



HAL
open science

EVOLUTION DE LA QUALITE DU LAIT LORS DE L'INSTALLATION D'UN ROBOT DE TRAITE : DESCRIPTION ET FACTEURS DE VARIATION

Julien Freiss

► **To cite this version:**

Julien Freiss. EVOLUTION DE LA QUALITE DU LAIT LORS DE L'INSTALLATION D'UN ROBOT DE TRAITE : DESCRIPTION ET FACTEURS DE VARIATION. Sciences du Vivant [q-bio]. Ecole nationale vétérinaire de Nantes, 2009. Français. NNT : . tel-00600088

HAL Id: tel-00600088

<https://theses.hal.science/tel-00600088v1>

Submitted on 14 Jun 2011

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.

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE NANTES

ANNEE 2009

**EVOLUTION DE LA QUALITE DU LAIT LORS DE
L'INSTALLATION D'UN ROBOT DE TRAITE :
DESCRIPTION ET FACTEURS DE VARIATION**

THESE
pour le
diplôme d'Etat
de
DOCTEUR VETERINAIRE

présentée et soutenue publiquement
le 5 novembre 2009
devant
la Faculté de Médecine de Nantes
par

Julien FREISS

Né le 21 janvier 1985 à MULHOUSE (68)

JURY

Président : Monsieur Paul BARRIERE, Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes
Membres : Madame Nathalie BAREILLE, Maître de conférences à l'ENVN
Monsieur Henri SEEGER, Professeur à l'ENVN

CORPS ENSEIGNANT DE L'E.N.V.N.

Directeur : Pierre SAI (Pr)

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PATHOLOGIE		
Patrick Nguyen – Professeur		
NUTRITION et ENDOCRINOLOGIE	Patrick NGUYEN (Pr) Henri DUMON (Pr)	Brigitte SILIART (Pr) Lucile MARTIN (MC)
PHARMACOLOGIE et TOXICOLOGIE	Marc GOGNY (Pr) Martine KAMMERER (Pr) Jean-Dominique PUYT (Pr)	Hervé POULIQUEN (Pr) Jean-Claude DESFONTIS (Pr) Chantal THORIN (PCEA)
PHYSIOLOGIE FONCTIONNELLE, CELLULAIRE et MOLECULAIRE	Lionel MARTIGNAT (MC) Jean-Marie BACH (MC)	Philippe BLANCOU (MC) Julie HERVE (MCC)
ANATOMIE PATHOLOGIQUE	Yan CHEREL (Pr) Jérôme ABADIE (MC)	Frédérique NGUYEN (MC) Marie-Anne COLLE (MC)
PATHOLOGIE GENERALE-MICROBIOLOGIE et IMMUNOLOGIE	Jean-Marc PERSON (Pr) Jean-Louis PELLERIN (Pr)	Hervé SEBBAG (MC) Emmanuelle MOREAU (MC)
LANGUES	Marc BRIDOU (PLEA)	
DEPARTEMENT DE SANTE DES ANIMAUX D'ELEVAGE ET SANTE PUBLIQUE		
Christine Fourichon – Maître de Conférences		
HYGIENE ET QUALITE DES ALIMENTS	Michel FEDERIGHI (Pr) Bruno LE BIZEC (Pr) Catherine MAGRAS-RESCH (Pr)	Eric DROMIGNY (MC) Marie-France PILET (MC) Jean-Michel CAPPELLIER (MC)
MEDECINE DES ANIMAUX D'ELEVAGE	Arlette LAVAL (Pr) Catherine BELLOC (MC) Isabelle BREYTON (MC)	Alain DOUART (MC) Sébastien ASSIE (MC) Raphaël GUATTEO (MC)
PARASITOLOGIE GENERALE, PARASITOLOGIE DES ANIMAUX DE RENTE, FAUNE SAUVAGE ET PATHOLOGIE AQUACOLE	Monique L'HOSTIS (Pr) Alain CHAUVIN (Pr) Albert AGOULON (MC))	Guillaume BLANC (MC) Ségolène CALVEZ (MC)
MALADIE REGLEMENTEE, ZONOSSES ET REGLEMENTATION SANITAIRE	Jean-Pierre GANIERE (Pr) Suzanne BASTIAN-ORANGE (MC)	Nathalie RUVOEN-CLOUET (MC)
ZOOTECNIE, ECONOMIE	Henri SEEGERS (Pr) Xavier MALHER (Pr) François BEAUDEAU (Pr)	Christine FOURICHON (MC) Nathalie BAREILLE (MC) Marc ROBERT (MC)
DEPARTEMENT DE SCIENCES CLINIQUES		
Yves Legeay - Professeur		
ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES	Patrick COSTIOU (Pr) Eric BETTI (MC)	Claire DOUART (MC) Claude GUINTARD (MC)
PATHOLOGIE CHIRURGICALE	Olivier GAUTHIER (Pr) Béatrice LIJOUR (MC) Eric AGUADO (MC))	Delphine HOLOPHERNE (MC) Olivier GEFFROY (Pr) Eric GOYENVALLE (MC)
DERMATOLOGIE, PARASITOLOGIE CARNIVORES, EQUIDES, MYCOLOGIE	Patrick BOURDEAU (Pr)	Vincent BRUET (MCC)
MEDECINE INTERNE ET LEGISLATION PROFESSIONNELLE IMAGERIE MEDICALE	Yves LEGEAY (Pr) Dominique FANUEL (Pr) Anne COUROUCE-MALBLANC (MC) Catherine IBISCH (MC)	Marion FUSELLIER (MC) Jack-Yves DESCHAMPS (MC) Odile SENECAT (MC) Cécilia HINDORF (Pr A)
BIOTECHNOLOGIES ET PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION	Daniel TAINURIER (Pr) Francis FIENI (Pr) Jean-François BRUYAS (Pr)	Lamia BRIAND (MC) Djemil BENCHARIF(MCC)

Pr : Professeur, Pr A : Professeur Associé, Pr I : Professeur Invité, MC : Maître de Conférences, MCC : Maître de Conférences Contractuel, AERC : Assistant d'enseignement et de recherches, PLEA : Professeur Lycée Enseignement Agricole, PCEA : Professeur certifié enseignement agricole.

A Monsieur Paul Barrière,
Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,
hommages respectueux.

A Madame Nathalie Bareille
Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes

Qui nous a confié ce travail et guidé dans sa réalisation,
pour sa motivation et sa patience,
qu'elle veuille bien trouver ici le témoignage de notre vive gratitude et de
notre profond respect.

A Monsieur Henri Seegers
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes

Qui honore notre jury de sa présence,
qu'il veuille bien trouver ici le témoignage de notre grande estime.

A Monsieur Philippe Blanquefort,
Directeur du Groupement de Défense Sanitaire du Maine-et-Loire

Qui nous a apporté son aide dans la réalisation de ce travail,
Sincères remerciements.

Je tiens à remercier tout le personnel du Groupement de Défense Sanitaire du Maine-et-Loire pour l'accueil qu'il m'a réservé, plus particulièrement Christian Coubronne et Boris Thomas, pour leurs conseils tout au long de ma thèse.

Je tiens également à remercier les éleveurs qui m'ont accueilli et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette étude ; en particulier Anne Relun pour sa disponibilité et l'aide patiente qu'elle m'a apporté en statistique.

A mes parents, Marie-Thérèse et Michel,

Pour l'éducation que vous m'avez donné avec tant de patience, d'attention, et d'amour,
Pour m'avoir toujours soutenu,
Que la vie vous soit douce à l'avenir.

A mon grand-père, Roger,

Pour tout ce que tu m'as transmis et appris,
Pour avoir toujours cru en moi.

A ma famille,

Trouvez ici toute ma reconnaissance et mon affection.

A Hélène,

Avec tout mon amour.

A tous mes amis,

Mes amis d'enfance, Caroline et les deux Frédéric,
Pour tous les moments que nous avons partagés depuis tant d'années. J'espère que nous saurons entretenir cette belle amitié.

Mes amis mulhousiens de collège et lycée, Alex, Caro, Déniel, Orianne, Marie, Jérémie, Hari...et les autres.

Mes amis de prépa, les BCSPT Champions, Bro, Chat'Chat, François, Frog, Galette, Ghisou, JB, K'ss Bomb, Morph, Price, PY, Schnap's, Toc, Tom et Trilili.
Je garde grâce à vous un excellent souvenir de ces deux années à Saint-Maur.

Mes amis nantais, Amandine, Julien, Gaétan et Yves... et les autres.
Bonne chance à vous dans votre vie future.

Mention particulière pour Tom, mon colloc' pendant 4 ans...
Tu auras essayé en vain de m'enseigner ton flegme. Courage, tu seras bientôt vétérinaire.
Quel beau métier, professeur !

A tous les véto qui m'ont accueilli en stage,

En particulier Yves Raguet, pour son accueil et sa disponibilité. Je garde un très bon souvenir de mes stages à Faverney.

Il y a des moments où tout réussit. Il ne faut pas s'effrayer. Ça passe.

Jules Renard

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
1^{ERE} PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	3
<u>1.1. Présentation du système de traite robotisé</u>	3
1.1.1. Histoire et enjeux	3
1.1.1.1. Historique	3
1.1.1.2. Objectifs et conséquences sur le travail humain	4
1.1.1.2.1. Objectifs de la traite robotisée	4
1.1.1.2.2. Conséquences sur le travail humain	4
1.1.2. Conséquences de l'utilisation d'un robot de traite sur l'animal	5
1.1.2.1. Adaptation au robot de traite	5
1.1.2.2. Bien-être animal	6
1.1.3. Conditions et coût d'installation d'un robot de traite	7
1.1.3.1. Conditions d'adaptation à l'exploitation laitière	7
1.1.3.2. Coût de l'installation	7
1.1.4. Principe de fonctionnement et caractéristiques techniques	9
1.1.4.1. Principe de fonctionnement	9
1.1.4.2. Caractéristiques techniques	11
1.1.5. Adaptation du logement et du rationnement	13
1.1.5.1. Bâtiment	13
1.1.5.1.1. Adaptation du bâtiment à la traite robotisée	13
1.1.5.1.2. Circulation des animaux	13
1.1.5.2. Alimentation	14
1.1.5.2.1. Alimentation et motivation des animaux	14
1.1.5.2.2. Robot et valorisation du pâturage	14
<u>1.2. Conséquences de la traite robotisée sur la production, la composition et la qualité du lait</u>	15
1.2.1. Fréquence de traite et production laitière	15
1.2.1.1. Fréquence de traite	15
1.2.1.2. Production laitière	16
1.2.2. Taux butyreux et protéique	17
1.2.3. Critères de qualité du lait	19
1.2.3.1. Concentration en cellules somatiques	19
1.2.3.1.1. Généralités	19
1.2.3.1.2. Conséquences de l'installation d'un robot de traite	21
1.2.3.1.3. Conséquences du stade de lactation en traite robotisée	22
1.2.3.2. Germes totaux	23
1.2.3.3. Spores butyriques	24
1.2.3.4. Indice de lipolyse	24
1.2.3.5. Point de congélation du lait	25

<u>1.3. Gestion de la santé mammaire en traite robotisée</u>	26
1.3.1. Etiologie des infections intramammaires et facteurs de risque liés à la traite robotisée	26
1.3.2. Prévention des infections intramammaires	27
1.3.2.1. Désinfection à froid des manchons trayeurs	27
1.3.2.2. Désinfection des manchons trayeurs par la vapeur	28
1.3.2.3. Désinfection des trayons	28
1.3.3. Détection des infections intramammaires en traite robotisée	29
1.3.3.1. Conductivité	30
1.3.3.1.1. Principe du test	30
1.3.3.1.2. Détection des laits anormaux	30
1.3.3.2. Colorimétrie	31
1.3.3.3. Nouveaux systèmes de détection	32
2^{EME} PARTIE : ETUDE PERSONNELLE	33
<u>2.1. Cadre et objectifs</u>	33
<u>2.2. Matériels et méthodes</u>	33
2.2.1. Echantillonnage	33
2.2.1.1. Population cible	33
2.2.1.2. Population d'étude	33
2.2.2. Collecte des données	34
2.2.2.1. Collecte des données du Contrôle Laitier et des laboratoires interprofessionnels laitiers	34
2.2.2.1.1. Données du Contrôle Laitier	34
2.2.2.1.2. Données des laboratoires interprofessionnels laitiers	35
2.2.2.2. Enquête	35
2.2.2.2.1. Déroulement de l'enquête	35
2.2.2.2.2. Questionnaire	35
2.2.2.2.3. Codage	36
2.2.3. Définition des variables d'étude relatives à la qualité du lait	36
2.2.4. Pratiques étudiées relatives à la maîtrise des infections intramammaires	37
2.2.4.1. Pratiques générales	38
2.2.4.2. Hygiène générale	38
2.2.4.3. Logement	39
2.2.4.4. Hygiène, paramètres et matériel de traite	40
2.2.4.5. Pratiques et paramètres de détection des infections intramammaires	41
2.2.4.6. Pratiques de prévention et de traitement des infections intramammaires	42
2.2.5. Stratégie d'analyse	43
2.2.5.1. Description de l'évolution de la qualité du lait	43
2.2.5.2. Lien avec les pratiques des éleveurs dans les 6 premiers mois après l'installation du robot de traite	45
2.2.5.2.1. Impact individuel des pratiques mises en œuvre	45
2.2.5.2.2. Constitution de deux critères globaux	45
2.2.6. Logiciels utilisés	46

<u>2.3. Résultats</u>	47
2.3.1. Caractéristiques de la population étudiée	47
2.3.1.1. Caractéristiques générales des exploitations	47
2.3.1.2. Ressenti des éleveurs à propos de la transition en traite robotisée	49
2.3.1.3. Classement des exploitations en fonction de leur santé mammaire	49
2.3.2. Description des évolutions observées lors de l'installation du robot de traite	50
2.3.2.1. Critères de qualité utilisés pour le paiement du lait	50
2.3.2.1.1. Concentration en cellules somatiques du lait de mélange	50
2.3.2.1.2. Germes totaux	52
2.3.2.1.3. Spores butyriques	52
2.3.2.1.4. Indice de lipolyse	53
2.3.2.1.5. Point de congélation	54
2.3.2.1.6. Présence d'inhibiteurs	54
2.3.2.2. Concentration en cellules somatiques du lait de troupeau	54
2.3.2.2.1. Evolutions individuelles des 53 exploitations	55
2.3.2.2.2. Evolution moyenne dans les 53 exploitations	56
2.3.2.2.3. Evolution selon les 3 groupes de prévalence	57
2.3.2.2.4. Evolution moyenne en fonction de la d'installation du robot de traite	58
2.3.2.3. Prévalence apparente des infections intramammaires	59
2.3.2.3.1. Evolution moyenne dans les 53 exploitations	59
2.3.2.3.2. Evolution selon les 3 groupes de prévalence	60
2.3.2.4. Incidence apparente des infections intramammaires	61
2.3.2.4.1. Evolution moyenne dans les 53 exploitations	61
2.3.2.4.2. Evolution selon les 3 groupes de prévalence	62
2.3.2.5. Persistance apparente des infections intramammaires	62
2.3.2.5.1. Evolution moyenne dans les 53 exploitations	62
2.3.2.5.2. Evolution selon les 3 groupes de prévalence	63
2.3.3. Evolution de la composition des groupes de prévalence	64
2.3.3.1. Concordance entre les groupes de prévalence avant et après l'installation du robot de traite	64
2.3.3.2. Evolution des groupes de prévalence avant l'installation du robot et au 4 ^{ème} semestre d'utilisation	64
2.3.4. Facteurs de variation de l'incidence et de la prévalence des infections intramammaires dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot de traite	66
2.3.4.1. Etude individuelle des variables	66
2.3.4.2. Etude de deux critères globaux	67
<u>2.4. Discussion</u>	69
2.4.1. Dispositif de l'étude	69
2.4.2. Présentation des exploitations et évolution des différents critères de qualité du lait	71
2.4.3. Maîtrise des infections intramammaires lors de l'installation du robot de traite	73
2.4.4. Facteurs intervenant dans la maîtrise des infections intramammaires lors de l'installation du robot de traite	76
2.4.5. Implications et perspectives	78
Conclusion	81
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	83
ANNEXES	93

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : Robot de traite DeLaval VMS 2007. Sources : www.delavalfrance.fr

Photographie 2 : Robot de traite Lely Astronaut A3. Sources : www.lely.com

Photographie 3 : Système de nettoyage des trayons du robot DeLaval VMS 2007 (gobelet laveur). Sources : www.delavalfrance.fr

Photographie 4 : Système de nettoyage des trayons du robot Lely Astronaut A3 (brosses de nettoyage). Sources : www.lely.com

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Moyenne géométrique des concentrations en cellules somatiques du lait de mélange de 98 exploitations danoises, un an avant, un an après l'installation d'un robot de traite (Rasmussen et al., 2002).

Figure 2 : Moyenne géométrique des concentrations en cellules somatiques du lait de mélange de 69 exploitations danoises, un an avant, un an après l'installation d'un robot de traite (Rasmussen et al., 2001).

Figure 3 : Incidence et prévalence des infections intramammaires un an avant, un an après l'installation d'un robot de traite (Rasmussen et al., 2001).

Figure 4 : Périodes prises en compte pour le classement des exploitations

Figure 5 : Evolution de la concentration moyenne en cellules somatiques du lait de mélange des exploitations de la population d'étude

Figure 6 : Evolution de l'indice de lipolyse du lait de mélange des exploitations de la population d'étude

Figure 7 : Répartition des exploitations en fonction de la différence des CCST moyennes 22 contrôles avant et 6 contrôles après l'installation du robot de traite

Figure 8 : Evolution de la CCST moyenne des exploitations de la population d'étude et de sa dispersion

Figure 9 : Evolution des CCST moyennes des 3 groupes de prévalence

Figure 10 : Evolution des CCST moyennes des exploitations de l'échantillon en fonction de la date d'installation du robot

Figure 11 : Evolution de la prévalence apparente moyenne de la population d'étude et sa dispersion

Figure 12 : Evolution de la prévalence moyenne des 3 groupes de prévalence

Figure 13 : Evolution de l'incidence apparente moyenne de la population étudiée

Figure 14 : Evolution de l'incidence apparente moyenne des 3 groupes de prévalence

Figure 15 : Evolution de la persistance apparente moyenne de la population étudiée

Figure 16 : Evolution de la persistance apparente moyenne des 3 groupes de prévalence

Figure 17 : Composition des 3 groupes de prévalence constitués d'après les CCST du 4^{ème} semestre d'utilisation du robot en fonction des groupes de prévalence d'origine des exploitations

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Variables relatives aux pratiques générales des exploitations

Tableau 2 : Variables relatives à l'hygiène générale

Tableau 3 : Variables relatives au logement

Tableau 4 : Variables relatives à l'hygiène, aux paramètres et au matériel de traite

Tableau 5 : Variables relatives aux pratiques et paramètres de détection des infections intramammaires

Tableau 6 : Variables relatives aux pratiques de prévention et de traitement des infections intramammaires

Tableau 7 : Paramètres de classement des exploitations en 3 groupes de prévalence

Tableau 8 : Quota laitier et cheptel des exploitations

Tableau 9 : Choix techniques des exploitations lors de l'installation du robot de traite

Tableau 10 : Choix techniques des exploitations possédant un robot de marque DeLaval

Tableau 11 : Choix techniques des exploitations possédant un robot de marque Lely

Tableau 12 : Politique de réforme des exploitations avant l'installation du robot de traite

Tableau 13 : Ressenti des éleveurs vis à vis de la transition en traite robotisée

Tableau 14 : Répartition des exploitations en fonction de la prévalence des infections intramammaires sur 22 ou 11 contrôles avant l'installation du robot de traite

Tableau 15 : Evolution du nombre d'exploitations pénalisées au moins une fois pour le critère concentration en cellules somatiques du lait de mélange sur la période étudiée

Tableau 16 : Evolution du nombre d'exploitations ayant livré au moins une fois du lait dit hors normes sur la période étudiée

Tableau 17 : Evolution du nombre d'exploitations ayant livré au moins une fois du lait dépassant 15 000 germes/ml sur la période étudiée

Tableau 18 : Evolution du nombre d'exploitations pénalisées au moins une fois sur le critère spores butyriques sur la période étudiée

Tableau 19 : Evolution du nombre d'exploitations pénalisées au moins une fois sur le critère lipolyse sur la période étudiée

Tableau 20 : Evolution du nombre d'exploitations ayant livré au moins une fois du lait non conforme sur le critère cryoscopie du lait sur la période étudiée

Tableau 21 : Evolution du nombre d'exploitations ayant livré au moins une fois du lait contenant des inhibiteurs sur la période étudiée

Tableau 22 : Répartition des exploitations dépassant en moyenne, sur les 6 premiers mois après l'IR, les seuils de pénalités

Tableau 23 : Concordance entre les classements en groupe de prévalence sur différentes périodes avant et après l'installation du robot de traite

Tableau 24 : Effectifs des 3 groupes de prévalence constitués d'après les CCST des 22 contrôles avant l'installation du robot et du 4^{ème} semestre d'utilisation

Tableau 25 : Impact des variables étudiées liées à l'incidence apparente des 6 premiers contrôles après l'installation du robot de traite

Tableau 26 : Impact des variables étudiées liées à la persistance apparente des 6 premiers contrôles suivants l'installation du robot de traite

Tableau 27 : Impact du suivi des pratiques recommandées sur l'incidence apparente des 6 premiers contrôles suivants l'installation du robot de traite

Tableau 28 : Impact du suivi des pratiques recommandées sur la persistance apparente des 6 premiers contrôles suivants l'installation du robot de traite

LISTE DES ABREVIATIONS

AGL : Acides Gras Libres

ARSOE : Association Régionale de Services aux Organismes d'Elevage

CCD : Charged Coupled Device

CCS : Concentration en Cellules Somatiques

CCSI : Concentration en Cellules Somatiques Individuelles

CCST : Concentration en Cellules Somatiques de lait de Troupeau

CMT : California Matitis Test

DAC : Distributeur Automatique d'aliments Concentrés

ESA : Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers

GDS : Groupement de Défense Sanitaire

IR : Installation du Robot de traite

MQC : Milk Quality Control

MQC-C : Milk Quality Control and Cellular count

OCC : Online Cell Counter

SCN : Staphylocoques à Coagulase Négative

TB : Taux Butyreux

TP : Taux Protéique

VMS : Voluntary Milking System

EVOLUTION DE LA QUALITE DU LAIT LORS DE L'INSTALLATION D'UN ROBOT DE TRAITE : DESCRIPTION ET FACTEURS DE VARIATION

INTRODUCTION

Le robot de traite est un automate, un équipement programmable qui permet d'effectuer la traite des vaches laitières sans intervention directe de l'éleveur : toutes les opérations sont entièrement automatisées, en particulier la pose du faisceau trayeur (Veysset et al. 2001).

