles testés. A : Bloc traite embarqué sur un automoteur en Hollande. B : Bloc traite embarqué sur caisson routier au Danemark. C et D : Robot de traite sur remorque déplaçable ponctuellement en Belgique (C) et en France (D).
- Figure 4 – Aire d'attentes stabilisées. A : Caillebotis avec copeaux de bois à Liège. B : Caillebotis avec fosse à Trévarez.
- Figure 5 – Effet du robot de traite mobile sur la production laitière de vaches primipares au cours d'une lactation (Oudshoorn, 2009).
- Figure 6 – Parcellaire global de la ferme expérimentale de Trévarez affecté à chacun des trois systèmes.
- Figure 7 – Assolement (en ha) du système S3 en 2014.
- Figure 8 – Evolution du nombre de vaches en lactation et du stade de lactation moyen du troupeau S3 au cours de l'année 2013-2014.
- Figure 9 – Parcellaire du site hivernal.
- Figure 10 – Plate-forme d'accueil du site estival.
- Figure 11 – Parcellaire du site estival. Uniquement la zone Sud. Zone Nord de 16ha supplémentaires de l'autre côté de la route potentiellement accessible quelques heures par jour en cas de forte sécheresse.
- Figure 12 – Explication du calcul de la production laitière en jour civil (Dehédin, 2013).
- Figure 13 – Notifications à l'éleveur du robot 24h/24 du 23/02/2014 au 31/07/2014.
- Figure 14 – Alarmes téléphoniques « majeures » du robot 24h/24 du 23/02/14 au 31/07/2014.
- Figure 15 – Planning de pâturage 2014 sur le site hivernal du 24/03/2014 au 12/05/2014.
- Figure 16 – Evolution de la fréquence de traite avant et après le transfert entre le 25/03/2014 et 31/07/2014.
- Figure 17 – Evolution du nombre de vaches poussées au robot par les vachers du 15/05/2014 au 31/07/2014 sur le site estival.
- Figure 18 – Distribution moyenne des traites sur 24h avant et après le transfert et en fonction des modifications de paramètres de traite, avec en abscisse le créneau horaire et en ordonnée le pourcentage de traites réalisées sur 24h.
- Figure 19 – Evolution de la production laitière par vache par jour avant et après le transfert de site, et du stade de lactation moyen du troupeau.
- Figure 20 – Evolution de la production laitière par vache par jour avant et après le transfert de site le 13 mai et de la fréquence de traite.
- Figure 21 – Calendrier fourrager 2014 en prenant comme hypothèse 17kg MS ingérée totale.
- Figure 22 – Quantité de MS ingérée (ou estimée pour l'herbe pâturée) en kg MS par vache en 2013 et sur 7 mois en 2014.
- Figure 23 – Comparaison des coûts alimentaires 2013 et 2014 sur les six premiers mois de l'année.
- Figure 24 – Répartition des vélages depuis la mise en route du robot de traite mobile.
- Figure 25 – Evolution du TP, du TB, de la lipolyse et des cellules au tank du 13/05/2013 au 08/07/2014. « Ref » désigne le seuil de pénalisation par la laiterie.









## LISTE DES TABLEAUX

---

- Tableau 1 – Evolution des systèmes de pâturage avant et après installation d'un robot de traite. B : Belgique, DK : Danemark, D : Allemagne, NL : Hollande, F : France.
- Tableau 2 – Principaux atouts et contraintes de la production de lait avec de l'herbe (Chambres d'Agriculture Bretagne et Pays de la Loire, 2011 ; Lusson, 2012 ; Dufrasne et al., 2013).
- Tableau 3 – Présentation de la « mobilité » des robots déplaçables. (1) (De Haan et al., 2010 ; Philipsen et al., 2011) (2) (Oudshoorn, 2008 ; Oudshoorn et Hansen, 2009) (3) (Dufrasne et al., 2012 ; Dufrasne et al., 2013).
- Tableau 4 – Caractéristiques des robots déplaçables. (1) (De Haan et al., 2010 ; Philipsen et al., 2011 ; Oudshoorn et al., 2013) (2) (Oudshoorn, 2008 ; Oudshoorn et Hansen, 2009 ; Oudshoorn et al., 2013) (3) (Dufrasne et al., 2012 ; Dufrasne et al., 2013 ; Oudshoorn et al., 2013).
- Tableau 5 – Récapitulatif de plusieurs études combinant robot de traite mobile et pâturage. (1) (Oudshoorn, 2008 ; Oudshoorn et Hansen, 2009 ; Oudshoorn et al., 2013) (2) (De Haan et al., 2010 ; Philipsen et al., 2011 ; Oudshoorn et al., 2013) (3) (Dufrasne et al., 2012 ; Dufrasne et al., 2013 ; Oudshoorn et al., 2013) \*MAMS : Mobile Automatic Milking System, FT : Fréquence de traite (traites/VL/j), PL : production laitière (kg/VL/j). \*\*Différences significatives.
- Tableau 6 – Surcoûts liés à la mobilité du bloc de traite selon les prototypes.
- Tableau 7 – Comparaison des investissements au sein de l'essai hollandais entre le robot mobile le robot au bâtiment (De Haan et Evers, 2010).
- Tableau 8 – Composition des prairies du site estival.
- Tableau 9 – Bilan des temps de travaux nécessaires au transfert de la porte de tri, du bloc traite et des animaux.16
- Tableau 10 – Evolution de la croissance de l'herbe et du nombre de jours d'avance au cours de la saison de pâturage 2014 sur le site hivernal puis sur le site estival à partir du 14 mai jusqu'au 31/07/2014. Une comparaison avec l'évolution de la croissance de l'année 2013 est disponible en Annexe X.
- Tableau 11- Hauteurs moyennes en entrée et en sortie des parcelles sur le site estival du 13/05/2014 au 31/07/2014.
- Tableau 12 – Changements de différents paramètres d'autorisations de traite et de circulation au cours de la saison de pâturage 2014.
- Tableau 13 – Evolution de l'intervalle de traite (IT) avant et après transfert du robot sur le site estival, du 25/03/2014 au 31/07/2014, et en fonction des changements d'autorisation de traite.
- Tableau 14 – Evaluation du temps de travail moyen par jour en semaine et en week-end sur le site estival (100% pâturage) et comparaison avec le site hivernal (100% bâtiment).
- Tableau 15 – Description des performances laitières moyennes du troupeau au cours des différentes périodes du 16/05/2013 au 31/07/2014.







## AVANT-PROPOS

---

Le but de ce mémoire n'étant pas de lister toutes les tâches réalisées durant le stage, il se concentre sur l'analyse descriptive de l'expérimentation d'un robot mobile réalisée sur la ferme expérimentale de Trévarez, et plus particulièrement de la saison de pâturage de l'année 2014.

Des analyses statistiques ont été réalisées, mais leur apport n'est pas suffisant pour qu'elles soient détaillées dans ce rapport. Le travail réalisé au sein du projet Autograssmilk au niveau des fermes pilotes n'y figure pas non plus.

Enfin, les résultats sont traités et discutés au sein de la même section afin d'assurer la pertinence de la lecture du mémoire.

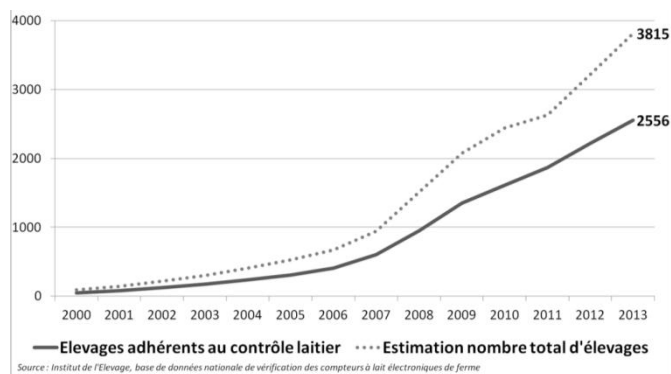


Figure 1 – Evolution du nombre d'exploitations équipées d'au moins un robot de traite en France (Allain, 2014).

Tableau 1 – Evolution des systèmes de pâturage avant et après installation d'un robot de traite. B : Belgique, DK : Danemark, D : Allemagne, NL : Hollande, F : France.

Pays	Etude	Zéro pâturage	Parcours	Pâturage 100%
B, DK, D, NL	Mathijs (2004)	20% → 51%	52% → 39%	28% → 10%
F	Veyssset et al. (2001)	32% → 52%	27% → 48%	41% → 0%
F	Tournaire (2001)	24% → 50%	35% → 20%	41% → 30%
F (Bretagne)	Fleuret et al. (à paraître)	0% → 19%	77% → 66%	23% → 5%

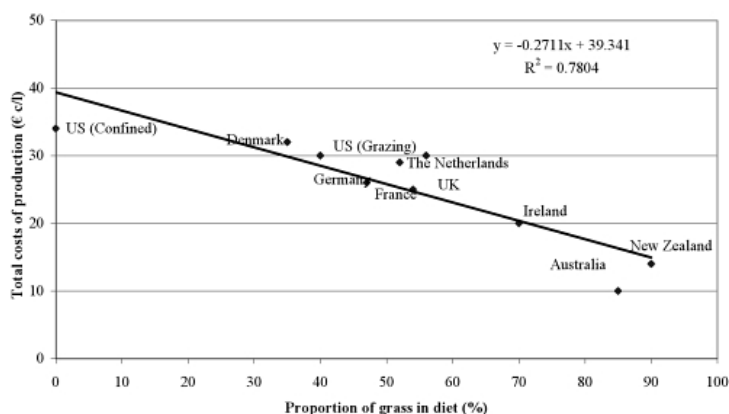


Figure 2 – Relation entre coût de production du lait et part d'herbe pâturée dans la ration (Dillon et al., 2005).

Tableau 2 – Principaux atouts et contraintes de la production de lait avec de l'herbe (Chambres d'Agriculture Bretagne et Pays de la Loire, 2011 ; Lusson, 2012 ; Dufrasne et al., 2013).

Atouts	Contraintes
<b>Economie</b>	<b>Morcellement</b> du parcellaire <b>Dépendance</b> aux conditions climatiques <b>Technicité du pâturage, gestion difficile</b> de la pousse de l'herbe <b>Incertitude des stocks</b> , rendement en herbe inférieur au maïs
<b>Qualité du fourrage</b> Aliment équilibré en azote et en énergie, sans besoin de correcteur azoté et de concentrés	
<b>Environnement</b> Biodiversité, stockage C, rétention d'eau, stabilisation des sols, lutte contre l'érosion, couverture permanente des sols	
<b>Qualité nutritionnelle du lait</b>	
<b>Bien-être animal</b>	
<b>Travail</b> Travaux moins pénibles, moins de travaux de tracteur et d'entretien du bâtiment.	
<b>Sociétal</b> Image de l'éleveur Entretien du paysage	

## INTRODUCTION

---

Le nombre d'exploitations laitières équipées d'un robot de traite suit une croissance quasi exponentielle depuis le début des années 2000 dans le monde (De Koning, 2010). Cette conjoncture est semblable en France avec une intensification depuis 2007 notamment. Allain (2014) estime que 5,5% des exploitations françaises, soit environ 3800 élevages, sont équipées d'un robot de traite en 2013 (Figure 1), et représentaient 20% des installations mondiales en 2012 (Portier, 2012). Les principales motivations d'achat de ces robots de traite de plus en plus fiables technologiquement, équipant une nouvelle installation française sur deux (Lefranc, 2014), sont la limitation de l'astreinte de la traite, le confort du travail, le manque de disponibilité en main d'œuvre qualifiée et l'attrait pour les nouvelles technologies (Bony et Pomiès, 2002 ; Meskens et Mathijs, 2002 ; Fleuret, 2011 ; Cogedis Fideor, 2014).

Cependant leur mise en place entraîne globalement une baisse, voire une suppression totale du pâturage (Tableau 2). En effet, la gestion et la fréquentation du robot semblent plus faciles pour les éleveurs en gardant le troupeau près de l'étable, ou dans l'étable (Dufrasne et al., 2013). L'augmentation de la taille des exploitations et la difficulté d'accessibilité des parcelles qui en résulte (routes, parcellaire morcelé), l'augmentation de la taille des troupeaux, l'aménagement de voies de circulation, la difficulté de la gestion du système pâturant, des objectifs de performances laitières à atteindre notamment en fréquence de traite, ou encore le comportement grégaire des vaches constituent une liste non-exhaustive de facteurs défavorables à la pratique du pâturage en traite robotisée. De plus, les éleveurs manquent de références et d'outils afin de combiner robot et pâturage (Autograssmilk, 2012).

Pourtant, les bienfaits du pâturage sont divers. L'herbe pâturée représente un gain économique par la réduction du coût de production (Figure 2). Ainsi, plus la part d'herbe dans la ration augmente, plus le coût de production sera faible (Dillon, 2005). En effet, l'achat d'aliments est moindre, le coût de mécanisation très faible, l'herbe étant récoltée par l'animal lui-même. C'est la ration la moins onéreuse pour produire du lait (Delaby, 2009). Les prairies apportent également des effets bénéfiques à l'environnement, etc (Tableau 2). Le pâturage améliore aussi la santé des vaches, leur longévité (Burow et al., 2011), leurs capacités locomotrices (Hernandez-Mendo et al., 2006 ; Bizeray-Filoche, 2010) très liées au bien-être animal (von Keyserligk, 2009), l'expression des chaleurs (Disenhaus, 2010).

Afin que les éleveurs utilisateurs de robot de traite puissent bénéficier des nombreux avantages de l'intégration d'herbe pâturée dans la ration, un projet européen Autograssmilk (AGM) réunissant 6 pays (Irlande, Danemark, Suède, Pays-Bas, Belgique et France) a été élaboré. Ainsi, son objectif principal est d'accroître la compétitivité de l'élevage laitier européen en réussissant la combinaison pâturage et traite robotisée dans différents contextes et systèmes de production régionaux. Les partenaires français engagés sont le CNIEL (Centre National d'Interprofession de l'Economie Laitière) et l'Institut de l'Élevage. (Annexe I). Au sein de ce projet, des systèmes innovants sont testés pour pâturer malgré la fragmentation du parcellaire, comme le prototype de robot déplaçable mis en place sur la station expérimentale de Trévarez (29) (Pôle herbivores des CA de Bretagne). Ce robot monté sur remorque permet de valoriser deux sites, un site hivernal où il est installé en bâtiment et un site estival sur une plate-forme spécialement conçue. Il est intégré à un système très pâturant (40 ares/VL) conduit en Agriculture Biologique (AB). Le déplacement du robot de traite vers le site estival s'est déroulé pour la première fois en 2014.

L'objectif de ce mémoire est la production de connaissances sur un tel dispositif mobile en lien avec le pâturage. Ce mémoire permettra d'apporter des éléments de réponses à plusieurs questions posées : le prototype de robot de traite mobile, tel que réalisé à Trévarez, est-il une technologie fiable et reproductible? Dans un système maxi-pâturage avec robot de traite, conduit en AB, quelles sont les performances zootechniques des animaux? Quelle(s) conduite(s) du troupeau et du pâturage permettent d'optimiser ces performances? Quelle est la quantité d'herbe valorisable lorsqu'on allie robot de traite déplaçable et pâturage? Quel est le surcoût lié à la mobilité au regard de l'économie en coût alimentaire permis par le système de production plus pâturant ?

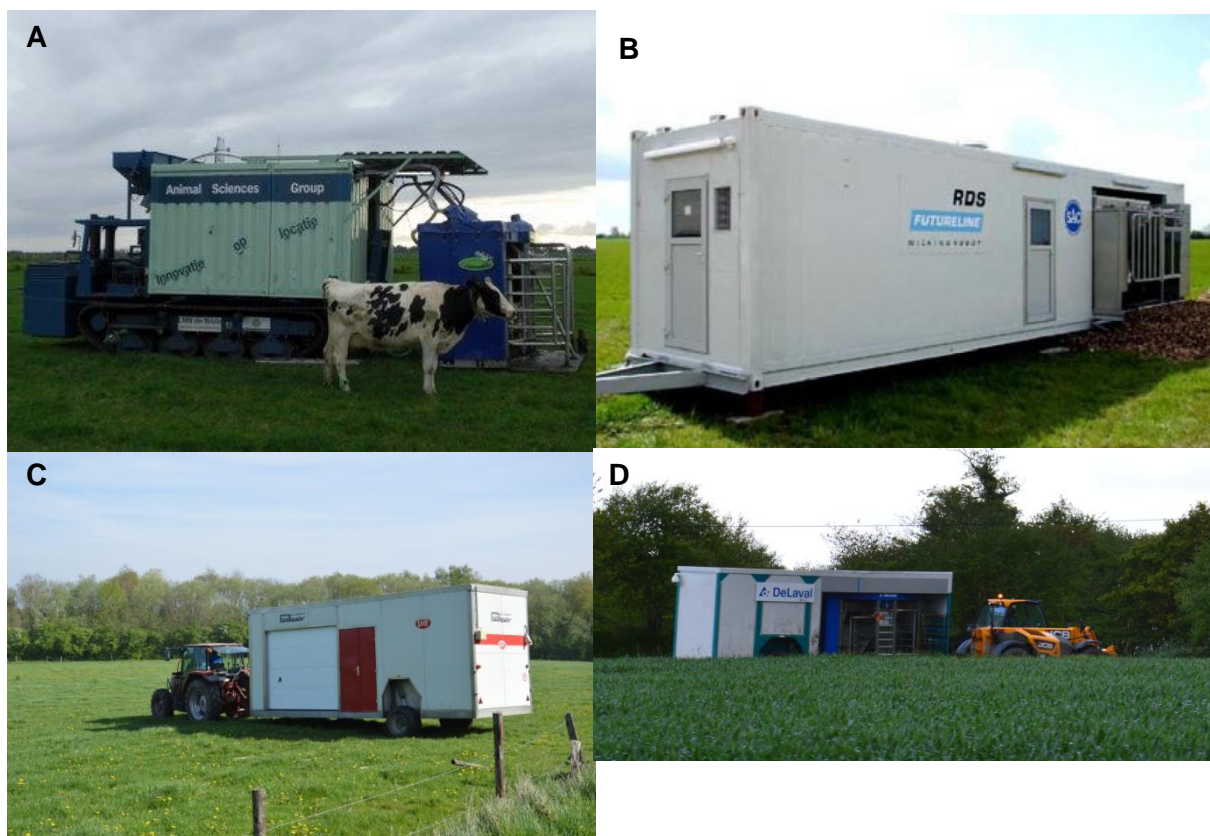


Figure 3 – Différents robots mobiles testés. **A** : Bloc traite embarqué sur un automoteur en Hollande. **B** : Bloc traite embarqué sur caisson routier au Danemark. **C** et **D** : Robot de traite sur remorque déplaçable ponctuellement en Belgique (**C**) et en France (**D**). *Crédit photos : WageningenUR, SAC Christensen, Meignan Thomas.*

Tableau 3 – Présentation de la « mobilité » des robots déplaçables. (1) (De Haan et al., 2010 ; Philipsen et al., 2011) (2) (Oudshoorn, 2008 ; Oudshoorn et Hansen, 2009) (3) (Dufrasne et al., 2012 ; Dufrasne et al., 2013)

Prototype	Robot VMS DeLaval sur chenilles (1)	Robot RDS Futureline SAC Christensen sur caisson routier (2)	Robot A3Next Lely sur remorque Pirnay + remorque laiterie (3)	Robot VMS DeLaval sur remorque Rolland + laiterie sur remorque Rolland
<b>Pays</b>	Hollande	Danemark	Belgique	France
<b>Concept</b>	Un seul ensemble autonome	Un ensemble quasi autonome + équipements annexes	Deux parties : deux éléments mobiles + une plate-forme	Deux parties : deux éléments mobiles + une plate-forme
<b>Dimensions</b>	-	Longueur de 12m	Longueur de 7 et 4 m, largeur 2,5 m	Longueur de 7,5 et 6 m largeur 2,5 m
<b>Déplacement</b>	Autolocomoteur	Tracté par véhicule	Tractées par véhicules	Tractées par véhicules
<b>Fréquence en pratique</b>	Quotidiennement	-	2 fois par an	2 fois par an
<b>Temps déplacement</b>	5 min (+ vidange et ravitaillement tous les 2/3 jours de 2-3h)	4 à 5 h	Demi-journée	Demi-journée
<b>Localisation du bloc traite</b>	En prairie	En prairie	Plate-forme fixe au milieu d'un îlot de parcelles	Plate-forme fixe au milieu d'un îlot de parcelles



# 1 BIBLIOGRAPHIE

---

De nombreuses synthèses bibliographiques ont déjà été réalisées sur l'association robot et pâturage dans le cadre du projet CASDAR français « Adaptation de la traite robotisée aux systèmes de production de lait français avec pâturage (plaine et montagne) » ou du projet européen « Autograssmilk » notamment pour des mémoires de fin d'études (Fleuret, 2011 ; Lozach, 2011 ; Bescou, 2012 ; Déhédin, 2013 ; Carles, 2013). Ceux-ci se concentrent sur les conséquences de l'installation d'un robot de traite sur une exploitation, l'incidence du pâturage sur les performances laitières, sur la circulation des animaux au pâturage et la fréquentation au robot, ou encore sur la maîtrise des coûts de production par le pâturage en élevage robotisé, etc. Ainsi, la synthèse bibliographique de ce mémoire se concentrera sur les robots de traite mobiles afin de découvrir les prototypes existants ou ayant existé en essai, le système de pâturage et les performances zootechniques associées à ces robots particuliers.

## 1.1 DES DISPOSITIFS VARIES AFIN D'ASSURER LA MOBILITE DU BLOC TRAITE ROBOTISE

### 1.1.1 INTERET D'UN ROBOT DE TRAITE MOBILE

La réglementation du quota laitier lié au sol a engendré la reprise de terres situées loin de l'exploitation afin de pouvoir produire plus de lait, et donc favorisé le morcellement des exploitations. Cette fragmentation du parcellaire d'exploitations de plus en plus grandes contribue fortement à la réduction de la pratique du pâturage dans les élevages, notamment ceux équipés de robot de traite. L'accessibilité des vaches laitières (VL) à la prairie diminue. Par exemple, Fleuret et al. (à paraître) montrent une diminution de 9 ares/VL en moyenne sur un échantillon de 43 éleveurs bretons après introduction du robot au sein de l'élevage. De plus 14 ont été contraints de diminuer par souci d'accessibilité et non par choix. Des petits aménagements tels que le passage canadien, le fil alpin ou la peinture au sol sont utilisés en élevage afin d'accroître l'accessibilité (Carles, 2013). Cependant leur portée est limitée. Afin de valoriser un îlot de parcelles situé loin du bâtiment, l'idée d'amener le robot de traite à la prairie a germé en prenant exemple sur ce qui est déjà réalisé en montagne principalement. En effet, des salles de traite mobiles automotrices permettent de traire les animaux en estive notamment (Corbet et al., 2011). Ainsi, des robots de traite ont été rendus mobiles ou parfois « seulement » déplaçables d'un site à un autre.

### 1.1.2 ÉLÉMENTS A INTEGRER DANS LE DISPOSITIF MOBILE

Poulet (2013) reprend les éléments constitutifs d'une installation de traite mobile robotisée. Il faut intégrer au dispositif : « une stalle de contention et des barrières de circulation des animaux, des circuits de vide, de pulsation, de lait et de lavage, un tank pour le refroidissement et le stockage du lait, une alimentation en électricité, en eau et en consommables, une solution de gestion des effluents, mais aussi un bras de traitement des trayons et de pose des gobelets trayeurs, des silos de stockage des aliments, des connexions informatiques et téléphoniques ainsi qu'un système de tri de lait pour le colostrum et les laits impropres à la consommation humaine ».

### 1.1.3 INFRASTRUCTURES

Plusieurs dispositifs de robots mobiles ont été testés au Danemark entre 2007 et 2010, aux Pays-Bas entre 2008 et 2011 et ou sont en cours de test en Belgique depuis 2010 (Oudshoorn et al., 2013) et sur la station expérimentale de Trévarez depuis 2014 (Brocard et al., 2014a) (Figure 3 et Tableau 3). D'autres sont utilisés en Norvège ou encore en Allemagne par des éleveurs. Seul le robot RDS Futureline monté sur un caisson routier construit par la société SAC Christensen est commercialisé à ce jour clef en main. Ils sont tous utilisés également en bâtiment en période hivernale. Deux concepts majeurs de mobilité existent.

Tableau 4 – Caractéristiques des robots déplaçables. (1) (De Haan et al., 2010 ; Philipsen et al., 2011 ; Oudshoorn et al., 2013) (2) (Oudshoorn, 2008 ; Oudshoorn et Hansen, 2009 ; Oudshoorn et al., 2013) (3) (DufRASne et al., 2012 ; DufRASne et al., 2013 ; Oudshoorn et al., 2013)

Prototype		Robot VMS DeLaval sur chenilles (1)	Robot RDS Futureline SAC Christensen sur caisson routier (2)	Robot A3Next Lely sur remorque Pirnay + remorque laiterie (3)	Robot VMS DeLaval sur remorque Rolland + remorque laiterie
Alimentation en ressources	Electricité	Générateur	Raccordement réseau ou autonomie par générateur	Raccordement réseau	Raccordement réseau
	Eau	Stockage interne avec navette de ravitaillement tous les deux jours	Raccordement réseau	Raccordement réseau	Raccordement réseau
	Carburant		Diesel pour générateur	Non utilisé	Non utilisé
	Concentrés		Silo interne	Silo externe	Silo externe
Lait	Stockage	Tank intégré à l'unité	Tank intégré à l'unité	Tank sur autre remorque	Tank sur autre remorque
	Collecte	Navette spécialement conçue puis camion laitier	Camion laitier	Camion laitier	Camion laitier
Aire d'attente		Herbe	Copeaux de bois sur herbe	Copeaux de bois sur caillebotis	Caillebotis avec fosse
Gestion des effluents	Aire d'attente	Directement sur prairie	Ramassage et stockage copeaux comme fumier	Ramassage copeaux	Fosse de 100m <sup>3</sup>
	Eaux blanches	Citerne à vidanger régulièrement	Citerne à vidanger régulièrement	Fosse de 2,3 m <sup>3</sup> sous robot + 20 m <sup>3</sup>	
	Eaux vertes				



Figure 4 – Aire d'attentes stabilisées. **A** : Caillebotis avec copeaux de bois à Liège. **B** : Caillebotis avec fosse à Trévèrez. *Crédit photos : Meignan Thomas.*

Le premier est un ensemble déplaçable quotidiennement par autolocomotion ou bien tracté par un véhicule (Poulet, 2013). Tous les éléments nécessaires au bloc traite sont alors confinés sur une même plate-forme. C'est le cas du dispositif expérimental testé par le centre de recherche et université de Wageningen aux Pays-Bas (Figure 3-A) vendu par la suite à un éleveur belge (faisant partie des fermes pilotes AGM) et celui testé par la coopération entre SAC Christensen, l'université danoise d'Aarhus et des éleveurs (Figure 3-B). L'autre concept est déplaçable ponctuellement entre différents sites et qualifié de « plug and play ». Il est composé de deux remorques, l'une contenant le robot, le compresseur et la pompe à vide, et l'autre le tank à lait. Sur les deux tests en cours, en Belgique à la station expérimentale du Sart Tilman de l'Université de Liège (Figure 3-C) et en France sur la station expérimentale de Trévarez (Figure 3-D), le robot est déplacé entre deux sites, un site hivernal et un site estival, et donc deux fois par an. Les deux sites sont situés à quelques centaines de mètres en Belgique, une 4 voies séparant les deux tandis qu'en France ils sont distants de 4,5 km. Le déplacement, les branchements/débranchements sont assez conséquents, chronophages et nécessitent de la main d'œuvre. La notion de mobilité est donc très différente entre ces deux catégories de robots déplaçables (Tableau 3). Par conséquent, cette différence de « mobilité » entraîne d'autres différences au niveau des infrastructures et de l'approvisionnement en ressources (Tableau 4). En effet, le déplacement quotidien du robot construit aux Pays-Bas implique tous les autres éléments du prototype : aliments, lait, effluents... Ainsi, il est rendu autonome par un générateur et une navette spécialement conçue le ravitaille en ressources, et pompe le lait pour qu'il puisse être collecté ensuite par le laitier (De Haan et al., 2010 ; Philipsen et al., 2011). Le concept d'autonomie est donc controversé. L'éleveur doit constamment intervenir afin de réalimenter son système et cela lui prend 2 à 3h tous les 2-3 jours. Les deux plates-formes d'accueil spécialement aménagées sur le site estival en Belgique et en France permettent plus d'autonomie du système une fois le transfert des deux remorques effectué. Le raccordement aux réseaux d'eau et d'électricité, la présence d'un silo pour la distribution des concentrés, d'une fosse pour récupérer les eaux blanches et vertes (seulement celles issues de la stalle du robot en Belgique) permettent à l'éleveur de ne pas devoir intervenir tout au long de la durée de la saison de pâturage au niveau de l'entretien du système.