Le robot de traite est plus qu'un simple outil de traite, c'est une nouvelle façon de concevoir la conduite d'un troupeau. L'exploitation d'un robot de traite permet de gérer la traite, la qualité du lait, mais également l'alimentation des animaux, leur circulation dans le bâtiment et leur accès aux pâtures. Le robot de traite est aujourd'hui un outil bien implanté en Europe. Les principaux débouchés pour les fabricants sont les pays exploitant des vaches laitières hautes productrices, où le prix du lait est élevé et où la charge de travail est importante (Svennersten-Sjaunja et Pettersson, 2008).

Initialement, bien que l'intérêt de ce nouvel outil sur l'organisation du travail et la gestion du troupeau ait été souligné, l'attention était surtout portée sur la dégradation de la qualité du lait et l'augmentation de la concentration en cellules somatiques (CCS) du lait de mélange (Klungel et al., 2000 ; Jepsen et Rasmussen, 2000). Plus tard, d'autres études ont remis en cause l'importance de la dégradation engendrée par l'installation de cet outil.

La qualité du lait, d'un point de vue hygiénique, et sa composition sont prises en compte pour le paiement du lait. Une dégradation de la qualité ou de la composition du lait peut donc avoir de graves conséquences économiques pour une exploitation laitière. La CCS du lait de mélange est le reflet des infections intramammaires présentes dans le troupeau. Ces infections sont multifactorielles et les moyens devant être mis en œuvre pour les maîtriser sont complexes. Pour ces différentes raisons, la CCS est le critère de qualité du lait dont les éleveurs se préoccupent le plus, *a fortiori* ceux désirant s'équiper d'un robot de traite.

Pour répondre aux attentes des éleveurs, le Groupement de Défense Sanitaire du Maine-et-Loire (GDS 49) a décidé de réaliser la présente étude. Elle a pour premier objectif de décrire l'impact de l'installation d'un système de traite robotisé sur les principaux critères de qualité du lait que sont la CCS et les critères de qualité utilisés pour le paiement du lait. Elle est mise en œuvre avec la collaboration d'exploitations robotisées situées dans les départements de Loire-Atlantique et du Maine-et-Loire.

Dans la mesure où il semble que la réussite de la transition à une traite robotisée dépende essentiellement de la manière dont est entretenu et conduit le troupeau (Rossing et al., 1997 ; Lind et al., 2000 ; de Koning et al., 2002), l'étude descriptive précédente est assortie d'une enquête. Cette dernière a pour objectif d'identifier des facteurs de succès ou d'échec de l'installation d'un robot de traite, en relevant les pratiques mises en œuvre par les éleveurs lors de l'installation.

Une revue bibliographique précède l'étude. Elle vise à présenter le système de traite robotisé, ses enjeux et les conséquences qu'il peut avoir à différents niveaux. Sont en particulier soulignées les conséquences de la traite robotisée sur la production, la composition et la qualité du lait, qui sont majoritairement à l'origine des interrogations des éleveurs. Enfin, nous nous focaliserons sur la santé mammaire dont la gestion est différente avec l'installation d'un robot de traite.

1^{ERE} PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Cette revue bibliographique vise à présenter le système de traite robotisé, son fonctionnement, ses conséquences et ses enjeux. Sont également mises en évidence les conséquences de l'installation d'un robot de traite sur la production, la composition et la qualité du lait. Enfin, sont présentés les facteurs de risque liés à l'utilisation d'un système de traite robotisé et les équipements disponibles destinés à garantir à l'éleveur une bonne maîtrise de la santé mammaire.

1.1. Présentation du système de traite robotisé

1.1.1. Histoire et enjeux

1.1.1.1. Historique

Les premiers robots de traite sont apparus dans les années 1970 en République Démocratique Allemande. A cette époque, l'équipement de traite était situé dans le sol de la stalle, sous la vache. Le système de traite n'était pas constitué d'une griffe possédant quatre gobelets trayeurs comme aujourd'hui, mais d'un bol qui venait recouvrir toute la mamelle (Rossing et Hogewerf, 1997).

A cette même époque en République Fédérale Allemande, Ordolff travaillait sur un système de traite automatisé qui se voulait réellement utilisable en élevage. Son système de traite était pourvu d'une griffe à quatre gobelets trayeurs. La détection des trayons reposait sur l'utilisation de thermomètres de surface. Un système hydraulique permettait la pose des gobelets. Ce système bien que testé en ferme expérimentale n'a jamais été commercialisé (Rossing et Hogewerf, 1997).

En 1977, deux Japonais, Notsuki et Ueno, imaginèrent un nouveau système de traite automatique. Ils proposèrent une stalle où la vache était contenue par le gonflement de coussins d'air derrière elle et sur ses flancs. La vache était alors immobilisée dans une position adéquate permettant le nettoyage et le branchement des trayons sans système de détection. Ce système de traite n'a jamais été testé en pratique.

Le problème de la détection des trayons a été en grande partie résolu au début des années 1990. Marchal est à l'origine d'un robot de traite disposant de quatre bras indépendants (un par trayon). Les bras destinés aux trayons postérieurs étaient situés sous la stalle, ceux destinés aux trayons antérieurs sur les côtés. L'originalité du système est l'utilisation de deux types de capteurs pour la détection des trayons : un laser Hélium-Néon balayant la mamelle et les trayons et une caméra CDD (Charged Coupled Device). L'ensemble des résultats de cette étude, menée dans le cadre d'un programme de recherche européen, a été transféré aux industriels Manus et DeLaval pour permettre le développement de modèles commerciaux.

Les premiers systèmes de traite automatisés fabriqués en série, le furent par deux industriels néerlandais, Lely et Prolion. Le robot Prolion, testé depuis 1988, a été installé dans une ferme expérimentale néerlandaise en 1990. Le premier robot Lely a été mis sur le marché en 1994 sans qu'aucune donnée expérimentale ne soit disponible (Rossing et Hogewerf, 1997).

Depuis le début des années 2000, l'installation des robots de traite connaît une croissance exponentielle. En 2004, selon Danin, l'installation d'un robot était retenue dans un cas sur deux en Suède et au Danemark lors d'une installation ou d'un changement de matériel de traite et dans environ un cas sur trois aux Pays Bas.

La France n'échappe pas à cette évolution. Le pays comptait environ 350 robots en 2003, 700 en 2006 (Billon et al., 2006) et environ 1500 fin 2008 (Portier, 2008).

En 2008, environ 8000 robots de traite étaient utilisés dans 5500 exploitations à travers le monde (Svennersten-Sjaunja et Pettersson, 2008).

1.1.1.2. Objectifs et conséquences sur le travail humain

1.1.1.2.1. Objectifs de la traite robotisée

Quelle que soit la technologie utilisée par les robots de traite, leurs objectifs restent toujours les mêmes : automatiser entièrement le processus de traite tout en préservant production et qualité laitière. Ceci devant se réaliser dans le respect du bien-être animal, avec un minimum d'interventions humaines (Rossing et Hoewerf, 1997). Ce système offre plus de flexibilité dans l'organisation du travail des éleveurs et ainsi permet vraisemblablement une meilleure vie sociale (Lind et al., 2000). L'acquisition du robot de traite ne correspond généralement pas à une volonté d'intensification, mais plutôt à une volonté de conserver un atelier laitier existant sans accroître la main d'oeuvre, voire en la réduisant. En 2001, d'après l'étude menée par Veysset et al. auprès de 44 exploitations robotisées françaises, 91% des éleveurs se sont équipés d'un robot en réponse à des difficultés de main d'oeuvre. Cette décision se justifie également par la volonté de renouveler un matériel de traite vétuste ou, dans une moindre mesure, sous dimensionné (Le Gall, 1999).

Dans la vie d'un atelier laitier, la traite occupe le poste le plus important (Losq et al., 1995) : elle représente les deux tiers du travail de l'atelier soit 4,8 heures par jour en moyenne ou 1 750 heures par an. Lors de l'installation d'un robot de traite, une réduction de la charge de travail (pénibilité ressentie par l'éleveur) est également recherchée. Viennent ensuite des critères liés à l'organisation du travail (meilleure répartition des tâches entre travailleurs, gain de souplesse horaire) et l'attrait pour les nouvelles technologies (Veysset et al., 2001).

La traite étant d'ordinaire un moment privilégié d'observation des animaux, le robot doit pallier l'absence de l'éleveur en mesurant et enregistrant un certain nombre de paramètres essentiels à une gestion efficace du troupeau. Ces paramètres sont, nombre et horaires des traites, caractéristiques du lait (pour détecter les mammites), production attendue et réalisée, débit de lait moyen, consommation d'aliments concentrés. La consultation, l'analyse, l'interprétation des données et donc la surveillance et la gestion du troupeau restent toujours à la charge de l'éleveur (Veysset et al., 2001).

1.1.1.2.2. Conséquences sur le travail humain

D'après l'étude de Veysset et al. (2001), 86 % des éleveurs enquêtés estiment avoir diminué leur charge de travail (pénibilité, contrainte) et gagné en souplesse horaire. Les deux tiers disent avoir gagné du temps et être mieux organisés dans leur travail. Il semblerait donc que le robot soit un outil adapté pour travailler moins et mieux. Dijkhuizen et al. (1997) estiment le travail de traite quotidien à 1,2 heure en moyenne avec le robot contre 3,8 heures en salle de traite. Cette nouvelle organisation du travail semble mieux adaptée au rythme de vie dans la société actuelle (Lundqvist, 1992). Le fait que l'éleveur doit être joignable à toute heure de la journée, prêt à répondre à une alarme en cas de panne du robot, n'est généralement pas ressenti comme une grande contrainte.

La pénibilité du travail diminue également sur le plan physique. La part de travail manuel se réduit fortement, et elle est remplacée en grande partie par un travail d'observation des animaux, de bureau (consultation des listes d'attentions et des données enregistrées par le robot, au minimum bi-quotidienne) et de maintenance technique (Veysset et al., 2001).

Lors de l'installation, l'accompagnement fourni par les industriels est généralement perçu comme bien mené et efficace. Toutefois, l'éleveur doit prévoir un surcroît de travail pendant 2 à 4 semaines et organiser pendant 8 à 15 jours un système de présence quasi permanent, surtout si la circulation libre est utilisée (Labbé, 2008).

Durant les six premiers mois de fonctionnement, l'apprentissage de la maîtrise du robot se poursuit et les éleveurs peuvent avoir tendance à se décourager. Ils doivent donc se préparer à vivre cette période difficile et éventuellement à en supporter les conséquences économiques voire humaines. Avant la fin de la première année, les premiers avantages du robot de traite sont généralement ressentis (Veysset et al., 2001).

1.1.2. Conséquences de l'utilisation d'un robot de traite sur l'animal

1.1.2.1. Adaptation au robot de traite

Selon Veysset et al. (2001), l'adaptation de la totalité des animaux au nouveau système de traite est progressive et dure deux mois environ. Toutefois, la majorité des animaux s'adapte au robot en quelques jours. Néanmoins d'importantes disparités entre individus existent. Selon Jégou (2007), l'installation d'un robot de traite est plus aisée lorsque les vaches laitières restent dans le bâtiment et donc pendant la période hivernale pour les exploitations souhaitant valoriser l'herbe.

Le robot peut être utilisé comme distributeur automatique d'aliments concentrés (DAC) durant quelques semaines de façon à habituer les animaux à le fréquenter. D'autre part, il peut être intéressant de prévoir une circulation forcée dans le bâtiment pendant les 2 à 4 premières semaines après la mise en marche. Les premiers jours, il est classique de devoir accompagner quelques vaches au robot (Labbé, 2008). Selon le même auteur, 4 semaines sont nécessaires pour que plus de 95% des animaux fréquentent correctement le robot.

Lors de la mise en route du robot, certaines vaches peuvent devoir être réformées du fait d'une mauvaise conformation de mamelle (trayons croisés, plancher de la mamelle trop bas). L'éleveur doit être particulièrement vigilant sur la sélection des reproducteurs de manière à améliorer la qualité des aplombs et de la mamelle afin d'optimiser le fonctionnement du robot et de limiter le taux de réforme des primipares (Veysset et al., 2001).

De nouvelles vaches et *a fortiori* des génisses sont perpétuellement introduites dans le troupeau laitier. Dès leur arrivée, ces animaux doivent trouver leur place hiérarchique, s'adapter au mode de circulation (pouvant comporter des portes) et bien sûr au robot. Généralement ces vaches semblent bien s'adapter en seulement deux semaines de présence dans le bâtiment (Melin et al., 2005). En 2007, Hamilton a étudié l'effet de l'introduction des génisses dans une stabulation robotisée au moins une semaine avant vêlage. La circulation y était semi-forcée. Une augmentation du nombre de repas et de la fréquence de traite ont été observées dans les 10 premières semaines de lactation. Au delà, aucune différence n'était plus mise en évidence. Ceci s'est finalement traduit par une augmentation de production de 1,5 kg par jour en moyenne durant toute la lactation. L'introduction précoce des génisses faciliterait donc leur adaptation.

1.1.2.2. Bien-être animal

Les bovins sont des animaux grégaires s'alimentant et se reposant en groupe. Dans un bâtiment équipé d'un robot de traite, les vaches sont contraintes de manger, de se faire traire, et de se reposer individuellement. D'autre part, pour l'accès au robot, les vaches dominées rentrent en compétition avec les dominantes, ce qui peut aussi être à l'origine d'un stress.

La manière dont se déroule la traite est un facteur de stress important. Une traite se déroulant toujours de la même manière, avec le même trayeur, selon une routine bien définie diminue le stress des animaux et semble augmenter significativement la production laitière (Rasmussen et al., 1990). Dans un système de traite robotisé, les vaches sont toujours traitées selon le même processus qui peut ainsi être anticipé par les animaux. En ce sens, il devrait améliorer le bien-être des animaux. Toutefois, les échecs de traite pouvant survenir en traite robotisée semblent particulièrement perturber les vaches (Stefanowska et al., 2000).

La mesure de la concentration en cortisol plasmatique des animaux peut être utilisée comme indicateur de stress. Hopster et al. (2002) mettent en évidence une tendance à l'augmentation de la concentration plasmatique en cortisol au début de l'utilisation du robot, mais après quelques jours plus aucune différence n'est notée avec la traite conventionnelle. Ces résultats sont confirmés par Gigax et al. (2006). En 2004, Hagen et al. observent chez les vaches en traite robotisée d'importantes variations de la fréquence cardiaque, ce qui pourrait indiquer un stress. Néanmoins, aucune augmentation de la concentration en cortisol plasmatique n'a été détectée.

Wenzel et al. (2003), Hagen et al. (2004) et Abeni et al. (2005) rapportent, au contraire, des concentrations en cortisol plus élevées lors de traite robotisée que lors d'une traite conventionnelle. Cependant, ils suspectent que les interactions sociales, la compétition pour l'accès à la traite sont plus génératrices de stress que le processus de traite lui-même.

Enfin, l'étude menée par Gyax et al. (2006), destinée à déterminer l'impact sur le bien-être des vaches du type de circulation, libre ou forcée, n'a pas permis de conclure.

Il est admis que des vaches stressées souffrent de perturbations du réflexe d'éjection du lait (Bruckmaier et Blum, 1998). Le stress affecte négativement la production laitière et diminue la persistance de la lactation. Une traite réussie suppose que l'essentiel du lait cisternal et alvéolaire soit récupéré. Le lait présent dans les alvéoles n'est disponible que si le réflexe d'éjection du lait se produit (Bruckmaier et Blum, 1998). Ce réflexe est lié au relargage d'une hormone, l'ocytocine, par l'hypophyse. La libération de l'ocytocine intervient lors d'une stimulation tactile de la mamelle et des trayons. Lors de la traite robotisée, le relargage d'ocytocine intervient suite à l'étape de nettoyage des trayons. Dzidic (2004) a démontré que les vaches traitées au robot ont un réflexe d'éjection du lait normal et ce quel que soit le système de nettoyage des trayons utilisé, le temps d'action, et la température de l'eau utilisée. Seule l'absence complète de nettoyage est préjudiciable.

1.1.3. Conditions et coût d'installation d'un robot de traite

1.1.3.1. Conditions d'adaptation à l'exploitation laitière

Toutes les exploitations agricoles laitières ne sont pas adaptées à l'installation d'un robot de traite. Le modèle agricole européen est globalement mieux adapté que le modèle américain car les exploitations y sont de taille plus modeste (Rotz et al., 2003).

Selon Veysset et al. (2001), le surcoût du robot de traite comparé à une installation traditionnelle est minimal pour une exploitation de 60 vaches laitières produisant 400 000 à 500 000 litres par an car la capacité du robot mono-stalle est utilisée à son maximum. Cette exploitation constitue donc l'optimum économique. Cette analyse est confirmée par Rotz et al. (2003).

Le surcoût de l'installation d'un robot de traite est maximal pour une exploitation de 80 vaches laitières car l'acquisition d'une seconde stalle ou d'un second robot, qui ne fonctionne alors pas à sa capacité maximale, engendre des accroissements de coûts que le volume de lait produit n'arrive pas à compenser (Veysset et al., 2001). Les robots multi-stalles sont économiquement plus compétitifs pour des exploitations de 60 à 130 vaches laitières dont la production annuelle est de 8 600 kg (Rotz et al., 2003).

Enfin, selon Rotz et al. (2003), une réduction du prix d'achat du robot de traite peut rendre cet outil rentable pour des exploitations de plus petites tailles. La conception classique de l'utilisation d'un robot va sans doute évoluer avec le développement du marché de l'occasion.

Dans d'autres régions du monde, en Europe du Nord notamment, les progrès techniques et une meilleure organisation permettent maintenant de robotiser des exploitations de plus de 500 vaches. Cette limite est en constante progression. Toutefois, le marché du robot de traite reste aujourd'hui encore centré sur les unités à une ou deux stalles (Svennersten-Sjaunja et Pettersson, 2008).

En pratique, plusieurs facteurs influent sur la capacité maximale d'un robot de traite : production par vache, vitesse de traite, facilité de traite (conformation des mamelles), groupement des vêlages, pâturage, périodes d'arrêt quotidien pour lavage (Parsons et Mottram, 2000). Il est difficile d'estimer *a priori* quelle sera la capacité maximale d'une installation.

Techniquement et pour des raisons pratiques, il vaut mieux prévoir un surdimensionnement raisonnable de la capacité du robot (Veysset et al., 2001).

1.1.3.2. Coût de l'installation

Selon Jégou (2008), d'après une enquête réalisée par la Chambre d'Agriculture des Côtes-d'Armor, l'investissement moyen s'établit à 142 000 euros pour le robot et 11 300 euros pour les équipements annexes. Lorsqu'un investissement dans le bâtiment est effectué, celui-ci est en moyenne de 115 000 euros. Soit un investissement total de 257 000 euros. Ce qui représente, pour les exploitations enquêtées, un coût total de 5000 euros par vache traite pour une stalle neuve sur une durée de financement allant de 7 à 15 ans. En moyenne le financement revient à 35 euros pour 1000 l de lait par an.

Jégou (2007) estime que le coût de maintenance annuel varie de 1 500 à 4 500 euros en fonction des constructeurs et des contrats soit 7,2 euros pour 1000 l de lait en moyenne. Les produits consommables (manchons trayeurs, matériels divers...) représentent 2,1 euros pour 1000 l de lait. Les produits d'hygiène représentent environ 3 euros pour 1000 litres de lait. Le coût des produits consommables dépasse ainsi en moyenne 12 euros pour 1000 litres soit un coût de fonctionnement total de 47 euros pour 1000 l les premières années d'utilisation.



Photographie 1 : Robot de traite DeLaval VMS 2007. Sources : www.delavalfrance.fr



Photographie 2 : Robot de traite Lely Astronaut A3. Sources : www.lely.com

Le robot de traite assure également la fonction de DAC. D'après Billon et Pomiès (2006), l'écart de prix entre un robot de traite et une salle de traite destinée à traire le même nombre de vache en 1 heure (par exemple une salle de traite en épi de 2 fois 6 postes pour 60 vaches), équipée de toutes les technologies présentes sur le robot et d'un DAC, se réduit considérablement mais reste en faveur de la salle de traite. Cet écart n'est toutefois pas quantifié par les auteurs.

Les options proposées par les différentes marques ont également un coût. Par exemple, le système de désinfection à la vapeur de la griffe PURA proposé par Lely est facturé 3 500 euros plus 10% pour la pose. Le système de comptage cellulaire MQC-C également proposé par Lely est facturé 5 000 euros plus 10% pour la pose et 700 euros de consommables par an (Timsit et al., 2008). Les options comparables proposées par les autres marques ont des coûts proches.

1.1.4. Principe de fonctionnement et caractéristiques techniques

Six constructeurs de robot de traite sont présents sur le marché. Deux grands types de robots sont disponibles : les monos et les multi-stalles. Les premiers sont adaptés aux troupeaux n'excédant pas 60 à 70 animaux. Les seconds sont adaptables (une ou plusieurs stalles) et peuvent traire plus de 200 vaches par jour. Trois constructeurs proposent des robots mono-stalles : DeLaval, Fullwood et Lely. Les trois autres, Boumatic, SAC Christensen et WestfaliaSurge se partagent le marché des multi-stalles (Billon et Pomiès, 2006 ; Pomiès, 2006 et Portier 2008).

En France, les modèles suivants sont disponibles (Labbé, 2008):

- VMS (Mono-stalle) de DeLaval (photographie 1)
- Merlin (Mono-stalle) de Fullwood (Licence Lely)
- Astronaut A3 (Mono-stalle) de Lely (photographie 2)
- Titan (Multi-stalles) (anciennement AMS, Gascoigne-Melotte, RMS) de WestfaliaSurge
- RDS Futureline (Multi-stalles) de SAC Christensen
- Proflex (Multi-stalles) de Boumatic

Le fabricant Lely est leader sur le marché français devant DeLaval

1.1.4.1. Principe de fonctionnement

De manière à réaliser entièrement l'ensemble de la traite, tous les robots sont constitués d'une ou plusieurs stalles, d'un système de détection des trayons et d'un bras robotisé destiné à manipuler les gobelets trayeurs. Les robots de traite sont des outils de gestion des troupeaux laitiers, ils disposent d'un micro-ordinateur pouvant fournir des données quantitatives fiables à l'éleveur. Bien que de nombreuses opérations soient automatisées, la décision reste la prérogative de l'éleveur (Rossing et Hoewerf, 1997).

D'une manière générale, le déroulement d'une traite robotisée est le suivant : l'animal entre dans la stalle, est identifié, le robot estime la quantité de lait attendue. La vache est bloquée si la quantité de lait attendue est supérieure à un niveau minimum programmé, sinon elle retourne dans la stabulation sans être traitée. Si le processus de traite est enclenché, des aliments concentrés sont distribués à l'animal, ses trayons sont lavés, puis les gobelets trayeurs sont branchés. La traite s'effectue quartier par quartier. Après la traite, les trayons sont généralement désinfectés par pulvérisation et la vache est libérée (Rossing et al., 1997).

Les robots permettent une traite 24 heures par jour. L'ensemble de la traite est réalisé de façon autonome. En cas d'incidents (vache bloquée dans la stalle, nécessité de remplir un



Photographie 3 : Système de nettoyage des trayons du robot DeLaval VMS 2007 (gobelet laveur). Sources : www.delavalfrance.fr



Photographie 4 : Système de nettoyage des trayons du robot Lely Astronaut A3 (brosses de nettoyage). Sources : www.lely.com

réservoir de consommable, lait de qualité anormale...) des alertes sont émises par le robot et visibles sur le micro-ordinateur qui lui est relié. Il est possible de programmer différents niveaux d'alerte. Les plus importantes, nécessitant l'intervention immédiate de l'éleveur, peuvent être transmises par téléphone à ce dernier (Rossing et al., 1997).

1.1.4.2. Caractéristiques techniques

Quel que soit le type de robot, certains composants sont incontournables (Lefevre, 2001 ; Bony et Pomiès, 2002) :

- *l'identification de l'animal* : elle est évidemment indispensable. Elle se fait par un collier magnétique propre à chaque animal. Ce système, éprouvé dans les DAC, est fiable.
- *la stalle* : il s'agit du box individuel, disposant d'une porte d'entrée et d'une autre de sortie, dans lequel la vache vient se faire traire. Les stalles sont équipées d'un DAC. La contention de l'animal et la distribution d'aliments concentrés visent à l'immobiliser au maximum lors du repérage des trayons et de la pose des gobelets trayeurs.
- *le système de repérage des trayons* : la détection des trayons se fait selon deux grands systèmes : la détection par laser (Lely, DeLaval, Fullwood, SAC Christensen, Boumatic) ou par ultrasons (WestfaliaSurge). Le plus souvent une caméra numérique est couplée aux modes de détection précédents de façon à en augmenter la précision. Certains systèmes laser sont couplés à un système de mémorisation de la position de chaque traxon pour une vache (Labbé, 2008).
- *le système de nettoyage des trayons* : il est actif avant la pose des gobelets trayeurs. Il existe deux systèmes de nettoyage fondamentalement différents. Soit le traxon est nettoyé avant la pose des gobelets trayeurs par un gobelet laveur par projection d'eau tiède et d'air (type DeLaval, photographie 3, Alix, 2009), soit il est nettoyé par des brosses rotatives (type Lely, photographie 4). Cette étape permet également la préparation de la mamelle pour la traite.
- *le bras robotisé* : il effectue l'essentiel des tâches nécessaires au processus de traite (nettoyage, pose et dépose des gobelets trayeurs). Alliant le plus souvent des systèmes pneumatiques et hydrauliques, il peut avoir été développé spécifiquement pour la traite ou provenir de la robotique industrielle. Il lui faut pouvoir travailler en milieu hostile, en présence d'eau, de poussière, et d'autres salissures, mais également résister aux coups de pieds des vaches.
- *le système de traite* : il est le plus souvent identique aux systèmes de traites conventionnels. Certains robots proposent des pulsateurs indépendants pour chaque quartier. Divers appareillages y sont couplés :
 - un système de mesure de la conductivité électrique et de la colorimétrie du lait (pour les modèles récents) permet la détection des mammites,
 - un compteur à lait pour le suivi individuel de la production laitière,
 - un décrochage automatique quartier par quartier des gobelets trayeurs en fin de traite.Ceci permet d'éviter la surtraite. Selon Wendl et al. (2000), les quartiers arrières sont plus longs à traire que les quartiers avant (de 30 secondes à une minute supplémentaire). Ils sont en général les premiers à être branchés.
- *le système de désinfection des trayons* : après chaque traite le robot pulvérise un produit désinfectant sur les trayons. Le robot DeLaval permet également une pulvérisation du même produit avant la traite (DeLaval, 2009).
- *le système de nettoyage de la griffe* : à l'issue de la traite de chaque vache, les manchons trayeurs sont le plus souvent rincés à l'eau. Des systèmes de désinfection des manchons trayeurs entre chaque vache ou après la traite d'une vache infectée sont disponibles. Deux systèmes existent, le premier est le rinçage des manchons à l'eau additionnée d'une solution

désinfectante (un mélange de peroxyde d'hydrogène et d'acide peracétique le plus souvent). Ce système est disponible en option pour les robots DeLaval (Alix, 2009) et les robots Lely d'ancienne génération. Le second, fonctionne par vaporisation de vapeur d'eau dans les manchons suivie d'un refroidissement à l'eau froide. Il est disponible en option pour les robots Lely récents (Dyèvre, 2009). Ces systèmes sont recommandés pour les élevages en aire paillée ou ayant des problèmes sanitaires avant passage au robot (Labbé, 2008).

- *le système de réfrigération et de stockage du lait* : il doit être adapté au fonctionnement du robot qui envoie en continu du lait en petite quantité. Il existe des systèmes de réfrigération spécifiquement destinés à être utilisés avec un robot de traite, mais du matériel classique peut être adapté. Le risque principal est le gel du lait dans le tank lorsque ce dernier est faiblement rempli. L'utilisation de tank à eau glacée peut prévenir ce risque.

- *le poste de commande* : il s'agit de l'interface que l'éleveur doit utiliser pour programmer son robot. De nombreux paramètres peuvent être modifiés par l'éleveur : les intervalles minima entre traites, les quantités d'aliments concentrés à distribuer et le mode de distribution, l'identification des vaches, les paramètres de détection des infections intramammaires... Le micro-ordinateur couplé au robot permet également la consultation de données telles que la production laitière, les vaches non traites, les animaux suspects de mammites...

Différentes options sont disponibles lors de l'achat d'un robot de traite. Nous traiterons seulement de celles pouvant avoir un impact sur la qualité du lait.

Depuis 2007, DeLaval propose sur son VMS un compteur de cellules en ligne : l'OCC. Celui-ci reprend le principe du compteur de cellules portable déjà proposé par la marque. Cet appareil permet un comptage direct par fluorescence des cellules présentes dans le lait, système encore inédit sur un robot de traite. Un échantillon de lait de chaque quartier est prélevé pour analyse (Portier, 2008).

Lely propose sur son Astronaut A3 un système de désinfection de la griffe à la vapeur baptisé PURA. Ce dispositif permet la vaporisation de vapeur d'eau à 160°C dans les manchons suivie d'un rinçage à l'eau froide (Dyèvre, 2009). L'objectif est de limiter la transmission de bactéries pathogènes entre les vaches. Il s'agit d'un des points clés du contrôle des nouvelles infections en lactation. Lely propose également le dispositif MQC-C. Reposant sur le principe du CMT (California Mastitis Test) avec 5 niveaux de concentrations cellulaires, il est capable d'évaluer automatiquement le nombre de cellules quartier par quartier. Cette option, tout comme l'OCC de DeLaval vise à détecter et à traiter très précocement les infections intramammaires (Portier, 2008 ; Timsit et al., 2008).

Bien que plus confidentiel en France, Fullwood propose sur son Merlin un capteur optique multicritère nommé Mini Lab. Ce dispositif donne une indication en temps réel de la CCS, de la présence de sang, des valeurs des taux butyrique (TB) et protéique (TP) et de la concentration en lactose. Ce capteur vise également à permettre une détection rapide des problèmes de santé (mammites, cétose, acidose) et une prise de décision en temps réel (séparation du lait, isolement de l'animal) (Portier, 2008).

1.1.5 Adaptation du logement et du rationnement

1.1.5.1. Bâtiment

1.1.5.1.1. Adaptation du bâtiment à la traite robotisée

L'installation d'un robot de traite est fréquemment l'occasion de reconstruire les bâtiments d'élevage ou de les modifier profondément. Dans la majorité des cas, le couchage en aire paillée est délaissé au profit des logettes. La propreté des animaux motive le plus souvent ce changement (Veysset et al., 2001). Dans la mesure où les traites sont étalées dans le temps, au maximum 90% des logettes sont utilisées en même temps par les animaux selon Bony et Pomiès (2002). Il n'y a pas comme en salle de traite de période où la quasi totalité des vaches sont couchées en même temps. Il serait donc possible d'utiliser 10% des logettes existantes pour loger d'autres animaux que les vaches laitières.

Pour les mêmes raisons la fréquentation de la zone d'alimentation n'est pas constante au cours de la journée. En traite robotisée, la prise alimentaire est plus étalée dans le temps. Ainsi, pour un même nombre de vaches, un élevage robotisé peut se contenter de moins de place à l'auge qu'une exploitation traditionnelle (Wagner-Storch et Palmer, 2003).

Le choix du site d'implantation du robot dans le bâtiment n'est pas sans conséquence. Dans tous les cas, la circulation des animaux doit respecter le principe repos-traite-repas (Labbé, 2008). L'installation du robot doit pouvoir favoriser cette circulation. Une position centrale du robot dans le bâtiment n'est pas adéquate, l'éleveur doit pouvoir accéder au robot sans passer par la stabulation. De même, il convient d'éviter d'installer le robot le long des couloirs de façon à faciliter l'accès des vaches à celui-ci (Billon et Pomiès, 2006). Classiquement, les constructeurs conseillent d'installer le robot à l'extrémité d'un bâtiment. Il faut également tenir compte des aires d'attente et de tri, en considérant que l'aire d'attente doit pouvoir contenir 10% du troupeau (Veysset et al., 2001).

1.1.5.1.2. Circulation des animaux

La bonne circulation des animaux dans le bâtiment est indispensable au bon déroulement de la traite robotisée. Cela suppose, chaque jour, un nombre optimal de repas et de traites pour toutes les vaches du troupeau, aussi bien en stabulation que durant la période de pâturage (Svenersten-Sjaunja et Pettersson, 2008). De nombreuses études ont été publiées sur le sujet soulignant les relations entre mode de circulation, alimentation et performance de production (Ketelaar-de Lauwere, 1999 ; Olofsson, 2000 ; Harms, 2004 ; Melin et al., 2005 ; Oostra, 2005 ; Wredle, 2005).

Deux grands modes de circulation des animaux sont envisageables : la circulation libre (accès libre aux différentes aires de vie du bâtiment), la conduite forcée (passage obligé par le robot pour circuler dans le bâtiment, des portes anti-retours ou des portes commandées par le robot peuvent être utilisées). Les circulations guidée et inversée de DeLaval sont des circulations forcées. Des systèmes intermédiaires, où la circulation des animaux peut être en partie contrainte sont également proposés. La circulation libre inversée de DeLaval en est un exemple (Annexe A). De nombreuses modalités techniques permettent la réalisation pratique de ces modes de circulation (Hermans et al., 2003).

Forsberg et al. (2002) et Harms (2004) ont étudié les divers types de circulation : libre, semi-forcée et forcée. En circulation libre, un plus grand nombre de vaches ayant des intervalles de traite trop longs, nécessitant de les pousser vers le robot, est observé. Le nombre de repas est plus élevé en circulation libre, mais les quantités ingérées sont comparables entre

les divers modes de circulation. En circulation forcée, les vaches effectuent moins de 4 repas par jour.

La production laitière diffère peu selon le mode de circulation choisi. Elle tendrait à être plus importante en circulation libre. Ceci peut s'expliquer par une plus grande fréquence des repas et sûrement par une meilleure valorisation de l'aliment. Si le mode de circulation a une influence certaine sur la fréquence de traite, la gestion de l'alimentation est également essentielle (Svenersten-Sjaunja et Pettersson, 2008).

Selon Ketelaar-de Lauwere et al. (1998), les vaches en circulation forcée passent plus de temps debout dans l'aire d'alimentation que les vaches en circulation libre. L'augmentation du nombre d'obstacles destinés à encadrer la circulation des vaches est particulièrement préjudiciable aux vaches dans le bas de l'échelle sociale. Les vaches dominées passent plus de temps dans la file d'attente du robot que les dominantes, et ce au détriment du temps passé dans les logettes (Forsberg et al., 2002).

Ces modes de circulation présentent tous des avantages et des inconvénients. Le choix du mode de circulation des animaux reste très controversé. En 1999, Bruchon soulignait néanmoins que ces deux modes de circulation fonctionnaient bien sur le terrain.

1.1.5.2. Alimentation

1.1.5.2.1. Alimentation et motivation des animaux

La motivation des vaches pour s'alimenter est supérieure à leur motivation pour aller se faire traire (Prescott et al., 1998). Pour tenir compte de ceci, le robot de traite sert également de DAC. La motivation des vaches à fréquenter le robot est fondamentale dans un système de traite robotisé, *a fortiori* en circulation libre (Prescott et al., 1998). L'appétence des aliments concentrés est également importante.

D'autre part, la distribution d'aliments concentrés pendant la traite semble réduire le temps de traite, et augmenter le débit de lait et la vidange de la mamelle (Samuelsson et al., 1993). La consommation d'aliments concentrés pendant la traite permet sans doute un meilleur relargage d'ocytocine (Svenersten et al., 1995).

L'accès à la table d'alimentation est également fondamental. Des vaches en traite robotisée, dont l'intervalle de traite est imposé à 4h maximum, effectuent des repas plus fréquents, et de même durée, que les vaches dont l'intervalle de traite est imposé à 8h maximum. Il n'y a pas, selon les auteurs, de justification biologique à limiter l'accès à l'alimentation des vaches par des portes commandées par le robot (Melin et al., 2005).

Un manque d'alimentation à l'auge à un moment de la journée, favorise l'apparition de comportements de groupe pouvant engendrer d'importantes files d'attente au robot. Une plus faible fréquence de traite, des intervalles de traites anormalement longs et une augmentation du temps de travail de l'éleveur peuvent en résulter (Svenersten-Sjaunja et Pettersson, 2008).

1.1.5.2.2. Robot et valorisation du pâturage

En 2001, l'enquête de Veysset et al. révèle qu'après l'installation d'un robot, le zéro pâturage est rencontré dans la moitié des exploitations. Quand le pâturage est maintenu, il n'y a plus de pâturage vrai : une distribution de fourrages est effectuée tous les jours à l'auge. Néanmoins, l'accès au pâturage améliore la santé des vaches laitières en particulier diminue l'incidence des troubles locomoteurs et le nombre de traitements vétérinaires (Gustafson,

1993). D'autre part, le consommateur est très attaché à l'image de la vache pâturant librement (Bony et Pomiès, 2002).

D'après Ketelaar-de Lauwere (1999), en comparaison avec un système zéro pâturage, il n'y a pas de diminution de la fréquence de traite en pâturage à durée restreinte (8-12 heures par jour) alors qu'en pâturage libre (sur 24 heures) la fréquence de traite moyenne chute. L'accès au pâturage pose un autre problème, il peut être responsable de disparité de fréquentation du robot au cours de la journée : des pics de fréquentation ou au contraire de longues périodes d'inoccupation du robot peuvent apparaître (Ketelaar-de Lauwere et al., 2000).

Différentes pratiques ont été testées pour améliorer la fréquentation du robot lorsque les vaches ont accès au pâturage. Selon Ketelaar-de Lauwere et Ipema (2000) des parcelles à proximité du bâtiment, un accès à l'eau dans le bâtiment uniquement et une distribution de fourrage à l'auge sont indispensables. Toutefois, une étude plus récente indique qu'un apport supplémentaire d'ensilage dans le bâtiment n'augmente ni la fréquence de traite, ni la production laitière (Spörndly et Wredle, 2004). Selon les mêmes auteurs, contraindre les animaux à s'abreuver dans le bâtiment plutôt que de les laisser le faire à la fois en pâture et en bâtiment n'a aucun effet sur la fréquence de traite ou la production laitière (Spörndly et Wredle, 2005).

En conclusion, les auteurs s'accordent sur le fait que le pâturage soit compatible avec l'utilisation d'un robot de traite, à condition que la pâture ne soit pas trop éloignée du robot. Une distance comprise entre 400 et 800 mètres n'affecte pas la fréquence de traite. Le pâturage à durée restreinte apparaît comme un bon compromis (Ketelaar-de Lauwere et Ipema, 2000).

1.2. Conséquences de la traite robotisée sur la production, la composition et la qualité du lait

1.2.1. Fréquence de traite et production laitière

Le système de traite conventionnel biquotidien n'est pas parfaitement adapté à la physiologie de la vache laitière. Nombre d'entre elles se présentent en salle de traite avec une mamelle lourde, douloureuse les empêchant parfois de pouvoir se coucher dans les heures précédant la traite. Une traite plus fréquente serait donc mieux adaptée aux vaches fortes productrices (Rossing et Hogewerf, 1997). Les robots de traite permettent une traite à tout moment de la journée, une vache peut donc avoir accès à la traite plus fréquemment.