4 aires d'attente différentes ont été mises en place lors de ces essais. Oudshoorn et al. (2013) ne constatent pas de dégradation dans la qualité du sol situés sous les copeaux de bois dans l'essai danois. Cependant lors de la première phase de test les précipitations conséquentes ont entraîné d'importants dommages au sol au niveau des voies principales de circulation autour du robot et de la porte de sélection intelligente (Oudshoorn, 2008). Le changement quotidien d'emplacement du robot en Hollande et le montage sur chenilles permet de ne pas abîmer le sol enherbé. A Sart Tilman, le sol a été drainé et des caillebotis ont été posés devant le robot et dans l'aire d'attente. De plus, du bois raméal est disposé dans l'aire d'attente et sur le chemin principal (Figure 4). Le point de traite étant dans une pente, l'aire d'attente est sujette aux ruissellements des eaux malgré le drainage. Les copeaux sont lessivés vers la fosse et bloquent parfois la pompe à lisier (DufRASNE, communication personnelle). Le choix de la localisation de la plate-forme a été limité par la présence d'autres utilisateurs de ces parcelles. L'installation de Trévarez fortement inspiré de celle de Liège a pu bénéficier de ces informations mais aussi de plus de souplesse concernant la localisation de la plate-forme. La décision d'une fosse sous caillebotis a donc été prise afin de garder les abords du robot propres et secs (Figure 4).

Tableau 5 – Récapitulatif de plusieurs études combinant robot de traite mobile et pâturage. (1) (Oudshoorn, 2008 ; Oudshoorn et Hansen, 2009 ; Oudshoorn et al., 2013) (2) (De Haan et al., 2010 ; Philipsen et al., 2011 ; Oudshoorn et al., 2013) (3) (Dufrasne et al., 2012 ; Dufrasne et al., 2013 ; Oudshoorn et al., 2013) \*MAMS : Mobile Automatic Milking System, FT : Fréquence de traite (traites/VL/j), PL : production laitière (kg/VL/j). \*\*Différences significatives.

Prototype	Fiabilité technologique	Objectif de l'étude	Date	Système de pâturage	Race	Nombre de VL/stalle	Taille parcellaire Distance max à la parcelle	Concentrés kg/VL/j	FT*	PL*	
Robot RDS Futurline SAC Christensen sur caisson routier (1)	Fiable et fonctionnel	Maintenir haute PL/VL avec un MAMS* – Système de pâturage adéquat	2007	Continu	Rouge danoise	≈ 60	25 ha 1000 m	2 à 3	1,8	≈ 22kg printemps ≈ 19kg automne	
			2008	Tournant avec fil avant					>2		
			2009	Tournant avec fil avant					>2		
Robot VMS DeLaval sur chenilles (2)	Fiable et fonctionnel - Même fréquence de dysfonctionnements qu'un robot au bâtiment)	Test global du fonctionnement du MAMS	2008	Continu Circulation libre	Holstein Friesian (Holstein hollandaise) + Groningue	35	20 ha	≈ 5,9	400 m	1,9	20,3
			2008-2009	Période hivernale 100% bâtiment		/			2,4	22,1	
		Juin-Aout 2009	Tournant avec fil avant (2x12h, J/N) Circulation contrôlée	61		75 m			2,1	19,3	
		Sept-Oct 2009	Tournant avec fil avant (2x12h, J/N) Circulation libre	50		75 m			2,4	17,3	
		2009-2010	Période hivernale 100% bâtiment	44		/			2,5	25,0	
		2010	Tournant avec fil avant (3x8h) Circulation libre	51		80 m			2,4	24,9	
Robot A3Next Lely sur remorque Pirnay + remorque laiterie (3)	Fiable et fonctionnel	Test global du fonctionnement du MAMS	2010	Tournant avec fil avant (TFA) VL poussées 2fois/j	Pie noir Holstein (Holstein belge)	≈ 45	18 ha 500 m	2,2	2,1	19,6	
			Intervention humaine	2011					TFA + VL poussées 2 ou 1 fois/j	-	2,2/1,8**
		Présence d'eau	2011	TFA + Eau accessible ou non dans la parcelle					-	2,0/2,0**	18,2/18,3
		Système pâturage	2012	TFA + Parcelle J/N					-	-	-
		Système pâturage	2013	TFA + Parcelle J/N					-	-	-
		Concentrés	2014	TFA + Parcelle J/N					2 ou 4	-	-

## 1.2 SYSTEMES DE PATURAGE, FACTEURS DE MOTIVATIONS ET PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES ASSOCIES AUX ROBOT MOBILES

Le tableau 5 récapitule plusieurs données et performances au pâturage issues des différentes études réalisées avec un robot mobile. Pour l'expérience hollandaise, les performances en situation hivernale sont également disponibles. Les vaches sont au pâturage 24h/24 en période de plein pâturage, l'herbe pâturée étant l'unique fourrage ingéré. En effet, aucun fourrage complémentaire n'est distribué au cours de ces trois essais durant la saison de pâturage à l'exception d'ensilage de maïs lors de la transition printanière ou en cas de forte sécheresse à Liège. Aucun problème technique n'a empêché le bon fonctionnement de chaque dispositif mobile. Les expériences hollandaises et belges sont conduites en agriculture conventionnelle, l'essai danois en agriculture biologique. Plusieurs systèmes de pâturage ont été testés en combinaison de ces robots mobiles afin d'assurer une bonne fréquence de traite (proche de celle en position hivernale) et ainsi une production laitière par vache satisfaisant l'objectif de production, en valorisant au maximum l'herbe pâturée

### 1.2.1 EFFET DE LA DISTANCE PATURE-ROBOT

L'exemple hollandais illustre bien cette évolution dans le système de pâturage : d'abord le choix d'un pâturage continu caractérisé par une grande et unique parcelle pâturée plusieurs semaines durant. Les distances parcourues par les vaches laitières pour revenir se faire traire (jusqu'à 400m) sont l'argument avancé afin de justifier la une fréquence de traite (FT) plus basse (1,9) qu'en période 100% bâtiment (>2,4) par De Haan et al. (2010). Cependant l'effet de la distance parcourue, « seulement » 400m au maximum, sur la FT peut être contesté selon la bibliographie. En effet, bien que Spörndly et al. (2004) trouvent une différence significative entre une distance de 50 et 260m (-0,2 traites/VL/j,  $p < 0,05$ ), Ketelaar de Lauwere (2000) et van Dooren et al. (2004c) ne trouvent pas de différences respectivement entre 150 et 360m et entre <150 et >500m en situation de robot au bâtiment avec distribution de fourrage complémentaire. De plus, Dufrasne et al. (2012) en situation de robot mobile avec un système très pâturant ne trouvent pas de véritable influence de la distance jusqu'à 450m. Billon et Pomiès (2007) confirment que jusqu'à 400-500m l'influence semble limitée, voire jusqu'à 600m selon une étude française (Fromont (2004) cité par Billon et Pomiès (2007)). A partir d'un km, la perte est évaluée à -0,18 traites/VL/j par km ( $p < 0,01$ ) selon van Dooren et al. (2002). Ainsi, une si forte baisse en FT ne peut être majoritairement attribuée à ce critère.

### 1.2.2 EFFET DU MODE DE PATURAGE

On peut supposer que le système de pâturage continu, avec la grande taille de la parcelle et donc la grande quantité d'herbe offerte aux animaux ne favorise pas une bonne circulation au robot. Kea (2011), sur cet essai robot mobile hollandais, souligne que plus la parcelle offerte est grande, plus la FT semble baisser. Le système adopté l'année suivante est un pâturage tournant avec un paddock de jour et un paddock de nuit sur 24h, associé à une circulation contrôlée (toutes les vaches ramenées 1 fois/j au robot) puis libre (sans intervention humaine) des vaches au robot de traite. Un des facteurs facilitant la circulation des vaches laitières est alors l'appétence de l'herbe fraîche nouvellement disponible pour la vache passant à la traite (couplé à l'ajustement de la quantité d'herbe offerte selon les besoins du troupeau) qui apparait être un facteur important pour maintenir une bonne circulation, notamment en système très pâturant (Jago et al., 2004 ; Davis et al., 2006 ; Woolford et al., 2004). La distance prairie-robot est aussi réduite (<80m). Ceci est possible par la possibilité de déplacer rapidement le bloc de traite (5 min, Tableau 3). La FT est alors légèrement supérieure à 2 traites par vache par jour à l'été 2009. Elle atteint 2,4 à l'automne 2009, mais cela était dû à la pauvre qualité de l'herbe et donc son manque d'appétence pour les animaux ainsi qu'à leur attrait pour les concentrés (De Haan, 2010). Cependant la production laitière (PL) n'est pas satisfaisante et l'année suivante, la FT est encore améliorée (2,4 traites/VL/j) en offrant 3 fois une nouvelle herbe sur 24h, cela étant « facilement » réalisable grâce à l'autolocomotion du bloc de traite mobile. L'objectif de PL

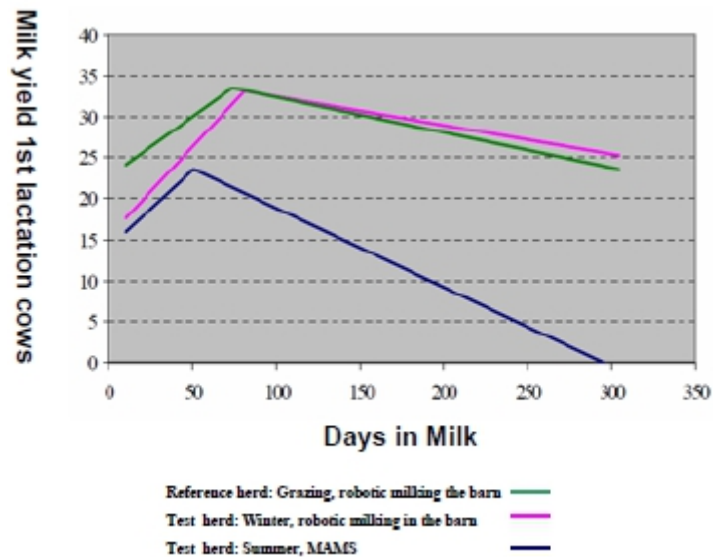


Figure 5 – Effet du robot de traite mobile sur la production laitière de vaches primipares au cours d'une lactation (Oudshoorn, 2009).

Tableau 6 – Surcoûts liés à la mobilité du bloc de traite selon les prototypes.

Prototype	Surcoûts mobilité (€)			
Robot VMS DeLaval sur chenilles	Ensemble		+ 20 000	
Robot A3Next Lely sur remorque Pirnay + remorque laiterie	Remorque Tank		+ 15 000	
	Remorque robot		+ 40 000	
	Aménagement site estival		+ 20 000	
Robot VMS DeLaval sur remorque Rolland + laiterie sur remorque Rolland	Remorque Tank Remorque robot		+ 45 000	
	Aménagement site estival	Terrassement	+ 7 000	+ 50 000 (+ 60 000)
		Béton et murets	+ 10 000	
		Adduction d'eau et électricité	+ 6 000	
		Plate-forme et gestion des eaux souillées	+ 12 000	
		Barrières, équipements de contention, cabanon	+ 10 000	
		Chemins au pâturage	+ 5 000	
		Clôtures (Optionnel)	+ 10 000	

Tableau 7 – Comparaison des investissements au sein de l'essai hollandais entre le robot mobile le robot au bâtiment (De Haan et Evers, 2010).

Investissements	Robot bâtiment avec supplémentation fourrage en période estivale	Robot mobile avec 100% pâturage	Différence
Système de traite	118500	180500	+60000
Tank fixe	20000	0	-20000
Tank mobile (avec navette)	0	40000	+40000
Parcelle	0	11000	+11000
Bâtiment	307850	287850	-20000
Stockage alimentation	81800	52400	-29400
Stockage fumier	75500	51900	23600
<b>Surcoût mobilité</b>			<b>+20000</b>

visé est alors atteint avec 24,9 kg/VL/j en période de pâturage et 8000kg/VL/an. Dans l'essai danois, le système de pâturage tournant avec fil avant a permis d'augmenter la FT (légèrement supérieure à 2 traites/VL/j) par rapport au pâturage continu (1,8 traites/VL/j) également, tout en limitant au maximum les interventions humaines. Cependant la production laitière n'a pas réussi à atteindre les références hivernales ou de l'association robot au bâtiment/pâturage (Figure 5). La diminution de la qualité de l'herbe au cours de la saison associée au peu de concentrés distribué, entre 2-3kg/VL/j en moyenne, ne permet pas de maintenir la PL (Oudshoorn, 2009). Rappelons qu'au cours de l'essai hollandais, 5,9 kg/VL/j de concentrés ont été distribués.

### 1.2.3 EFFETS DES INTERVENTIONS HUMAINES ET DE LA PRESENCE D'EAU DANS LES PARCELLES

D'autres facteurs de motivation ont été testés en Belgique. Le nombre de retours forcés, 2 vs 1, a significativement ( $p < 0,001$ ) impacté la fréquence de traite, respectivement 2,2 vs 1,8 traites/VL/j, ainsi que la production laitière 24,2 vs 20,8 kg/VL/j. C'est à l'éleveur de décider s'il veut passer du temps à ramener ses vaches au robot plusieurs fois par jour. Le fait de ramener ses vaches au robot diminue le nombre de retours volontaires (Dufrasne et al., 2013), et on peut supposer que les animaux vont prendre le rythme de l'éleveur. Or un des avantages de ce type de système mobile pourrait être de gagner en temps de travail en se libérant de l'astreinte du bâtiment par rapport à un système robot « classique ».

L'accès à l'eau ou non dans les parcelles a aussi été testé comme facteur de motivation pour revenir au robot. Spörndly et Wredle (2005) montrent que la quantité d'eau bue n'est pas significativement différente dans les deux cas. Ils ne trouvent pas d'impact sur la fréquence de traite et même quelque soit la distance, 50 ou 330m, entre la prairie et le robot. Aucune différence significative en FT dans l'essai danois non plus n'a été trouvé (Oudshoorn, 2009), contrairement à une FT plus élevée en absence d'eau (+0,3 traite/VL/j, 1,3 vs 0,5 retours volontaires/VL/j,  $p < 0,001$ ) dans l'essai belge (Knapp et al., 2013). Cependant, un accès restreint à l'eau peut compromettre le bien-être animal notamment en période estivale. Il est donc recommandé de disposer des points d'eau au moins dans les parcelles les plus éloignées du bloc de traite.

### 1.2.4 SURCOUT DE LA MOBILITE

Enfin cette mobilité du bloc de traite a un surcoût par rapport à un robot au bâtiment toute l'année (Tableau 6). Il est dû au déplacement en tant que tel du bloc de traite, mais aussi notamment pour les fermes de Liège et Trévarez à l'aménagement d'un nouveau site. Il reflète uniquement le coût des infrastructures et ne prend pas en compte les coûts de fonctionnement ni les performances. Le surcoût apparait faible pour le prototype monté sur chenilles (+20 000 €) comparé aux deux fermes (+75 000 et +95 000 €) mais son fonctionnement est différent. De plus, la simulation prend en compte un silo de moins grande taille, un stockage des effluents moins grand au bâtiment (Tableau 7). Si on prend que le surcoût « effectif » on atteint +90 000 € également. Dans tous ces essais de robot mobile, le challenge est de rembourser le surcoût lié à la mobilité par une réduction du coût alimentaire grâce au pâturage, dans les durées d'amortissement du matériel.

En conclusion, chaque dispositif mobile a plus ou moins réussi à remplir les objectifs fixés en termes de fiabilité technologique, d'utilisation fonctionnelle au quotidien (par exemple sans intervention humaine) et surtout de performances laitières dans un système pâturant 24h/24. Ces prototypes sont très différents les uns des autres en terme notamment d'autonomie et de mobilité. L'aire d'attente et les zones d'accès au robot majoritairement usitées par les animaux doivent être bien aménagées afin d'assurer un confort aux vaches et d'éviter tout dégât par le piétinement notamment en cas de mauvaises conditions climatiques. Les performances laitières ont été réalisées par un système de pâturage tournant avec fil avant, avec comme facteur de motivation principal l'appétence des vaches laitières pour de l'herbe fraîche afin de maintenir une fréquence de traite « élevée » et donc une production laitière

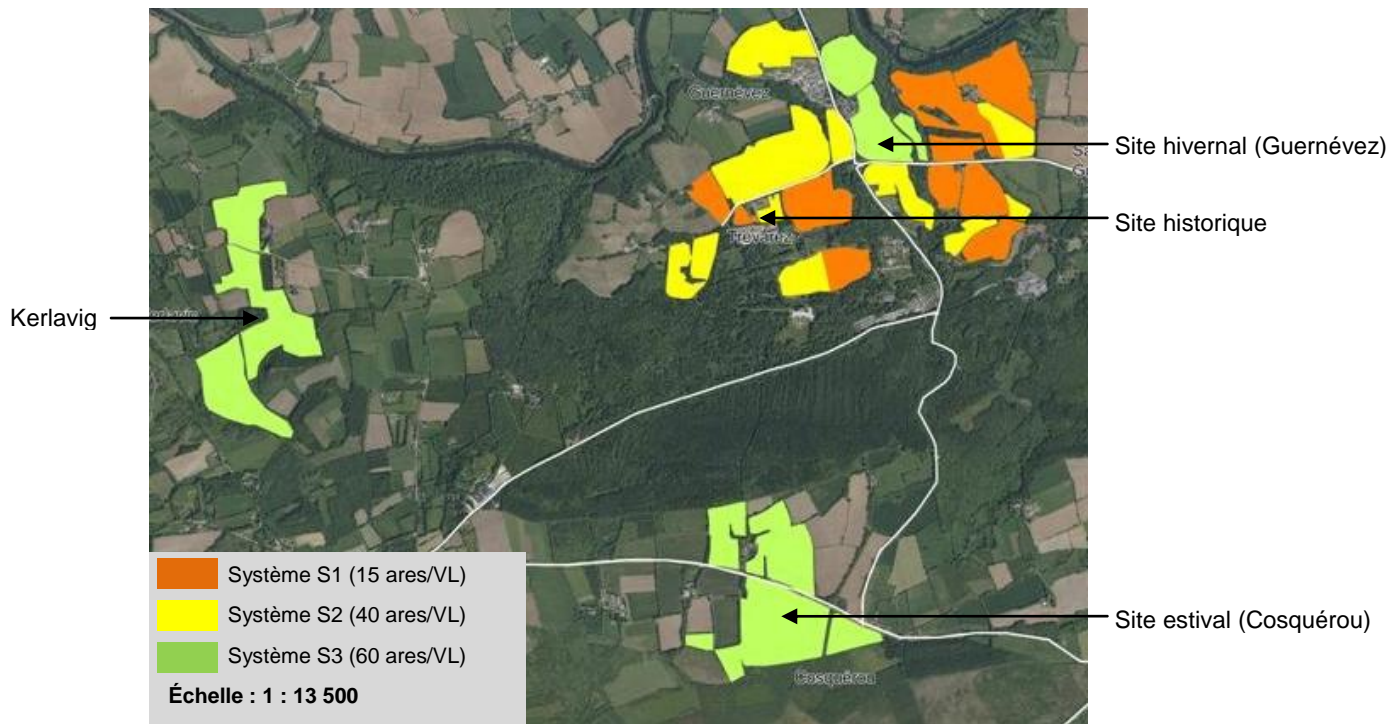


Figure 6 – Parcellaire global de la ferme expérimentale de Trévezé affecté à chacun des trois systèmes.

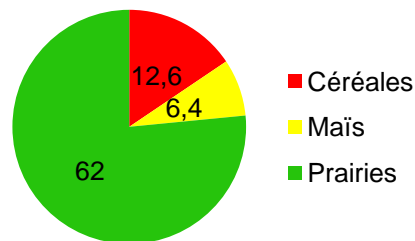


Figure 7 – Assolement (en ha) du système S3 en 2014.

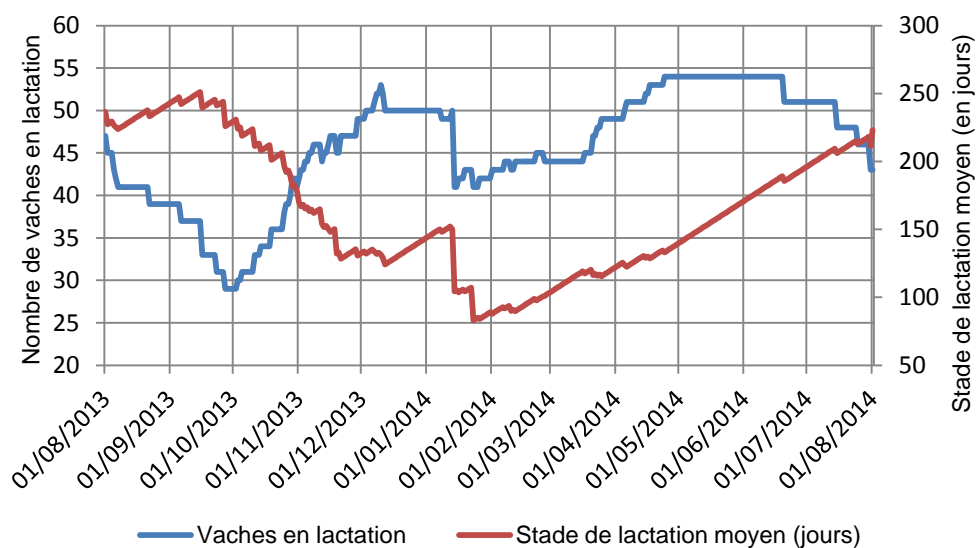


Figure 8 – Evolution du nombre de vaches en lactation et du stade de lactation moyen du troupeau S3 au cours de l'année 2013-2014.



individuelle élevée. La production laitière apparaît difficile à maintenir sans utiliser une grande quantité de concentrés. La qualité du lait récoltée et notamment l'augmentation de la concentration en cellules somatiques dans le lait serait à étudier de plus près (Oushoorn et al., 2013). Les coûts d'investissement de ces blocs de traite mobiles restent cependant élevés comme le concluent Philipsen et al. (2010). Ce surcoût devra être compensé par un coût alimentaire faible durant une longue période de 100% pâturage, un gain de temps de travail, voir par un prix du lait plus élevé en marquant le produit fini comme appartenant à un certain terroir. Il aurait fallu peut-être plus d'années de travaux au Danemark et aux Pays-Bas afin de pouvoir mieux évaluer le vieillissement des systèmes et des prototypes. Le robot monté sur chenille appartient actuellement à un éleveur belge intégré au sein du projet AGM. Ainsi, on aura peut-être plus de connaissances quand à son utilisation en élevage.

## 2 MATERIELS ET METHODES

---

La station expérimentale de Trévarez, située dans le centre Finistère bénéficiant d'un climat océanique, frais et humide, est le support d'actions de recherche appliquée en production laitière depuis 40 ans. Pour répondre à la diversité des systèmes de production bretons, le comité professionnel de la station a souhaité la mise en place de trois systèmes de production laitière (Espinasse et al., 2012b). Le premier système appelé S1 a un objectif d'intensification animale raisonnée (8000 L/VL/an) dans le cadre d'une faible accessibilité pour le pâturage (15 ares/VL). Le second système, S2, vise à maximiser la valorisation de l'herbe par le pâturage. L'objectif de production est plus limité (7 000 L/VL/an) mais l'accessibilité n'est pas limitante (40 ares/VL). Un nouveau système S3 a été mis en place le 18 septembre 2012, complétant les systèmes S1 et S2 de la station. Ce système comprend un lot d'une cinquantaine de vaches laitières trait avec un robot de traite mobile. Sa conversion en agriculture biologique (AB) non simultanée des terres et du troupeau a débuté le 30 avril 2013. Le principal objectif du système est de produire en AB en maintenant une certaine exigence de productivité animale (être dans le niveau haut par rapport aux exploitations bretonnes) et fourragère, avec la recherche d'une efficacité économique et environnementale. Il vise ainsi l'autonomie fourragère et intègre un système de traite moderne au milieu de pâtures productives.

### 2.1 PARCELLAIRE GLOBAL DE S3 ET ASSOLEMENT

Le système S3 est réparti en trois sites (Figure 6). Le site de Guernevez, désigné site hivernal, comprend le bâtiment logeant les vaches laitières et les veaux, ainsi que 15 hectares accessibles. Le site de Cosquérou, désigné site estival, est distant de 4,5 km du site hivernal. Il comprend la plate forme d'accueil du robot de traite en période estivale et 23 ha accessibles, ainsi que 16 hectares de l'autre côté de la route utilisés en prairies de fauche et pour le pâturage des génisses et des vaches taries. Enfin un troisième site de 27 ha, Kerlavig, distant de 6 km de Guernevez, est destiné aux cultures et aux génisses. Le parc stabilisé hivernal de la station de Trévarez sert aux grandes génisses, en attendant la construction d'un nouveau bâtiment pour les génisses sur le site de Guernevez qui devrait débuter à l'hiver 2014-2015. La surface totale du système S3 est de 81 ha en 2014 : 12,6 ha de méteil dont 2,5 en ensilage et le reste en grain afin de produire son propre concentré, 6,4 ha en maïs fourrage et 62 ha en herbe (Figure 7).

### 2.2 CONDUITE DU TROUPEAU

Le troupeau est de race Prim'Holstein. Cependant la mise en place d'un croisement de races laitières pour améliorer les caractères fonctionnels est à l'étude et devrait débuter en 2015. Le nombre d'UGB total sur l'exercice 2013-2014 est 76,7. L'effectif de vaches en lactation varie au cours de l'année, les vêlages ayant lieu entre octobre et avril pour l'année 2013-2014 (Figure 8). L'objectif de production est de 6000 kg lait par an avec 500kg de concentrés par vache par an. Sur l'exercice 2013-2014, la moyenne d'étable brute est de 6100kg pour 503kg de concentré par vache au Contrôle laitier.