La fréquence de traite est un facteur de variation de la production laitière. Une augmentation de celle-ci conduit à une augmentation de la production laitière. (Melin et al., 2005). Selon Stelwagen (2001), une traite tri-quotidienne comparée à une traite bi-quotidienne peut augmenter la production laitière de 18 %. Usuellement, le gain espéré avec une traite tri-quotidienne est de 10 à 15% (Klei et al., 1997 ; Österman et Bertilsson, 2003).

1.2.1.1. Fréquence de traite

Les robots mono-stalles ont une capacité théorique d'environ 180 traites par jour. Ainsi en comptant 150 à 170 traites quotidiennes, la fréquence moyenne de traite peut atteindre 2,8 à 3 traites par vache et par jour pour une exploitation de 50 à 60 vaches. Des vèlages étalés tout au long de l'année permettent de réguler la fréquentation du robot. Un tel appareil, permet d'augmenter la fréquence de traite sans coût supplémentaire, hormis l'investissement de départ (Veysset et al., 2001).

En pratique, la fréquence moyenne de traite observée est souvent inférieure à la fréquence théoriquement atteignable. Ceci s'explique par différents facteurs, notamment le système de circulation employé et les variabilités individuelles (Melin et al., 2005).

En 2000, après une étude rétrospective de 2 ans concernant les robots de traite, Klungel et al. ont établi à 2,8 la moyenne du nombre de traites quotidiennes par vache. En 1992, des essais aboutissaient à des données équivalentes (Kremer et Ordloff, 1992). Toutefois, les auteurs ne sont pas unanimes sur le sujet. Ainsi, Pomiès et al. (1998) établissent à 2,4 traites quotidiennes la moyenne de fréquentation du robot de la station expérimentale d'Orcival (63) avec un système de circulation libre. Avec ce même type de circulation, Svennersten-Sjaunja et al. (2000) arrivent également à la fréquence moyenne de 2,4 traites quotidiennes. L'estimation de la fréquence de traite quotidienne dépend du niveau de production et du stade de lactation moyen du troupeau.

Enfin, il est fréquemment possible de créer des groupes d'animaux et de définir pour ceux-ci un nombre de traites quotidiennes ou un intervalle de traite maximum, ce qui permet d'adapter la traite, au stade de lactation, ou à la conduite d'élevage (Svennersten-Sjaunja et Pettersson, 2008). Melin et al. (2005), imposent des intervalles de traites de 4h et 8h à deux lots de vaches laitières comparables en traite robotisée. Les fréquences de traites moyennes observées pour les intervalles de traites respectifs sont de 3,2 traites par jour et 2,1 traites par jour. Après 16 semaines de lactation, l'augmentation de la production laitière était de 9% pour le lot trait 3,2 fois par jour en moyenne.

Les conséquences sur la fréquentation du robot du mode de circulation sont controversées. Selon Ketelaar-de Lauwere et al. (1998), l'utilisation de systèmes de traites où la circulation est forcée permet d'augmenter la fréquence de traite. Cependant, aucune différence de fréquentation du robot n'a été observée en fonction du type de circulation par Veysset et al. (2001).

Enfin, les robots de traite peuvent être compatibles avec le pâturage des animaux dans des prairies situées autour du bâtiment abritant le robot de traite. Dans ces conditions, les fréquences moyennes constatées se situent généralement autour de 2,3 à 2,5 traites quotidiennes. Cela peut varier selon que l'accès au pâturage est restreint ou non (Ketelaar-de Lauwere et al., 1999). En 2000, Stefanowska et Ipema, et Salomonsson et Spörndly constatent une diminution de la fréquence de traite d'environ 0,2 à 0,3 traites par jour lorsqu'un accès au pâturage est autorisé aux animaux, ce qui est confirmé par Van Dooren et al. (2002) et Spörndly et Wredle (2002).

1.2.1.2. Production laitière

La production laitière est fonction du nombre de cellules sécrétoires mammaires et de leur activité métabolique. Leur nombre n'est pas constant, mais change au cours de la lactation (Stelwagen, 2001). La vitesse d'évolution du parenchyme mammaire est influencée par les pratiques d'élevage comme l'alimentation, les traitements hormonaux, la fréquence de traite et la photopériode (Stelwagen, 2001).

L'augmentation de la fréquence de traite conduit à une augmentation de la production laitière. Toutefois, cet impact est variable en fonction du stade de lactation. Un des intérêts du robot est de pouvoir contrôler la fréquence de traite à chaque stade de la lactation. L'augmentation de la fréquence de traite au début de la lactation augmente de façon significative la production (Svennersten-Sjaunja et Pettersson, 2005). Ceci s'explique de la manière suivante : augmenter la fréquence de traite en début de lactation permet de stimuler la prolifération des cellules sécrétoires de la glande mammaire (Hale et al., 2003) et freinerait leur apoptose (Stefanon et al., 2002).

Le gain de production lors du passage à un système de traite robotisé semble acquis. Toutefois, la valeur de ce gain reste soumise à controverse, il pourrait être très faible.

La comparaison du robot de traite au système de traite conventionnel au sein d'un même troupeau montre une augmentation de la production laitière allant de 2% (Wagner-Storch et Palmer, 2003) à 7% (Svennersten-Sjaunja et al., 2000) voire 8% pour les multipares (Speroni et al., 2006).

Veysset et al. (2001), estiment quant à eux que le gain de productivité est de 3 % les deux premières années après installation et 9% après deux ans d'utilisation. Toutefois, un tiers des troupeaux enquêtés possédant un robot depuis plus de 2 ans, n'a pas connu d'augmentation de production suite à l'installation du robot.

Des données non publiées, du contrôle laitier néerlandais estimerait le gain moyen de production laitière à 11,4% pour les éleveurs passant d'une traite bi-quotidienne classique à une traite robotisée à 2,8 traites par jour en moyenne. Toutefois, un éventuel changement de bâtiment et l'impact propre au DAC (intégré au robot de traite) ne sont pas pris en compte. Ceci pourrait expliquer en partie l'augmentation de production (Enault, 2008).

En revanche, Billon et Tournaire (2002) comparant la production laitière de vaches ayant des lactations de plus de 200 jours avant (traite bi-quotidienne) et après l'installation du robot (2,8 traites par jour en moyenne) n'ont mis en évidence aucune différence significative de production. En 2006, Billon et Pomiès estiment également que malgré l'augmentation de la fréquence de traite, le robot ne permet pas d'accroître sensiblement la production laitière.

Dans certains cas, l'installation d'un robot de traite ne s'accompagne pas d'une augmentation de la production. Ceci peut en partie s'expliquer par une réduction de la durée de la lactation (Billon et Tournaire, 2002), des intervalles de traites irréguliers ou encore des échecs de branchements des gobelets trayeurs (Bach et Busto, 2005). Notons que de longs intervalles de traite semblent diminuer l'irrigation sanguine de la mamelle (Delamaire et Guinard-Flament, 2006a) et limiter la capacité de celle-ci à extraire les nutriments présents dans le sang (Delamaire et Guinard-Flament, 2006b), deux facteurs influençant fortement la synthèse du lait.

En conclusion, il semble que l'augmentation de la production laitière liée à l'installation d'un robot de traite soit intermédiaire entre un système de traite bi-quotidien et un système tri-quotidien (Svennersten-Sjaunja et Pettersson, 2008). Rappelons que les conditions de logement et l'ambiance sont essentielles pour permettre aux animaux d'exprimer leur potentiel de production. La chaleur estivale par exemple, conduit à une baisse de la production laitière quelque soit le système de traite utilisé (Speroni, 2006). Un meilleur confort (couchage, ambiance, accès à l'alimentation ...) consécutif à l'aménagement ou à la reconstruction du bâtiment, joue indéniablement un rôle dans la meilleure expression du potentiel de production des animaux (Veysset et al., 2001).

1.2.2. Taux butyreux et protéique

Le robot de traite pourrait avoir un impact sur le taux butyrique (TB) et le taux protéique (TP) du fait de l'augmentation de la fréquence de traite qu'il entraîne. Cependant, l'impact de la fréquence de traite sur les taux reste controversée. Wiking et al. (2006) ont traité 11 vaches de manière asymétrique pendant 2 semaines. Une moitié de la mamelle était traitée 4 fois par jour, alors que l'autre l'était 2 fois. Une augmentation de la production laitière de 9% a été mesurée sur les quartiers traités 4 fois par jour, toutefois les TB et TP n'ont pas été affectés. Lors d'une étude réalisée sur le long terme, Klei et al. (1997) ont mis en évidence une augmentation de 4,7% de la matière grasse produite par des vaches traitées 3 fois par jour sur

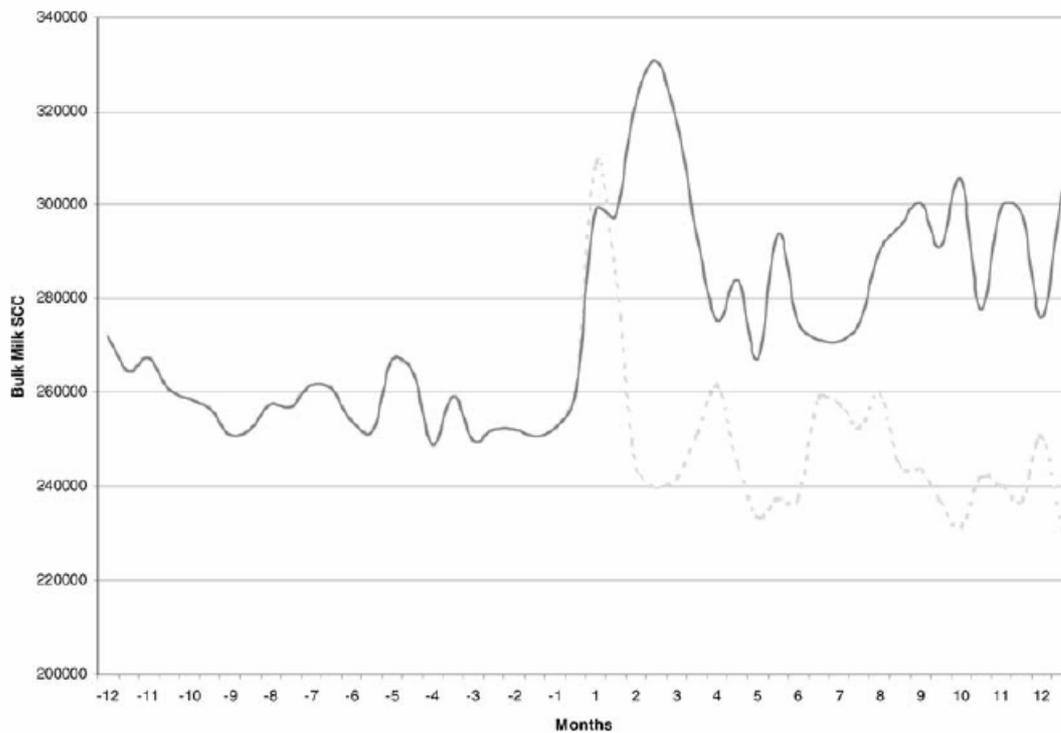


Figure 1 : Moyenne géométrique des concentrations en cellules somatiques du lait de mélange de 98 exploitations danoises, un an avant, un an après l’installation d’un robot de traite (Rasmussen et al., 2002).

(La courbe pointillée présente l’évolution des exploitations qui mettent en œuvre un programme d’auto-gestion proposé par les auteurs. La courbe pleine présente l’évolution des exploitations ne mettant pas en œuvre ce programme).

l'ensemble de leur lactation par rapport aux vaches traites 2 fois par jour. Enfin, en 1986, Szuchs et al. ont montré pour leur part que des vaches laitières Prim'Holstein traites trois fois par jour produisent un lait dont le pourcentage de matière grasse est plus faible que des animaux traités deux fois par jour (3,6 contre 3,8%). Toutefois dans cette étude, le pourcentage de matière protéique ne semblait pas affecté.

Selon Ipema et Schuiling (1992), la traite robotisée entraîne une diminution du TB, de l'ordre de 0,2 à 0,8 g/l. Les auteurs expliquent essentiellement ceci par l'augmentation de la fréquence de traite. Le TP ne semble être que faiblement affecté, la baisse observée est négligeable. Ces observations sont confirmées par Billon et Tournaire (2002).

En 2000, Klungel et al., ne relèvent aucune différence entre le pourcentage de matière grasse du lait obtenu en traite robotisée et en traite bi-quotidienne (4,45% et 4,39% respectivement). Ils sont tous les deux supérieurs à celui obtenu lors de traite tri-quotidienne (4,19%). En revanche, le pourcentage de matière protéique du lait est comparable pour la traite robotisée et la traite tri-quotidienne (3,42% et 3,41% respectivement). Ils sont tous les deux légèrement plus faibles que ce qui est obtenu en traite biquotidienne (3,47%).

A l'issue de leur revue bibliographique Billon et Pomiès (2006) estiment qu'étant donné les variations individuelles entre les animaux, la traite robotisée ne semble pas pénaliser la composition du lait.

1.2.3. Critères de qualité du lait

Les premières études traitant de l'impact de l'installation d'un robot de traite sur la qualité du lait révèlent une augmentation de la lipolyse, de la CCS, et de la contamination par les germes mésophyles totaux et les spores butyriques (Klungel et al., 2000 ; Rasmussen et al., 2002).

L'étude menée en 2002 par Rasmussen et al. sur 98 exploitations danoises révèle que les concentrations en germes bactériens et spores butyriques, la CCS, et le point de congélation du lait ont tous été affectés lors de l'installation du robot de traite. Les défaillances de qualité du lait ont presque doublé dans les exploitations étudiées. Toutefois, en 2006, Billon et Pomiès soulignent dans leur revue bibliographique que la composition et les principaux paramètres de qualité du lait (TB, TP, germes, CCS, cryoscopie) sont très peu modifiés par la transition en traite robotisée lorsque l'installation est bien conçue et fonctionne correctement. Seules les teneurs en acides gras libres et en spores butyriques peuvent être sensiblement dégradées.

Diverses études ont été menées dans le but de comprendre et résoudre les problèmes de qualité du lait en traite robotisée.

1.2.3.1. Concentration en cellules somatiques

1.2.3.1.1. Généralités

La présence de cellules somatiques dans le lait (des leucocytes pour la plupart) est très majoritairement due à la réponse immunitaire de l'organisme face à une agression des tissus mammaires. Une inflammation de la mamelle signe le plus souvent une infection d'origine bactérienne (par le canal du trayon), occasionnellement un phénomène mécanique peut être envisagé (Bonny et Pomiès, 2002).

La mesure de la CCS peut servir d'indicateur et de moyen de suivi de la santé de la mamelle et de la qualité du lait (Jayarao et al., 2004). Toutefois, deux vaches saines peuvent présenter des CCS différentes, c'est donc le suivi de l'évolution de la CCS qui est primordial (Norberg, 2004).

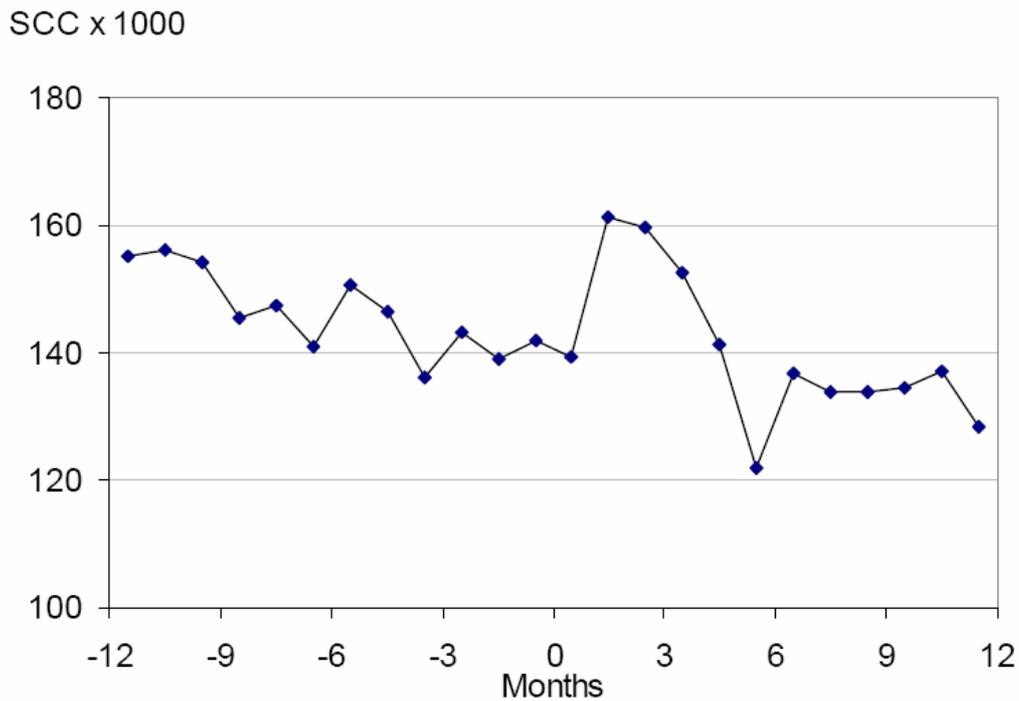


Figure 2 : Moyenne géométrique des concentrations en cellules somatiques du lait de mélange de 69 exploitations danoises, un an avant, un an après l'installation d'un robot de traite (Rasmussen et al., 2001).

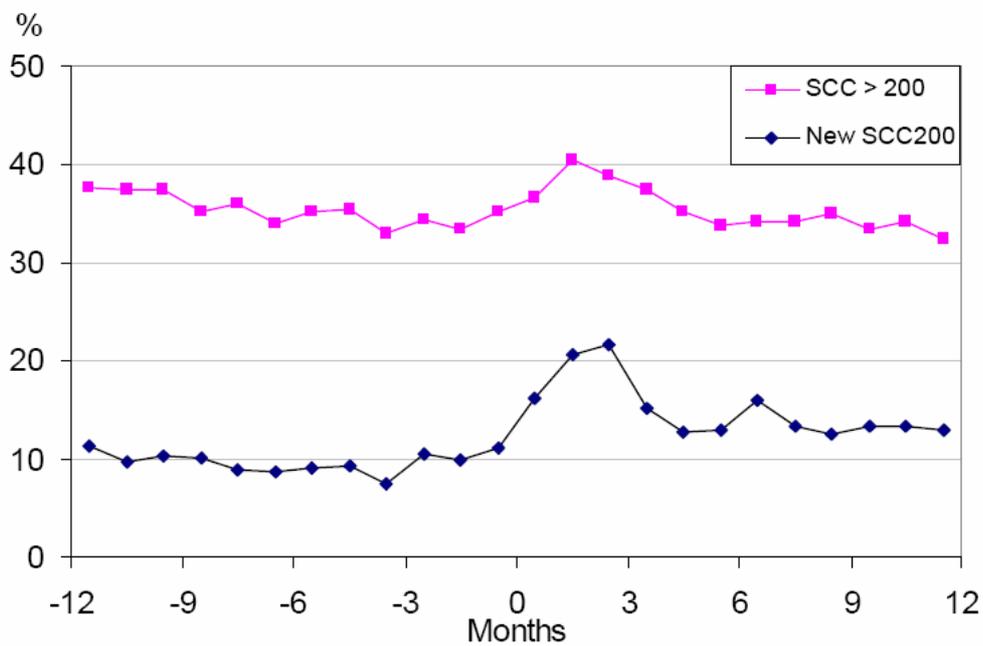


Figure 3 : Incidence (NewSCC200) et prévalence (SCC > 200) des infections intramammaires un an avant, un an après l'installation d'un robot de traite (Rasmussen et al., 2001).

L'hygiène est un paramètre fondamental pour maîtriser les infections intramammaires. Toutefois la taille du troupeau et les autres pratiques d'élevage influencent aussi considérablement la CCS. Les exploitations laitières utilisant des systèmes de dépose automatiques du faisceau trayeur (afin de limiter la surtraite), du sable pour les zones de couchages, des systèmes de trempage ou de pulvérisation des trayons avant et après la traite ont en moyenne des CCS significativement plus faibles (Jayarao et al., 2004).

L'intégrité des trayons est essentielle. Les lésions de la peau des trayons sont des réservoirs de bactéries pathogènes à proximité de l'entrée de la mamelle (Brouillet et al., 2003 ; Sérieys et Brouillet, 2007). Ces lésions sont fréquemment la conséquence d'une traite agressive (Brouillet et al., 2003).

D'autres facteurs de risque des infections intramammaires sont présents lors de l'utilisation de la traite robotisée. Ainsi, les vaches traitées au robot seraient plus sujettes au problème des pertes de lait entre traites que les vaches traitées conventionnellement (Persson-Waller et al., 2003). Une augmentation de ces pertes est un important facteur de risque de mammites. Rovai et al. (2007) expliquent ces pertes de la manière suivante : une quantité de lait citernal trop importante entraînerait l'augmentation de la pression du lait dans la citerne mammaire jusqu'à ce que celle-ci dépasse les capacités du sphincter. Des lésions ou une mauvaise conformation du canal du trayon sont également en cause. Toutefois, les raisons pour lesquelles la traite robotisée favorise ce problème ne sont pas encore totalement comprises.

1.2.3.1.2. Conséquences de l'installation d'un robot de traite

Différentes études signalent une augmentation de la CCS dans le lait de mélange après l'installation d'un robot de traite (Klungel et al., 2000 ; Rasmussen et al., 2001 ; Rasmussen et al. 2002 (figure 1) ; Kruip et al., 2002). Cette augmentation peut avoir différentes origines : une augmentation du nombre de vaches souffrant de mammites subcliniques, une augmentation générale des CCS individuelles de toutes les vaches, une augmentation du nombre de vaches souffrant de mammites cliniques dont le lait est mal détourné (Rasmussen et al., 2001). Rasmussen et al. (2002) insistent sur le fait que les défauts de détection des mammites sont plus fréquents lors de l'utilisation d'un robot de traite qu'en traite conventionnelle.

Rasmussen et al. (2001) observent une augmentation soudaine de la CCS du lait de troupeau lors de l'introduction du robot de traite. Après quelques mois, une diminution de la CCS et un retour à la situation initiale est mis en évidence (figure 2). L'étude permet de suivre la prévalence des infections intramammaires (% de vaches laitières dont la CCS individuelle est supérieure à 200 000 cellules/ml à un mois t ; SCC > 200, figure 3) et l'incidence de celles-ci (% de vaches laitières passant de moins de 200 000 cellules/ml à un mois t-1 à plus de 200 000 cellules/ml à un mois t ; NewSCC200, figure 3). L'étude révèle une augmentation de la prévalence et de l'incidence des infections intramammaires lors de l'installation du robot de traite. Les auteurs s'attendaient à un déficit de détection des mammites (augmentation de la CCS du lait de troupeau sans augmentation du taux de nouvelles infections). Ceci n'est pas mis en évidence ici.

Il semble que l'augmentation de la CCS est généralement temporaire. Selon Bennesgaards et al. (2006) une augmentation de la CSS est visible dans les 3 mois après l'installation du robot, mais au delà aucune différence n'est visible par rapport à l'année précédant l'installation du robot. Billon et Pomiès (2006) confirment cette évolution, selon eux, la tendance générale est une dégradation de la CCS dans les 6-8 mois qui suivent la mise en route du robot et un retour à la situation antérieure. Une amélioration par la suite peut être visible à condition que le robot fonctionne bien et que l'éleveur se donne les moyens de gérer le troupeau sur ce plan.

Toutefois, les observations divergent en fonction des études. En 2003, Zecconi et al. ne relèvent pas d'augmentation de l'incidence des infections intramammaires, ni de la CCS de lait de mélange, ni du nombre de lésions des trayons dans les exploitations où les vaches sont en bonne santé et logées dans de bonnes conditions. Pomiès et al. (1998), Bony et Pomiès (2002), mais aussi Svennerste-Sjaunja et al. (2000) n'ont pas mis en évidence de différence significative de la CCS de lait de mélange entre des vaches traites au robot et le reste du troupeau traité en salle de traite. En 2002, Billon et Tournaire, sur 46 exploitations, n'ont pas trouvé de différences significatives de CCS moyennes entre les résultats du contrôle laitier (individuels) et les résultats de la laiterie (lait de mélange), avant et après la mise en route du robot. Une analyse plus fine suggère que les exploitations ayant une CCS plus élevée en moyenne avant l'installation du robot ont vu ce paramètre se dégrader. Au contraire, ceux ayant régulièrement de bons résultats avant le passage au robot n'ont pas vu de dégradation de la CCS, voire ont constaté une amélioration.

Enfin, certaines études insistent sur le fait que la traite robotisée, dans de bonnes conditions environnementales, permettrait de diminuer la CCS. En 2002, Berglund et al. après une étude comparant la CCS du lait de vaches traites conventionnellement puis au robot ont mis en évidence une CCS significativement plus basse en traite robotisée. Ces résultats ont été confirmés par Hamann et Reinecke (2002). Le décrochage automatique, individuel, de chaque trayon évitant toute surtraite permettrait en partie d'expliquer ces résultats. Selon Hillerton et al. (2002) confirmé par Berglund et al. (2002), la traite robotisée limiterait ainsi les lésions de l'extrémité du trayon connues pour favoriser les mammites.

Notons enfin que la rapidité d'intervention du support technique lors de panne du robot est essentielle pour la CCS du lait de mélange. En cas de panne du robot, même après remise en route de l'appareil, certaines vaches peuvent avoir des intervalles de traite extrêmement longs (Svennersten-Sjaunja et Pettersson, 2008). Après une panne de plus de 4 heures, la CCS du lait de mélange peut passer de 50 000 à 250 000 cellules/ml. Si des pannes de même durée se succèdent, la concentration en germes totaux augmente également (Pettersson et al., 2002).

1.2.3.1.3. Conséquences du stade de lactation en traite robotisée

En fin de lactation, les vaches en traite robotisée peuvent avoir des intervalles de traite très importants. Ces intervalles longs ont pour conséquence une augmentation brutale de la CCS individuelle qui peut alors tripler (Pomiès et Rémond, 2000).

Les stades de lactation précoces semblent également être à risques. Poelarends et al. (2004) ont mis en évidence que les CCS individuelles les plus importantes lors de la transition au robot étaient observées pour des vaches de moins de 60 jours de lactation en deuxième et troisième lactation. Une attention particulière semble devoir être apportée aux vaches venant de vêler lors de l'introduction du robot de traite.

1.2.3.2. Germes totaux

Généralement, la concentration en germes totaux augmente dans le lait lors du passage au robot de traite (Klungel et al., 2000 ; Van der Vorst et Hogeveen, 2000 ; Rasmussen et al., 2002). Les moyennes enregistrées par Rasmussen et al. (2002) s'établissent à 7400 germes/ml l'année avant l'installation du robot et à 14 000 germes/ml l'année après. Toutefois, même si la concentration en germes totaux peut doubler en traite robotisée, le seuil de pénalité n'est jamais atteint (Pomiès et Bony, 2000).

D'après Van der Vorst et al. (2002) l'augmentation de la concentration en germes totaux se stabilise environ 6 mois après l'installation du robot. Un an après l'introduction de celui-ci, la concentration en germes totaux est comparable aux exploitations conventionnelles. Il semble donc qu'avec le temps, le problème soit pris en compte et maîtrisé. Cette évolution est confirmée par Billon et Pomiès (2006) : la détérioration de cet indicateur est passagère, il revient à des valeurs comparables à la situation initiale dans les 6 à 8 mois qui suivent l'installation du robot.

La traite robotisée permet de prendre en charge un animal à tout moment de la journée. Entre chaque traite, une petite quantité de lait peut rester dans les lactoducs. Ces résidus sont d'excellents supports à la croissance bactérienne (Klungel et al., 2000). Le risque de contamination bactérienne par les résidus de lait est inexistant dans un système de traite conventionnel (Ordolff et Bölling, 1992).

Un nettoyage de tout le système est généralement effectué deux à trois fois par jour. Verheij (1992) et Miltenburg et Sampinon (2000) recommandent un nettoyage du robot toutes les 8 heures. Forst et al. (1999) considèrent qu'un nettoyage toutes les 12 heures est suffisant. Il est évidemment inenvisageable d'effectuer un nettoyage total entre chaque traite. D'autre part, le flux régulier du lait circulant dans les lactoducs pourrait suffire à limiter le risque (Frost et al., 1999). Ainsi, les lactoducs sont rincés 5 à 10 fois par heure, ce qui limite le temps où les bactéries peuvent se multiplier dans le lait résiduel. Il semble judicieux de programmer au moins un rinçage du robot quand le délai entre deux traites dépasse 60 minutes. En dessous de ce seuil, le risque de faire monter l'indice de cryoscopie est supérieur au gain attendu (Ordolff et Bölling, 1992).

Selon Rasmussen et al. (2002), l'augmentation parallèle des concentrations en spores butyriques et en germes totaux, suggère également une contamination du lait d'origine fécale. Ceci peut s'expliquer par un nettoyage insuffisant des trayons et/ou du matériel de traite associé à d'éventuels problèmes de refroidissement du lait.

La qualité du nettoyage du trayon est donc essentielle. Une étude de Schuiling (1992) démontre que les deux systèmes de nettoyage existant ont des performances en deçà d'un nettoyage manuel correctement réalisé. Il faut toutefois nuancer ces observations qui portaient sur les premiers modèles de robots. En 2005, Hovinen et al., estiment pour leur part que le nettoyage par projection d'eau et d'air dans un gobelet laveur est plus efficace que le système utilisant les brosses rotatives. Il semble donc que des variations de l'efficacité du nettoyage des trayons existent en fonction des modèles de robots (Knappstein et al., 2004). Selon les mêmes auteurs, les exploitations où le nettoyage est le moins efficace sont celles où les animaux sont les plus sales. Ce sont également celles où les concentrations en coliformes dans le lait de tank sont maximales. L'hygiène de l'exploitation, de la litière et des animaux en particulier, est déterminante.

1.2.3.3. Spores butyriques

Clostridium tyrobutyricum est une bactérie non pathogène d'origine tellurique pouvant contaminer les ensilages utilisés pour nourrir les bovins. La contamination du lait se fait par le passage de petites quantités de bouses lors du processus de traite (Baraton et al., 1985). Une très faible quantité de bouse peut conduire à des concentrations en spores butyriques très élevées dans le lait. En effet, les bouses peuvent avoir une concentration en spores 10 à 1000 fois supérieure à celle de l'ensilage (Hartheiser, 1994).

Pour des concentrations supérieures à 2000 spores par litre, les accidents technologiques lors de la fabrication de fromage sont presque systématiques. C'est pour ces raisons que la bactérie, bien que sans danger, est recherchée lors de la vente du lait et fait partie des critères de paiement (Baraton et al., 1985).

La propreté des vaches et l'hygiène de traite sont primordiales pour limiter la contamination du lait, elles peuvent permettre de la diminuer de 50 à 60 % (Hartheiser, 1994). La bonne maîtrise de la réalisation des ensilages est essentielle. Il convient de limiter au maximum la contamination tellurique de ceux-ci. En effet, même avec une hygiène de traite très rigoureuse, le lait sera contaminé si la bouse est très riche en spores (Demarquilly, 1998).

Magnusson (2007) souligne que plusieurs facteurs contribuent à la contamination du lait par les spores bactériens : la contamination de l'alimentation, la nature de la litière, et l'utilisation de racleur automatique. Pour surmonter ce problème, l'hygiène est fondamentale, pas seulement celle du trayon, mais aussi celle du bâtiment, des logettes, des couloirs.

La problématique des spores butyriques est similaire à celle des germes totaux. En 2002, Billon et Tournaire notaient une importante dégradation de ce critère dans les exploitations enquêtées. Une augmentation de la concentration en spores butyriques pouvant atteindre 30%, variable selon les années et le mode de réalisation des ensilages, a été mise en évidence. Pomiès et Lefeuvre (2001) ont relevé une augmentation de 59% après l'installation du robot.

Les robots de traite ne font toujours pas la différence entre une mamelle sale et une propre. En 2000, Klungel et al. soulignaient que la qualité du nettoyage obtenue avec un robot de traite n'atteignait toujours pas le niveau d'un nettoyage manuel. Les progrès effectués par les industriels dans le domaine sont toutefois notables. Selon Melin et al. (2004), le niveau de nettoyage du robot DeLaval (utilisant un gobelet laveur) était tel que le robot ne peut pas être considéré comme un facteur déterminant de la contamination du lait de tank par les spores butyriques.

1.2.3.4. Indice de lipolyse

La lipolyse est le phénomène d'hydrolyse des globules gras du lait qui conduit à l'accumulation d'acides gras libres (AGL) dans le lait. Des concentrations élevées en AGL dégradent les qualités organoleptiques du lait de par leur saveur rance (Tuckey et Stadholders, 1967) et sont préjudiciables à la fabrication de produits laitiers (Sapru et al., 1997).

Plusieurs lipolyses peuvent être définies : la lipolyse naturelle spontanée, naturelle induite et la lipolyse microbienne. La prévention de la lipolyse spontanée est limitée (Meffe, 1994). La lipolyse induite est favorisée par l'agitation, les chocs thermiques et mécaniques du lait pendant la traite, le transport et le stockage (Heuchel, 1994 ; Meffe, 1994). Les facteurs de variation de la lipolyse induite sont le matériel de traite (longueur et diamètre des lactoducs, coudes dans les tuyaux) et le matériel et les conditions de stockage (Coussi, 1988). La lipolyse bactérienne est liée à l'activité d'une lipase produite par les bactéries contaminant le lait. Elle

est prévenue par l'hygiène de traite, la propreté des animaux et la réfrigération du lait (Meffe, 1994).

Une augmentation des acides gras libres est mise en évidence dans les exploitations robotisées par rapport aux exploitations conventionnelles (Justesen et Rasmussen, 2000). Ceci est également mis en évidence au sein d'une même exploitation avant et après l'installation d'un robot de traite (Klungel et al., 2000 ; de Koning et al., 2003). Il s'agit sans doute d'une des conséquences majeures de l'installation du robot de traite (Billon et Pomiès, 2006).

L'augmentation des AGL peut s'expliquer par l'augmentation de la fréquence de traite et par des intervalles de traites courts (Ipema et Schuiling, 1992 ; Klei et al., 1997). Autant de modifications habituellement induites par l'installation du robot.

Rasmussen et al. (2006), confirment que des productions faibles, liées à des intervalles de traites courts, favorisent la lipolyse. Ces intervalles courts, de 4 à 6 heures, provoquent la formation de globules gras dont le diamètre est supérieur à ceux observés lors d'une traite bi-quotidienne classique (Svennersten-Sjaunja et al., 2004 ; Abeni et al., 2005). Les globules gras de grands diamètres sont plus fragiles et donc plus sensibles à la lipolyse que ceux de faibles diamètres (Wiking et al., 2003). L'hypothèse selon laquelle la fréquence de traite influe également sur la solidité de la membrane des globules gras elle-même a toutefois été infirmée par Wiking et al. (2006).

Les entrées d'air lors de la traite sont également responsables d'une augmentation de la lipolyse. Toutefois, il ne semble pas que ce problème se pose particulièrement en traite robotisée (Rasmussen et al., 2006).

L'augmentation de lipolyse constatée suite à l'installation d'un robot de traite semble donc essentiellement liée à l'augmentation de la lipolyse naturelle, la prévention est donc surtout technologique. Toutefois l'explication complète du problème reste toujours à fournir (Svennersten-Sjaunja et Pettersson, 2008).

1.2.3.5. Point de congélation du lait

La cryoscopie ou mesure du point de congélation du lait permet de mettre en évidence tout apport anormal d'eau dans le lait. En effet, un lait de qualité normale gèle à $-0,520^{\circ}\text{C}$ alors qu'un lait contenant de l'eau voit son point de congélation remonter vers 0°C . Ce critère, utilisé pour la répression des fraudes, servait autrefois à détecter les laits dits mouillés, coupés avec de l'eau de manière à en augmenter artificiellement le volume.

Les études concernant l'impact du robot de traite sur le point de congélation du lait ne sont pas unanimes. Klungel et al. (1998), Jepsen et Rasmussen (2000) et Vorst et Hogeveen (2000) notent une augmentation du point de congélation du lait dans les fermes robotisées étudiées. En 2002, Rasmussen et al. observent que le point de congélation moyen des exploitations robotisées enquêtées était de $-0,516^{\circ}\text{C}$. Au contraire, Pomiès et Bony (2000) ne détectent aucune différence entre les exploitations utilisant une salle de traite classique et un robot de traite.

Les vaches souffrant de mammites, même en période de traitement, doivent continuer d'être traitées, ce qui est généralement fait au robot. Des nettoyages plus fréquents du système de traites sont alors conseillés (Rasmussen et al., 2002). Or la présence d'eau résiduelle dans les conduites du robot est responsable de l'augmentation du point de congélation du lait. L'augmentation du nombre de cycles de lavage, de rinçage, est le principal facteur de risque (Klungel et al., 2000 ; Van der Vorst, 2000). Rasmussen et al. (2002) indiquent qu'il faudrait favoriser l'écoulement du lait dans les conduites de manière à diminuer la fréquence de rinçage du matériel. D'autre part, des systèmes de séchage des conduites pourraient être envisagés.

Billon et Pomiès (2006) soulignent que si l'eau de rinçage est suffisamment bien éliminée après chaque lavage, l'influence du robot sur la cryoscopie du lait semble négligeable.

1.3. Gestion de la santé mammaire en traite robotisée

1.3.1. Etiologie des infections intramammaires et facteurs de risque liés à la traite robotisée

Une mammite est une inflammation de la mamelle qui résulte généralement d'une infection de la mamelle par des germes pathogènes. Les principaux germes responsables de mammites sont : les staphylocoques, les streptocoques et les entérobactéries (coliformes). La contamination d'un quartier se fait généralement depuis le milieu extérieur, via le canal du trayon, par voie ascensionnelle. La bonne santé du trayon est donc primordiale. En traite robotisée, les canaux des trayons sont ouverts plus fréquemment qu'en traite conventionnelle, ce qui pourrait augmenter le risque d'infection (Rasmussen, 2006).

Les mammites peuvent être subcliniques (sans signes cliniques directement visibles sur l'animal, mais avec augmentation de la CCS) ou cliniques (avec répercussions locales et/ou générales). Ces dernières sont plus rares que les mammites subcliniques (Smith, 1996). Les mammites sont le premier trouble sanitaire des vaches laitières. Elles ont des conséquences économiques majeures. Un tiers d'entre elles est accompagné de troubles durables de la production laitière (Coulon et Lescourret, 1997). De part sa conception, le robot de traite augmente le risque de transmission des agents pathogènes à réservoirs mammaires entre les vaches. En effet, une soixantaine de vaches par jour peut être traite avec le même faisceau trayeur (Klungel et al., 2000). De Mol et Ouweltjes (2001) relevant les cas de mammites cliniques n'ont pas mis en évidence de différence entre les exploitations conventionnelles et robotisées (48 cas cliniques pour 84000 traites).

L'analyse de données danoises montre que le taux de nouvelles infections augmente lors de l'installation du robot. Cependant, seule la prévalence des quartiers infectés par des staphylocoques à coagulase négative (SCN) semble augmenter (Pedersen et Bennedsgaard, 2005). Selon la même étude, aucune modification de la prévalence des infections à *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, et *Streptococcus dysgalactiae* n'a été mise en évidence. Les auteurs estiment que la traite robotisée et les méthodes de nettoyage employées doivent favoriser la croissance de certaines espèces de SCN. D'autres études seraient nécessaires. Rasmussen (2006) commentant l'étude de Pedersen et Bennedsgaard (2005) ajoute qu'il s'attendait à une augmentation des mammites à *Streptococcus uberis* et à coliformes car selon lui, le nettoyage des trayons et l'hygiène de la stalle sont des problèmes majeurs.

Différentes études soulignent cependant que les troupeaux connus pour abriter des vaches infectées par *Staphylococcus aureus* (bactérie à réservoir mammaire) voient une augmentation significative de ces infections après l'introduction d'un robot de traite. Ceci s'explique par la transmission de l'agent pathogène à des vaches saines durant la traite (Zecconi et al., 2003 ; Hamann et Reinecke, 2002 ; Petermann et al., 2002). Zecconi et al. (2003) estiment que les procédures de désinfection de la griffe sont inadéquates ou non correctement mises en œuvre par le robot. Ils soulignent enfin l'importance sanitaire du problème compte tenu du nombre de troupeaux infectés par *Staphylococcus aureus* en Europe.

L'état de santé des trayons est connu pour être un facteur de risque des infections intramammaires (Zecconi et al., 1992). Le niveau de vide utilisé par les robots de traite, 42 à 44 kPa, est fréquemment supérieur à celui des salles de traite qu'il remplace. Ces niveaux de vide plus élevés pourraient avoir un effet délétère sur la santé des trayons (Ipema et Benders, 1992). Toutefois selon Berglund et al. (2002) et de Vlieghe et al. (2003) l'installation d'un robot de

traite semble ne pas avoir d'impact négatif sur la santé des trayons, une amélioration est même parfois notée. La traite quartier par quartier effectuée par les robots pourrait expliquer ces résultats.

1.3.2. Prévention des infections intramammaires

Selon Pallas (2003) le niveau d'hygiène proposé par les robots de traite est globalement insuffisant pour prévenir la transmission de germes pathogènes entre vaches. Ceci augmente le risque d'apparition de nouvelles infections intramammaires. Pallas souligne en particulier la mauvaise désinfection des brosses de nettoyage, le manque d'hygiène des manchons trayeurs et la faible efficacité des rinçages que peut effectuer le robot après le passage d'un animal infecté.