Chaque année devrait être rythmée en trois grandes périodes. L'année 2014 est la première année où cette conduite a été possible :

- Une période hivernale 100% bâtiment. Elle s'étend de novembre à mars en fonction des conditions climatiques.
- Une période de transition, de mars à avril puis d'octobre à décembre. Elle a lieu sur le site hivernal combinant un pâturage de jour (20 ares/VL) avec la nuit en bâtiment principalement, avec possibilité de pâturage jour et nuit en fonction des conditions de pousse de l'herbe.
- Une période estivale 100% pâturage (40 ares/VL) rendue possible par le déplacement du robot de traite sur le site estival pour une durée de 5 à 6 mois.

Ce robot de traite est le DeLaval VMS™ 2011 série Millénium monté sur une remorque Rolland fabriquée sur mesure pour l'essai.

## 2.3 SITE HIVERNAL

### 2.3.1 BATIMENT ET CIRCULATION

Le bâtiment comprend 54 logettes avec matelas. La circulation au bâtiment en période hivernale ou au pâturage a déjà été étudiée au cours de l'année 2013 (Carles, 2013). Le plan de bâtiment et le schéma de circulation sont disponibles en Annexe II-1.

### 2.3.2 PARCELLAIRE ET GESTION DU PATURAGE

Le parcellaire est divisé en 14 paddocks de 0,8 à 1,20ha (Figure 9). Sur ces 14 ha, seuls 10,2 sont pâturables pour les vaches (20 ares/VL), le reste étant en rotation avec des cultures annuelles céréalières ou fourragères. Le système de pâturage est un pâturage tournant avec fil avant afin de maximiser la valorisation de l'herbe (Chambres d'Agriculture Aquitaine, 2013). Les prairies sont des associations Ray-Grass Anglais-Trèfle Blanc (RGA-TB) majoritairement. 550m de chemins sont stabilisés et des points d'eau, en plus des abreuvoirs au bâtiment, sont disposés dans les parcelles les plus éloignées et dans les chemins. La parcelle la plus éloignée se situe à environ 500m du bâtiment. La circulation en pâturage uniquement de jour et en pâturage jour et nuit a été étudiée en 2013 (Carles, 2013) et est disponible en Annexe II-2. En situation estivale, les parcelles sont fauchées (n'étant quasiment pas pâturées sauf par un lot de génisses 1<sup>ère</sup> année) tout en conservant un étalement des dates de fauche afin d'assurer un étalement de la pousse de l'herbe lors du retour du site estival à l'automne.

Le pilotage du pâturage sur le site hivernal mais également sur le site estival est géré avec les hauteurs d'herbe, les jours d'avance et la croissance de l'herbe. Les hauteurs d'entrée et de sortie de parcelle sont mesurées à l'aide d'un herbomètre à plateau avec compteur de la marque Jenquip® « Pasture Plate Meter ». De plus, chaque semaine la hauteur d'herbe de toutes les parcelles est mesurée. La référence prise pour l'année 2014 et définie dans le protocole d'expérimentation S3 est de 50 mesures/ha. Les données sont traitées ensuite sur Excel afin de calculer le stock d'herbe disponible (SHD), le nombre de jours d'avance et la croissance de l'herbe afin de gérer au mieux le pâturage et les fauches.

## 2.4 SITE ESTIVAL

### 2.4.1 MOBILITE ET AMENAGEMENTS

La mobilité du robot de Trévarez repose sur les mêmes principes que celui de l'Université de Liège. Une partie du dispositif est en poste fixe avec dédoublement des éléments sur les deux sites (ex : silo à aliments) et l'autre partie est dite mobile (Poulet, 2013). Cela concerne le robot de traite et la laiterie. Ces deux éléments sont installés sur deux remorques séparées : une contenant le robot de traite et l'autre le tank à lait et le pré-refroidisseur. Tandis qu'à Liège un carrefour de portillons anti-retour a été mis au point pour orienter les vaches en sortie d'aire d'attente, à Trévarez la porte de tri trois voies est également déplacée sur le site estival (Figure 10). Une plate-forme stabilisée a été créée sur le site estival afin de recevoir le bloc traite mobile dans de bonnes conditions et de respecter



- Chemin enherbé
- Chemin stabilisé
- Point d'eau

Figure 11 – Parcellaire du site estival. Uniquement la zone Sud. Zone Nord de 16ha supplémentaires de l'autre côté de la route potentiellement accessible quelques heures par jour en cas de forte sécheresse.

les contraintes environnementales (Annexe III). Ainsi l'accès est facilité pour le passage du camion laitier afin de respecter le Code d'Hygiène Européen. Une fosse de 100m<sup>3</sup> sous les caillebotis servant d'aire d'attente à la traite pour récupérer les effluents, un silo permettant le stockage des concentrés et un cabanon afin de stocker du petit matériel pour pallier à l'isolement du site ont également été installés. Ce dernier contient en outre le poste d'électrification de la clôture, le poste informatique ainsi que le surpresseur permettant une arrivée d'eau convenable sur le site. Des barrières pour clôturer l'espace dédié aux vaches, deux aires d'isolement avec cornadis et une fosse d'intervention sur les animaux ont été montées aux abords de l'aire d'attente. Le positionnement de la plate-forme en surplomb par rapport aux parcelles permet d'éviter le ruissellement des eaux. De plus les voies de circulation autour de la plate-forme ont été empierrées et bombées afin d'assurer une bonne évacuation des eaux pluviales vers le fossé. Un toit a été posé au dessus de la porte de tri afin de la protéger des intempéries, une corniche a été ajoutée à la toiture de la remorque du robot afin d'éviter l'écoulement d'eau sur les vaches en sortie de traite. Enfin, un abri en taule a été également posé dans le prolongement de la stalle du robot de traite.

#### 2.4.2 TRANSFERT

La préparation du transfert s'est faite par un suivi régulier de l'avancée des travaux sur le site estival par une équipe de 4 personnes : Pascal Le Cœur directeur de la ferme de Trévarez, Julien François ingénieur d'étude santé agrobiologie chargé du suivi du système S3, Sébastien Guiocheau ingénieur bâtiment (tous les trois Pôle Herbivores des Chambres d'agriculture de Bretagne) et Valérie Brocard chef de projet à l'Institut de l'Élevage. Une check-list de toutes les actions et tous les aménagements restants à réaliser avant le jour du transfert était tenue et reprise lors de réunions mensuelles pour faire le point. De plus, l'entreprise BSE filiale du groupe DeLaval et l'équipe de techniciens de Trévarez ont participé aux réflexions sur le déroulement du transfert. Enfin, le déplacement du robot de Liège a été étudié par un observateur sur place cette année afin de bénéficier de l'expérience de la ferme universitaire belge qui réalisait son 5<sup>ème</sup> transfert annuel (Annexe IV). Ainsi, tous les acteurs du transfert avaient une vision claire de leur rôle le jour J.

#### 2.4.3 PARCELLAIRE ET GESTION DU PÂTURAGE

Le découpage du parcellaire a été imaginé par Bescou (2012) (Annexe V) en intégrant les principes communément admis pour l'optimisation du pâturage par les vaches laitières en Bretagne : 2-3 jours par paddock, paddocks proches du carré et homogènes, une entrée et une sortie sur chaque parcelle, etc (CA Bretagne et Pays de la Loire, 2011). Le parcellaire a été cette année délimité à l'aide du logiciel Google Earth Pro (Figure 11) et mesuré à la roue. La création des entrées et des chemins enherbés ont été confrontés à la réalité du terrain et notamment la présence de haies, la direction du vent et des pluies afin de préserver au maximum les haies et faciliter la circulation des animaux. Le parcellaire est divisé en 27 paddocks de 0,7 à 1 ha. Les prairies sont des associations RGA-TB ou Ray-Grass Hybride-Trèfle Violet (RGH-TV) (Tableau 8). Lors du pâturage estival 2014, les 2/3 du C6 sont en méteil et ne seront disponibles en herbe qu'à la fin de la saison, la prairie GA a été détruite après un passage des vaches laitières et semée en colza, et la prairie PA est pâturée par les vaches taries après une première fauche. Les deux chemins principaux de circulation autour du robot sont stabilisés, ainsi qu'un chemin connecté longeant le haut du C6 (Figure 11). Tous les chemins mesurent au moins 3 mètres de largeur permettant le passage mixte d'animaux et leurs croisements ainsi que d'engins agricoles. Le surplus de quantité d'herbe disponible pour les vaches est géré par des fauches suivant la pousse de l'herbe et les jours d'avance. Les points d'eau sont placés en fonction de la parcelle pâturée par les vaches et des arrivées d'eau. En plus de l'accès à l'eau dans l'aire d'attente du robot, un bac est disponible soit dans le chemin soit à l'entrée de la parcelle. Le système de pâturage est un pâturage tournant avec fil avant et sur deux paddocks par 24h. Le changement a lieu à 7h et 17h. Le parcellaire est divisé en deux parties, parcelles jours et parcelles nuits, la circulation est guidée par la porte de tri en sortie d'aire d'attente. Les parcelles C3a et d, C4a et b sont pâturables par les deux côtés, soit jour soit nuit.

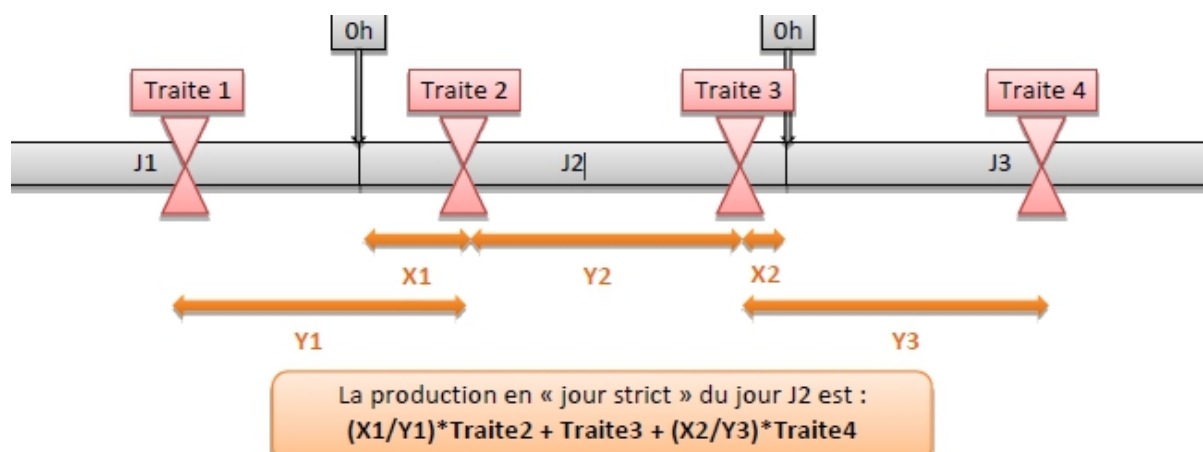


Figure 12 – Explication du calcul de la production laitière en jour civil (Dehédin, 2013).

Tableau 9 – Bilan des temps de travaux nécessaires au transfert de la porte de tri, du bloc traite et des animaux.

TRANSFERT DE LA PORTE DE TRI						
Etapes	Durée (h)		Nombre de personnes	=	Heures totales consacrées à chaque étape (h)	
Lavage	1	X	1	=	1	
Débranchements	1/3	X	1	=	0,33	
Sortie du bâtiment	2/3	X	4	=	2,67	
Transport et remise en place sur site estival	0,5	X	4	=	2	
Rebranchements	0,5	X	1	=	0,5	
<b>Total</b>					<b>6,5</b>	
TRANSFERT DU BLOC TRAITE ET DES VACHES						
Débranchements	1,33	X	4	=	5,33	
Transfert des animaux	1,5	X	2	=	3	
Transfert des remorques	0,25	X	3	=	0,75	
Rebranchements	2	X	4	=	8	
Finitions	1,5	X	3	=	4,5	
<b>Total</b>					<b>21,6</b>	
BILAN (en heures de travail)						
<b>Total</b>			<b>28,1</b>			
<b>Dont DeLaval</b>			<b>10</b>			

Cela permet d'ajuster le stock d'herbe entre jour et nuit en fonction des parcelles en rotation et des fauches. La hauteur de sortie de pâturage visé est 5cm au printemps puis entre 6 et 7cm en été (Chambres d'Agriculture Bretagne et Pays de la Loire, 2011). Enfin, les densités de référence par type de prairie prises en compte à Trévarez ont été abaissées au vu de l'état des prairies sur Cosquérou lors des calculs de SHD.

## 2.5 STOCKAGE ET TRAITEMENT DE DONNEES

L'ensemble des données recueillies sera stocké sur le logiciel DELPRO™ du robot et sur des tableurs Microsoft Excel® complémentaires pour la qualité du lait et les données de pâturage. La qualité du lait issue du tank est contrôlée soit 3 fois (Taux Protéique (TP), Taux Butyreux (TB), Comptage Cellules Somatiques (CCS), lipolyse), soit 2 fois (germes et butyriques) par mois par la laiterie Sodiaal. De plus le TB, le TP et les CSS sont déterminés individuellement une fois par semaine par le Laboratoire Interprofessionnel. L'enquête sur le temps de travail utilisée §3.5 est celle du projet destinée aux éleveurs partenaires du projet Autograssmilk (Annexe VI). La production laitière au paragraphe §3.4.6 est calculée en jour civil, c'est-à-dire de minuit à 23h59. Les données issues du robot ont donc été traitées selon la Figure 12 afin de disposer de production laitière lissée. Ainsi, en fonction de l'intervalle entre deux traites, le lait d'une traite peut être distribué sur deux jours.

## 3 RESULTATS ET DISCUSSION

---

### 3.1 GESTION DU TRANSFERT

Le transfert s'est déroulé sur deux jours : le 12 mai, transfert de la porte de tri, et le 13 mai, transfert des deux remorques tank et robot ainsi que des animaux en lactation. Le déroulement des ces deux journées est disponible en Annexe VII et VIII et un résumé photographique commenté est également présent en Annexe IX.

Le Tableau 9 est un bilan du temps consacré aux différentes tâches. Le transfert a nécessité environ 28 heures de travail cumulées, dont une dizaine réalisées par l'équipe technique de DeLaval. Le transfert de la porte de tri la veille du transfert du robot et des animaux a apporté une sécurité au niveau du temps et de l'organisation. Les vaches les plus en retard ont été poussées par un vacher avant le passage du camion laitier le matin. Le temps d'arrêt du robot a été seulement de 4 h, ce qui ne pose pas de problème compte tenu de la faible saturation de la stalle (54 vaches ce jour-là), et du temps moyen d'inactivité du robot de traite, environ 50% sur 24h selon Carles (2013). Un problème de connectique a été le seul problème rencontré lors des reconnections, et résolu par DeLaval. Les vaches relâchées en C3b, parcelle proche du robot et avec vue sur le robot, ont ensuite été toutes poussées dans l'aire d'attente afin de leur montrer le chemin et le passage par les portillons anti-retour et la porte de tri. Le caillebotis de l'aire d'attente étant neuf, cela a pu peut-être freiner quelques vaches à entrer dans l'aire d'attente. A partir de 12h30, les vaches étaient livrées à elles-mêmes, en ayant pris le soin de « remplir » l'aire d'attente auparavant. Dès le premier soir à partir de 17h, les vaches après la traite ont été envoyées dans une parcelle de nuit afin d'assimiler au plus vite le système de circulation avec 2 paddocks par 24h.

Le bilan global est donc positif avec aucun incident majeur dans le transport du bloc de traite et dans le redémarrage pour ce premier déplacement. De plus, l'aménagement de la plate forme et du parcellaire (clôtures) était en cours de finalisation le même jour, rajoutant une charge de travail exceptionnelle. Ce transfert sera à réaliser deux fois par an. Il est donc important d'essayer de le faire sans le soutien de DeLaval. A Liège, la société Lely n'intervient plus lors du transfert. Cette année le robot a été arrêté pendant 6h à cause d'un problème de rinçage du tank et d'antenne wifi (Annexe IV). Le système de traite était de nouveau opérationnel au bout de 4h avec 4 techniciens de la ferme expérimentale et 3 « aides partielles », soit une vingtaine d'heures de travail au total. Les branchements seraient plus faciles à réaliser avec le matériel Lely que DeLaval. A Trévarez, lors des

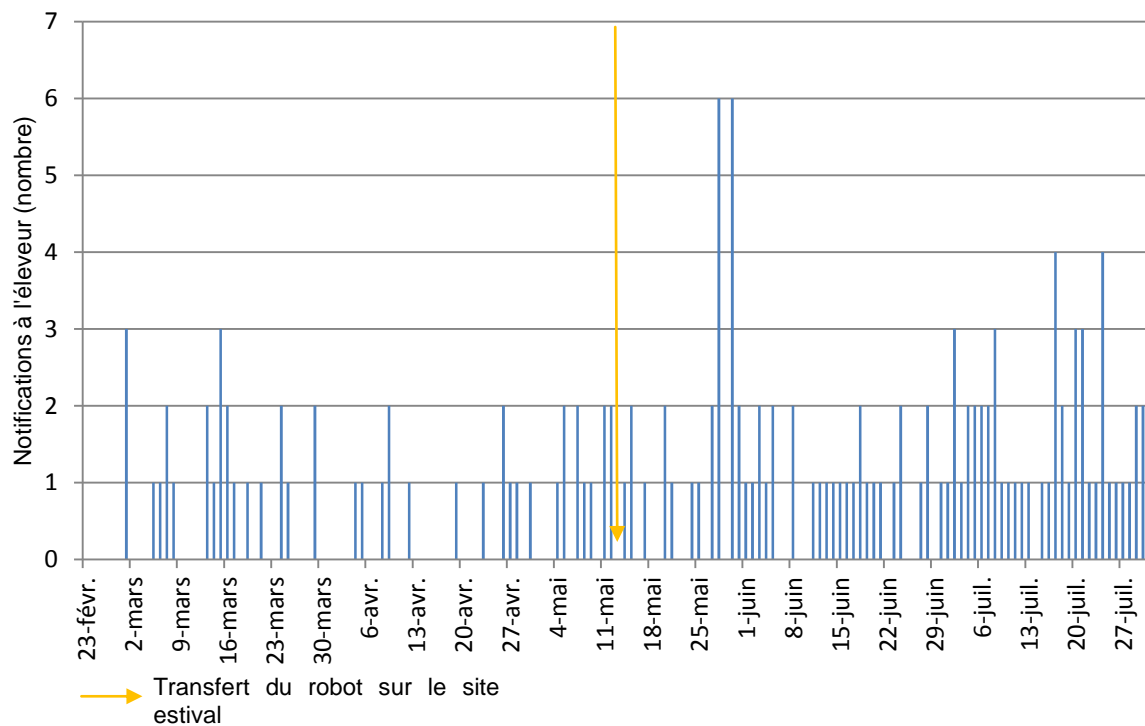


Figure 13 – Notifications à l'éleveur du robot 24h/24 du 23/02/2014 au 31/07/2014.

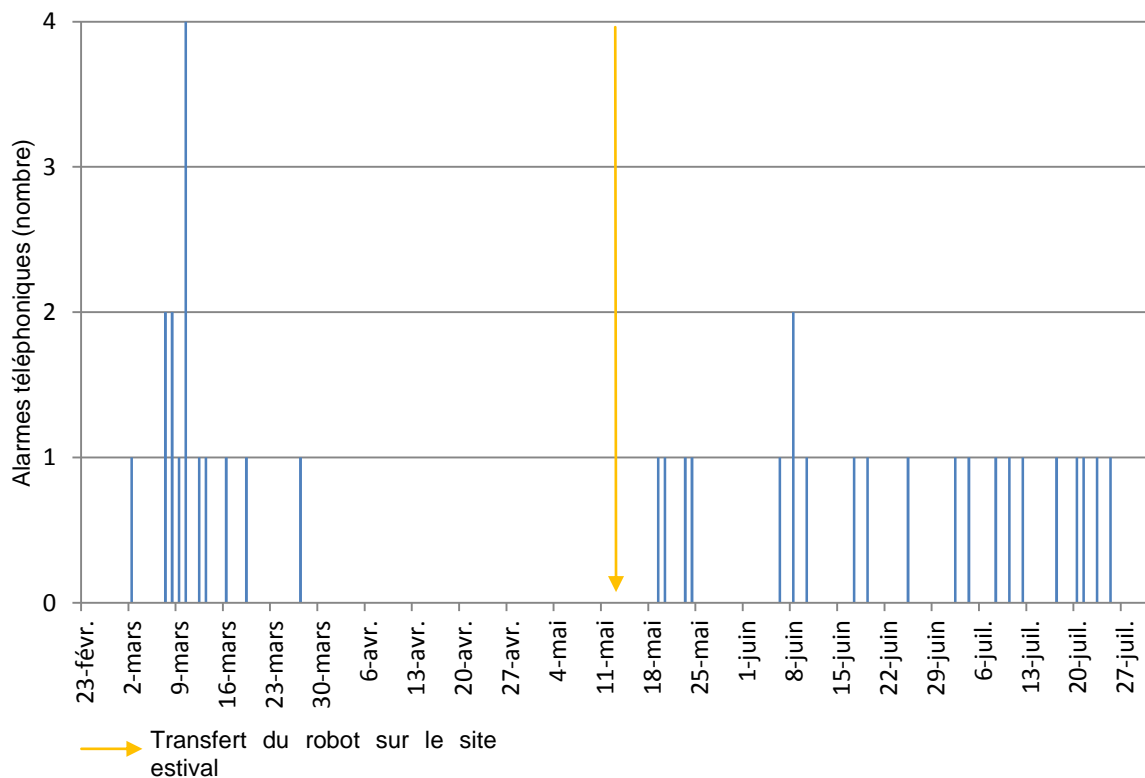


Figure 14 – Alarmes téléphoniques « majeures » du robot 24h/24 du 23/02/14 au 31/07/2014.



prochains déplacements, au retour au bâtiment à l'automne et puis à nouveau le transfert sur le site estival au printemps 2015, la faisabilité du transfert avec moins d'implication de l'équipe technique de DeLaval (avec l'objectif final de s'en passer) devra être étudié. Par exemple on pourrait imaginer seulement un guidage des techniciens de Trévarez la prochaine fois, puis seulement une intervention à la fin du transfert, avant la mise en route du système pour la vérification globale. Le service technique de DeLaval est très proche géographiquement de la ferme expérimentale, permettant d'intervenir très rapidement en cas de problème. Ces prochains déplacements pourraient également faire l'objet de réalisation d'un film expliquant le transfert dans un objectif de conseil à destination des éleveurs.

Cela reste une étape importante pour la viabilité de ce concept de robot mobile, avec deux déplacements dans l'année. Une main d'œuvre importante semble indispensable afin de garder un temps d'inactivité du robot assez restreint. Une forte saturation du robot de traite pourrait entraîner après transfert d'importants retards à la traite, même si une traite par vache peut être assurée dans la nuit précédant le transfert. On pourrait comparer le transfert à un chantier d'ensilage, nécessitant une main d'œuvre importante dans un temps limité. On pourrait aussi imaginer l'entreprise commercialisant le robot comme une Entreprise de Travaux Agricoles, réalisant une prestation sur l'exploitation.

### 3.2 FREQUENCE DES ALARMES ET FIABILITE TECHNOLOGIQUE

Les données des alarmes sont étudiées depuis mi février jusqu'au 31 juillet de façon à avoir le même nombre de jours pré- et post- transfert. La distinction des alarmes envoyées à l'éleveur est faite selon le contenu de l'information donnée : l'arrêt ou non du fonctionnement du VMS™. Ainsi, dans le logiciel DELPRO™ on utilise les « notifications à l'éleveur » (sans arrêt du VMS™) et les « alarmes majeures » (arrêt du VMS™).

Les notifications à l'éleveur sont des anomalies liées à la traite : vache qui ne sort pas de la stalle, problème de pompe à vide, etc. Le robot réalise la traite si une vache se présente. Les doublons n'ont pas été pris en compte, par exemple lorsque 3 alarmes sont envoyées sur une demi-heure parce qu'une vache bloque la stalle, une seule est comptabilisée. Sur les alarmes représentées en Figure 13, plus de 50% sont liées à une vache qui ne sort pas assez vite du robot. On peut supposer que ces notifications s'amplifient depuis le transfert du robot sur le site estival, cette période représentant 2/3 des notifications totales. On pourrait penser que les vaches restent plus dans la stalle en 100% pâturage, peut-être dans l'attente d'obtenir plus de concentrés ou bien parce qu'elles subissent moins de pression par les autres vaches. Cependant, plus de 50% des notifications concernant une vache restée dans la stalle ont été envoyées avant le transfert. Ce sont plus des problèmes sur la pompe à vide, la production d'un quartier anormalement faible, ou bien un problème de récupération des données cellules (les deux jours avec 6 alarmes).

En ce qui concerne les alarmes majeures, sur 80 jours avant et après transfert, la Figure 14 montre une répartition assez discontinue au cours du temps avec une longue période sans problème entre fin mars et fin mai. Les alarmes semblent un peu plus régulières sur le site estival avec une alarme indiquant un arrêt du robot tous les 4 jours environ, la période post-transfert représentant 60% des alarmes majeures au total. Environ 1/3 des alarmes majeures totales ont eu lieu en période dite dérangeante, entre 18h et 7h du matin.

Il faut garder à l'esprit que les techniciens choisissent les alarmes qu'ils veulent recevoir sur leur téléphone et en filtrent notamment la nuit par exemple. De plus, la faible saturation du robot (entre 40 et 55 vaches) permet plus de souplesse dans la gestion des alarmes du robot que par rapport par exemple à la ferme expérimentale de Derval où plus de 70 vaches sont traitées avec la stalle. Dans ce cas, l'intervention doit se faire beaucoup plus rapidement. Il faudrait uniformiser le filtrage des alarmes sur les deux fermes afin de pouvoir comparer ce volet dans deux situations différentes avec un robot monté sur remorque en situation de faible saturation et un robot « classique » en situation de forte saturation. Il faudrait également reprendre les alarmes au fur et à mesure avec les techniciens afin de savoir s'ils se sont vraiment déplacés, ou s'ils ont attendu d'aller au robot pour une autre raison, et noter

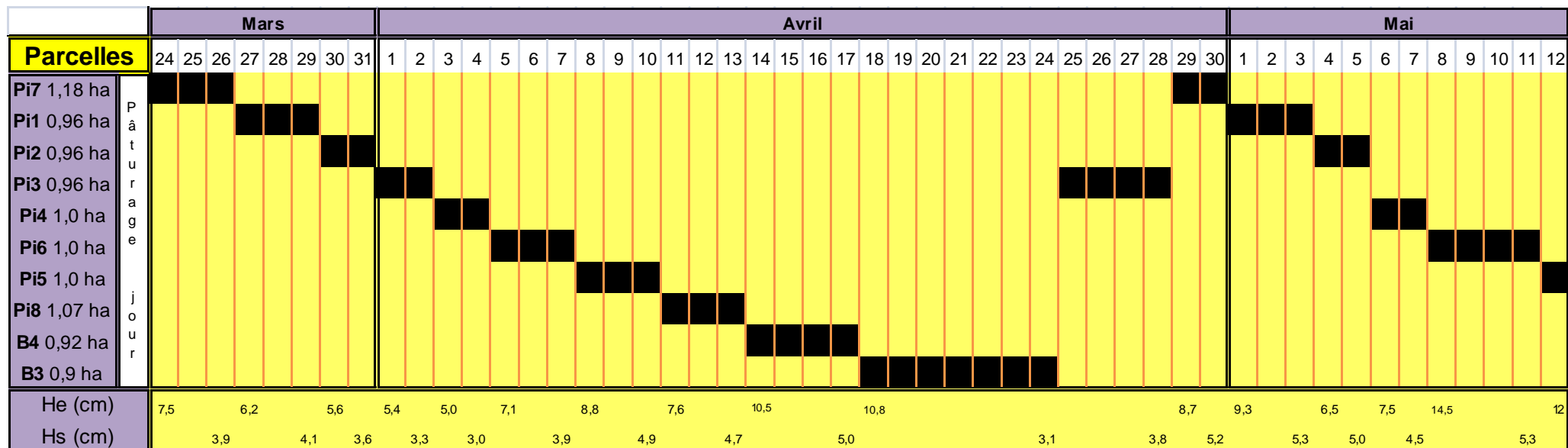


Figure 15 – Planning de pâturage 2014 sur le site hivernal du 24/03/2014 au 12/05/2014.