Tous les robots sur le marché effectuent au minimum un rinçage des manchons entre deux traites. Selon Labbé (2008), ce rinçage ne permet pas de diminuer la pression d'infection microbienne dans les manchons. Deux modes de désinfection des manchons sont disponibles : l'addition d'une solution désinfectante à l'eau de rinçage, dite désinfection à froid, ou la vaporisation de vapeur d'eau suivie d'un refroidissement à l'eau froide (Labbé, 2008). L'efficacité de ces systèmes de désinfection a peu été testée.

1.3.2.1. Désinfection à froid des manchons trayeurs

La désinfection à froid consiste à rincer les manchons avec un mélange d'eau et de désinfectant, fréquemment un mélange de peroxyde d'hydrogène et d'acide peracétique.

Toutefois, selon Schuiling (2004), le simple rinçage des manchons permet déjà de diminuer significativement la charge bactérienne. Selon son étude, utilisant *Streptococcus agalactiae* en quantité connue comme indicateur, le rinçage à l'eau élimine 98,4% des bactéries présentes sur les manchons. L'eau additionnée d'un désinfectant (acide peracétique) permet l'élimination de 98,9% des bactéries. L'addition d'un désinfectant augmente très faiblement l'efficacité du rinçage. Compte tenu du faible temps d'application, les manchons ne sont pas totalement désinfectés. L'auteur souligne que l'utilisation d'un désinfectant augmente le risque de contamination du lait par des inhibiteurs. Selon lui, le faible gain d'efficacité d'élimination des bactéries ne compense pas la prise de risque en matière d'inhibiteurs ni les coûts d'installation et d'utilisation du système de désinfection.

Selon Schuiling (2004), le risque d'infection pendant la traite est trop faible pour mettre en évidence l'intérêt du rinçage des manchons entre traites (avec ou sans addition de désinfectant). Les bactéries pathogènes présentes dans les manchons au début de la traite sont normalement éliminées par le flux de lait pendant la traite. Les nouvelles infections surviennent majoritairement juste après la traite quand le canal du trayon n'est pas encore correctement refermé (Schuiling, 2004). Smith et al. (1985) ont mis en évidence que le rinçage des manchons trayeurs avec une solution désinfectante réduit les nouvelles infections à *Corynebacterium bovis* mais pas celles à streptocoques ou à staphylocoques.

Selon Schuiling (2004), l'effet de la désinfection à froid des manchons sur la prévention des infections intramammaires ne doit pas être surestimé. Néanmoins, il est évident que le fait de réduire le nombre de bactéries pathogènes sur les manchons trayeurs contribue à diminuer le risque de nouvelles infections. L'auteur souligne que cet outil n'est pas une entrave à la capacité d'accueil du robot de traite car la désinfection des manchons s'effectue pendant le transit des animaux dans la stalle.

1.3.2.2. Désinfection des manchons trayeurs par la vapeur

Peu de données sont disponibles sur l'efficacité du système de désinfection par la vapeur des manchons proposé par Lely (PURA). Un communiqué de la marque fait état d'une étude portant sur l'efficacité de ce système (Lely, 2009). Cette dernière montrerait qu'il a fait baisser de 25% en moyenne la CCS de lait de mélange dans les 11 exploitations étudiées. L'étude révèle que la réduction, dans les manchons, des bactéries responsables de mammites se situe entre 99,3% et 99,8% et souligne que le système éviterait que les animaux s'infectent au moment de la traite.

1.3.2.3. Désinfection des trayons

La désinfection des trayons après la dépose du faisceau trayeur vise à éliminer les bactéries pathogènes présentes sur la peau avant qu'elles ne colonisent le canal du trayon. Ces germes peuvent en particulier avoir été déposés sur les trayons au moment de la traite via les manchons trayeurs (Gourreau, 1995). Deux modes de désinfection sont envisageables : le trempage des trayons ou la pulvérisation.

Selon Ménard et Billon (1996), en traite conventionnelle, le post-trempage (intervenant après la traite) avec un produit antiseptique adapté permet de diminuer significativement l'incidence des infections intramammaires dues aux germes à réservoir mammaire. L'efficacité est optimale si les trayons sont propres. Pour Gourreau (1995), l'efficacité du trempage et celle de la pulvérisation sont équivalentes à condition d'être mis en œuvre correctement par le trayeur. L'auteur souligne la difficulté d'une réalisation correcte de la pulvérisation. Pour être efficace, l'ensemble du trayon doit être désinfecté, le plus délicat est de bien appliquer le désinfectant sur toute la circonférence du trayon. En traite conventionnelle, bien souvent, seule la partie face à la fausse est atteinte.

Après la dépose des 4 manchons trayeurs, tous les robots réalisent une pulvérisation d'un produit désinfectant sur les trayons (Labbé, 2008). Il est possible de modifier l'intensité de cette pulvérisation.

Très peu de données sont disponibles sur l'efficacité de la pulvérisation réalisée par les robots de traite. Selon Labbé (2008) la pulvérisation, opération délicate qui demande du soin à un trayeur, est souvent mal réalisée par les robots.

De nombreux produits de désinfection sont disponibles sur le marché. Leur efficacité bactéricide n'est pas toujours égale car elle dépend, de la matière active, de sa concentration et des éventuels additifs présents (Sheldrake et al., 1980). Seuls des produits très liquides, donc adhérent moins bien sur le peau des trayons, peuvent être utilisés en traite robotisée (Labbé, 2008).

Notons enfin que les robots de traite DeLaval récents proposent également une pulvérisation des trayons avant la pose du faisceau trayeur. Le produit utilisé est le même que celui utilisé pour la désinfection des trayons après la traite (DeLaval, 2009). En traite conventionnelle, les différentes études réalisées sur le pré-trempage montrent lors de son utilisation une diminution de la contamination du lait par la flore microbienne. Une diminution des infections intramammaires à *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Corynebacterium bovis* et aux germes Gram négatifs est également notée (Pankey et al., 1987 ; Oliver et al., 1993). Aucune donnée concernant l'efficacité du pré-trempage en traite robotisée n'est disponible.

1.3.3. Détection des infections intramammaires en traite robotisée

Le règlement européen (CE) N° 853/2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale stipule que : la traite doit être effectuée de façon hygiénique. Il faut notamment que le lait de chaque animal soit contrôlé par la personne chargée de la traite ou à l'aide d'une méthode permettant d'atteindre des résultats similaires, en vue de la détection de caractéristiques organoleptiques ou physico-chimiques anormales. Le lait présentant de telles caractéristiques ne doit pas être utilisé pour la consommation humaine.

Pour respecter cette réglementation, les robots doivent trier seuls le lait impropre à la consommation : lait de mammite et lait contenant du sang (Labbé, 2008). Les modèles actuels permettent ce tri automatique.

Dans tous les cas, l'éleveur peut programmer le robot de manière à ce que le lait d'une vache malade, subissant un traitement antibiotique ou en phase colostrale, soit écarté du tank. Le problème se pose pour les événements accidentels comme les mammites. Selon Rasmussen et al. (2002), il semble que le lait des vaches souffrant de mammites cliniques ou ayant des CCS élevées est moins bien détourné du tank à lait en traite robotisée qu'en traite conventionnelle. Il semble donc indispensable que les robots de traite soient pourvus de dispositifs de détection des laits anormaux assez précis pour éviter que ceux-ci ne soient commercialisés, mais également pour que l'éleveur puisse détecter les infections intramammaires et initier un traitement le plus rapidement possible.

Actuellement, la conductivité électrique est l'indicateur le plus fréquemment utilisé pour la détection automatique des mammites en traite robotisée (Mottram et al., 2007). La production laitière, la colorimétrie et la température du lait sont également utilisées par les robots de traite pour détecter les infections intramammaires. (Hogeveen et Ouweltjes, 2003 ; Reinemann et Helgren, 2004). Des compteurs cellulaires en temps réel ont fait leur apparition sur le marché (Labbé, 2008).

La gestion de la santé de la mamelle dépend de l'aptitude de l'éleveur à détecter et à savoir quand traiter ou réformer les vaches souffrant de mammites subcliniques ou cliniques. Les informations concernant les mammites cliniques en traite conventionnelle sont majoritairement recueillies durant la traite (extraction des premiers jets). Néanmoins, le comportement des animaux, les valeurs des CCS individuelles mensuelles ou l'utilisation du CMT sur les animaux suspects permet également de détecter les animaux infectés. En traite robotisée, les éleveurs dépendent des outils de détection équipant le robot et des listes d'attentions émises par celui-ci, pour détecter et traiter à temps les animaux souffrant de mammites (Rasmussen, 2006). Les sensibilités respectives des outils disponibles sont moyennes par rapport aux techniques conventionnelles (Rasmussen, 2005). Les listes d'attentions émises peuvent contenir de nombreuses fausses alertes, ceci oblige l'éleveur à compléter ces informations par une observation directe des animaux (Bennedsgaard et al., 2004).

Rasmussen (2005) souligne qu'en général, en traite robotisée, les traitements destinés à lutter contre les infections intramammaires sont mis en œuvre trop tardivement. Ceci augmente le risque de voir des vaches rester infectées de manière chronique.

1.3.3.1. Conductivité

La méthode la plus répandue de détection des laits anormaux en traite robotisée est la mesure de la conductivité électrique du lait (Rasmussen et al., 2002). Elle a pour principaux intérêts d'être un indicateur fiable de la santé de la mamelle, tout en étant automatisable à l'échelle du robot de traite (Barth et al., 2000). La mesure peut se faire sur chaque quartier, à chaque traite sans pénaliser le processus de traite (Vegricht et al., 1992).

1.3.3.1.1. Principe du test

La conductivité électrique est l'inverse de la résistance d'une solution à un courant électrique. La conductivité du lait est déterminée par sa concentration en ions Na^+ , K^+ , et Cl^- . Lors d'une inflammation de la mamelle la perméabilité des capillaires sanguins est modifiée, par conséquent un nouvel équilibre osmotique se met en place entre le lait, le sang et le liquide extracellulaire. Ceci se traduit par une diminution de la concentration du lait en lactose et en ions K^+ et par une augmentation de sa concentration en ions Na^+ et Cl^- (Kitchen, 1981). Ce changement d'équilibre ionique provoque une augmentation rapide de la conductivité du lait.

Lors de la traite, le lait est recueilli à environ 38°C, sa conductivité normale est alors de 5,5 à 6,5 mS/cm. Les variations au cours de la traite sont négligeables (Norberg et al., 2004).

Une augmentation de la conductivité du lait d'un quartier permet de suspecter une mammite clinique ou subclinique. Lors de mammite sur un quartier, ce paramètre augmente de 35% en moyenne pour le lait de ce quartier (Maatje et al., 1992) avec des extrêmes allant de 15 à 50% (Woolford et al., 1998). Toutefois, les infections intramammaires ne sont pas la seule cause de modification de la composition ionique du lait. Cette dernière peut aussi varier avec la température, la composition du lait, le stade de lactation, l'intervalle entre les traites (Timsit et Bareille, 2008).

1.3.3.1.2. Détection des lait anormaux

Les robots de traite commercialisés sont tous équipés de capteurs qui mesurent la conductivité du lait quartier par quartier. Ceci évite de prendre en compte des variations de la conductivité électrique dues à d'autres causes que les infections intramammaires. La valeur de la conductivité elle-même n'est pas prise en compte. Sont utilisés (Timsit et Bareille, 2008) :

- les écarts de conductivité d'un quartier par rapport à sa conductivité de référence mesurée les jours précédents.
- les écarts de conductivité entre un quartier et les autres.

La fiabilité de la détection est fonction de la méthode de détection utilisée par le robot. Lorsque la conductivité du quartier est comparée aux mesures des traites précédentes de ce quartier, la détection des mammites n'est pas possible durant les premiers jours de lactation. Pour les systèmes dotés d'enregistrement des données et lorsque la comparaison se fait par rapport aux valeurs observées sur les autres quartiers, la détection des mammites cliniques simultanées des 4 quartiers n'est pas possible. Lorsque le système ne procède pas à des enregistrements sur plusieurs traites et que les variations sont calculées par rapport à des valeurs seuils ou par rapport aux valeurs des autres quartiers, la fiabilité est sans doute insuffisante. Les systèmes installés sur les robots réalisent le plus souvent une comparaison par rapport aux mesures des traites précédentes. Seule la détection des mammites en péripartum et, dans une moindre mesure, les infections simultanées des 4 quartiers peuvent poser problèmes (Labbé, 2008).

Des seuils de variabilité peuvent alors être fixés par l'éleveur afin de détecter les infections intramammaires. Un seuil de 20% d'écart de la conductivité d'un quartier par rapport au trois autres, ou par rapport à sa référence, est souvent défini par défaut. Il peut ensuite être adapté à la prévalence des infections intramammaires dans le troupeau et aux souhaits de l'éleveur (Timsit et Bareille, 2008).

Différentes études portant sur le sujet permettent de déterminer, en fonction des seuils choisis, la sensibilité et la spécificité de la détection des infections intramammaires cliniques par la mesure de la conductivité électrique du lait quartier par quartier. Généralement, la sensibilité se situe entre 40 et 68%, la spécificité entre 80 et 98% (Berglund et al., 2002 ; de Koning et al., 2003 ; de Vliegheer, 2003). Ces chiffres sont proches de ceux de Hamann et Zeconi (1998) qui estiment, après étude de la bibliographie alors disponible, que la sensibilité de la mesure de la conductivité du lait quartier par quartier pour détecter les mammites cliniques varient entre 33 et 95% et la spécificité entre 71 et 100%.

Les performances de détection des mammites cliniques sont améliorées lorsque la température du lait et la production sont aussi prises en compte. Nielen et al. (1995) obtiennent alors une sensibilité de 75% et une spécificité de 90%. Cette observation est confirmée par Hogeveen et al. (2001).

De Mol (2001), souligne que l'amélioration des performances de détection des mammites passe également par l'amélioration des algorithmes utilisés par les robots de traite.

La sensibilité et la spécificité de la conductivité pour la détection des infections intramammaires subcliniques sont encore plus faibles (de Koning et al., 2003). Toutefois, Maatje et al. (1992), en mesurant la conductivité électrique du lait de chaque quartier semble avoir détecté 50 à 70% des mammites sub-cliniques au cours de leur étude.

La conductivité électrique du lait d'un quartier infecté est anormalement élevée tout au long de la traite, en particulier au début et en fin de traite (Norberg et al., 2004). L'auteur insiste sur la nécessité de ne pas se focaliser sur la valeur maximale mais de prendre en compte les variations de la conductivité tout au long de la traite. En pratique, le moment de la mesure ne pose que peu de problèmes pour les robots de traite. En effet, la conductivité électrique du lait est souvent mesurée sur toute la durée de la traite.

Enfin, notons que la variation de la conductivité du lait peut précéder l'apparition des signes cliniques. Ce phénomène se produit dans 65% des cas (Maatje et al., 1992).

1.3.3.2. Colorimétrie

L'analyse colorimétrique consiste à envoyer un faisceau de lumière monochromatique au travers d'une solution colorée de manière à mesurer le coefficient d'absorption caractéristique de cette solution (Ouweltjes et Hogeveen, 2001). Le lait est un milieu trouble avec un faible coefficient d'absorption. Les mammites provoquent des modifications des caractéristiques colorimétriques du lait, ce qui permet leur détection. En plus des variations de couleur, le lait peut être non homogène ce qui entraîne de nets changements de son absorption. Les données acquises sont corrigées en fonction de la température (Ouweltjes et Hogeveen, 2001).

D'après Espada et Vijverberg (2002), le lait des animaux sains présente des caractéristiques colorimétriques équivalentes entre les différents quartiers au cours du temps. Les variations de ces caractéristiques dans le temps ou entre les quartiers lors de mammites sont significatifs. Le colostrum est lui aussi facilement détecté par cette méthode. La colorimétrie est largement mise à profit dans les systèmes de séparation automatique des laits anormaux.

1.3.3.3. Nouveaux systèmes de détection

Récemment des compteurs de cellules somatiques fonctionnant en temps réel et destinés à être utilisés avec des robots de traite ont fait leur apparition sur le marché. Pour le robot DeLaval, un véritable compteur cellulaire est proposé. Pour le robot Lely, il s'agit d'un système différent qui ne décompte pas les cellules mais extrapole leur concentration à partir d'une réaction de type CMT (Pomiès, 2006).

Sarikaya et Bruckmaier (2006) ont évalué le compteur cellulaire de type DeLaval. Selon eux, il est effectivement apte à quantifier de manière fiable les cellules somatiques dans le lait. Selon Kamphuis et al. (2008), l'emploi du seul compteur permet de détecter plus de mammites que l'emploi de la seule conductivité. L'association des deux techniques permet de multiplier par 2 ou 3 le nombre de mammites détectées et de diviser d'autant le risque d'obtenir un faux positif.

D'autres systèmes sont à l'étude comme par exemple l'utilisation d'une caméra thermique permettant de mesurer de faibles variations de température de la peau de la mamelle.

Selon Hovinen et al. (2008) une camera thermique installée sur un système de traite robotisé pourrait détecter les changements de température associés à une mammite clinique ou à d'autres maladies affectant le troupeau laitier. Des systèmes absorbant les radiations infrarouges émises par la mamelle sont également à l'étude. Ils semblent avoir un intérêt dans la détection des mammites (Colak et al., 2008).

Les variations de la concentration de certains composants du lait comme le lactose, les lactates, la N-acetyl- β -D-glucosaminidase pourraient être mesurées pour suivre l'état de santé de la mamelle (Hamann et al., 2004). La N-acetyl- β -D-glucosaminidase est une enzyme marquant l'inflammation de la mamelle qui se retrouve dans le lait. Selon Mottram et al. (2000), sa mesure pouvant être automatisée, elle pourrait être utilisée en routine par les robots de traite. En ce qui concerne le lactose, sa concentration chute significativement quand la CCS augmente (Berglund et al., 2007). Le lactose est un marqueur intéressant de la santé de la mamelle du fait de sa faible variation dans le temps pour une vache saine (Sjaunja, 1986).

L'addition de nouveaux tests à ceux déjà utilisés par les robots de traite devrait améliorer les performances de détection des mammites cliniques et surtout des mammites subcliniques.

2^{EME} PARTIE : ETUDE PERSONNELLE

2.1. Cadre et objectifs

L'impact de l'installation d'un robot de traite sur la qualité du lait est à l'origine de nombreuses questions de la part des éleveurs souhaitant s'équiper de cet outil, ou l'ayant déjà fait. Le Groupement de Défense Sanitaire du Maine-et-Loire, déjà à l'origine de deux études menées par des étudiants de l'Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers (ESA), souhaite à travers cette nouvelle étude identifier des facteurs de succès ou d'échecs de l'installation du robot de traite (IR). L'étude porte essentiellement sur la Concentration en Cellules Somatiques du lait de Troupeau (CCST), le suivi des autres critères de qualité du lait est secondaire.

Cette étude est réalisée par le Groupement de Défense Sanitaire du Maine-et-Loire (GDS 49) avec la participation du Groupement de Défense Sanitaire de Loire-Atlantique (GDS 44), de Bovicap Conseils (49) et du Contrôle Laitier de Loire-Atlantique (44).

Objectifs principaux :

- Décrire l'évolution des CCST moyennes et individuelles lors de l'installation d'un robot de traite, calculée d'après les données du Contrôle Laitier. Trois catégories d'exploitations sont distinguées en fonction de leurs CCST avant l'IR. La date d'installation du robot de traite sera aussi prise en compte.
- Expliquer les évolutions observées au sein de l'échantillon et de chaque groupe, en fonction de l'incidence et de la prévalence apparentes des infections intramammaires calculées à l'aide des CCSI (Concentration en Cellules Somatiques Individuelles).
- Rechercher une éventuelle concordance entre les prévalences observées avant et après l'IR.
- Identifier les facteurs liés favorablement ou défavorablement à la maîtrise de l'incidence et de la persistance des infections intramammaires dans les 6 premiers mois après l'IR.

Objectifs secondaires :

- Décrire l'impact de l'installation d'un robot de traite sur les différents critères de qualité utilisés pour le paiement du lait.

2.2. Matériels et méthodes

2.2.1. Echantillonnage

2.2.1.1. Population cible

Notre population cible est l'ensemble des exploitations robotisées de Loire-Atlantique et du Maine-et-Loire, adhérentes au Contrôle Laitier, et ayant mis en service leur robot de traite avant fin avril 2008. Les coordonnées de toutes les exploitations répondant aux critères émanent du Contrôle Laitier 44 et de Bovicap Conseils assurant cette activité dans le Maine-et-Loire. Finalement, 37 exploitations répondent à ces critères en Loire-Atlantique et 48 dans le Maine-Et-Loire soit 85 au total.

2.2.1.2. Population d'étude

Les exploitations constituant la population cible sont démarchées individuellement soit par téléphone, soit par leur technicien du Contrôle Laitier. Si les exploitations souhaitent

participer à l'étude, il leur est envoyé une demande d'autorisation de collecte de données auprès de l'Association Régionale de Services aux Organismes d'Elevage (ARSOE) de Manche-Atlantique (dépositaire des données collectées par le Contrôle Laitier 44 et Bovicap Conseils) et de leur laboratoire interprofessionnel laitier.

A chaque appel téléphonique, des renseignements complémentaires sont demandés aux exploitants, de manière à confirmer les informations provenant des organismes de contrôle de performances (date d'IR, laiterie, laboratoire interprofessionnel laitier, modèle du robot).

Notre échantillon est constitué de l'ensemble des exploitations robotisées acceptant de participer à l'étude. Il se compose de 28 exploitations en Loire-Atlantique et de 33 exploitations en Maine-et-Loire soit 61 exploitations au total. La disponibilité des données pourra faire évoluer l'effectif.

Dans notre étude, nous attribuons un numéro à chaque exploitation dans l'ordre de leurs numéros de cheptel croissants. Lorsqu'il est fait mention d'une exploitation dans l'étude, c'est ce numéro qui est utilisé.

2.2.2. Collecte des données et enquête

L'étude porte sur une période allant de 24 mois avant l'IR à 24 mois après. Toutefois, pour les robots les plus récents, nous ne disposons que des données issues de la première année d'utilisation. Notre étude se déroule en deux temps. Dans un premier temps, il s'agit de collecter les données mesurées par le Contrôle Laitier 44, Bovicap Conseils et par les laboratoires interprofessionnels laitiers sur la période étudiée.

Le Contrôle Laitier effectuant en général 11 contrôles par an, notre période d'étude se définit de la manière suivante : de 22 contrôles avant l'IR à 22 contrôles après.

Dans un second temps, une enquête est réalisée auprès des éleveurs. Elle a pour objectif de déterminer quelles étaient leurs pratiques en matière de prévention, détection et traitement des infections intramammaires les 6 premiers mois d'utilisation du robot de traite. Il s'agit donc d'une enquête rétrospective.

2.2.2.1. Collecte des données du Contrôle Laitier et des laboratoires interprofessionnels laitiers

2.2.2.1.1. Données du Contrôle Laitier

L'ARSOE de Manche-Atlantique conserve un historique de toutes les mesures effectuées mensuellement, dans toutes les exploitations adhérentes, par le Contrôle Laitier.

Pour chaque contrôle effectué sur la période étudiée, les données suivantes sont extraites :

- date du contrôle
- animaux présents
- production laitière individuelle
- concentration en cellules somatiques individuelle

L'ARSOE de Manche-Atlantique peut transmettre des données datant de janvier 1998 à mars 2009. Les données antérieures ne sont pas disponibles.

A cette étape, pour 8 exploitations, les données fournies par le Contrôle Laitier ne sont que partielles et ne permettent pas de reconstituer l'historique nécessaire (données non disponibles car trop anciennes, changement de numéro de cheptel, nouveaux adhérents au

Contrôle Laitier). Elles sont donc exclues de la population d'étude. Finalement, 53 exploitations participent à l'étude.

2.2.2.1.2. Données des laboratoires interprofessionnels laitiers

Trois laboratoires interprofessionnels laitiers sont concernés par l'enquête : Lillab (35) pour 34 exploitations, Lilco (17) pour 8 exploitations et Analis (53) pour 11 exploitations. Avec l'autorisation des éleveurs et de leurs laiteries, ils mettent à dispositions les données suivantes :

- matière grasse (g/l)
- matière protéique (g/l)
- concentration en cellules somatiques du lait de mélange (cellules/ml)
- germes totaux (germes/ml)
- spores butyriques (spores/l)
- dosage des acides gras libres (lipolyse, meq/100 g de matière grasse)
- point de congélation du lait (cryoscopie en % d'eau présent dans le lait)
- présence éventuelle d'inhibiteurs

Les dates d'installation des robots de traite sont fournies aux laboratoires interprofessionnels laitiers pour chaque exploitation. Nous souhaitons un historique des données sur la période étudiée déjà précisée. Finalement, nous disposons des données nécessaires pour 50 des 53 exploitations étudiées et pour seulement 39 exploitations en ce qui concerne le point de congélation du lait.

2.2.2.2. Enquête

2.2.2.2.1. Déroulement de l'enquête

L'enquête réalisée auprès des éleveurs, entre le 14 avril 2009 et le 20 mai 2009, prend la forme d'une enquête rétrospective. Elle a pour but de déterminer quelles étaient les pratiques des éleveurs en lien avec la prévalence et l'incidence apparentes des infections intramammaires les 6 premiers mois après l'IR.

Nous utilisons comme support de conversation, dans chaque élevage, un document présentant l'évolution des CCST depuis 22 contrôles avant l'IR jusqu'à avril 2009. D'autre part, pour chaque contrôle, sont présentés les animaux dont les CCSI sont supérieures à 200 000 cellules/ml.

Le questionnaire est soumis au responsable de l'atelier laitier sur le site de l'exploitation. L'entretien dure entre 1h30 et 2 heures. Il s'accompagne d'une phase d'observation des animaux destinée à évaluer leur propreté moyenne. Pour ce faire, nous utilisons la grille de notation présente dans les « Fiches d'intervention mammites en élevages » de la Commission Qualité du Lait de la Société Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires (SNGTV) (Annexe B). Enfin, des données techniques sont relevées sur l'interface du robot de traite et sur l'ordinateur qui lui est connecté.

2.2.2.2.2. Questionnaire

Il n'y a que deux marques de robot représentées dans la population enquêtée : DeLaval et Lely. Pour tenir compte des spécificités techniques de chaque marque, deux versions du questionnaire sont réalisées. Elles ne diffèrent que sur les questions portant sur les options

choisies par l'éleveur et les paramètres que ce dernier peut modifier sur le robot (Annexe C et D).

Le questionnaire est construit de la manière suivante : une question est posée sur une pratique actuelle, puis sur l'évolution de cette pratique par rapport au 6 premiers mois d'utilisation du robot et les raisons de cette évolution. Il se compose de questions ouvertes et fermées.

Le questionnaire comporte 7 volets :

- la présentation générale de l'exploitation : historique, caractéristiques de l'exploitation et ressenti de l'éleveur vis à vis de son investissement
- l'organisation générale de l'atelier laitier
- l'hygiène générale : propreté des locaux et des animaux
- l'hygiène de la traite : l'hygiène des trayons, la gestion des mammites cliniques, la technique de traite et l'entretien du robot
- les facteurs de risques liés au logement : hygiène générale du bâtiment, particularité du logement
- les facteurs de risques liés aux pratiques de traitement et d'élevage : pratiques de traitement des mammites en lactation, pratiques de traitement des mammites au tarissement, hygiène des traitements intramammaires et réformes lors d'échec de traitements.
- Quatre questions ouvertes terminent le questionnaire. La première a pour but de recueillir le point de vue des éleveurs sur l'évolution des CCST lors de l'IR. La seconde vise à préciser les pratiques de détection des infections intramammaires. La troisième vise à préciser les raisons conduisant l'exploitant à mettre en place un traitement. La dernière permet de relever les conseils que les éleveurs pourraient donner à d'autres éleveurs souhaitant s'équiper d'un robot de traite

Le test du questionnaire a été réalisé lors des trois premiers entretiens. Les exploitations enquêtées lors de ce test ont été conservées dans l'étude.

2.2.2.2.3. Codage

De façon à pouvoir traiter les réponses des éleveurs aux questions ouvertes, celles-ci sont synthétisées et recodées. Cette étape de codage est utile pour les questions concernant : les pratiques de traitement et de détection des infections intramammaires, ainsi que pour restituer les conseils que donneraient les éleveurs enquêtés aux éleveurs souhaitant s'équiper d'un robot.

2.2.3. Définition des variables d'étude relatives à la qualité du lait

Les variables d'étude utilisées sont les suivantes :

- CCST : Il s'agit de la concentration en cellules somatiques du lait de troupeau (en milliers de cellules par millilitre de lait). Elle est égale à la moyenne des CCSI pondérée par les productions individuelles pour chaque contrôle laitier. Il s'agit d'un indicateur proche de celui délivré par les laiteries (CCS du lait de mélange) que les éleveurs ont l'habitude d'utiliser. Toutefois, contrairement au lait livré, tous les animaux présents au contrôle participent à la CCST.

- Prévalence apparente : il s'agit, à un temps donné t, du pourcentage de CCSI supérieures à 200 000 cellules/ml. Elle donne une estimation du niveau d'infection intramammaire du troupeau. Objectif technique : < 20% (Seegers et al., 1999).

- Incidence apparente : il s'agit, à un temps donné t, du pourcentage d'individus dont la CCSI passe à une valeur supérieure à 200 000 cellules/ml alors qu'elle était inférieure à 200 000 cellules/ml au mois de contrôle précédent t-1. Elle permet d'évaluer l'efficacité des mesures de prévention des infections intramammaires mises en place. Objectif technique : < 9,5% (Seegers et al., 1999).

Il est possible de calculer une incidence apparente moyenne sur plusieurs contrôles. Il s'agit alors du quotient de la somme des nouvelles infections sur cette période sur la somme des animaux susceptibles de s'infecter sur cette même période.

- Persistance apparente : il s'agit, à un temps t donné, du pourcentage d'individus dont la CCSI persiste à une valeur supérieure à 200 000 cellules/ml alors qu'elle était déjà supérieure à 200 000 cellules/ml au mois de contrôle précédent t-1. Elle permet d'évaluer l'efficacité des mesures d'élimination des infections intramammaires mises en place. Objectif technique : < 45% (Seegers et al., 1999).

Il est possible de calculer une persistance apparente moyenne sur plusieurs contrôles, selon les mêmes modalités que l'incidence apparente cumulée.

La guérison apparente est égale à la différence à 100 de la persistance apparente.

Enfin, les données provenant des laboratoires interprofessionnels laitiers sont interprétées en fonction du seuil de pénalité de chaque critère. En ce qui concerne la concentration en cellules somatiques du lait de mélange, le seuil de 250 000 cellules/ml est utilisé. Pour les spores butyriques le seuil est de 1000 spores/l et pour la cryoscopie de 3% d'eau dans le lait. Enfin, pour les germes totaux, nous utiliserons le seuil de 15 000 germes/ml car le seuil de pénalité n'est qu'exceptionnellement atteint.

Nous comptabilisons le nombre d'exploitations dépassant pour au moins une mesure le seuil de pénalité sur la période étudiée. Pour les cellules somatiques du lait de mélange, les spores butyriques, les germes totaux, la cryoscopie du lait, et les inhibiteurs nous disposons de données mensuelles. Pour la lipolyse, nous disposons de données trimestrielles.

Nous calculons également le nombre moyen de dépassement du seuil de référence pour les exploitations le dépassant au moins une fois. Enfin, pour les données numériques, nous calculons la moyenne de l'indicateur avant et après l'IR.

2.2.4. Pratiques étudiées relatives à la maîtrise des infections intramammaires

Les pratiques ou variables considérées dans notre étude ont différentes origines. Les pratiques (et leurs modalités) liées à l'élevage et ne dépendant pas du système de traite utilisé ont été sélectionnées d'après les « Fiches d'intervention mammmites en élevages » de la SNGTV (Annexe B). Les variables liées à l'utilisation même du robot de traite ont été définies d'après notre étude bibliographique.

Pour l'essentiel des pratiques, nous définissons deux modalités (ex : Nombre de vaches présentes au robot : ≤ 60 ou > 60). Pour les pratiques liées au réglage de certaines fonctions du robot (intensité ou temps de lavage des trayons, temps de pompage des solutions désinfectantes...) nous ne disposons pas de modalités déjà définies. Ces paramètres étant continus (% , secondes) et non pas discontinus (marche, arrêt) le problème de la fixation des seuils se pose. Il est convenu que si la distribution des exploitations pour une pratique suit la loi normale, 3 modalités sont définies. En revanche, si deux groupes se discriminent naturellement, ces 2 modalités seront retenues.

Toutes les variables proposées ne pourront vraisemblablement pas être conservées à l'issue de l'enquête (trop grande homogénéité d'une modalité, nombre d'exploitations mettant un œuvre une pratique trop faible...). De même il pourra être nécessaire de modifier *a posteriori* les modalités de certaines variables.

Chaque variable est étudiée pour son impact potentiel soit sur l'incidence, soit sur la persistance des infections intramammaires. Notons que certaines variables peuvent influencer ces deux indicateurs à la fois.

2.2.4.1. Pratiques générales

Le tableau 1 présente les pratiques générales, les différentes modalités prises en compte et les variables d'étude pouvant être affectées.

Tableau 1 : Variables relatives aux pratiques générales des exploitations

Variables	Modalités	Indicateurs affectés
Nombre de vaches par robot	<= 60 > 60	Incidence
Accès au pâturage	Oui Non	Incidence
Reconstruction du bâtiment	Oui Non	Incidence
Réforme de vaches infectées chroniques en vue de l'IR	Oui Non	Incidence et Persistance
Réforme de quartiers infectés en vue de l'IR	Oui Non	Incidence et Persistance
Regroupement de troupeau dans l'année précédent l'IR	Oui Non	Incidence

2.2.4.2. Hygiène générale

Le tableau 2 présente les pratiques relatives à l'hygiène générale, les différentes modalités prises en compte et les variables d'étude pouvant être affectées.

Tableau 2 : Variables relatives à l'hygiène générale

Variables	Modalités	Indicateurs affectés
Nombre de nettoyages quotidiens des abords du robot	>=1 <1	Incidence
Modalités de nettoyage de la stalle	Détergents Eau	Incidence
Utilisation du nettoyage automatique de la stalle	Toujours Parfois Jamais	Incidence
Note de propreté moyenne estimée des animaux lors de l'IR	<=1,5 >1,5	Incidence
Présence d'animaux se couchant dans les couloirs	Oui Non	Incidence
Présence d'animaux perdant du lait entre traites	Oui Non	Incidence

2.2.4.3. Logement

Le tableau 3 présente les variables relatives au logement, les différentes modalités prises en compte et les variables d'étude pouvant être affectées.

Tableau 3 : Variables relatives au logement

Variables	Modalités	Indicateurs affectés
Type de stabulation	Logettes Aire paillée	Incidence
Surface d'aire paillée par vache	$\geq 7\text{m}^2$ $< 7\text{m}^2$	Incidence
Nombre de logettes disponibles par vache	≥ 1 < 1	Incidence
Nature du sol des logettes	Béton Tapis/Matelas Terre	Incidence
Nature de la litière des logettes	Paille Sciure	Incidence
Surface d'exercice disponible par vache	$\geq 5\text{m}^2$ $< 5\text{m}^2$	Incidence
Quantité de paille disponible en aire paillée	$\geq 1,2\text{kg}/\text{m}^2$ $< 1,2\text{kg}/\text{m}^2$	Incidence
Quantité de paille disponible pour une logette bétonnée	$\geq 3\text{kg}$ $< 3\text{kg}$	Incidence
Fréquence de paillage de l'aire paillée	Modalités à définir	Incidence
Fréquence de curage de l'aire paillée	Modalités à définir	Incidence
Fréquence de curage/paillage des logettes	Modalités à définir	Incidence
Utilisation d'un asséchant/désinfectant	Oui Non	Incidence
Fréquence de raclage de l'aire d'exercice	Modalités à définir	Incidence

La surface de l'aire d'exercice est définie comme étant la surface toujours disponible à la libre circulation des vaches laitières dans le bâtiment et éventuellement hors de celui-ci (aire non couverte). Les surfaces des aires d'exercice et paillée sont estimées avec l'éleveur en fonction de sa connaissance du bâtiment. Ces surfaces sont rapportées au nombre moyen de vaches laitières présentes dans le bâtiment. Les quantités de paille disponibles sont déduites de la fréquence de paillage et de l'estimation de la quantité de paille utilisée par l'éleveur.

2.2.4.4. Hygiène, paramètres et matériel de traite

Le tableau 4 présente les variables relatives à l'hygiène, aux paramètres et au matériel de traite. Ces variables sont mises en relation avec différentes modalités d'utilisation et les variables d'étude pouvant être affectées. Les modalités manquantes seront définies à l'issue de l'enquête.

Tableau 4 : Variables relatives à l'hygiène, aux paramètres et au matériel de traite

Variables	Modalités	Indicateurs affectés
Nettoyage des trayons avant la traite	Oui Non	Incidence
Intensité de nettoyage des trayons, robot DeLaval	Extra-léger Normal Double	Incidence
Nombre de jeux de brosses utilisés, robots Lely	Un seul Deux jeux en alternance	Incidence
Nombre de cycles de nettoyage des trayons, robots Lely A2	Modalités à définir	Incidence
Nombre de cycles de nettoyage des trayons, robots Lely A3	Modalités à définir	Incidence
Durée d'un cycle de nettoyage des trayons, robots Lely A3	Modalités à définir	Incidence
Durée de pompage du désinfectant des brosses, robots Lely	Modalités à définir	Incidence
Augmentation de la durée et/ou de l'intensité du nettoyage des trayons des animaux sales	Oui Non	Incidence
Augmentation de la durée et/ou de l'intensité du nettoyage des trayons en fonction des saisons	Oui Non	Incidence
Utilisation de la pré-pulvérisation, robots DeLaval	Oui Non	Incidence
Durée de vie des manchons	Conforme aux recommandations Augmentée	Incidence
Désinfection des manchons	Oui Non	Incidence
Modalité de désinfection des manchons	Aucune Vapeur A froid (solution désinfectante)	Incidence
Fréquence d'utilisation de la désinfection des manchons	Après chaque traite Autre pratique	Incidence
Pulvérisation en fin de traite	Oui Non	Incidence
Intensité de pulvérisation, robots DeLaval	Economique Normale	Incidence
Intensité de pulvérisation, robots Lely A2	Modalités à définir	Incidence
Nombre de pulvérisation, robots Lely A3	Modalités à définir	Incidence
Durée de pulvérisation, robots Lely A3	Modalités à définir	Incidence
Lésions observées par l'exploitant pouvant évoquer de la surtraite	Oui Non	Incidence

2.2.4.5. Pratiques et paramètres de détection des infections intramammaires

Le tableau 5 présente les variables relatives aux pratiques et paramètres de détection des infections intramammaires, les différentes modalités prises en compte et les variables d'étude pouvant être affectées.

Tableau 5 : Variables relatives aux pratiques et paramètres de détection des infections intramammaires

Variables	Modalités	Indicateurs affectés
Nombre de consultations des listes d'attention	>=2 fois par jour <2 fois par jour	Persistance
Compteur cellulaire	Oui Non	Persistance
Utilisation du compteur cellulaire	Continueuse Périodique	Persistance
Finalité du compteur cellulaire	Dépistage Dépistage et suivi de traitement	Persistance
Paramètres de détection liés à la conductivité	Non modifiés Modifiés	Persistance
Paramètres de détection liés à la production	Non modifiés Modifiés	Persistance
Variable synthétique : détection des vaches susceptibles d'être infectées	Pratiques <i>a priori</i> favorables Pratiques <i>a priori</i> moyennes Pratiques <i>a priori</i> défavorables	Persistance
Vaches fréquemment présentes sur les listes d'attentions	Suivi régulier Ignorées	Persistance

Nous définissons une variable synthétique ayant pour objectif de refléter les pratiques des exploitants en matière de détection des vaches susceptibles de souffrir d'infections intramammaires (Annexe E).

Elle prend en compte :

- la nature des indicateurs utilisés (conductivité, production, compteurs cellulaires...)
- les éventuels seuils personnels (un seuil défini par l'éleveur pour la conductivité ou la production en dessous duquel il ne va pas examiner une vache présente sur la liste d'attentions du robot)
- la fréquence avec laquelle l'exploitant consulte l'historique des animaux présents sur les listes d'attentions du robot (dans la limite des capacités du logiciel utilisé)
- la rapidité avec laquelle l'exploitant intervient lors d'une première attention
- le nombre de critères devant être défaillants pour que l'exploitant décide d'aller examiner un animal

2.2.4.6. Pratiques de prévention et de traitement des infections intramammaires

Le tableau 6 présente les variables relatives à la prévention et au traitement des infections intramammaires, les différentes modalités prises en compte et les variables d'étude pouvant être affectées.