Tableau 10 – Evolution de la croissance de l'herbe et du nombre de jours d'avance au cours de la saison de pâturage 2014 sur le site hivernal puis sur le site estival à partir du 14 mai jusqu'au 31/07/2014. Une comparaison avec l'évolution de la croissance de l'année 2013 est disponible en Annexe X.

	26/3	2/4	9/4	16/4	23/4	30/4	7/5	14/5	21/5	28/5	4/6	11/6	18/6	25/6	2/7	9/7	16/7	23/7	30/7
<b>Jours d'avance</b>	6	13	11	11	7	8	13	26	27	18	28	28	16	23	24	20	20	22	19
<b>Croissance (kg MS/ha/j)</b>	-	35	28	35	4	45	90	48	45	46	68	71	44	88	58	60	44	95	47
<b>Nombre de VL</b>	49	49	51	52	53	54	54	54	54	54	54	54	54	51	51	51	48	48	46

Tableau 11- Hauteurs moyennes en entrée et en sortie des parcelles sur le site estival du 13/05/2014 au 31/07/2014.

		Cycle 1		Cycle 2		Cycle 3 (non terminé)		Bilan 3 cycles	
		Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type
Pâturage J	He	20,4	2,4	14,6	3,1	13,9	2,4	16,4	4,0
	Hs	5,7	2,0	4,9	0,6	3,5	0,5	4,9	1,5
Pâturage N	He	18,5	2,5	12,0	1,4	11,9	1,4	13,8	3,4
	Hs	6,0	1,5	5,8	1,1	5,4	1,2	5,8	1,3
Pâturage J/N	He							15,0	3,9
	Hs							5,3	1,4

le temps consommé par ces interventions comme à Derval pour mieux valoriser la notion de dérangement causée par ces alarmes.

Enfin, Carles (2013) souligne l'interrogation autour du risque de déplacer la porte de tri et de laisser la porte de tri en extérieure pendant toute la durée estivale. La porte de tri ne s'ouvrirait plus un matin mais ce type de panne avait déjà été observé au bâtiment. Aucun autre souci n'est à détecté pour le moment. Le système robot a disjoncté lors d'un orage mais rien n'a été endommagé. Il faudra évaluer l'impact déplacement et l'impact météo après plusieurs répétitions de la période estivale sur la fiabilité du prototype.

### 3.3 VALORISATION DU PATURAGE 2014

#### 3.3.1 SUR LE SITE HIVERNAL

La saison de pâturage 2014 a débuté sur le site hivernal le 24 mars et a continué jusqu'au 12 mai avec une accessibilité de 20 ares/VL. Le planning de pâturage en Figure 15 illustre ce premier pâturage de début de printemps. La hauteur en entrée de parcelle ( $H_e$ ) a été de (moyenne  $\pm$  écart type)  $8,3 \pm 2,5$  cm et la hauteur en sortie de parcelle ( $H_s$ ) de  $4,3 \pm 0,8$  cm sur les deux cycles. Le premier cycle est caractérisé par une  $H_e$  pas trop haute de  $7,4 \pm 1,9$  cm, une  $H_s$  parfois un peu basse notamment en début de cycle de  $3,9 \pm 0,7$  cm par rapport à l'objectif visé de 4 à 5 cm, et une croissance de l'herbe lente  $<35$  kg MS/ha/j (Tableau 10). Ces résultats sont en accord avec la bibliographie afin de réaliser un bon déprimage des parcelles (Chambres d'Agriculture Bretagne et Pays de la Loire, 2011), après un temps de repos hivernal de trois mois (fin décembre-fin mars). Lors du deuxième cycle avec  $H_e$  de  $9,8 \pm 2,7$  cm, les animaux ont souvent pu pâturer au dessus de 10 cm en entrée, et l'objectif de sortie 5 cm a été rempli. Cela a été rendu possible par une croissance de l'herbe supérieure à 40 kg MS/ha/j fin avril/début mai. Cependant, cela est arrivé trop tardivement pour mettre en place un pâturage Jour/Nuit (J/N) avant la montée sur le site estival. Les vachers n'ont jamais eu plus de 10 jours d'avance au pâturage représentant le SHD pour manœuvrer le pâturage des 54 vaches en lactation, soit trop peu pour augmenter sensiblement la part d'herbe dans la ration et supprimer les fourrages complémentaires (CA Bretagne et Pays de la Loire, 2011).

#### 3.3.2 SUR LE SITE ESTIVAL

Depuis le 13 mai, le pâturage J/N se déroule sur Cosquérou Sud avec une accessibilité de 40 ares/VL en zone humide. La distance aux parcelles inscrite dans le planning de pâturage (Annexe XI) est la distance à l'entrée de la parcelle en empruntant les chemins utilisés par les vaches laitières. Il faut donc rajouter parfois 100-150m pour les derniers repas. Ainsi, les vaches vont pâturer dans des prairies situées jusqu'à environ 700m du robot de traite. Jusqu'au 31 juillet, la  $H_e$  J/N et la  $H_s$  J/N, tout cycle confondu, sont respectivement de  $15 \pm 3,9$  cm et  $5,3 \pm 1,4$  cm. Cette  $H_e$  moyenne peut paraître élevée mais elle trouve son explication au début de la montée. A cause de vacances et d'un peu de retard sur la préparation du site estival, et d'une année précoce de 10-15 jours globalement, la montée a eu lieu plus tard que prévu. La trentaine de jours d'avance durant le premier mois le confirme, ainsi que des  $H_e$  dans les parcelles très élevées durant le premier cycle  $H_{e_{j1}}=20,4 \pm 2,4$  cm et  $H_{e_{n1}}=18,5 \pm 2,5$  cm (Tableau 11, Annexe XI-1) avec  $H_{ab}$  a=pâturage J ou N et b=Numéro de cycle. Cela entraîne des refus conséquents notamment à cause du piétinement, et une baisse importante de la qualité de l'herbe et de sa valeur alimentaire. En effet l'herbe est à un stade avancé de son cycle végétatif avec une proportion croissante de tissus végétaux moins digestes (CA Aquitaine, 2013).

Les trois premières parcelles de jour C3b, c et d ont été rasées très basses dégradant ainsi la qualité et la quantité des repousses dans les cycles suivants. En effet, les 5 premiers centimètres de la tige sont le lieu de stockage des réserves nécessaires à la fabrication des nouvelles feuilles. Le temps de repousse dans la phase démarrage du prochain cycle est alors allongé par manque de feuilles pour réaliser la photosynthèse. De plus, le risque d'ingestion de parasites est accru (CA Aquitaine, 2013 ; CA Bretagne et Pays de la Loire, 2011). Les hauteurs de sortie ont été augmentées ensuite sur la fin de ce cycle.



L'ingestion des vaches laitières est diminuée (Delagarde, 2006 cité par CA Bretagne et Pays de la Loire ; Delagarde, 2009) avec cette sévérité de pâturage (rapport Hs/He), le lait par vache diminue également mais l'herbe valorisée par ha est plus élevée. Mais l'objectif du S3 est d'abord d'atteindre un certain niveau de production individuelle. Delagarde (2009) énonce qu'une sous-alimentation de 10% du troupeau (correspondant pour une He de 16 cm à Hs de 6 cm), permet de valoriser en moyenne 2 t MS d'herbe en plus par ha, tout en perdant 200-300kg de lait par vache par cycle de pâturage. Or durant ce premier cycle la sévérité du pâturage étant encore plus importante, on peut supposer que le lait a été fortement impacté.

Lors de l'arrivée sur le site et au cours du premier cycle, une première coupe de fauche a été réalisée avant pâturage par les vaches au vu des hauteurs d'herbe élevées, et de toute façon nécessaire à la constitution de fourrages conservés (ensilage coupe fine et foin enrubanné) pour l'hiver. 30t d'ensilage d'herbe ont ainsi été récoltées sur C1 C6, PA et GA, puis 8t d'enrubanné sur C4c et C2c et d. Ensuite d'autres fauches ont été réalisées en fonction du SHD, notamment sur C1.

Les deux cycles suivants de pâturage (Annexe XI-2) sont marqués par l'intégration de nouvelles parcelles dans la rotation, celles qui ont été fauchées au cycle précédent. C3d, C4a et b sont utilisées en parcelles de nuit car la destruction des parcelles GA et PA retire un peu plus de 2,5 ha de surface allouée au côté nuit. De plus, le reste de C6 (près de 3ha) ne sera prêt à être pâturer qu'à l'automne, le semis post-méteil ayant eu lieu mi-juillet. Les hauteurs en entrée en parcelle jour sont plus basses qu'au premier cycle  $He_{j2}=14,6 \pm 3,9\text{cm}$  et  $He_{j3}=13,9 \pm 2,4$ . L'écart-type (ET) reste important cependant à cause de quelques entrées en C1 élevées. Les hauteurs d'entrée en parcelle nuit remplissent parfaitement les critères de la bibliographie (12cm) avec un ET faible. Les hauteurs en sorties en parcelle nuit sont également proches de l'objectif 5cm. La bibliographie des CA recommande une hauteur de sortie entre 6 et 7 cm afin de garder un peu plus de stock sur pied en prévision d'une pousse moins importante à cette période, mais cette année la pousse de l'herbe a été conséquente au mois de juillet, notamment par rapport à 2013 (Annexe X).

La saison de pâturage 2014 est donc une réussite dans sa gestion à part le premier cycle mais cela n'était pas possible de faire autrement. Il faudra faire attention à ne pas descendre trop bas en hauteur de sortie parfois sous risque d'allonger le temps de repousse, mais surtout de ne pas faire entrer les vaches dans des parcelles avec une He aussi élevée. L'idéal serait alors de déplacer le troupeau plus tôt, en réalisant un seul cycle de pâturage sur le site hivernal. Les fauches sur le cycle hivernal seraient alors en plus de qualité avec de l'herbe jeune après un pré-pâturage. La quantité d'herbe disponible sur le site estival pourrait être alors mieux gérée et probablement de meilleure qualité en ayant fait un premier cycle plus tôt au printemps et plus rapide. La très bonne pousse de l'herbe cette année a entraîné aussi quelques « ratés » dans les cycles suivants, par exemple fin juin, impactant les hauteurs en entrée début juillet. La fauche n'est alors pas forcément possible en fonction des conditions climatiques ou par peur de manquer d'herbe ensuite. Par rapport à l'organisation J/N, il faut jouer entre les prairies qui sont détruites afin de les rénover, et les parcelles pouvant être utilisées en tant que paddock J ou paddock N. Une autre solution envisagée est d'inverser le circuit (paddocks J→N et N→J) si une différence trop importante existe entre les quantités d'herbe disponibles en jour et en nuit. On suppose que cela ne devrait pas perturber les vaches. L'année prochaine le bloc de parcelles C3, le plus proche du robot, devrait être rénové et sera donc indisponible.

Période/ Evènement	Date	Intervalle minimum d'autorisation de traite			Porte de tri en sortie d'aire d'attente
		Début de lactation Vêlage – 90j	Milieu de lactation 91j – 71j avt tarissement	Fin de lactation 70j avt tarissement- tarissement	
Bâtiment 100%	24/02/14	8h30 ou 10kg	11h ou 11kg	12h ou 12kg	
Mise au Pâturage Jour 8h-18h	24/03/14	-	-	-	
Transfert site estival	13/05/14	-	-	-	Changement paddock J/N à 8h et 17h
Pâturage 100%	20/05/14	6h30 ou 10kg	8h30 ou 11kg	10h ou 12kg	-
Pâturage 100%	24/05/14	-	-	-	Changement paddock J/N à 7h et 17h  VL dont autorisation de traite <2h bloquées dans l'aire d'attente

Tableau 12 – Changements de différents paramètres d'autorisations de traite et de circulation au cours de la saison de pâturage 2014.

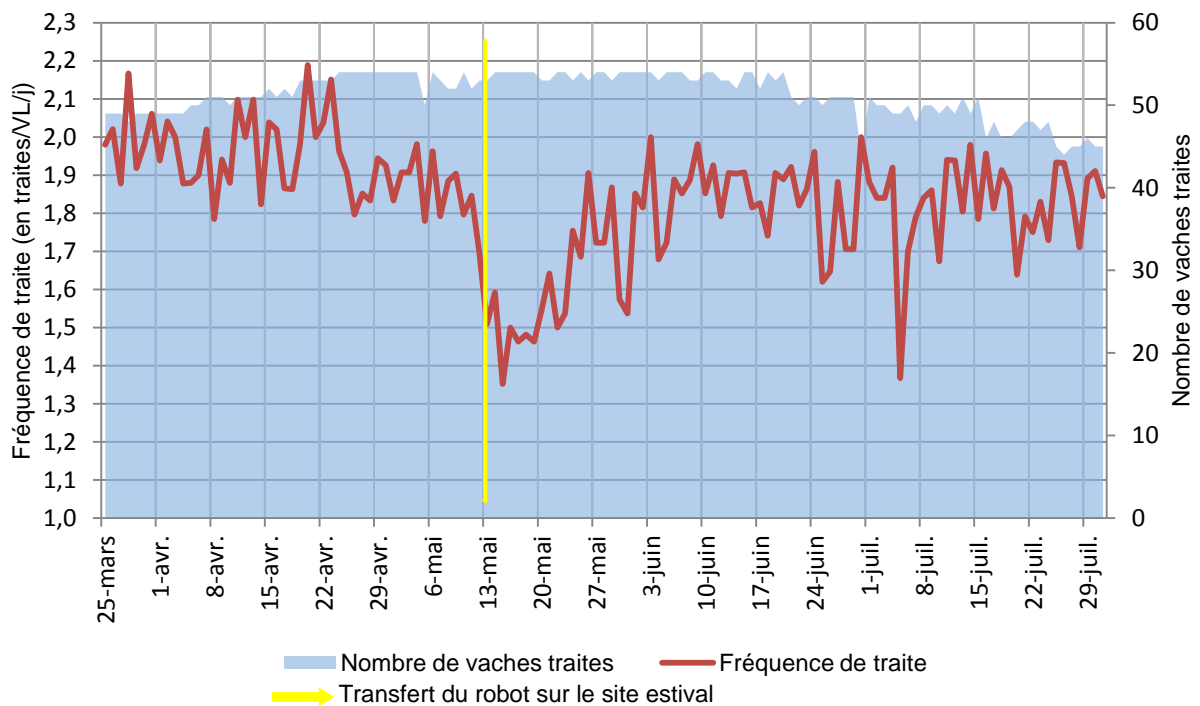


Figure 16 – Evolution de la fréquence de traite avant et après le transfert entre le 25/03/2014 et 31/07/2014.

## 3.4 PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

### 3.4.1 AUTORISATIONS DE TRAITE ET INTERVALLE MINIMUM DE TRAITE

Le Tableau 12 montre les différents changements effectués au niveau des réglages de l'intervalle minimum de traite en fonction du stade de lactation et de l'utilisation la porte de tri. L'intervalle minimum de traite a été diminué au passage sur le site estival en 100% pâturage. Cela permet de maximiser la probabilité de la traite lorsque la vache se présente au robot et ainsi d'augmenter la fréquence de traite. Dans un système maxi-pâturant, Jago et al. (2007) montrent une différence significative entre deux groupes d'animaux avec un stade moyen de lactation similaire et soumis à un intervalle minimum de 12 h et 6 h, conduisant respectivement à 1,4 à 1,9 traites/VL/j mais sans différence significative en production de lait. Ces autorisations sont aussi différentes en fonction du stade de lactation, car les vaches en début de lactation se présentent plus souvent à la traite, en ayant accès à l'eau, à l'herbe fraîche et au concentré selon une étude de Jago et al. (2006) en système pâturant 24 h / 24 avec 1 kg de concentrés par traite. Ainsi, le fait de diminuer leur intervalle minimum de traite (6 h 30), comparé aux autres stades de lactation (8 h 30 et 10 h), pourrait permettre d'exploiter davantage leurs capacités de production.

Le 24 mai, l'heure de changement de paddock N→J a été avancée d'une heure pour équilibrer les repas et lisser la traite du matin. Les vaches sont aussi bloquées dans l'aire d'attente depuis cette date 2h avant leur autorisation de traite. La porte de tri ne s'ouvre pas lorsque l'animal s'y présente. Ainsi, la vache est refusée au robot mais est bloquée dans l'aire d'attente et devra passer au robot pour aller en prairie. Cela renforce la probabilité de la vache d'être traite lorsque qu'elle se présente en aire d'attente. Lyons et al. (2014a) soulignent l'importance de minimiser les refus de traite en système très pâturant afin de limiter les intervalles de traite élevés (> 16 h) bien qu'ils n'en soient pas la cause principale. Ces intervalles de traites élevés pourraient limiter la production laitière par vache (Delamaire et Guinard-Flament, 2009). Ainsi, si la vache au changement de paddock est refusée au robot, et dirigée à la pâture par la porte de tri, on peut supposer qu'une fois dans la prairie elle ne reviendra pas tout de suite. Cependant, cette mesure de rétention dans l'aire d'attente des vaches 2 h avant leur autorisation de traite peut être controversée. Elle pourrait affecter la santé des vaches, notamment les pattes, en prolongeant leur attente sur les caillebotis. Cela pourrait aussi réduire les temps d'ingestion au pâturage. Ce temps d'attente, temps écoulé entre l'arrivée dans l'aire d'attente du robot et ses abords (les vaches ont tendance à attendre aussi en haut des chemins) et le début de la traite, a été évalué durant le mois de juillet par une étudiante de WageningenUR (Beck, à paraître) : un temps moyen de 2h37 par vache par passage au robot a été mesuré.

### 3.4.2 FREQUENCE DE TRAITE

L'évolution de la fréquence de traite avant et après transfert est illustrée en Figure 16. Le 25 mars a été choisi car il correspond au lendemain de la mise à l'herbe sur le site hivernal. La FT avant transfert est de (moyenne  $\pm$  écart-type)  $1,94 \pm 0,11$ . On constate une légère baisse lors du second cycle de pâturage par rapport au premier :  $1,87 \pm 0,08$  contre  $1,97 \pm 0,10$  traites/VL/j. Elle chute fortement après le transfert pour osciller autour de 1,50 ( $1,51 \pm 0,7$  traites/VL/j) entre le 13 et le 23 mai. Entre le 24 mai et le 31 mai, on observe une tendance à la progression  $1,72 \pm 0,12$  traites/VL/j. Puis elle semble se « stabiliser » autour de 1,8 ( $1,83 \pm 0,11$  traites/VL/j) depuis le 1<sup>er</sup> juin. Ces repères de dates sont basés uniquement sur l'observation. Une étude de Lyons et al. (2014b) sur 11 essais de combinaison robot et ration 100% herbe pâturée avec peu de concentrés montre que la FT est peu élevée par rapport à des systèmes peu pâturant :  $1,6 \pm 0,12$  traites/VL/j (variation de 1,10 – 2,30 traites/VL/j). Cependant, ces études proviennent toutes de l'hémisphère Sud. En Europe de l'Ouest, les uniques références de cette conduite sont issues de l'essai robot mobile danois et l'essai en cours à Liège étudiés dans le §1, et de Moorepark, en Irlande (Fitzgerald et O'Brien, 2011). Ils ont montré de bonnes performances en FT, de 1,8 jusqu'à 2,2 traites/VL/j en activant certains leviers (intervention humaine, eau, 3 paddocks/jour). Le résultat du dispositif mis en place à Trévarez reste donc cohérent avec la bibliographie. On

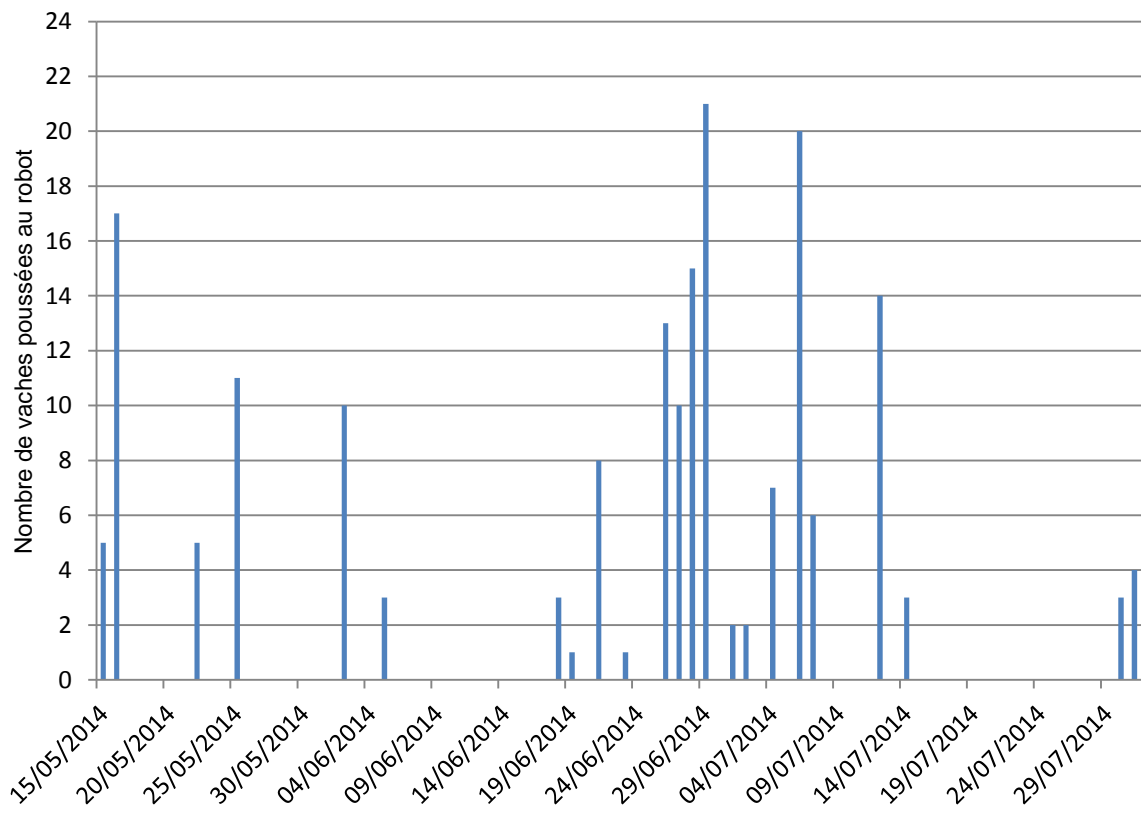


Figure 17 – Evolution du nombre de vaches poussées au robot par les vachers du 15/05/2014 au 31/07/2014 sur le site estival.



peut retenir que la différence entre le pâturage J sur le site hivernal et le pâturage J et N sur le site estival semble faible.

L'impact de facteurs de motivation tels que la distance robot-parcelle ou la hauteur d'herbe reste difficile à expliquer étant donné le système d'un paddock jour et d'un paddock nuit avec des données potentiellement différentes pour l'un et l'autre sur 24h. Le pic descendant du 5 et 6 juillet peut être expliqué par une pluie très forte le matin du 5 juillet, les vaches restant à l'abri près de haies dans la parcelle de nuit C6. Mis à part cet événement exceptionnel, la météo a été relativement clémente depuis le transfert : pas de sécheresse même si un peu de chaleur durant les mois de mai et juin, très peu de grosses pluies, un seul orage. La circulation des vaches est altérée par de fortes pluies ou de fortes chaleurs (Ketelaar de Lauwere et al., 1999 ; Spörndly et Wredle, 2002). Les vaches rentrent au bâtiment pour s'abriter ou rechercher de l'ombre. Cependant sur le site estival de Trévarez, les abris sont les haies séparant les prairies, et donc les vaches restent au champ. L'effet observé est donc inverse à celui décrit par la biblio et la fréquence de traite peut être diminuée. La météo sera probablement plus capricieuse dans les prochaines années, il faudra alors évaluer son impact dans ce système sans bâtiment sur la circulation des animaux. Le concept des points d'eau situés plutôt dans les chemins pour inciter les vaches à se lancer en direction du robot (Kerrisk, 2009) semble bien fonctionner selon les techniciens, aucune agglutination d'animaux n'a été observée autour d'eux.

### 3.4.3 VITESSE D'ADAPTATION DES ANIMAUX ET INTERVENTIONS HUMAINES

On peut considérer une stabilisation de la fréquence de traite comme repère pour caractériser l'adaptation des vaches au nouveau site estival et au nouveau système de circulation. La Figure 16 indique environ une durée d'environ trois semaines après transfert avant de retrouver une fréquence de traite oscillant autour de 1,8 traites/VL/j. Le pic descendant du 31 mai est dû à un problème de porte de tri qui ne s'ouvrait plus. Les vachers ont donc dû ouvrir les portillons anti-retour, et certaines vaches ont pu passer dans la parcelle de nuit sans être traitées.

Un autre critère qui aide à qualifier l'adaptation des animaux au site, leur assimilation du système de circulation et aussi la motivation engendrée par l'appétence de l'herbe fraîche en changeant de paddock, est le nombre de vaches à aller chercher en prairie. Evidemment, ce critère reste subjectif à l'éleveur, par exemple à Derval tout le troupeau est ramené chaque jour le soir afin d'assurer des traites. Ce critère devient alors inutilisable. Cependant à Trévarez, le système se veut autonome sans intervention humaine, ou du moins le moins possible.

L'évolution du nombre de vaches à aller chercher en prairies est représentée en Figure 17. Ce nombre représente l'addition entre les vaches poussées le matin et le soir. Le matin ce sont les vaches qui sont restées en parcelle de jour depuis la veille, le soir ce sont soit celles qui sont restées en parcelle de nuit depuis la veille soit celles en parcelle de jour que le vacher pousse lors de la dernière visite pour avancer le fil notamment.

La volonté des expérimentateurs est de ne pas aller chercher les vaches au champ, sauf en cas de gros retards de traite. Le jour du transfert le 13 mai, toutes les vaches (54) ont été poussées pour passer dans la parcelle de nuit à 18h. Puis le 14 mai à 9h, toutes les vaches en parcelle de nuit ont encore été poussées vers la parcelle de jour. Le 16 au matin, 17 vaches étaient encore en parcelle de jour. Rappelons que le changement de parcelle avait lieu à 8h (changé le 24/05 à 7h) et 17h à cette date. Ainsi ces 17 vaches n'étaient pas passées en parcelle de nuit depuis le changement de paddock à 17h la veille. Une fois poussées dans l'aire d'attente elles réintègrent alors la parcelle de jour. On peut supposer que ces vaches n'avaient pas encore pris leur « rythme ».

Ensuite jusqu'au 31 juillet, le nombre d'interventions est limité. La plupart trouvent leurs explications. D'abord deux vaches arrivent à circuler entre les paddocks, sont toujours en retard de traite et doivent être poussées souvent jusqu'à la stalle car elles savent ouvrir les portillons anti-retour. Ensuite le week-end, seulement deux techniciens travaillent sur la



Figure 18 – Distribution moyenne des traites sur 24h avant et après le transfert et en fonction des modifications de paramètres de traite, avec en abscisse le créneau horaire et en ordonnée le pourcentage de traites réalisées sur 24h.

ferme (sur les trois systèmes S1, S2 et S3). Les vaches sont plus souvent poussées (25/05, 21/06, 12/07) si certaines « traînent » un peu dans la parcelle afin de pouvoir simplifier le travail pour installer le nouveau paddock du lendemain avec l'avancée du fil (mis en place à 16h pour la parcelle nuit et 21h pour la parcelle jour généralement). Enfin, les deux interventions majeures des vachers fin juin et le 06 juillet peuvent être expliquées. Le 27, 28 et 29 juin (vendredi, samedi et dimanche) les vaches ont été poussées de la PJ à 21 h pour les raisons décrites précédemment. Beaucoup de vaches (respectivement 10, 13 et 20) étaient restées tard dans la parcelle car elles étaient dans C1c, loin du robot. On peut supposer que la distance à combler pour accéder à la parcelle de nuit a peut-être contribué au retard pour rentrer. De plus les vaches semblent bien aimer pâturer l'îlot C1. Le 6/07, les vaches ont été ramenées de la PN à 16 h. Cela peut être expliqué par la combinaison de deux facteurs. D'abord la même explication que pour la fréquence de traite. La forte pluie du 5/07 avait entraîné un fort retard de traite et donc afin de ne pas perdre de lait les vachers sont intervenus (environ 1/5 du troupeau avait un jour de retard à la traite le 6/07 après-midi). Mais ils sont intervenus aussi car les vaches ne sont pas revenues d'elles-mêmes le lendemain (6/07). On peut supposer que le fait de découvrir une nouvelle parcelle éloignée du robot (550 m), GA, en empruntant un nouveau chemin, après avoir pâturé la journée en C1 qui est la parcelle opposée à GA (plus d'un km entre les deux) par rapport au robot, n'a pas motivé les vaches à revenir. En effet, Lyons et al. (2013a) remarquent que les intervalles de traite élevés sont plutôt observés sur des distances prairie-robot situées entre 500 m et 1 km. Enfin, pour réaliser d'éventuels soins, tarisements ou échographies les animaux sont soit envoyés au box d'isolement par la porte de tri, soit ramenés de la pâture. Ces événements ne sont pas comptabilisés dans la Figure 17.

#### 3.4.4 DISTRIBUTION DES TRAITES

Un autre moyen intéressant pour visualiser l'adaptation des animaux et leurs réponses aux changements de paramètres de traite est la distribution moyenne des traites sur 24h. La Figure 18 montre un changement important entre les deux semaines précédant le transfert 29/04-05/05 et 06/05-12/05, et après le transfert.

En période de pâturage jour sur le site hivernal, les traites sont assez bien réparties, avec notamment 20 et 21% des traites réalisées entre minuit et 6 h. Un creux a lieu entre midi et 15 h, après le pic du matin et avant le pic du soir lorsque toutes les vaches reviennent (ou sont poussées) au bâtiment pour la distribution des fourrages et y passer la nuit. On remarque, durant les 6 jours suivant le transfert, qu'environ 92% des traites sont réalisées entre 7 h et 23 h. On peut supposer que le déficit de traites est la nuit, et qu'il faut essayer de favoriser la traite un peu plus lors de cette période. Les changements successifs du 20 et 24 mai sur les autorisations de traite (Tableau 12) ont modifié la distribution des traites mais n'ont pas eu l'effet escompté. Conjointement à l'adaptation des vaches et à leur compréhension des horaires de changement des paddocks, cela a augmenté le nombre global de traites mais cela a encore plus baissé la part de traites réalisées entre minuit et à 06 h, et renforcé celle aux heures des changements de prairies.

La distribution des traites semaine par semaine jusqu'au 19/07 montre une quasi disparition des traites de nuit. En effet, le créneau 0-6 h représente moins de 1-2% des traites sur 24 h. Cela n'est pas compromettant étant donné la faible saturation du robot. Si on souhaitait mieux distribuer les traites au cours de la journée mais aussi augmenter la fréquence de traite, il faudrait envisager un passage à un système de pâturage avec 3 paddocks/jour utilisé par exemple à la station expérimentale de Moorepark en Irlande avec 70 animaux (Fitzgerald et O'Brien, 2011), ou bien avec le robot mobile aux Pays-Bas (§ 1.2.2). Il est également fortement conseillé dans ces systèmes très pâturant par DairyNZ (2008) et Kerrisk (2009) afin de combler ce creux la nuit dans la courbe de visite des animaux au robot par rapport à deux paddocks/jour. Lyons et al. (2013b) ont comparé en système très pâturant avec 145 vaches et deux stalles, l'utilisation de 3 paddocks et 2 paddocks sur 24 h. La gestion du pâturage avec 3 paddocks/jour a réduit de 31% l'intervalle de traite, augmenté 40% la FT (1,8) et 20% la PL journalière. Cependant la configuration de la plate-forme et des

		25/03 au 12/05	14/05 au 19/05	21/05 au 23/05	25/05 au 31/07
IT	Moyenne	12 : 27	16 : 21	15 : 26	13 : 16
	Ecart-type	03 : 43	06 : 19	07 : 15	05 : 35
% IT > 16 h		12	47	43	21
% IT > 24 h		1			5

Tableau 13 – Evolution de l'intervalle de traite (IT) avant et après transfert du robot sur le site estival, du 25/03/2014 au 31/07/2014, et en fonction des changements d'autorisation de traite.

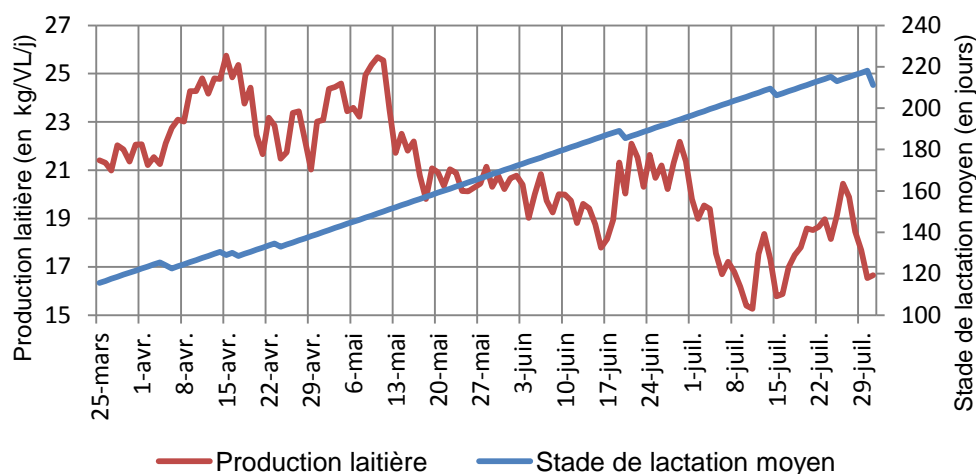


Figure 19 – Evolution de la production laitière par vache par jour avant et après le transfert de site, et du stade de lactation moyen du troupeau.

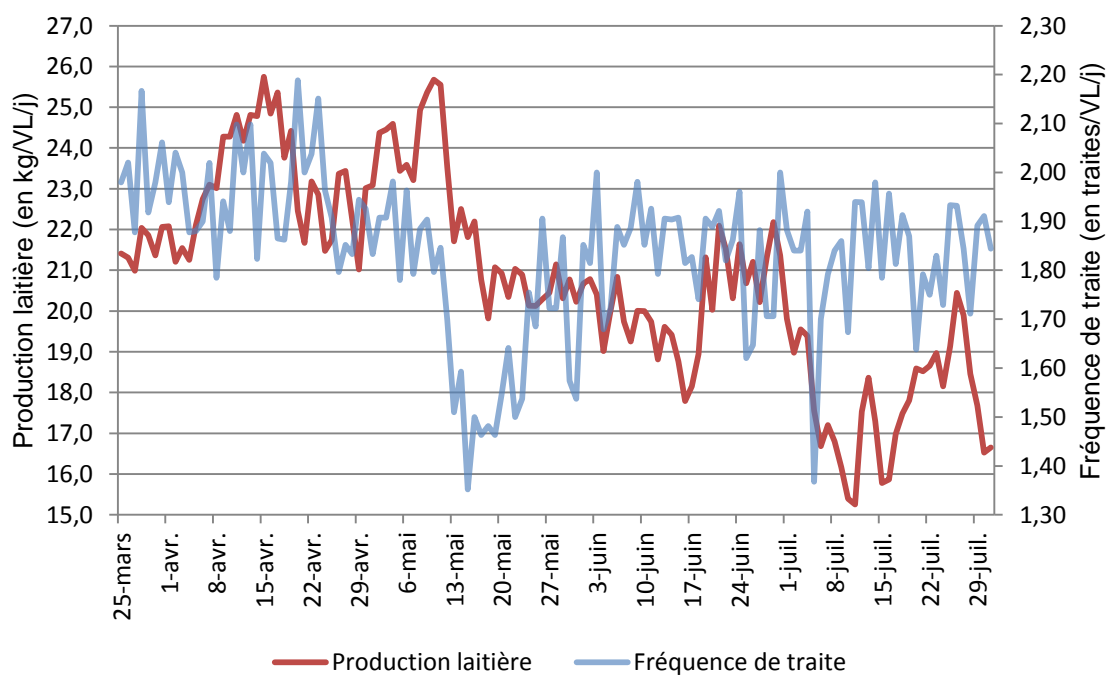


Figure 20 – Evolution de la production laitière par vache par jour avant et après le transfert de site le 13 mai et de la fréquence de traite.

chemins ne s'y prête pas en l'état. On pourrait imaginer diviser le parcellaire en 3 blocs : un 1<sup>er</sup> bloc C1/C2, un 2<sup>ème</sup> bloc C3/C4/C7, un 3<sup>ème</sup> bloc C5/C6/PA/GA. Il faudrait notamment aménager un chemin pour le 2<sup>e</sup> bloc redessiner quelques paddocks, ou alors garder deux chemins comme dans l'expérimentation de Lyons et al. (2013b). Mais cela nécessite de ramener les vaches restantes dans une des trois parcelles chaque jour afin que deux paddocks ne soient pas atteignables en même temps par les vaches sans passer par la plate-forme. Ce temps de travail serait compensé par une production laitière accrue (Lyons et al., 2013b). Le temps d'attente (2h en moyenne dans cette étude) n'a pas été modifié en passant à 3 paddocks. Cela ne serait donc pas le moyen de réduire les 2h45 observées à Trévarez. Les traites étaient majoritairement distribuées autour des 3 changements de paddocks, d'où l'intérêt de changer en pleine nuit afin d'augmenter les traites durant cette période (minuit ou 1h à Moorepark). Cependant, la distribution des traites dans cette étude même en situation de 2 paddocks par jour est beaucoup plus étalée qu'à Trévarez. On peut supposer qu'avec 3 paddocks/jour le temps d'attente à Trévarez soit réduit, bien que le comportement grégaire des vaches accentué au pâturage favorisera toujours les visites en groupe au robot (Ketelaar de Lauwere, 1999) et donc renforcera le mouvement de masse observé lors des changements de paddocks (Annexe XII).

#### 3.4.5 INTERVALLE DE TRAITE

L'intervalle de traite (IT) est directement lié à la fréquence de traite, mais il offre de nouvelles informations. Le Tableau 13 montre une augmentation brutale de l'IT après le transfert du site hivernal au site estival, passant de (moyenne  $\pm$  écart-type) 12h27  $\pm$  3h43 à 16h21  $\pm$  6h19. Ensuite l'association des mesures mises en place et la compréhension du système par les animaux entraîne un IT plus « classique » 13h16  $\pm$  5h35. Cependant, la variation de l'IT semble plus importante d'après l'écart-type. Ces données sont relativement similaires à la bibliographie (Lyons et al. 2013a). Cette étude néo-zélandaise basée sur 150 000 traites sur deux ans en système très pâturant, économe en concentrés, avec deux paddocks par jour mis à disposition obtient un IT de 13h12  $\pm$  6h12. La majeure différence entre le site hivernal et le site estival est la part d'IT > 16h, passant de 12 à 21%. De plus, ceux supérieurs à 24h atteignent 5%, contrairement à 1% en pâturage jour uniquement. Un des leviers majeurs à activer en traite automatisée combinée à ce type de système pâturant, afin d'augmenter la production laitière, pourrait résider dans la réduction de la part de ces IT allongés selon Lyons et al. (2013a). Afin d'obtenir plus d'informations sur ces IT > 16h à Trévarez, les caractéristiques individuelles des vaches seraient à étudier, notamment le stade de lactation.

#### 3.4.6 PRODUCTION LAITIÈRE

L'évolution de la PL avant et après le transfert est représentée en Figure 19. Le stade de lactation moyen du troupeau est précisé car les vêlages groupés sur la période automne-hiver entraînent une avancée globale du troupeau vers la fin de lactation sur le site estival. De plus, le troupeau se trouve dans la phase descendante de la lactation globalement (120 jours fin mars) malgré 10 vêlages en mars et avril. On considère donc qu'une baisse régulière de la PL a lieu durant la période étudiée. La FT a été reproduite également sur la Figure 20 afin de visualiser ses variations et leur impact possible sur la PL.

On remarque que la PL varie entre 21 et 25 kg/VL/j sur le site hivernal. La FT ne semble pas liée à ces variations. On aurait pu supposer une baisse de la PL après le remplacement de l'ensilage d'herbe par de l'enrubanné à partir du 9 avril, cependant la hausse de la qualité de l'herbe pâturée (pâturage de PI6 et PI5 deux prairies très riches en trèfle blanc) pourrait avoir compensé et même augmenté la PL. L'arrêt de la distribution d'ensilage de maïs le 30 avril a probablement été compensé par la hausse d'ingestion d'herbe pâturée. Le maïs grain a été augmenté d'un kg par vache par jour, également à cette date. On peut supposer qu'étant donné le système économe de concentrés, la quantité de fourrages ingérée n'est que très peu modifiée par cette augmentation de concentrés, et donc le bénéfice du concentré sur la PL est total avec l'absence de substitution. De plus, le retour sur PI6 juste avant le transfert

	Période estivale 100 % pâturage		Période hivernale 100% bâtiment
	Semaine	Week-end	
Analyse des données du robot	2 x 10 min	2 x 10 min	
Nettoyage/Maintenance robot	36 min	30 min	
Pâturage (clotûres, eau)	2 x 17 min	2 x 15 min	
Ramener les vaches au robot	6 min	5 min	
Raclage, curage	5 min	0 min	
Autres	9 min	0 min	
Temps passé autour du robot	56 min	50 min	1h50
Temps passé à la plate-forme	5 min	0 min	
Temps passé au bâtiment			1h35
Temps passé à l'alimentation			1h05
Temps passé à la gestion du pâturage	40 min	35 min	

Tableau 14 – Evaluation du temps de travail moyen par jour en semaine et en week-end sur le site estival (100% pâturage) et comparaison avec le site hivernal (100% bâtiment).

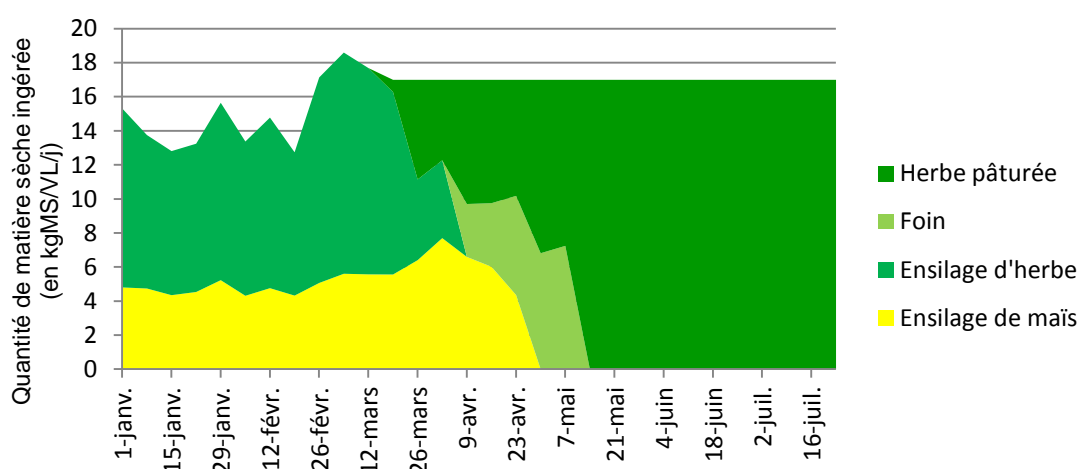


Figure 21 – Calendrier fourrager 2014 en prenant comme hypothèse 17kg MS ingérée totale.

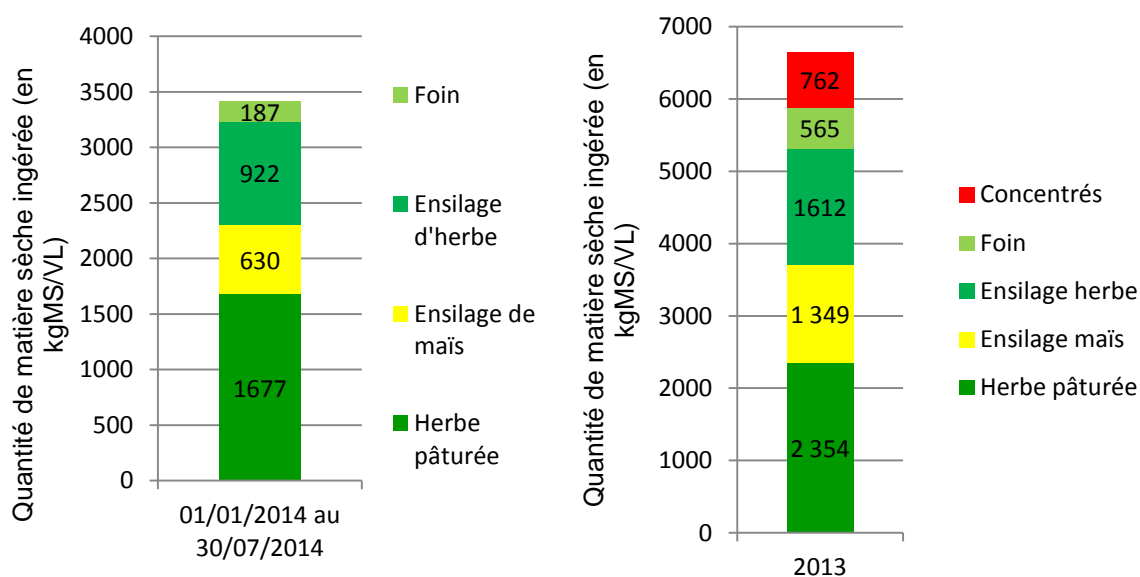


Figure 22 – Quantité de MS ingérée (ou estimée pour l'herbe pâturée) en kg MS par vache en 2013 et sur 7 mois en 2014.

semble avoir encore stimulé la PL pour atteindre plus de 25 kg/VL/j.

Après le transfert du 13 mai, la PL chute lourdement, diminuant de quasiment 5 kg/VL/j pour atteindre 19,8 kg/VL/j le 18 mai. On peut supposer que la chute de la fréquence de traite de 1,9 à 1,35-1,5 traites/VL/j joue un rôle. Tandis que la FT remonte, la PL continue de décroître jusqu'à 17,8 kg/VL/j le 16 juin. On peut supposer que la baisse d'ingestion due à la sévérité de pâturage exercée entraîne cette diminution. Puis, la PL remonte pour osciller autour de 21 kg/VL/j jusqu'au 30 juin. Cela coïncide exactement avec le début du 2<sup>ème</sup> cycle de pâturage, le 16 et surtout le 19 juin pour le cycle de jour, et quelques jours après pour le cycle de nuit (Annexe XI-2). Ainsi, les vaches pâturent pour la première fois sur des hauteurs en entrée ajustées à un bon pâturage §3.1.3.2. Cependant, elle s'effondre de nouveau pour atteindre 15,3 kg/VL/j le 11 juillet. Le pâturage de C1b à plus de 22 cm en PJ et ensuite GA en PN (pâturage ancienne de mauvaise qualité, détruite après ce passage) entre le 1<sup>er</sup> juillet et le 11 juillet, associé à la baisse en fréquence de traite et à l'avancée du stade lactation pourraient l'expliquer. Enfin, la PL remonte dans la seconde moitié du mois de juillet jusqu'à 20,4 kg/VL/j le 26, correspondant au début du 3<sup>ème</sup> cycle de pâturage, puis baisse de 5 kg/VL/j entre le 26 et le 30. La fin de pâturage sur C1a en PJ, avec une sévérité de pâturage très élevée synonyme d'une baisse d'ingestion des animaux dont le stade de lactation est de plus en plus avancé (plus de 200 jours en moyenne), pourrait peut-être entraîner une telle chute.

### 3.5 TRAVAIL

Le temps travail moyen par jour, évalué sur une semaine, est représenté en Tableau 14. Un technicien de la ferme spécialisé sur le S3 intervient deux fois par jour sur le site, une fois le matin vers 8h / 8h30, une fois le soir vers 16h30 / 17h, autour des horaires des changements de paddock afin de pouvoir observer au mieux les animaux (alors dans l'aire d'attente) et déplacer les fils. Enfin, la personne chargée de garde du soir passe vers 21h30 afin de s'assurer qu'il n'y a pas de problème particulier, et généralement déplace le fil avant de la parcelle de jour. Le temps d'astreinte destiné à l'atelier « vache laitière » est donc de 1h40 par jour en comparaison de 4h30 en période hivernale. Le temps est gagné notamment sur l'entretien du bâtiment et la distribution des aliments. La gestion du pâturage ne représente qu'une demi-heure par jour car les vaches ne sont que rarement ramenées du champ, ou alors en déplaçant le fil avant. De plus, cela permet de repérer d'éventuelles vaches qui circulent moins bien, à cause de boiteries par exemple. Il n'y a pas eu de soins spécifiques ou d'interventions sanitaires durant ces 7 jours. De plus, il faut prendre en compte le choix aléatoire de la semaine choisie. Les génisses nécessitent 15 min d'astreinte par jour également. Le déplacement sur le site estival permet aussi de s'occuper des tarries et génisses pâturent sur Cosquérou. Le week-end, le temps est allégé d'un quart d'heure.

A ces postes, il faudrait ajouter le temps consacré aux veaux sevrés restés sur le site hivernal, au pâturage, et bientôt les veaux nés sur le site estival. Après réflexion, le choix du lieu de logement des veaux s'est porté sur le site estival. Ils seront logés dans un igloo collectif et deux niches individuelles placés dans la parcelle C5a. Ainsi le lait yaourt pourra être fabriqué et distribué à proximité du bloc de traite. L'autre solution qui consistait à laisser les veaux au bâtiment, imposait de déplacer le lait jusqu'au site hivernal. De plus, un parc pourra être mis en place facilement à disposition des veaux. La station de Trévarez s'interroge sur la mise en place à l'avenir d'un système de vaches nourrices.

### 3.6 CALENDRIER FOURRAGER ET MARGE SUR COUT ALIMENTAIRE

L'herbe pâturée constitue l'unique fourrage ingérée depuis le transfert (Figure 21). L'objectif est de conserver cette ration jusqu'au 15 octobre. Le pâturage d'automne sur le site hivernal permettra de continuer à valoriser l'herbe pâturée tant que la portance des sols le permet. En 2013, 380 kg MS/VL d'herbe pâturée ont pu être ainsi valorisés entre mi-octobre et mi-décembre. En 2013, sans déplacement sur le site estival mais avec un peu d'affouragement en vert, la consommation d'herbe pâturée (affouragement inclus) est estimée à environ 2,35 t MS/VL (Figure 22). Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014 jusqu'au 31 juillet, plus de 1600 kg MS/VL d'herbe pâturée ont été valorisés. Si le régime 100% herbe est

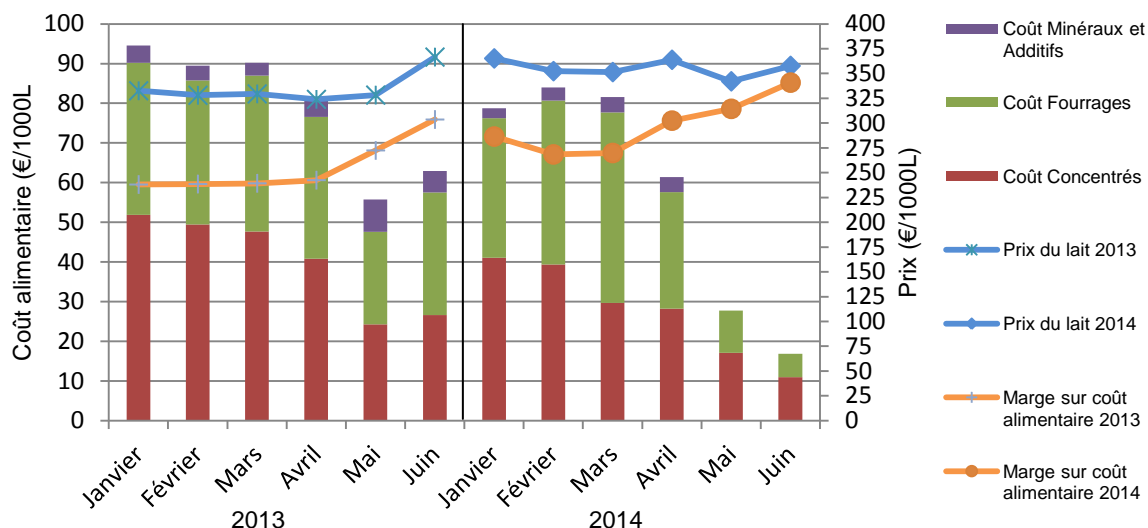


Figure 23 – Comparaison des coûts alimentaires 2013 et 2014 sur les six premiers mois de l'année.

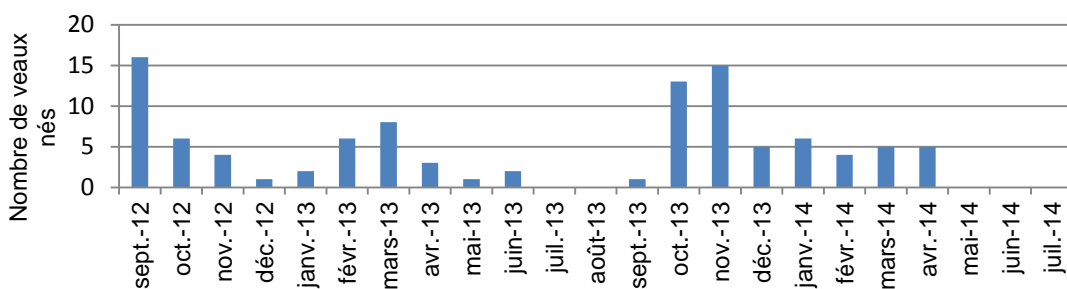


Figure 24 – Répartition des vêlages depuis la mise en route du robot de traite mobile.

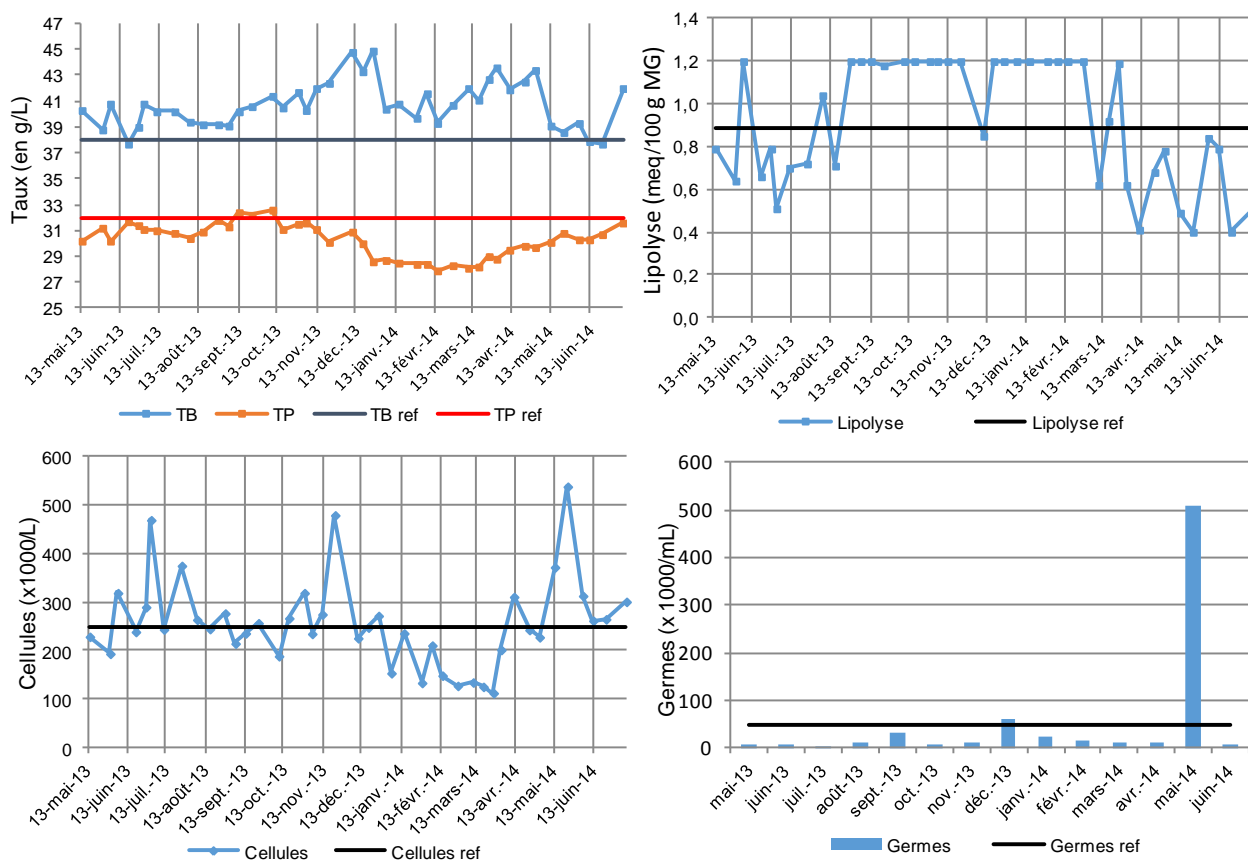


Figure 25 – Evolution du TP, du TB, de la lipolyse et des cellules au tank du 13/05/2013 au 08/07/2014. « Ref » désigne le seuil de pénalisation par la laiterie.



maintenu jusqu'au 15 octobre, ce chiffre s'élèvera à 3,1 t MS/VL, auquel il faudra encore ajouter l'herbe valorisée sur le site hivernal. La limite de ce calcul est l'estimation de l'ingestion de 17 kg MS/j de fourrages pour calculer l'ingestion d'herbe pâturée, notamment au vu de la sévérité du pâturage au premier cycle. Une enquête sur les pratiques de 20 élevages français conciliant la traite robotisée des vaches laitières avec un système de production pâturant (Brocard et al., 2014b) montre une consommation moyenne d'herbe pâturée de 1,43 t MS/VL/an, dont un élevage à 2800 kg MS/VL/an. La consommation moyenne annuelle d'herbe pâturée d'une vache laitière française est estimée à environ 1,5 t MS/VL/an (Brunschwig (2011) cité par Brocard et al. (2014b)). Le système S3 réussit donc à valoriser une importante quantité d'herbe, en traite robotisée. Cependant, il faudrait, pour être plus juste, comparer le système S3 à un groupe de référence issu de l'agriculture biologique en traite robotisée ou bien les fermes pilotes AGM des autres pays dont certaines associent AB et robot de traite.

L'évolution du coût alimentaire illustrée en Figure 23 montre l'intérêt économique de l'herbe pâturée, avec un coût alimentaire réduit de 40% entre le mois de janvier (le plus haut) et le mois de mai (le plus bas) en 2013. En 2014, il est divisé par 5 entre février et juin. La consommation réduite de concentrés associée à l'absence de complémentation en fourrages conservés permet d'obtenir un coût alimentaire inférieur à 20€/1000L, maintenu sur 5 mois environ. Le prix du lait étant également un peu plus élevé qu'en 2013, la marge sur le coût alimentaire est supérieure en 2014 et atteint 340€/1000L en juin. De plus, lorsque la conversion bio sera réalisée (même si un complément conversion est déjà comptabilisé), le lait sera également mieux payé. Cela pose une nouvelle réflexion sur le système S3 à Trévez, sur l'intérêt de produire plus de lait au printemps et en été afin de valoriser économiquement le lait produit au pâturage. Actuellement les vêlages sont étalés sur 7 mois (Figure 24). Le système pourrait s'orienter sur des vêlages groupés sur deux périodes automne/printemps afin de mieux maintenir la marge sur coût alimentaire sur 12 mois.

Le souhait du système S3 était d'être autonome en production de concentrés. Les rendements de récolte ne semblent cependant pas assez élevés pour garantir la quantité nécessaire. Le système s'orienterait donc soit vers l'achat extérieur du concentré, soit vers une réduction des concentrés distribués par rapport au projet initial. Le prix du concentré bio est très élevé et pourrait réduire la marge sur coût alimentaire. Ainsi, on pourrait imaginer tester l'impact d'une suppression du concentré notamment sur la circulation au robot. Les essais restent peu nombreux en système très pâturant sur l'utilisation du concentré. Scott et al. (2014) testent l'apport ou non de concentré lors de la traite mais en traite robotisée installée sur un manège. Les vaches ayant une récompense attendent moins longtemps dans l'aire d'attente. Mais la différence entre un robot mono-stalle et un roto-robot est trop importante pour utiliser ce résultat à Trévez. L'Université de Liège a un essai en cours sur la quantité de concentrés distribuée au robot de traite et son impact sur différents paramètres zootechniques, mais la récompense à la traite n'est pas totalement supprimée. Enfin, Jago et al. (2007) ont testé l'effet de la suppression du concentré. Le lot recevant un kg d'orge a produit plus de lait que le lot qui n'en recevait pas (23,6 vs 22,5 kg/VL/j,  $p < 0,01$ ), mais la fréquence de traite n'a pas été affectée (1,7 vs 1,6 traites/VL/j, non significatif). Il apparaît donc possible de réduire encore le coût alimentaire par le coût des concentrés sans affecter la circulation.

L'élevage est souvent pénalisé par la qualité du lait, que ce soit par le TP, les germes, la lipolyse ou les cellules (Figure 25). Seul le TB permet d'obtenir une incidence positive sur la paye de lait. Depuis une intervention de DeLaval le 6 février, le problème de lipolyse sur l'hiver 2013-2014 semble résolu. Cependant, divers paramètres ont été changés en même temps (modification des horaires de traite, des séquences d'agitation dans le tank, et des paramètres de lavage ainsi que le court-circuit du filtre à lait et du pré-refroidisseur), rendant impossible la détermination du problème initial. De plus, la diminution de la lipolyse coïncide également avec le changement de ration des vaches laitières, l'arrêt de l'ensilage d'herbe, et

Période	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Caractéristique	Pâturage J/N	Pâturage J + ensilage d'herbe	Pâturage J + ensilage de maïs	<b>100% bâtiment</b>	Pâturage J + ensilage de maïs	Pâturage J/N
Dates	16-05 au 28-08	29-08 au 24-11	25-11 au 21-12	<b>22-12 au 23-03</b>	24-03 au 12-05	13-05 au 31-07
Durée (jours)	105	88	27	<b>93</b>	49	80
Site	Hivernal	Hivernal	Hivernal	<b>Hivernal</b>	Hivernal	Estival
Nombre de vaches traites	48,9	37,5	50,0	<b>45,2</b>	51,6	51
Stade de lactation moyen du troupeau (en jours)	220	206	131	<b>112</b>	132	188
Production laitière par stalle (en kg/jour)	928	665	1121	<b>1003</b>	1197	994
Production laitière (en kg/VL/j)	18,8	17,7	22,4	<b>22,2</b>	23,1	19,47
Nombre de traites par jour	99	84	119	<b>107</b>	100	90
Fréquence de traite (en traites/VL/j)	2,01	2,22	2,37	<b>2,36</b>	1,94	1,78

Tableau 15 – Description des performances laitières moyennes du troupeau au cours des différentes périodes du 16/05/2013 au 31/07/2014.

la mise au pâturage. Au mois de mai 2014, le TP, les cellules et les germes ont été pénalisés, et au mois de juin 2014 le TP et les cellules. Les données sont illustrées sur plus d'un an afin d'observer une éventuelle différence avec la saison de pâturage 2013, Le comptage des cellules somatiques du lait (CCS) était déjà au-dessus du seuil entre la mi-mai et la mi-août. Le pic du mois de mai est toutefois probablement dû au transfert. Le déplacement sur le nouveau site et la découverte de la circulation ont pu engendrer du stress au sein du troupeau et expliquer la hausse brutale du CCS. Oudshoorn et al, (2013) indiquent, sur l'essai danois, un stress induit par le passage au système de pâturage tournant avec fil avant, et qui serait responsable d'une hausse du CCS. Le tarissement au cours du mois de juillet de vaches en stade de lactation très avancé, avec des problèmes récurrents en cellules pourrait avoir diminué le CCS. Une étude des mammites permettrait de mieux comprendre l'évolution du CCS.

### 3.7 PLACE DE LA PERIODE ESTIVALE 2014 PAR RAPPORT AUX AUTRES PERIODES

Le Tableau 15 décrit le déroulement de la conduite du troupeau, depuis la mise au pâturage jour et nuit sur le site hivernal, le 16 mai 2013, jusqu'au 31 juillet 2014 et la période de pâturage jour et nuit sur le site estival. La comparaison des performances est difficile car le stade de lactation est très différent d'une période à une autre. Or, la production laitière et la fréquence de traite sont influencées par ce facteur. De plus, la durée des périodes est très variable. Ainsi, « l'effet période » combine plusieurs facteurs : alimentation, climat, mode de logement, stade de lactation, etc. Peu d'interprétations sont donc réalisées.

La fréquence de traite observée sur P6 semble faible par rapport aux autres périodes, mais le calcul prend en compte les jours suivant le transfert. La production laitière de P6 semble satisfaisante en comparaison avec la période 100% pâturage de 2014.

Enfin, la période 100% bâtiment, souvent utilisée comme période de référence par les éleveurs en termes de fréquence de traite et de production laitière, semble obtenir des résultats similaires aux périodes avec pâturage de jour. Cela reste cohérent avec les résultats de l'expérimentation réalisée à Derval. En effet, la période de transition caractérisée par un pâturage de jour et la nuit au bâtiment est celle obtenant la meilleure production laitière (Dehédin, 2013).



## CONCLUSION

---

A la station expérimentale de Trévarez, un prototype de robot mobile a été conçu afin de valoriser un îlot de parcelles situé à 4,5 km du bâtiment sur une période de 6 mois par an. Les animaux sont alors conduits dans un système 100% herbe pâturée avec très peu de concentrés.

Le premier déplacement du prototype et des animaux sur le site estival a pu être réalisé le 13 mai 2014. Le transfert a été bien préparé et aucun incident n'a eu lieu. Le déplacement de la porte de tri 3 voies la veille permet de mettre vite en place le nouveau système de circulation. Le bloc de traite a été débranché, déplacé et branché sur le nouveau site en 4h. Cette étape nécessite une main d'œuvre importante et de la technicité. Etant à répéter deux fois par an, elle doit être bien maîtrisée et planifiée. L'exposition des deux remorques et de la porte de tri 3 voies aux conditions extérieures n'a pas entraîné de modification majeure des alarmes tant en fréquence qu'en importance jusqu'à aujourd'hui.

Le système de deux paddocks sur 24 h, choisi pour limiter les interventions humaines, a été mis en place dès le premier jour afin de favoriser une adaptation rapide des vaches à la nouvelle circulation. Les interventions humaines se sont limitées aux premiers jours. Les vaches ont rapidement intégré les horaires de changement de paddock. La fréquence de traite a mis environ 3 semaines avant de se stabiliser. Elle apparaît dépendante des choix de l'éleveur : autorisations de traite, gestion de la porte de tri, interventions, facteurs météorologiques, gestion du pâturage. Le niveau atteint ici, 1,8 traites/VL/J en système très pâturant, semble satisfaisant au vu de la bibliographie. Cependant le temps d'attente ainsi que la distribution des traites au cours de la journée peuvent probablement être améliorés.

En système très pâturant, la production laitière par vache semble peu liée à la fréquence de traite. Elle semble plus répondre aux variations de la qualité de l'herbe. Ainsi, l'augmentation de la fréquence de traite ne serait peut-être pas le levier principal à activer prioritairement pour augmenter la production laitière en système 100% pâturage. Le lien entre les intervalles de traite longs et la production laitière reste cependant à étudier.

Le coût alimentaire a été divisé par 5 entre le mois le plus haut de la période 100% bâtiment et le mois le plus bas de la période 100% pâturage grâce à la valorisation de l'herbe pâturée. En 7 mois, environ 1,7t d'herbe pâturée a été valorisée. Cependant le surcoût lié à la mobilité reste difficile à amortir étant donné le montant de l'investissement de départ. L'aménagement d'un site existant permettrait de le réduire. De plus, les conditions climatiques ont été clémentes depuis le transfert. L'impact de conditions plus rudes sur la fiabilité et le vieillissement de l'installation sera à étudier.

La mobilité du bloc de traite permet de pallier à la fragmentation du parcellaire. Mais cet investissement élevé n'est peut-être pas la solution idéale. On peut supposer que la solution d'échange de parcelles afin de disposer d'un parcellaire regroupé reste à privilégier. Le dispositif actuel serait plus adapté à des systèmes herbagers montagnards, pratiquant la transhumance sur les estives. Cependant, le robot de traite se heurte actuellement à l'acceptabilité des producteurs de produits de qualité, et à l'interdiction de son utilisation pour certains AOP.

Enfin, l'état général des animaux peut poser le débat de la race de vaches à privilégier dans ce système. Le croisement 3 voies Holstein X Montbéliard X Rouge Suédoise permettrait de conserver le gabarit des animaux, d'assurer un même niveau de production laitière tout en améliorant les critères fonctionnels de fertilité, santé et longévité, et donc d'inscrire le système dans la durée. Cependant, la Prim'Holstein apparaît « élastique », sa production laitière semblant bien répondre dès que la qualité de l'herbe s'élève. La cohabitation de croisés et de Prim'Holstein n'est pas à exclure.



## BIBLIOGRAPHIE

---

- Allain C., Chandler J., Poulet J.L. (2014). Robots de traite : Etat des lieux en 2013. <http://idele.fr> (Consulté le 13/05/2014).
- Autograssmilk. (2012). Innovative and sustainable systems combining automatic milking and precision grazing. <http://www.autograssmilk.eu/start.htm> (Consulté le 23 juin 2014).
- Beck C, à paraître. Validation of sensor using behaviour observation. Rapport de stage, WageningenUR, Wageningen.
- Bescou P. (2012). Comment concilier traite robotisée et production de lait dans les systèmes de productions basés sur le pâturage ? Mémoire de fin d'études, Bordeaux Sciences Agro, Bordeaux, 52 p.
- Billon P., Pomiès D. (2006). Le point sur la robotisation de la traite 15 ans après l'apparition des premiers systèmes dans les fermes. *Rencontres recherches ruminants*, 13, pp. 143-150.
- Bizeray-Filoche D., Caudrillier J., Morin C., Bouton L., Lensink J. (2010). Est-il conciliable de faire pâturer ses vaches et de les traire au robot ? *Fourrages*, 203, pp. 225-230.
- Bony J., Pomies D. (2002). Le robot de traite : aspects techniques et économiques. 2<sup>ème</sup> édition, Collection Techniques et Pratiques, INRA, Paris, 120 p.
- Brocard V., Poulet J.L., Huneau T., Huchon J.C., Follet D., Guiocheau S., Hetreau T. (2014a). Comment concilier la traite robotisée des vaches laitières avec un système de production pâturant ? *Innovations agronomiques*, 34, pp. 259-270.
- Brocard V., Huchon J.C., Georgel R., Follet D., Carles A. (2014b). Pratiques et résultats de 20 élevages français conciliant la traite robotisée des vaches laitières avec un système de production pâturant. *Rencontres recherches ruminants*, 21, à paraître.
- Burow E., Thomsen P.T., Sørensen J.T., Rousing T. (2011). The effect of grazing on cow mortality in Danish dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 100, pp. 237-241.
- Carles A. (2013). Adaptation de la traite robotisée aux systèmes de production de lait français avec pâturage (plaine et montagne). Mémoire de fin d'études, Bordeaux Sciences Agro, Bordeaux, 56 p.
- Chambres d'Agriculture Bretagne et Pays de la Loire. (2011). Produire avec de l'herbe, du sol à l'animal. Guide pratique de l'éleveur. Chambres d'Agriculture de Bretagne et Pays de la Loire, 70 p.
- Chambres d'Agriculture Aquitaine. (2013). L'herbe... un potentiel à valoriser. Version Juillet 2013. <http://pachambagri.fr/> (Consulté le 11/07/2014).
- Cogedis Fideor. (2014). Robot - Penser « travail » avant tout. <https://cogedisfideor.com> (Consulté le 09/04/2014).
- Corbet V., Gastbled A., Huneau T. (2011). Pulsation n°36, 12p. <http://idele.fr> (Consulté le 15/04/2014).
- DairyNZ. (2008). Automatic milking systems. An introduction to automatic milking in New Zealand pastoral dairy systems. <http://dairynz.co.nz/> (Consulté le 06/08/2014).
- Davis K.L., Jago J.L., MacDonald K.A., McGowan J.E., Woolford M.W. (2006). Pasture utilisation in a pastoral automated milking system. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 68, pp. 81-86.
- De Haan M.H.A., Philipsen A.P., van den Pol-van Dasselaar A., Holshof G., Lenssinck F.A.J., de Koning C.J.A.M. (2010). Better grazing opportunities with a mobile milking robot. *Grassland Science in Europe*, 15, pp. 178-180.





- De Haan M.H.A., Evers A.G. (2010). Mobiliser le melon alternatif pour les étables. *Veeteelt* Avril 2, pp. 36-37.
- Dehédin M. (2013). Associer robot et pâturage à Derval, une démonstration que l'équipement de traite n'est pas limitant pour le pâturage. Mémoire de fin d'études, AgroParisTech, Paris, 56 p.
- De Koning K. (2010). Automatic milking-Common practice on dairy farms. In: Proceedings of the First North American Conference on Precision Dairy Management and the Second North American Conference on Robotic Milking, Toronto, Canada, 2-5 mars 2010, pp. 52-67.
- Delaby L., Peyraud J.L. (2009). Valoriser les fourrages de l'exploitation pour produire du lait. *Fourrages*, 198, pp. 191-210.
- Delagarde R. (2009) Outils et indicateurs pour calculer et concilier l'ingestion des vaches laitières et valorisation de l'herbe au pâturage. *Fourrages*, 198, pp. 175-190.
- Delamaire E., Guinard-Flament J. (2006). Increasing milking intervals decreases the mammary blood flow and mammary uptake of nutrients in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(9), pp. 3439-3446.
- Dillon P., Roche J.R., Shalloo L., Horan B. (2005). Optimising financial return from grazing in temperate pastures. In: J.J. Murphy (ed.), Utilisation of grazed grass in temperate animal systems: Proceedings of a satellite workshop of the XXth International Grassland Congress, Cork, Ireland, Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp. 131-148.
- Disenhaus C., Cutullic E., Freret S., Paccard P., Ponsart C. (2010). Vers une cohérence des pratiques de détection des chaleurs : intégrer la vache, l'éleveur et le système d'élevage. *Rencontres recherches ruminants*, 17, pp. 113-120.
- Dufresne I., Robaye V., Istasse L., Hornick J.L. (2009). Grazing with a mobile milking robot. *Grassland Science in Europe*, 15, pp. 231-233.
- Dufresne I., Robaye V., Knapp E., Istasse L., Hornick J.L. (2012). Production laitière et nombre de traites de vaches laitières en parie avec un robot : effets des facteurs environnementaux. *Rencontres Recherches ruminants*, 19, pp. 405,
- Dufresne I., Robaye V., Knapp E., Istasse L., Hornick J.L. (2013). Alternatives permettant de concilier la traite robotisée et le pâturage. *Carrefour Productions Animales*, pp. 70-77.
- Espinasse R., Le Gall A. (2012). Trévarez prend en compte la diversité des contextes bretons. Produire du lait après 2015. Des résultats de recherche pour préparer l'avenir, Cap Trévarez 2012, pp. 4-5.
- Fitzgerald S., O'Brien B. (2011). The Robots are coming. In: National Dairy Conference, The Irish Dairy Industry: To 2015 and Beyond, Rochestown Park Hotel, Cork, 15 Novembre 2011, pp. 67-70.
- Fleuret M. (2011). Comment concilier robot de traite et pâturage dans les exploitations de vaches laitières ? Etude dans 21 élevages français. Mémoire de fin d'études, Agrocampus Ouest, Rennes, 22 p.
- Fleuret M. (2014). *Rencontres recherches ruminants*, 21, à paraître.
- Hernandez-Mendo O., von Keyserlingk M.A.G., Veira D.M., Weary D.M. (2007). Effects of Pasture on Lameness in Dairy Cows. *Journal of dairy science*, 90, pp. 1209-1214.
- Jago J., Bright K., Copeman P., Davis K., Jackson A., Ohnstad I., Wieliczko R., Woolford M. (2004). Remote automatic selection of cows for milking in a pasture-based automatic milking system. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 64, pp. 241-245.



- Jago J.G., Davis K.L., Woolford M.W. (2006). Stage of lactation affects the milking performance and behavior of cows in a pasture-based automated milking system. In: *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, Napier, NewZealand, 66, pp. 258-262.
- Jago J.G., Davis K.L., Copeman P.J., Ohnstad I., Woolford M.M. (2007). Supplementary feeding at milking and minimum milking interval effects on cow traffic and milking performance in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Research*, 74, pp. 492-499.
- Kea M.V. (2011). Cow behavior in a mobile AMS farm system: Explorative study into the factors that influence the visiting behaviour of dairy cows to a mobile AMS. Master Thesis, WageningenUR, Wageningen, 41p.
- Kerrisk J. (2009). Management Guidelines for pasture-based AMS farms. Future Dairy – Camden Research Farm, Dairy Australia. <http://www.dairyaustralia.com.au/> Consulté le 13/07/2014.
- Ketelaar de Lauwere C.C., Ipema A.H., van Ouwerkerk E.N.J., Hendriks M.M.W.B., Metz J.H.M, Noordhuizen J.P.T.M., Schouten W.G.P. (1999). Voluntary automatic milking in combination with grazing of dairy cows. Milking frequency and effects on behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, 64, pp. 91-109.
- Ketelaar de Lauwere C.C., Ipema A.H., Lokhorst C., Metz J.H.M, Noordhuizen J.P.T.M., Schouten W.G.P., Smits A.C. (2000). Effect of sward height and distance between pasture and barn on cows' visits to an automatic milking system and other behavior. *Livestock production Science*, 65, pp. 131-142.
- Knapp E., Robaye V., Istasse L., Hornick J.L., Dufrasne I. (2013). Effet de la disponibilité en eau dans les parcelles sur le nombre de traites et la production laitière chez des vaches laitières traites avec un robot mobile en prairie. *Rencontres Recherches Ruminants*, 20, pp. 233.
- Lefranc J. (2014). Evolutions récentes des exploitations laitières bretonnes et perspectives, In: Fin des quotas : une opportunité pour le Grand Ouest ? Journée CEREL, Rennes, 26 juin 2014.
- Lusson J.M, Projet Praiface, Essaimage des systèmes herbagers, freins à lever, pistes à suivre, Lettre de l'Agriculture Durable, avril 2012, 63, pp. 6-7,
- Lozach K. (2011). Robot de traite et pâturage : avec un robot saturé, quel est le dispositif à mettre en place en période de pâturage pour optimiser les performances des vaches laitières et la fréquentation du robot ? Mémoire de fin d'études, VetAgroSup, Clermont-Ferrand, 44 p.
- Lyons N.A., Kerrisk K.L., Dhand N.K., Garcia S.C. (2013a). Factors associated with extended milking intervals in a pasture-based automatic milking system. *Livestock Science*, 158, pp. 179-188.
- Lyons N.A., Kerrisk K.L., Garcia S.C. (2013b). Comparison of 2 systems of pasture allocation on milking intervals and total daily milk yield of dairy cows in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 96(7), pp. 4494-4504.
- Lyons N.A., Kerrisk K.L., Garcia S.C. (2014a). Milking permission and milking intervals in pasture-based automatic milking system. *Animal Production Science*, <http://www.publish.csiro.au/paper/AN13131.htm> Consulté le 05/08/2014.
- Lyons N.A., Kerrisk K.L., Garcia S.C. (2014b). Milking frequency management in pasture-based automatic milking systems: A review. *Livestock Science*, 159, pp. 102-116.



- Meskens L., Mathijs E. (2002). Socio-economic aspects of automatic milking: motivation and characteristics of farmers investing in automatic milking systems. For the EU project Deliverable D2 "Implications of the introduction of automatic milking of dairy farms (QLK5 -2000-31006)" as part of the EU program "Quality of Life and Management of Living Resources". <http://www.automaticmilking.nl/> (Consulté le 25/04/2014).
- Oudshoorn F.W. (2008). Mobile milking Robot offers new grazing concept. *Grassland Science in Europe*, 13, pp. 721-723.
- Oudshoorn F.W., Hansen H.H. (2009). Mobile Automatic Milking System (MAMS). Poster présenté à Joint International Agricultural Conference, Wageningen, Pays-Bas.
- Oudshoorn F.W., Philipsen B., Dufrasne I., van den Pol-van Dasselaar A. (2013). Using mobile milking robots for special quality dairy products based on site specific grazing. *Grassland Science in Europe*, 18, pp. 276-278.
- Philipsen A.P., De Haan M.H.A., van den Pol-van Dasselaar A., Holshof G., Lenssinck F.A.J., de Koning C.J.A.M. (2010). Grazing opportunities with mobile milking robot. <http://edepot.wur.nl/161985> (Consulté le 02/07/2014).
- Portier M. (2012). Le robot poursuit son irrésistible progression, *Réussir Lait*, 261, pp. 156-159.
- Poulet J.L. (2013). Assurer la mobilité d'un robot de traite. Collection l'Essentiel, Idele, Paris, 6p.
- Scott V.E., Thomson P.C., Kerrisk K.L., Garcia S.C. (2014). Influence of provision of concentrate at milking on voluntary cow traffic in a pasture-based Automatic Milking System. *Journal of Dairy Science*, 97 (3), pp. 1481-1490.
- Spörndly E., Wredle E. (2002). Automatic Milking and Grazing: motivation of cows to visit the milking robot. For the EU project Deliverable 26 "Implications of the introduction of automatic milking of dairy farms (QLK5 -2000-31006)" as part of the EU program "Quality of Life and Management of Living Resources". <http://www.automaticmilking.nl/> (Consulté le 25/04/2014).
- Spörndly E., Wredle E. (2004). Automatic Milking and Grazing—Effects of distance to pasture and level of supplements on milk yield and cow behavior. *Journal of Dairy Science*, 87, pp. 1702-1712.
- Tournaire F. (2001). Robot de traite et production laitière. Enquête Institut de l'Elevage 2001. Mémoire de fin d'études, ENITA Clermont-Ferrand, Clermont-Ferrand, 66p.
- Van Dooren H.J.C., Spörndly E., Wiktorsson H. (2002). Automatic milking and grazing: applied grazing strategies. For the EU project "Implications of the introduction of automatic milking of dairy farms (QLK5 -2000-31006)" as part of the EU program "Quality of Life and Management of Living Resources". <http://www.automaticmilking.nl/> (Consulté le 25/04/2014).
- Van Dooren H.J.C., Heutinck L.F.M., Biewenga G., Munksgaard L., Korhn C.C., Spörndly E., Wredle E., Wiktorsson H. (2004). Automatic milking and grazing: grazing strategies and their effect on animal welfare and system performance. For the EU project Deliverable 27 "Implications of the introduction of automatic milking of dairy farms (QLK5 -2000-31006)" as part of the EU program "Quality of Life and Management of Living Resources". <http://www.automaticmilking.nl/> (Consulté le 25/04/2014).
- Veysset P., Wallet P., Prugnard E. (2001). Le robot de traite : pour qui ? pourquoi ? Caractérisation des exploitations équipées, simulations économiques et éléments de réflexion avant investissement. *INRA productions Animales*, 14(1), pp. 51-61.
- von Keyserlingk M.A.G., Rushen J., De Passilé A.M., Weary D.M. (2009). Invited review: the welfare of dairy cattle—Key concepts and the role of science. *Journal of Dairy Science*, 92, pp. 4101-4111.



Woolford M.W., Claycomb R.W., Jago J., Davis K., Ohnstad I., Wieliczko R., Copeman P.J.A., Bright K. (2004). Automatic dairy farming in New Zealand using extensive grazing systems. In: Proceedings of Automatic Milking: A Better Understanding, Lelystad, Pays-Bas, pp. 280-285.







# Le projet Autograssmilk : concilier traite robotisée et pâturage

*Systèmes de production innovants et durables  
combinant traite automatisée et pâturage de précision*

La tendance d'expansion des robots de traite en production bovine à travers l'UE est clairement identifiable. Toutefois, le recours accru aux robots est associé à une diminution de la part de pâturage : cette évolution est problématique compte tenu des intérêts économiques et écologiques démontrés de l'herbe pâturée, atouts qui vont donc être perdus si on ne parvient pas à combiner robots de traite et systèmes de production pâturants.

## ■ LES OBJECTIFS DU PROJET AUTOGRASSMILK

Autograssmilk a pour objectif d'accroître la compétitivité de l'élevage laitier européen en réussissant la combinaison pâturage/traites robotisées, et ce dans différents contextes et systèmes de production régionaux. Les objectifs du projet seront atteints :

- en développant des stratégies d'alimentation alliant pâturage et robot pour différents systèmes de production,
- en utilisant de nouvelles technologies de précision, à l'échelle de l'animal ou de la parcelle, pour optimiser la combinaison pâturage/robot,
- en accroissant la durabilité des élevages combinant pâturage et robot,
- en développant un outil d'optimisation économique pour les élevages laitiers combinant robot et pâturage,
- et en communiquant au fur et à mesure les connaissances ainsi acquises auprès des producteurs et de leurs conseillers, d'une manière aisément accessible et adaptée aux contextes locaux, afin d'améliorer l'efficacité des exploitations laitières.

## ■ LES PARTENAIRES

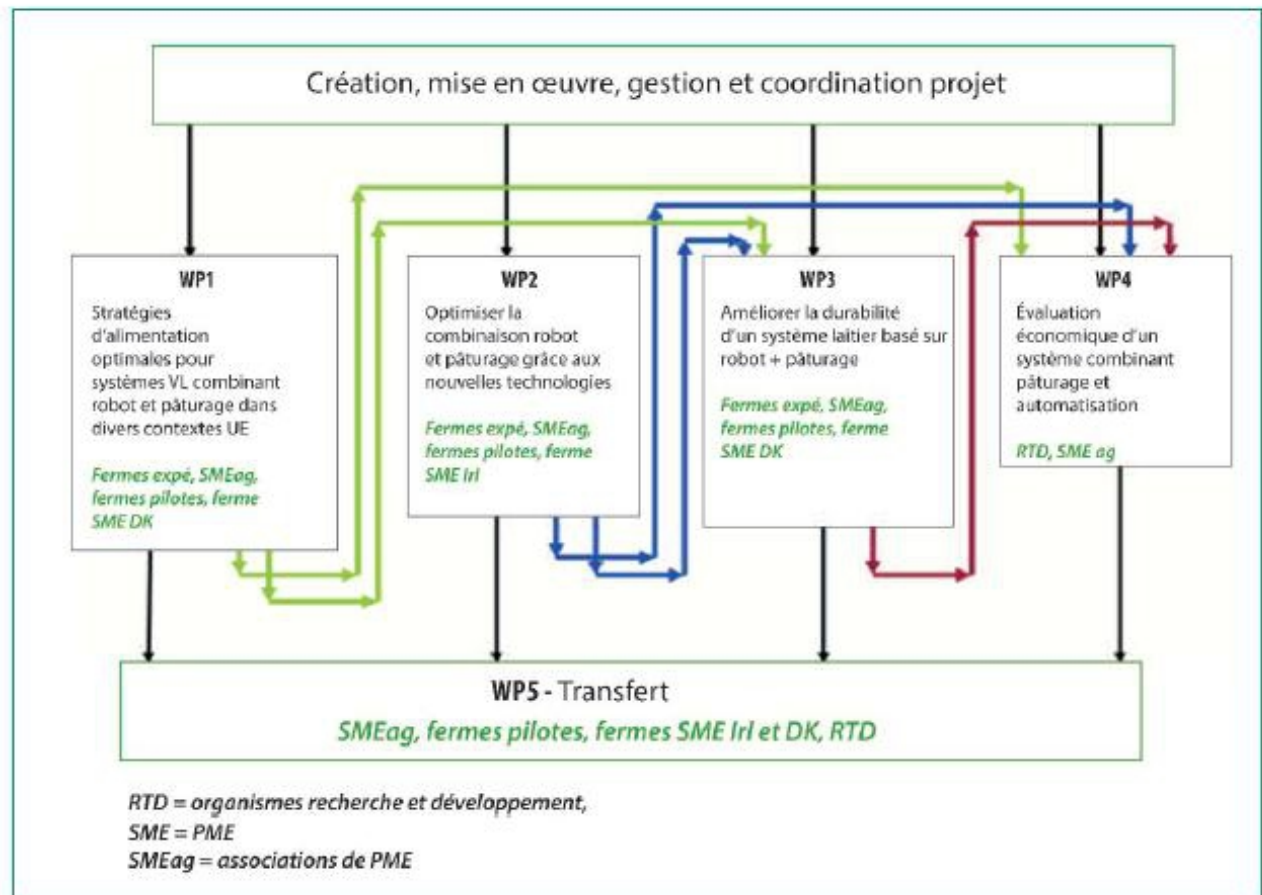
Les partenaires engagés dans ce projet sont :

- des associations européennes représentant les éleveurs laitiers et les transformateurs (associations de PME) de 6 pays différents : Irlande, Danemark, Suède, Pays-Bas, Belgique et France ;
- 2 élevages, l'un en Irlande et l'autre au Danemark, ainsi que 4 à 6 fermes pilotes dans chaque pays participant au projet ;
- des organismes de recherche en lien avec des fermes expérimentales en Irlande, Danemark, Suède, Pays-Bas, Belgique et France.

Pour la France, les partenaires engagés dans le programme sont le CNIEL (Centre National Interprofessionnel de l'Économie Laitière), représentant des producteurs et transformateurs de lait, ainsi que l'Institut de l'Élevage, pour le volet recherche. Les actions de recherche seront réalisées en partenariat avec le Pôle Herbivores des Chambres d'Agriculture de Bretagne (station de Trévarez) et la Chambre d'Agriculture de Loire Atlantique (Derval).

## ■ L'ORGANISATION DU PROJET

Il comprend 5 sous-projets ou " WP = Work Packages " en plus du volet coordination :



Ce projet innovant de 3 ans (début : 1/1/2013) est financé par l'Union Européenne dans le cadre d'un programme de recherche au profit des associations de PME (UE FP7 SMEags). Le budget global du projet est de 3,1 millions d'euros.

## CONTACTS

Valérie BROCARD  
Institut de l'Élevage - BP 85225 - 35652 Le Rheu cedex  
Tél. 02 99 14 77 27  
Mél. valerie.brocard@idele.fr  
www.idele.fr

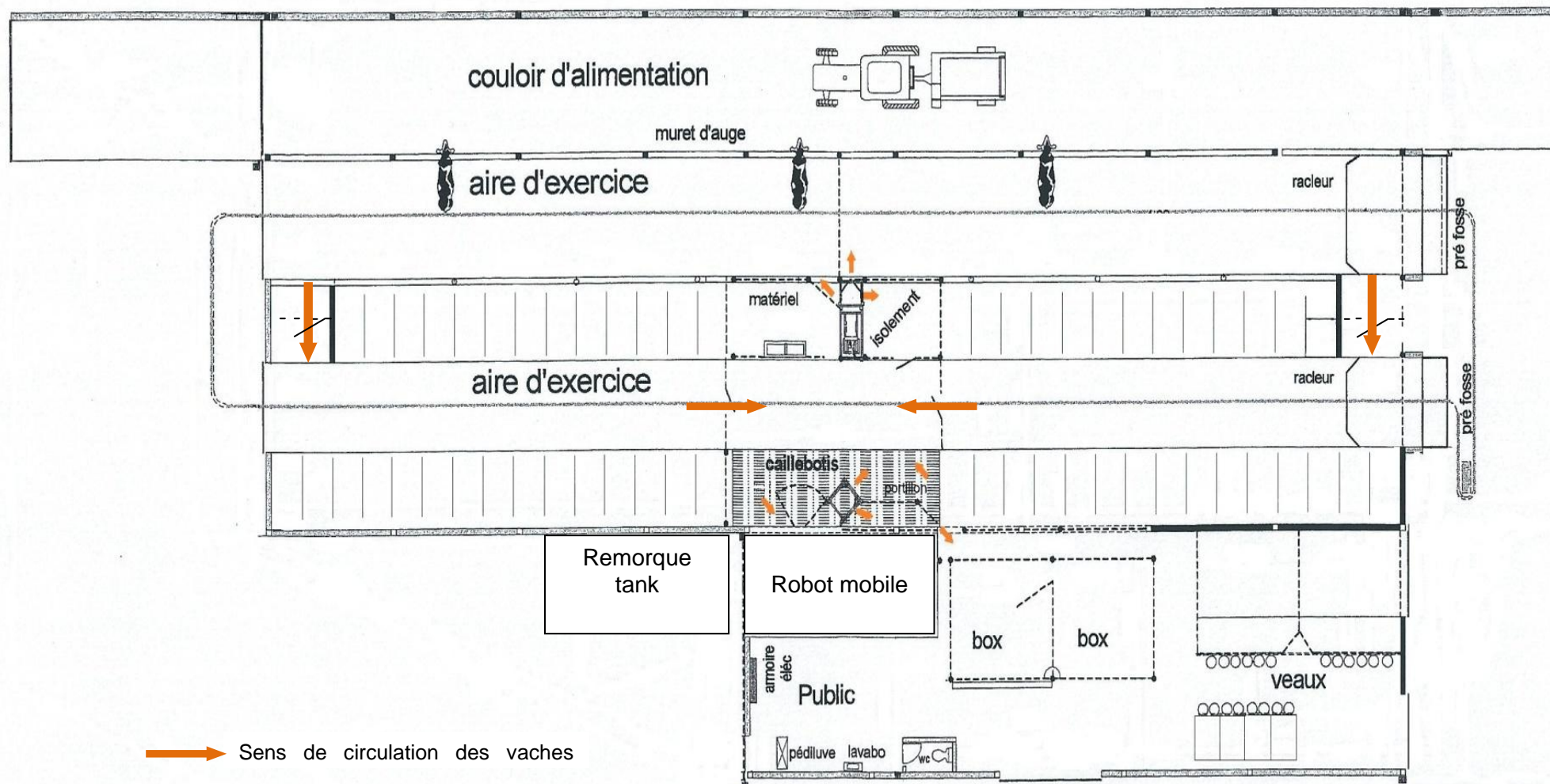
Nadine BALLOT  
CNIEL - 42 rue de Châteaudun - 75314 Paris cedex 09  
Tél. 01 49 70 71 11  
Mél. nballot@cniel.com  
www.infos.cniel.com

Pour en savoir plus : [www.autograssmilk.eu](http://www.autograssmilk.eu)



## ANNEXE II – PLAN DU BATIMENT ET CIRCULATION SUR LE SITE HIVERNAL

### ANNEXE II,1 – PLAN DU BATIMENT ET CIRCULATION PERIODE HIVERNALE



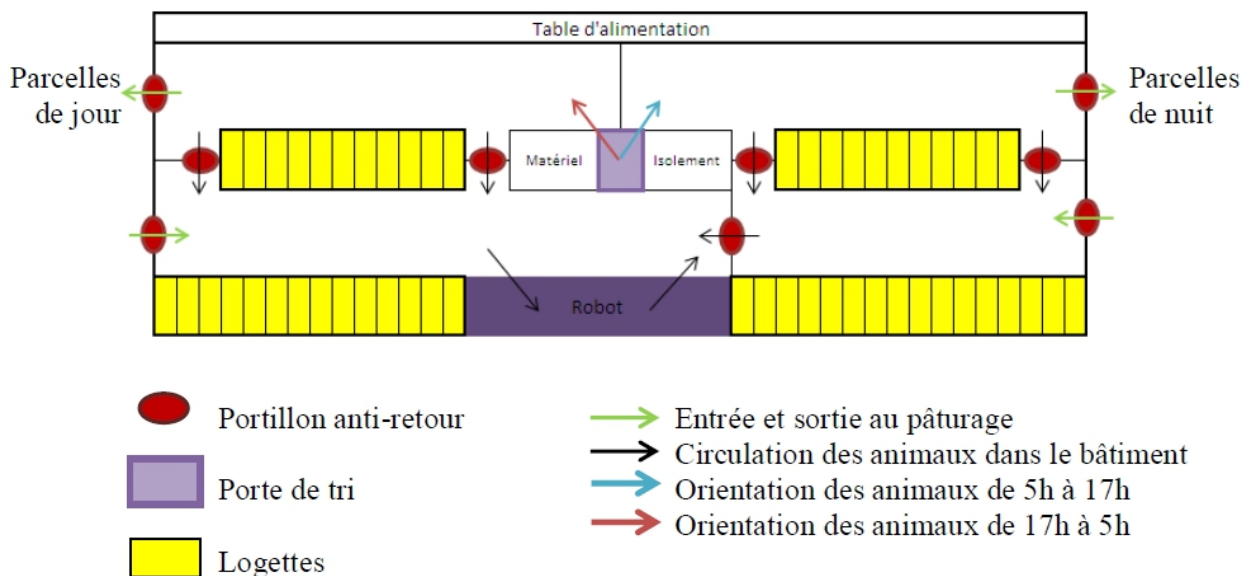
En période hivernale, la circulation dans le bâtiment est une circulation guidée grâce aux portillons anti-retour et la porte de tri 3 voies. La circulation se fait dans le sens logettes>robot>alimentation (Carles, 2013).

## ANNEXE II,2 – PLAN DU BATIMENT ET CIRCULATION EN PERIODE DE PATURAGE

En période de pâturage lors de l'année 2013, deux circulations ont été mises en place, une pour le pâturage uniquement de jour et une pour un pâturage jour et nuit.

En pâturage de jour, le fourrage est distribué à 16h30. A partir de 15h les vaches rentrées ne peuvent plus ressortir et à 17h, les vaches restantes au champ sont ramenées par le vacher. Ensuite le bâtiment est séparé en deux parties grâce à un jeu de barrières. Ainsi, les vaches traites entre 21h et 1h sont envoyées dans la partie gauche du bâtiment, et après 1h dans la partie droite, par la porte de tri. Les vaches de la partie droite sont poussées dehors à l'ouverture des portes vers 8h-8h30, les autres doivent passer au robot pour sortir. Ainsi les vaches à traire ne sortent pas et le tri des vaches à traire est automatisé par la porte de sélection automatique. Dans la journée, la circulation entre la pâture et le bâtiment est libre.

En pâturage jour et nuit, le choix de deux paddocks par journée a été retenu après plusieurs essais. Moins de vaches à aller chercher et une meilleure circulation ont été observées. La circulation est détaillée dans le schéma ci-dessous (Carles, 2013).



Le bâtiment est au milieu de deux blocs de parcelles Blazen (paddocks de jour) et Parc Illis (paddocks de nuit). La porte de tri permet d'envoyer les vaches en parcelles de jour ou de nuit en fonction de l'horaire, la sortie pouvant se faire des deux côtés du bâtiment.



## ANNEXE IV – COMPTE-RENDU DU TRANSFERT DU ROBOT DE L'UNIVERSITE DE LIEGE

10 et 11 avril 2014 par Thomas Meignan

Robot subventionné par la région Wallonne, avant salle de traite mobile 2x3 tandem mais datait des années 80, trop petite et vétuste. Remorque Pirnay, aide par Lely pour la conception.

-----  
Objectif de l'année de pâturage qui commence :

2 niveaux de complémentation concentrés, et essai sur mesure de l'émission de méthane avec des capteurs.

Système de pâturage au fil avant 2x fois/j.

-----  
Equipe constituée de 4 vachers + (3 stagiaires et moi)

-----  
Normalement moins de 50 VL à sortir.

Coupent les queues avant de sortir.

Pas de mouvement de porte de tri, système de barrières sur place, à changer à la main (condamner telle ou telle sortie) pour envoyer les vaches dans la parcelle que l'on souhaite. Pas de box d'isolement sur le site estival, ramènent la vache quand besoin de manipuler. Eau au robot pour amener les VL lorsque fortes chaleurs bien que un petit point d'eau dans chaque parcelle est disponible (abreuvoir individuel).

Animaux transportés en dernier, après avoir sorti les remorques afin qu'ils mangent le plus possible d'ensilage de maïs avant de sortir, pas de réelle transition cette année, juste 5 jours de pâturage avant autour du bâtiment (soit sortie le 05/04).

Toutes les vaches passent au robot avant qu'il ne soit débranché.

08h30 Majorité des VL passées au robot. Déjà un lot de boiteuses et premiers matériels comme abreuvoir etc acheminés sur l'autre site.

09h17 Insémination d'une VL. Encore 2 VL à passer au robot. Fermeture des portillons anti retour etc afin qu'il n'y ait pas de nouvelles VL à venir au robot.



Figure 1 – Fermeture des portillons anti-retour.

09h33 Dernière VL est en train de passer. Equipe calme, non stressée, ils ont l'habitude 5<sup>ème</sup> fois déjà.



09h45 Lavage tuyaux avant de débrancher. Pas besoin de vider le chauffe-eau. Le laitier est venu la veille au soir pour vider le tank de capacité de 5000 L. Le tank contient encore du lait des traites de la nuit et de tôt le matin pendant le déplacement.

Début lavage tuyaux, robot et débranchement conduit concentrés. Arrivée électricité au niveau du robot et puis distribution robot, vis et remorque tank.

Démontage des branchements air, électricité, eau, canne à lait. Nettoyage canne à lait. Ne pas oublier débrancher prise terre.

Figure 2 – Débranchement du silo de concentrés.

10h07 Montent tous les bidons, etc, dans la remorque du tank. Volet fermé devant ordinateur.

Démontage barrières devant robot et mise dans la remorque. Sinon trop large pour sortir du bâtiment.

10h24 Sortent la remorque du robot avec le tracteur, puis avec le chariot télescopique pour la faire tourner afin de la reprendre ensuite avec le tracteur.



Figure 3 – Sortie de la remorque du robot du bâtiment.

10h32 Remorque du robot prête à être emmenée au champ.

Cela prend 30s pour sortir la remorque contenant le tank du bâtiment. Dégonflent un peu les pneus de la remorque pour passer la porte, baissent essieux. La sortie se fait avec un transpalette à la main puis chargement prise de force sur tracteur.

Transhumance des animaux facile, peu de chemin, juste à effectuer la traversée de la route bloquée par les policiers, durée 5 min.

Les deux remorques sont transportées sur le site estival.



Figure 4 – Transport de la remorque du robot.



Figure 5 – Mise en place de la remorque du robot sur le site estival.

Arrivée sur le site estival.

11h10 Difficulté pour placer la remorque du robot au bon endroit, très peu d'espace pour manœuvrer. Très important de bien placer la remorque pour la mise en place des tubulaires ensuite.

Posage de la pompe dans la fosse sous robot.

11h45 Rebranchement silo, barrières, portillons et mise en place du tank à lait en cours.

Tout est reconnecté en même temps, chacun de son côté sait ce qu'il a à faire. Un salarié travaille plus sur les câbles du robot, ordinateur, un autre sur les barrières et rebranchement entre les deux remorques, un autre fait les manœuvres, etc.

12h00 Les branchements continuent.

12h30 Problème pour rebrancher le silo, obligé de recouper le tuyau pour que tombe bien (remorque un peu décalée par rapport à l'année dernière comme chaque année, donc ne tombe pas pile comme avant). Lavage de la stalle où se mettent les VL, etc.

Faire attention à ce que le conduit lait soit bien en pente pour descendre au tank.







Figure 6 – Remise en place du silo,

Pas d'ordre dans les rebranchements, juste que tout soit rebranché quand le robot redémarre. Le plus urgent est la relance du tank car encore du lait dedans.

12h45 Vers la fin des branchements, Reprise élec, robot test lavage.

13h00 Problème pour laver la canne à lait et faire le circuit jusqu'au tank (arrêt juste avant d'arriver au tank bien sûr).

Remplir le silo au maximum 2 jours avant le déplacement sinon humidité dedans. Avant le retour à l'étable bien vider le silo et vis sinon devra tout démonter pour libérer la vis, essayer de tomber juste à la dernière commande.

15h30 Première vache laitière à 15h30, VL toutes poussées à la traite. Problème de connexion WIFI, dépannage 11/04. Ne peut plus contrôler robot, ordinateur, écran tactile depuis la ferme.



Figure 7 – Le robot est à nouveau fonctionnel.

2 vaches boiteuses passées en premier au robot. Restent dans la parcelle juste devant, VL envoyées dans nouvelle parcelle un peu plus loin.  
Beaucoup d'herbe disponible. Hauteurs entrées situées entre 9,5 à 12 cm. Direct ration 100% herbe car quantité largement suffisante, pas besoin de compléter avec de l'ensilage.

Tableau 1 - Récapitulatif des durées des différentes étapes

Étapes	Durée
Débranchements et lavages	45 min
Sortie des deux remorques	30min
Transhumance du troupeau	5 min
Rebranchements	2 h
Résolution problème lavage et test wifi	2 h

Quelques astuces :

Attrape mouche dans la remorque du robot à côté ordinateur. Poubelle à côté de la remorque robot. Laisser ouverte la porte de la remorque du tank sinon ça chauffe trop pendant l'été. Ventilateur au dessus de l'ordinateur pour éviter la surchauffe en été.

-----  
11/04

Arrivée à 06h15

1 seule VL non passée pendant la nuit encore dans le parc d'attente. On la pousse. Pousent toutes les VL au matin, boiteuses passent en premier encore. Pas objectif de pousser les vaches normalement, veulent que reviennent toutes seules.

Pas de traite en 02h30 et 3H00, puis entre 03h30 et 05h15.

12h30 Restent deux VL non passées au robot alors que toutes ramenées ce matin, doit les pousser au robot.

-----  
**Essentiel :**

Système de pâturage tournant au fil avant.

Equipe calme et efficace.

Prendre le temps de bien faire les choses et chacun fait ce qu'il a à faire.

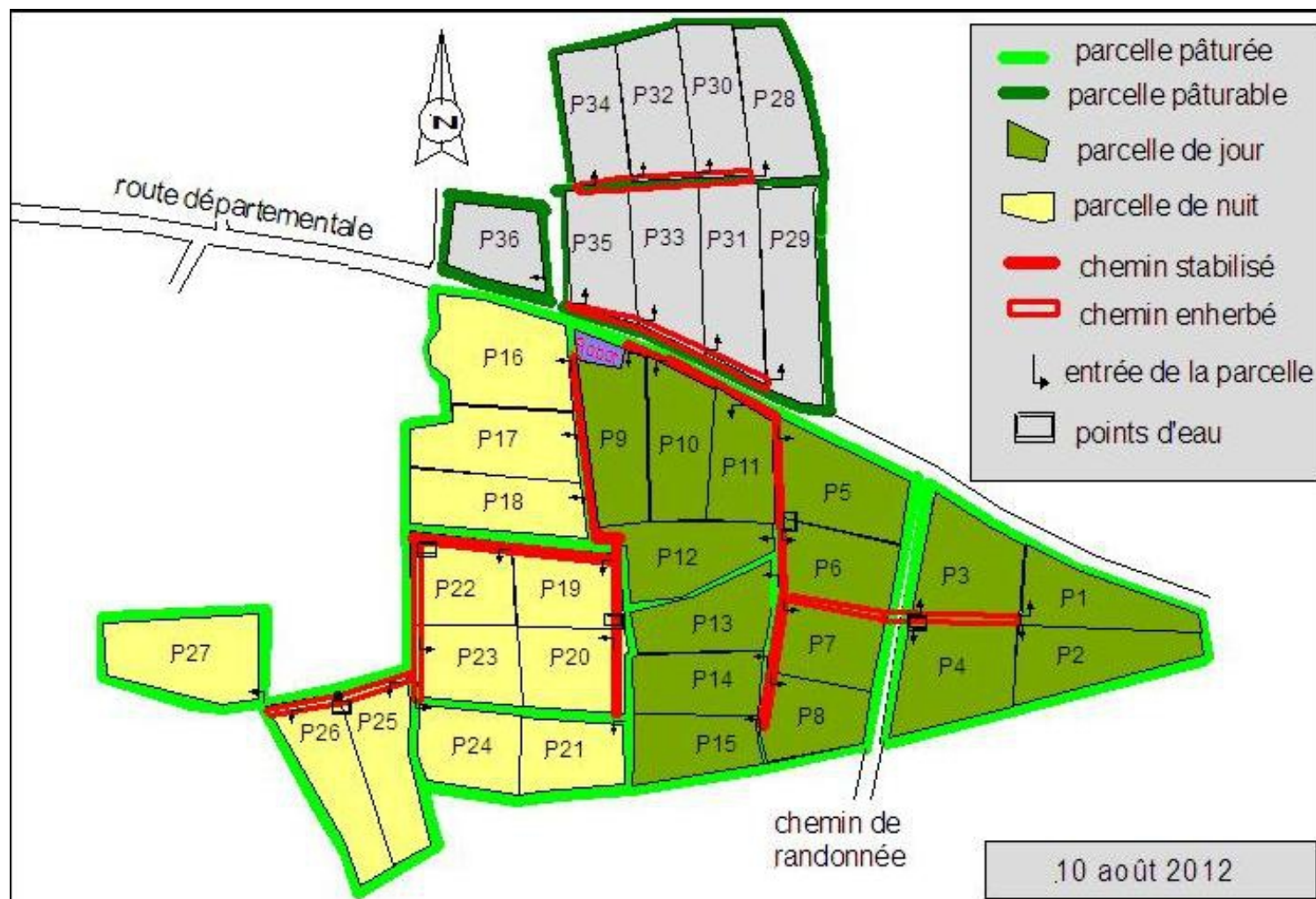
Traire toutes les VL avant le déplacement du robot, Bien laver le robot et tuyaux.

Débrancher et rebrancher dans le sens que l'on veut.

Rebranchements prennent le plus de temps, transport des remorques et des animaux facile.

-----

ANNEXE V – AMENAGEMENT DU PARCELLAIRE DU SITE ESTIVAL (BESCOU, 2012)



## ANNEXE VI – QUESTIONNAIRE D’ENQUETE SUR LE TEMPS DE TRAVAIL SUR UNE SEMAINE A REALISER CHAQUE SAISON

<b>Enregistrement du temps de travail</b> <u>Remplir les heures effectuées chaque jour pour tous les employés s'il-vous-plaît</u>	Code de l'élevage	N° de semaine						
	jour 1	jour 2	jour 3	jour 4	jour 5	jour 6	jour 7	Commentaires
Vérifier les données du robot (ex le matin en arrivant etc)								
Pousser les vaches au robot à l'intérieur								
Ramener les vaches du pâturage au robot								
Alimentation (remplir silo, distribution, pousser les refus)								
Santé des vaches (Interventions sanitaires)								
Nettoyage/Maintenance robot								
Mise en place des parcelles/clôtures								
Alarmes du robot (temps pris pour aller voir ce qu'il se passe, etc)								
Habituer les vaches et les génisses à la traite automatisée								
Autres tâches liées aux VL (Paillage, raclage, curage...)								
Autres tâches sur la ferme sur atelier laitier (gestion, compta...)								
Activité non liée à la ferme (formations, réunions...)								
Veaux								
Génisses								
Autre								
Cultures								

## ANNEXE VII – COMPTE-RENDU DU TRANSFERT DE LA PORTE DE TRI SUR LE SITE ESTIVAL A TREVAREZ

*Lundi 12 mai 2014 par Thomas Meignan*

*Présents : Ludovic, Vincent, Sebastien, Thomas (Trévarez) et Thierry (DeLaval)*

9h25

Nettoyage porte de tri.

10h25 Extinction PC et robot pour débrancher la porte de tri.

10h27 Déconnexion porte : air comprimé, bus, câble électricité caméra, câble réseau de la caméra, alimentation électrique de la porte. Bouclage du bus.

10h32 Débranchement caméra, basculée sur la porte et protégée.

10h45 Débranchements finis, utilisation de sangles, mise en place de la traction de la porte de tri.



Figure 1 – Déconnexion de la porte de tri et débranchement de la caméra.

10h47

Traction porte de tri, descendue sur la palette.

11h06

Sortie du bâtiment par le télescopique et posage de la porte de tri sur le plateau tracté par le 4x4. Sangle pour sécuriser la porte de tri. Sortie tapis.

11h28 Départ de Guernevez (site bâtiment hiver).



Figure 2 – Porte de tri à déplacer sur la palette spécialement conçue.



Figure 3 – Traction de la porte de tri en cours.



Figure 4 – Pose de la porte de tri avec le télescopique sur le plateau,



Figure 5 – Porte de tri prête à être transportée sur le site estival Cosquérou.

11h35 Station de traite relancée dans le bâtiment.

11h40 Arrivée à Cosquérou (site estival).

Reprise de la porte de tri par le télescopique sur la palette.

11h50 Porte de tri mise en place.



Figure 6 – Remise en place de la porte de tri sur le site estival.





Figure 7 – Remise en place de la porte de tri à la sortie de l'aire d'attente

12h00 Tapis posé, rebranchements débutent.

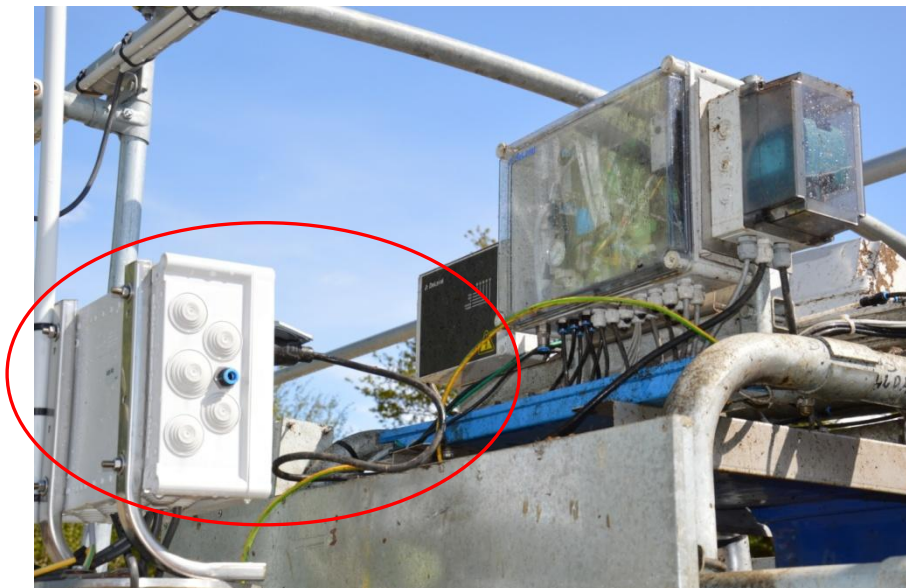


Figure 8 – Branchements de la porte de tri en cours sur le boîtier.

12h30 Fin branchements.

## ANNEXE VIII – DEROULEMENT DETAILLE DU TRANSFERT DU BLOC DE TRAITE ET DES ANIMAUX SUR LE SITE ESTIVAL A TREVAREZ

*Mardi 13 mai 2014 par Meignan Thomas*

*Présents : Ludovic, Vincent, Denis, Pascal, Dominique (équipe Trévarez), Pascal, Sébastien, Valérie, Thomas, Thierry et Jean-Michel (DeLaval)*

05h00 Passage de quelques vaches « en bleu » (poussées) et arrêt vis par Ludovic.

06h20 Arrivée camion laitier.

06h35 Départ camion laitier, rinçage tank terminé, Ludovic, Jérémy, Sébastien (Trévarez + Thierry (DeLaval).

06h39 Arrêt robot, rinçage système robot.

06h45 Accès robot de traite fermé, démontage canne à lait, démontage jonctions entre deux remorques.

06h51 Rangement bureau en cours avec papiers, bidons, etc. Vidange eau du circuit.

06h52 Démontage escalier remorque tank.

06h54 Tubulaires devant le robot en cours de démontage et repli portes dans remorque.

06h58 Débranchement poste informatique.

07h00 Bétaillère amenée devant bâtiment par Denis, Nettoyage au Karcher® du robot côté stalle. Démontage des barrières devant robot toujours en cours.

07h07 Poste info dans la voiture. Toujours nettoyage haute pression Karcher en cours, côté porte. Vérins portes rentrés dans remorque robot.

07h12 Déconnexion porte de tri du robot. Tous les raccordements (circuit électrique, eau, tank) sauf canne à lait accrochés à remorque tank.

07h13 Fin lavage externe haute pression.

07h20 Arrivée télescopique. Remorque tank quasi prête à partir, retrait béquilles et remorque soulevée, rangement escalier dans remorque tank. Rangement plaques accès robot dans remorque robot. Nettoyage fosse robot haute pression.

07h27 Fin attache parties mobiles et matériel dans la remorque tank. Remorque tank déplacée.

07h31 Télescopique positionné devant remorque robot.

07h34 Remorque robot complètement déconnectée. Reste à fermer les portes, derniers fils attachés et protégés (wifi, électricité). Fixation, scotchage tous les tuyaux sur extérieure remorque robot.

07h41 Remorque robot reliée au télescopique.

07h48 En cours de sortie. Problème de sortie, touche côté logettes.

07h52 Arrivée tracteur Vincent pour atteler remorque tank.

08h00 Manœuvres pour sortir la remorque, planche sur caniveau, planche a cassé dans le regard mais sortie réussie.

08h01 Remorque robot sortie du bâtiment.

08h07 Passage Karcher® sur remorque robot, mise en place bêtaillère.

08h11Premier chargement de bêtes de fait en bas + 2 remorques prêtes à partir.

08h25 Arrivée Cosquérou, site estival, 2<sup>ème</sup> technicien DeLaval vient aider.

08h29 Positionnement remorque robot en cours.

08h36 Remorque robot à sa place. Pose plaques inox.

08h42 Départ 1<sup>ère</sup> bétailière du site estival, découpage caillebotis remorque tank

08h46 Mise en place remorque tank en cours depuis 5 min. Rebranchements devant robot déjà en cours par DeLaval.

Pas d'ordre dans les rebranchements, juste à vérifier que bien tout est branché à la remise en route.

08h50 Remorque tank en place.

08h58 Arrivée 2<sup>ème</sup> bétailière (Pascal).

09h01 Branchement eau et alimentation robot.

Remorque laiterie un cran au dessus par rapport au site hivernal, cela est dû à la pente.

09h06 3<sup>ème</sup> tour de bétailière.

09h17 Branchements informatiques et nettoyage poste informatique.

09h25 4<sup>ème</sup> bétailière.

09h34 5<sup>ème</sup> tour de bétailière. Robot prêt à traire, encore connexions vis d'aliment, porte de tri. Tuyau PVC évacuation lavage tank à modifier.

09h38 Vis aliment ok.

09h46 6<sup>ème</sup> bétailière.

09h54 Raccord eau évacuation fini, 41 VL arrivées site estival.

09h56 Prêt à traire ?

10h00 7<sup>ème</sup> bétailière = 1<sup>er</sup> lot à passer dans aire d'attente.

10h09 1<sup>ère</sup> VL dans robot, pose portillon anti-retour.

10h10 Robot ne trait pas : problème d'un connecteur.

Raccordement porte de tri/robot aucun problème.

10h19 2<sup>ème</sup> VL dans robot, aliment ok mais pas de traite.

10h24 1<sup>ère</sup> VL traite, lait va à l'égout, Fixation tuyau tank/robot.

10h36 Inversion aliment dans logiciel Delpro, soja → maïs grain.

10h42 2<sup>ème</sup> VL ,1 capteur ne marche pas. Remise en place caillebotis, switch connexion internet oublié en bas.

10h53 Test purge circuits eau, fin fixation portillons anti retour.

11h03 3 personnes ramènent 30 VL du paddock au robot.

11h16 1<sup>er</sup> lot 15 VL dans parc d'attente (4 pousseurs). Mise en route internet (routeur d'en bas remonté).

11h26 Fixation raccords chauffe eau, routeur internet dans armoire électrique. Préparation fixation toit au dessus sortie VL robot (découpe faite dans fosse d'intervention).

11h44 Pose toit côté caillebotis.

12h05 Démontage caméra pour modification par DeLaval, fixation toit.

ANNEXE IX – RESUME PHOTOGRAPHIQUE AVEC COMMENTAIRES DU TRANSFERT DU ROBOT MOBILE A TREVAREZ



Station  
expérimentale  
de Trévarez

13 mai 2014



Transfert du robot de traite mobile  
sur son site estival

Préparation la veille du transfert :

- Fin de l'aménagement du site estival
- Transfert de la porte de tri



Le jour J :

- Arrêt de la vis d'aliment
- 06h20 : Passage du laitier
- 06h45 : Arrêt de la station de traite et rinçage du tank





- Fermeture de l'accès au robot



- Débranchement des connexions du robot

- Séparation des deux remorques
- Préparation de la remorque du tank





- Repli des portes du robot



- Rangement du poste informatique



- Fixation des connexions sur la remorque du robot



- Sortie de la remorque du robot du bâtiment



08h00 : Sortie de la remorque du robot



Chargement d'un premier lot de vaches dans la bétailière

- Montée des deux remorques et du premier lot de vaches vers le site estival
- Arrivée sur le site estival
- Positionnement de la remorque du robot



- Mise en place de la remorque du tank



- Transport, déchargement et mise au pâturage des vaches





- Rebranchements entre les deux remorques



- Mise en route du circuit électrique



- Mise en route de l'évacuation

- Réinstallation des portes du robot
- Poursuite des branchements
- Mise en route de la vis d'aliment





- Dernier lot de vaches déchargé dans l'aire d'attente
- Remise en route et test de fonctionnement du robot





10h20 : Première vache traite

- Vérification du poste informatique et de la connexion Internet
- Pose du toit, du côté de la sortie de la stalle du robot
- Remise en place de la caméra de surveillance



- Apprentissage du circuit et guidage du troupeau
- Mise en place du système de pâturage parcelle jour/parcelle nuit





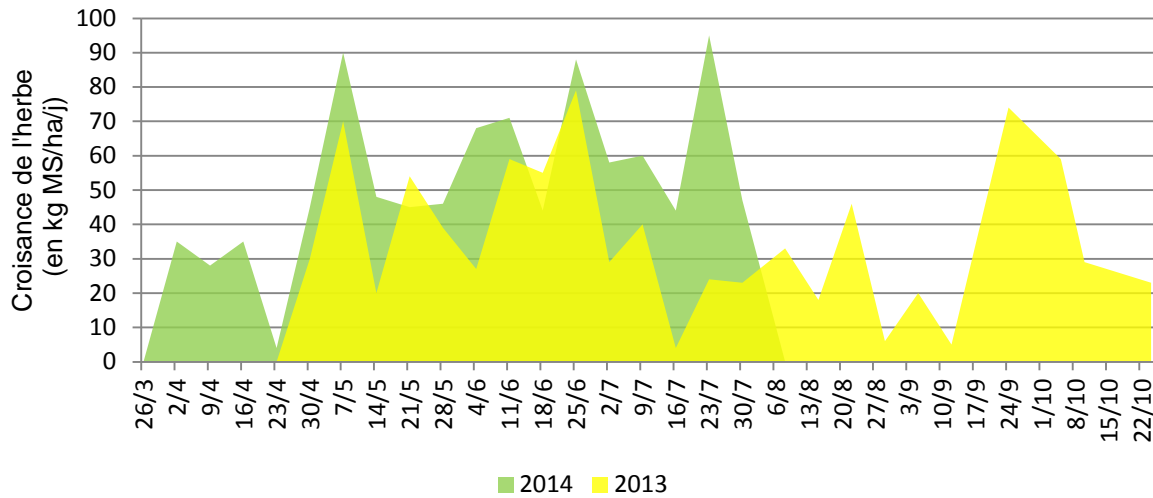
Remerciements à toute l'équipe technique de Trévarez et à  
BSE (DeLaval)

*Crédit photos :*

*J. François et S. Guiocheau, Pôle Herbivores CA de Bretagne  
V. Brocard et T. Meignan, Idele*



## ANNEXE X – EVOLUTION DE LA CROISSANCE DE L'HERBE EN 2013 ET 2014



La croissance de l'herbe en 2013 est la croissance mesurée uniquement sur le site hivernal où a eu lieu toute la saison de pâturage 2013, alors que la croissance en 2014 est celle mesurée sur le site hivernal jusqu'au 12 mai, puis celle sur le site estival jusqu'au 31 juillet sur ce graphique. L'année 2014 semble être une année plus favorable que 2013 à la pousse de l'herbe jusqu'au 31 juillet, avec une bonne pousse au mois de juillet assurant un pâturage d'été sans pression vis-à-vis de la quantité d'herbe disponible. La croissance d'herbe 2013 à l'automne est assez exceptionnelle. Couplée à la bonne portance des sols cette année-là, cela permis un pâturage des animaux jusqu'à fin décembre.

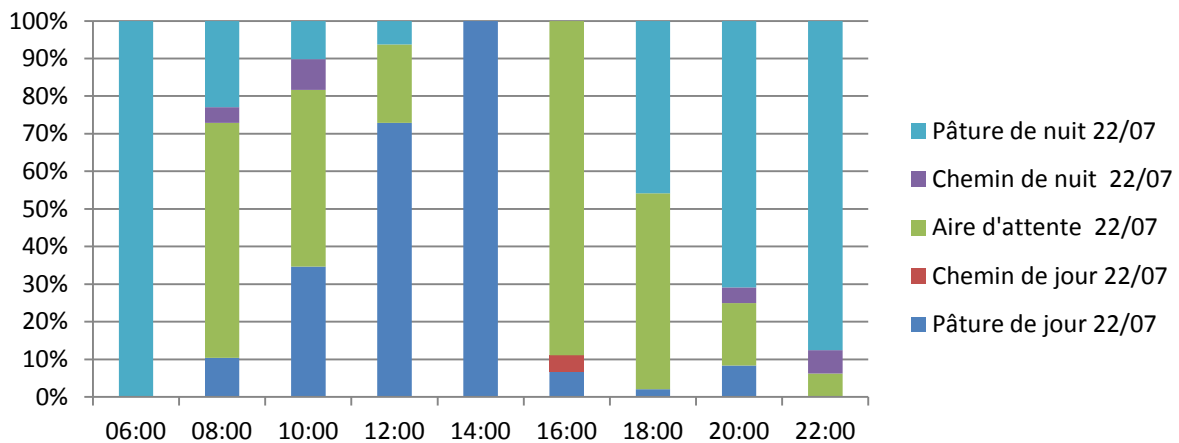
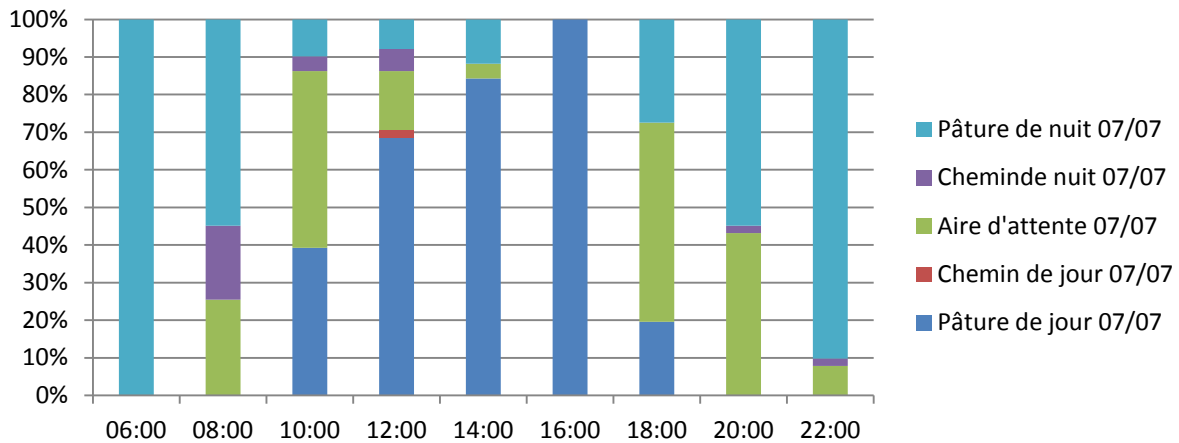
ANNEXE XI-1 – PLANNING DE PATURAGE 2014 SUR LE SITE ESTIVAL REPRESENTANT LE PREMIER CYCLE

		Mai															Juin																			
Parcelles		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<b>C3b</b> 0,80 ha / d=30m	Jour	■	■	■																																
<b>C3c</b> 0,68 ha / d=90m	Jour				■	■	■	■	■	■																										
<b>C3d</b> 0,80 ha / d=165m	Jour									■	■	■	■	■	■																					
<b>C4a</b> 0,73 ha / d=295m	Jour															■	■	■	■	■																
<b>C4b</b> 0,71 ha / d=360m	Jour																			■	■															
<b>C2a</b> 0,74 ha / d=165m	Jour																						■	■	■	■	■	■								
<b>C2b</b> 0,69 ha / d=235m	Jour																												■	■	■	■	■			
<b>C1a</b> 0,84 ha / d=425m	Jour																																			
<b>C1c</b> 0,89 ha / d=425m	Jour																																			
<b>C1b</b> 0,87 ha / d=525m	Jour																																			
<b>C3a</b> 0,77 ha / d=15m	Jour																																			
<b>C1d</b> 0,89 ha / d=525m	Jour																																			
<b>C2c</b> 0,72 ha / d=305m	Jour																																			
<b>C2d</b> 0,77 ha / d=395m	Jour																																			
<b>He</b>	Jour	18,4			17,8					20,8						19,8				21,6	19,2							25,6								
<b>Hs</b>	Jour		4,0					2,8						3,8					6,0	7,3						7,6						8,4				
<b>C5b</b> 0,91 ha / d=100m	Nuit	■	■	■	■	■																											■	■		
<b>C5c</b> 0,93 ha / d=100m	Nuit					■	■	■	■	■	■	■	■	■																						
<b>C5a</b> 0,92 ha / d=40m	Nuit												■	■	■	■	■	■																		
<b>C3a</b> 0,77 ha / d=15m	Nuit																					■	■	■	■	■										
<b>C4b</b> 0,71 ha / d=300m	Nuit																					■	■	■	■											
<b>C7a</b> 0,67 ha / d=350m	Nuit																									■	■	■	■	■						
<b>C7b</b> 0,69 ha / d=450m	Nuit																										■	■	■	■	■					
<b>C3d</b> 0,80 ha / d=305m	Nuit																																			
<b>C4a</b> 0,73 ha / d=245m	Nuit																																			
<b>C6b</b> 0,51 ha / d=180m	Nuit																																			
<b>C6d</b> 0,52 ha / d=275m	Nuit																																			
<b>GA1</b> 0,78 ha / d=500m	Nuit																																			
<b>GA2</b> 0,80 ha / d=560m	Nuit																																			
<b>C4c</b> 0,71 ha / d=350m	Nuit																																			
<b>He</b>	Nuit	14,6					17,5							17,0				21,6			21,6					19,0						11,7				
<b>Hs</b>	Nuit				4,8							4,6				7,2				4,3					7,3					8,0						





ANNEXE XII – REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES VACHES SUR LE SITE ESTIVAL  
ENTRE 6H ET 22H EN % DU NOMBRE TOTAL DE VACHES PRESENTES  
(DONNEES ISSUES DE BECK, A PARAITRE)



Le site estival a été divisé en 5 zones : pâture de jour, chemin de jour, pâture de nuit, chemin de nuit, aire d'attente (et début des chemins). Les vaches ont été comptées sur chaque zone toutes les deux heures, sur la plage 6 h – 22 h, durant deux jours. La limite de l'étude est le nombre très faible de jours observés et l'intervalle de temps conséquent entre deux mesures, mais cela illustre tout de même le comportement de groupe des vaches laitières, avec une aire d'attente souvent surchargée aux heures de changement de paddock.

	Diplôme : Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage Spécialité : Sciences et Productions Animales Spécialisation / option : Ingénierie Zootechnique Enseignant référent : Catherine Disenhaus
Auteur(s) : Thomas Meignan Date de naissance : 26/06/1992	Organisme d'accueil : Institut de l'Elevage Adresse : Lieu-dit Monvoisin 35650 Le Rheu
Nb pages : 25 p.                      Annexe(s) : 40 p.	Maître de stage : Valérie Brocard
Année de soutenance : 2014	
Titre français : Le robot mobile, une alternative innovante afin de concilier traite robotisée et système de production de lait avec pâturage Titre anglais : Mobile automatic milking system, an innovative alternative to combine automatic milking with a pasture-based production system	
Résumé (1600 caractères maximum) : La traite, principale astreinte de l'élevage laitier, s'est automatisée depuis une vingtaine d'années suite à l'introduction des robots de traite sur le marché. Les traites sont alors réparties sur 24h. L'accès au robot doit être possible en continu. Afin de faciliter la circulation des animaux, les éleveurs ont tendance à réduire la part de pâturage dans la ration des vaches laitières, voire à le supprimer totalement, notamment à cause de la fragmentation des exploitations (route à traverser, îlot de parcelles isolé). Or, le pâturage apparaît essentiel pour des raisons économiques, environnementales et sociétales. Afin de pallier le manque d'accessibilité des prairies, la station expérimentale de Trévarez a élaboré un prototype de robot déplaçable afin d'accroître l'accessibilité de 20 à 40 ares/VL. Ce test s'inscrit dans le cadre du projet européen Autograssmilk ayant pour objectif d'optimiser la combinaison « traite robotisée et pâturage ». Le transfert du robot mobile de son site hivernal au site estival a eu lieu pour la première fois en 2014. Après une période d'adaptation, les vaches ont appris à circuler en système de 2 paddocks/24h permis par le transfert de la porte de tri 3 voies. La fréquence de traite atteinte est 1,8 traites/VL/j avec une production laitière de 20 kg/VL/j en moyenne. Environ 1,6 tMS d'herbe pâturée a déjà pu être valorisée en 7 mois. La production laitière semble dépendre plus de la qualité de l'herbe offerte que des variations de la fréquence de traite. Le surcoût lié à la mobilité reste élevé malgré la réduction probante du coût alimentaire.	
Abstract (1600 caractères maximum) : Automatisation of milking, main obligation of dairy farming, has been increasingly developing over the past twenty years due to the introduction of automatic milking systems (AMS) on the market. Milkings are distributed over 24h. The access to the robot has to be permanent. In order to ease cow traffic, farmers tend to reduce the proportion of pasture in the diet of dairy cows, or eliminate it completely, especially because of land fragmentation (road to cross, isolated plots). However, grazing appears to be essential for economic, environmental and social reasons. To overcome the lack of accessibility of grasslands, Trévarez experimental station (located in Western France) built a mobile milking robot prototype to increase the grazable area from 0,20 up to 0,40 hectares per cow. This project takes part to the European project Autograssmilk aiming to optimize the combination between robotic milking and grazing. Transfer of the mobile unit from its winter site to its summer site occurred for the first time in 2014. After an adjustment period, cows have learned to traffic in 2 paddocks per 24h permitted by the transfer of the 3-way drafting gate. The milking frequency reached 1.8 milkings per cow per day with a milk yield of 20 kg per cow per day on average. Approximately 1.6 t of DM of grazed grass has already been valued in seven months. Milk production seems to depend more on the quality of available grass than on variations in milking frequency. The extra cost of mobility remains high despite of the consequent feed cost decrease.	
Mots-clés : Robot de traite, pâturage, traite mobile, fragmentation du parcellaire Key Words: Automatic milking system, grazing, mobile milking, land fragmentation	