Tableau 6 : Variables relatives aux pratiques de prévention et de traitement des infections intramammaires

Variables	Modalités	Indicateurs affectés
Examen des premiers jets	Toujours Parfois	Persistance
Utilisation du CMT	Oui Non	Persistance
Réalisation de prélèvements de lait pour analyse bactériologique	Oui Non	Incidence et Persistance
Traitement courant des infections intramammaires	Tube intramammaire unique Adapté en fonction de la situation	Persistance
Précocité du traitement lorsque du lait anormal est détecté (cailles...)	Réalisation directe d'un traitement Attente	Persistance
Détection et traitement des infections intramammaires subcliniques	Oui Non	Persistance
Désinfection du trayon avant traitement	Toujours Parfois Jamais	Incidence
Désinfection du trayon après traitement	Toujours Parfois Jamais	Incidence
Traitement antibiotique au tarissement	Systématique Sélectif	Persistance
Traitement des vaches saines au tarissement	Rien Tube de tarissement Tube de tarissement et obturateur	Incidence et Persistance
Traitement des vaches infectées au tarissement	Tube de tarissement Tube de tarissement, antibiotiques par voie générale Tube de tarissement et obturateur	Incidence et Persistance
Tarissement d'un quartier en cours de lactation	Toujours Parfois Jamais	Persistance
Politique de réformes des animaux infectés chroniques	Bien déterminée Variable	Incidence et Persistance

Nous considérons qu'il existe une politique de réformes si ces dernières sont réalisées de façon systématique selon un critère défini à l'avance. D'autre part, l'éleveur doit pouvoir réformer l'ensemble des animaux qu'il désire sans pénaliser la production.

2.2.5. Stratégie d'analyse

2.2.5.1. Description de l'évolution de la qualité du lait

L'étude s'articule autour de l'exploitation des résultats de l'enquête et des données provenant des laboratoires interprofessionnels laitiers et des Contrôles Laitiers. L'analyse débute par une description des performances des 53 exploitations enquêtées sur les différents critères de paiement du lait. Elle se poursuit par l'étude détaillée de l'évolution des CCST sur la période étudiée. Nous utilisons pour cela les variables d'étude et les paramètres simples suivants : moyenne et écart-type.

Notre attention se porte essentiellement sur l'étude des CCST. Dans un premier temps, nous répartissons les exploitations en différentes catégories en fonction de la différence observée entre la CCST moyenne des 22 contrôles avant l'IR et la CCST moyenne des 6 premiers contrôles après l'IR.

Pour la suite de l'étude descriptive, les exploitations sont classées en 3 catégories. Ce classement est réalisé en fonction de leurs CCST (prévalence des infections intramammaires) avant l'IR. Il permet, en fonction de la période prise en compte :

- de réaliser 3 groupes de prévalence avant l'IR
- de rechercher une concordance entre les groupes formés d'après les CCST disponibles avant et après l'IR

Pour réaliser le classement des exploitations en 3 groupes de prévalence, nous devons choisir une période de référence. Nous testons donc 2 modalités de classement : les 22 derniers ou les 11 derniers contrôles avant l'IR. L'objectif est de déterminer si un classement est plus prédictif de l'évolution des CCST après l'IR.

Une fois la période de référence sélectionnée nous analysons pour chacun des groupes l'évolution de la CCST moyenne. Cette évolution est rapprochée de la grille de paiement du lait du Grand Ouest. Nous nous intéresserons particulièrement aux seuils de pénalités de 300 000 cellules/ml et de 400 000 cellules/ml qui ont les conséquences financières les plus importantes : respectivement -9,147 euros/1000 l et -15,245 euros/1000 l.

L'étude se poursuit par le suivi de l'évolution de la prévalence apparente des infections intramammaires. Les évolutions de la prévalence apparente et des CCST sont ensuite mises en relation avec les évolutions de l'incidence et de la persistance apparentes des infections intramammaires selon la démarche proposée par Seegers et Bareille (2006).

Nous utilisons le seuil de 200 000 cellules/ml, recommandé par l'*International Dairy Federation* (I.D.F), pour discriminer les vaches infectées des non infectées, tous types d'agents pathogènes confondus.

Dans un deuxième temps, nous classons les exploitations, toujours selon les mêmes modalités sur différentes périodes sélectionnées avant et après l'IR. Les périodes prises en compte sont présentées ci-dessous :

<i>Avant l'IR</i>		<i>Après l'IR</i>	
22m		22M	
11m		11M1	11M2
6m		6M1	6M2

22m : 22 contrôles avant l'IR
 11m : de 11 à 1 contrôles avant l'IR
 6m : de 6 à 1 contrôles avant l'IR
 22M : 22 contrôles après l'IR

11M1 : de 1 à 11 contrôles après l'IR
 11M2 : de 12 à 22 contrôles après l'IR
 6M1 : de 1 à 6 contrôles après l'IR
 6M2 : de 17 à 22 contrôles après l'IR

Figure 4 : Périodes prises en compte pour le classement des exploitations

Pour chaque période, les exploitations sont classées dans l'un des 3 groupes de prévalence. A l'aide d'un test de concordance kappa, nous rechercherons si les exploitations appartiennent au même groupe avant et après l'IR en fonction des différentes périodes étudiées.

Modalités de classement :

Le classement des exploitations est réalisé en fonction de la prévalence mise en évidence sur une période donnée. Le groupe de prévalence « faible » regroupe les exploitations dont les CCST sont les meilleures selon nos critères. Les exploitations du groupe de prévalence « moyenne » ont des CCST intermédiaires, celles du groupe de prévalence « élevée » ont les CCST les plus élevées. Les paramètres de classement sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Paramètres de classement des exploitations en 3 groupes de prévalence

Groupe de prévalence	Faible	Moyenne	Elevée
Conditions	Au moins 50% des CCST \leq 200 000 cellules/ml sur la période étudiée.	a. Si au moins 50% des CCST comprises entre 200 000 et 260 000 cellules/ml sur la période étudiée. b. Si l'exploitation ne peut appartenir à aucun des 2 autres groupes	Au moins 50% des CCST \geq 260 000 cellules/ml sur la période étudiée.

Le classement est réalisé sur les seules CCST. Nous faisons l'hypothèse que les exploitations ayant la prévalence la plus faible (les CCST les plus basses) ne voient qu'une légère dégradation de leurs performances lors de l'IR. Au contraire, nous nous attendons à ce que les exploitations dont la prévalence est élevée avant l'IR voient leurs performances se dégrader de manière plus importante.

Nous faisons également l'hypothèse que l'augmentation des CCST après l'IR est majoritairement due à une augmentation de la persistance apparente et dans une moindre mesure de l'incidence apparente. En effet, lors de l'IR, des problèmes de maîtrise du robot peuvent conduire à des défauts de détection des mammites. Néanmoins l'utilisation d'une seule griffe rarement désinfectée pour tout un troupeau pourrait favoriser les nouvelles infections.

La robustesse du classement obtenu, ainsi que la justification du choix des paramètres de classement sont présentées en Annexe F.

2.2.5.2. Lien avec les pratiques des éleveurs dans les 6 premiers mois après l'installation du robot de traite

2.2.5.2.1. Impact individuel des pratiques mises en œuvre

L'enquête a pour objectif de réaliser un inventaire des pratiques et des caractéristiques des exploitations pouvant intervenir sur la maîtrise des infections intramammaires. Dans notre étude, nous souhaitons rapprocher l'incidence et la persistance apparentes des infections intramammaires observées les 6 premiers mois d'utilisation du robot avec les pratiques mises en œuvre à cette période.

L'impact sur l'incidence apparente ou la persistance apparente de chaque variable définie précédemment est mis en évidence par une analyse de variance à un facteur de comparaison. Ce test ne tient pas compte de l'effet de l'appartenance à l'un des 3 groupes de prévalence avant l'IR. Nous supposons que cet effet est très important, prévalence, incidence, et persistance apparentes étant dépendantes les unes des autres.

Ainsi, dans un second temps, nous réalisons une analyse de variance à deux facteurs de comparaison (groupe et variable) pour chacune des variables. L'objectif est de déterminer l'impact d'une variable et de ses modalités au delà de l'effet groupe.

2.2.5.2.2. Constitution de deux critères globaux

Pour conclure notre analyse, nous souhaitons agréger les variables jugées essentielles, recommandées en deux critères globaux : l'un susceptible d'influencer l'incidence, l'autre la persistance apparente des 6 premiers mois après l'IR. Notre objectif est de déterminer si la mise en œuvre de ces pratiques a un impact sur ces paramètres.

Les variables utilisées sont extraites de celles présentées précédemment (§ 2.2.4.). Les modalités de chaque variable sont les mêmes que celles déjà définies. Certaines variables peuvent intervenir dans les deux critères globaux.

Sont utilisées pour le critère relatif à l'incidence :

- Réforme des vaches infectées chroniques en vue de l'IR
- Nombre de vaches par robot
- Type de stabulation
- Respect de l'espace minimal de couchage
- Nature de la litière des logettes
- Surface d'exercice disponible par vache
- Intensité de pulvérisation
- Durée de vie des manchons
- Utilisation d'un système de désinfection des manchons
- Réalisation de prélèvements de lait pour analyse bactériologique
- Politique de réformes des animaux infectés chroniques

Sont utilisées pour le critère relatif à la persistance :

- Réforme des vaches infectées chroniques en vue de l'IR
- Nombre de consultations des listes d'attention
- Utilisation d'un compteur cellulaire
- Variable synthétique : détection des vaches souffrant de mammites
- Vaches fréquemment en attention
- Détection et traitement des infections intramammaires subcliniques
- Utilisation du CMT
- Protocole de traitement des infections intramammaires utilisé
- Précocité du traitement
- Politique de réformes des animaux infectés chroniques
- Réalisation de prélèvements de lait pour analyse bactériologique

A l'issue de l'enquête, en fonction des résultats, une note est attribuée pour chacun des deux critères définis. Elles permettent de classer les élevages en trois catégories : suivi faible, moyen ou élevé des pratiques recommandées pour contrôler l'incidence et la persistance des infections intramammaires.

Dans notre modèle, il n'y a pas de pondération des différentes variables.

2.2.6. Logiciels utilisés

L'étude descriptive est réalisée à l'aide du logiciel Microsoft Excel. Les analyses de concordance sont réalisées avec le logiciel SAS et les différents tests statistiques utilisés avec le logiciel R. Pour l'étude des effectifs, nous utilisons les tests du Khi-2 disponibles sur le site Internet de la faculté de Jussieux (Khi-2 de Mac Nemar pour les échantillons appariés).

Les tests statistiques réalisés avec le logiciel R sont paramétriques quand les conditions de normalité et d'équivariance sont réunies, non paramétriques sinon. Nous utilisons les tests de Student ou de Wilcoxon pour les échantillons appariés, de Student ou de Mann-Whitney pour les échantillons indépendants et une analyse de variance à un facteur de comparaison ou un test de Kruskal-Wallis pour comparer plus de deux moyennes. De même pour les effectifs trop faibles, un test Kruskal-Wallis est effectué à la place d'une analyse de variance à un facteur de comparaison. Les analyses de variance à deux facteurs de comparaison sont également effectuées à l'aide du logiciel R.

Les résultats sont interprétés pour un risque de première espèce $\alpha = 0,05$.

2.3. Résultats

2.3.1. Caractéristiques de la population étudiée

2.3.1.1. Caractéristiques générales des exploitations

Il s'agit de données issues de l'enquête des 53 exploitations participant à l'étude. Seules les caractéristiques des exploitations au moment de l'IR sont présentées. Les caractéristiques des exploitations au moment de l'enquête sont présentées en Annexe G. Le tableau 8 présente les caractéristiques des exploitations de l'échantillon concernant les quotas laitiers et le nombre de vaches laitières exploitées.

Tableau 8 : Quota laitier et cheptel des exploitations

Caractéristiques	Modalités	Moyenne	Minimum	Maximum
Quota laitier (l) lors de l'IR	1 stalle	500 000	300 000	735 000
	2 stalles	780 000	590 000	1 100 000
Nombre de vaches lors de l'IR	1 stalle	54	30	77
	2 stalles	93	80	117

Les tableaux 9, 10 et 11 présentent les choix techniques réalisés par les exploitants : marque et modèle de robots de traite, options choisies, type de circulation. Seules les marques DeLaval et Lely sont présentes dans les exploitations enquêtées.

Tableau 9 : Choix techniques des exploitations lors de l'installation du robot de traite

Caractéristiques	Modalités	Effectifs	% total
Années d'installation	2001-2002	3	5,7
	2003-2004	12	22,6
	2005-2006	10	18,9
	2007-2008	28	52,8
Nombre de stalles	1	46	86,8
	2	7	13,2
Marque du robot de traite	DeLaval	12	22,6
	Lely	41	77,4
Modèle de robot de traite exploité (les exploitations ayant 2 stalles lors de l'IR n'exploitent qu'un modèle)	DeLaval VMS 2004	2	3,8
	DeLaval VMS 2006	5	9,4
	DeLaval VMS 2007	5	9,4
	Lely A2	25	47,2
	Lely A3	16	30,2
Désinfection des manchons (à froid ou PURA)	Oui	11	20,8
	Non	42	79,2
Compteur cellulaire (OCC ou MQC-C)	Oui	6	11,3
	Non	47	88,7
Achat d'options	Oui	17	32,1
	Non	36	67,9

Caractéristiques	Modalités	Effectifs	% total
Bâtiment	Construction d'un neuf	12	22,7
	Conservation de l'ancien Profondément réaménagé	5	9,4
	Conservation de l'ancien, Peu de modifications	36	67,9
Circulation	Libre	38	71,7
	Semi-forcée	3	5,7
	Forcée	12	22,6
Accès au pâturage	Oui	32	60,4
	Non	21	39,6

La date moyenne d'installation des robots de traite de notre échantillon est mai 2005.

Tableau 10 : Choix techniques des exploitations possédant un robot de marque DeLaval

Caractéristiques	Modalités	Effectifs	% stalles DeLaval
Stalles non équipées d'options		9	75,0
Stalles équipées d'options dès l'achat	Désinfection à froid	2	16,7
	OCC	1	8,3
Circulation	Libre	0	0,0
	Semi-forcée	1	8,3
	Forcée	11	91,7

Tableau 11 : Choix techniques des exploitations possédant un robot de marque Lely

Caractéristiques	Modalités	Effectifs	% stalles Lely	% modèle respectif
Stalles non équipées d'options		27	65,8	
Stalles équipées d'options lors de l'IR	A2/désinfection à froid	4	9,8	16,0
	A3/PURA	5	12,2	31,3
	A3/MQC-C	5	12,2	31,3
Circulation	Libre	38	92,7	
	Semi-forcée	2	4,9	
	Forcée	1	2,4	

Seules 15,1% des exploitations enquêtées ont réalisé un regroupement de troupeau dans l'année précédent l'IR. Aucun regroupement n'est intervenu après l'IR.

Le tableau 12 présente les caractéristiques des exploitations constituant l'échantillon en ce qui concerne la politique de réformes avant l'IR.

Tableau 12 : Politique de réformes des exploitations avant l'installation du robot de traite

Caractéristiques	Modalités	Effectifs	% total
Réformes d'animaux (conformation, santé mammaire) en prévision du robot de traite	Oui	10	18,9
	Non	43	81,1
Suppression de quartiers (santé mammaire) en prévision du robot de traite	Oui	4	7,5
	Non	49	92,5

2.3.1.2. Ressenti des éleveurs vis à vis de la transition en traite robotisée

Le tableau 13 présente le ressenti des éleveurs enquêtés vis à vis de l'impact de l'IR sur la CCS de lait de mélange, ainsi que leur ressenti vis à vis des conséquences de l'IR à tous points de vue.

Tableau 13 : Ressenti des éleveurs vis à vis de la transition en traite robotisée

Caractéristiques	Modalités	Effectifs	% total
Lors de l'IR, la situation concernant les infections intramammaires et la CCS de lait de mélange	S'est dégradée et n'est pas encore satisfaisante au moment de l'enquête	15	28,3
	S'est dégradée mais est satisfaisante au moment de l'enquête	15	28,3
	N'a pas été affecté	17	32,1
	S'est améliorée	6	11,3
Tout confondu, votre choix pour cet outil vous semble	Très satisfaisant	24	45,3
	Satisfaisant	24	45,3
	Neutre	3	5,7
	Insatisfaisant	2	3,7
	Très insatisfaisant	0	0,0

En annexe H, est présenté un diagramme rapportant les conseils que les éleveurs donneraient aux exploitations souhaitant acquérir un robot de traite.

2.3.1.3. Classement des exploitations en fonction de leur santé mammaire

Les exploitations participant à l'étude ont été classées en 3 groupes de prévalence selon les modalités décrites dans Matériels et Méthodes (§ 2.2.5.). Ce classement est réalisé en fonction des CCST des 53 exploitations sur une période variable : un premier en fonction des CCST des 22 contrôles avant l'IR, un second en fonction des 11 contrôles avant l'IR. Ces classements sont présentés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Répartition des exploitations en fonction de la prévalence des infections intramammaires sur 22 ou 11 contrôles avant l'installation du robot de traite

	Prévalence	Faible	Moyenne	Elevée
Classement effectué d'après les CCST des 22 derniers contrôles	Exploitations	2;4;7;14;20;26;27; 36;37; 41;42;53	1;3;5;8;9;10;11;13; 17 18;21;22;24;25; 32; 38;39;45;46;47; 51;52	6;12;15;16;19;23;28; 29;30;31;33;34;35; 40;43;44;48;49;50
	Effectifs	12	22	19
	%	22,7	41,5	35,8
Classement effectué d'après les CCST des 11 derniers contrôles	Exploitations	2;4;7;11;20;21;26;27 36; 39;41;42;51;53	1;3;5;9;10;13;14;17 ;18;22;32; 37;38;40;45;46;47	6;8;12;15;16;19;23; 24;25;28;29;30;31; 33;34;35;43;44;48; 49;50;52
	Effectifs	14	17	22
	%	26,4	32,1	41,5

Les exploitations en caractères gras appartiennent aux mêmes groupes de prévalence quelle que soit la période prise en compte (22 contrôles ou 11 contrôles laitiers avant l'IR). Seules 11 exploitations, soit 20,8% de l'échantillon, changent de groupe en fonction de la période étudiée :

- 4 exploitations du groupe de prévalence « faible » sur 11 contrôles laitiers appartiennent au groupe de prévalence « moyenne » sur 22 contrôles laitiers.
- 2 exploitations du groupe de prévalence « moyenne » sur 11 contrôles laitiers appartiennent au groupe de prévalence « faible » sur 22 contrôles laitiers, 1 seule appartient au groupe de prévalence « élevée » sur 22 contrôles.
- 4 exploitations du groupe de prévalence « élevée » sur 11 contrôles laitiers appartiennent au groupe de prévalence « moyenne » sur 22 contrôles laitiers.

Un test est réalisé pour déterminer la concordance entre les deux classements. La concordance est jugée bonne ($\kappa = 0,69$, intervalle de confiance à 95% [0,53 ; 0,85] et coefficient pondéré de $\kappa = 0,76$, intervalle de confiance à 95% [0,63 ; 0,89]). Ceci confirme les observations précédentes.

Nous faisons l'hypothèse que la prévalence observée sur les 22 contrôles avant l'IR reflète mieux l'efficacité des pratiques que l'exploitant a l'habitude de mettre en œuvre.

Pour l'étude descriptive, il est donc décidé d'utiliser les groupes obtenus par le classement des exploitations sur les 22 derniers contrôles avant l'IR.

2.3.2. Description des évolutions observées lors de l'installation du robot de traite

2.3.2.1. Critères de qualité utilisés pour le paiement du lait

Nous réalisons une description de l'évolution de la concentration en cellules somatiques du lait de mélange, des germes totaux, des spores butyriques, de l'indice de lipolyse, du point de congélation du lait, et de la présence d'inhibiteurs suite à l'IR, 24 mois avant et 24 mois après l'IR. En Annexe I sont présentées les évolutions de la production individuelle des vaches laitières et des taux de matières grasses et protéiques du lait de mélange sur la période étudiée.

2.3.2.1.1. Concentration en cellules somatiques du lait de mélange

Le tableau 15 présente l'évolution du nombre d'exploitations pénalisées au moins une fois sur la période étudiée. Une exploitation est pénalisée quand la concentration en cellules somatiques du lait de mélange est supérieure à 250 000 cellules/ml.

Tableau 15 : Evolution du nombre d'exploitations pénalisées au moins une fois pour le critère concentration en cellules somatiques du lait de mélange sur la période étudiée

	Non pénalisées après l'IR	Pénalisées après l'IR	Total
Non pénalisées avant l'IR	0	3	3
Pénalisées avant l'IR	1	46	47
Total	1	49	50

L'IR ne conduit pas à une augmentation du nombre d'exploitations pénalisées sur le critère concentration en cellules somatique (Test de Khi-2 de Mac Nemar, $P = 0,62$).

Les exploitations pénalisées le sont en moyenne 7,0 mois avant l'IR et 9,8 mois après l'IR. La différence est significative ($P = 0,022$).

La figure 5 présente l'évolution de la concentration moyenne en cellules somatiques du lait de mélange des exploitations étudiées. L'IR est symbolisée par une droite verticale.

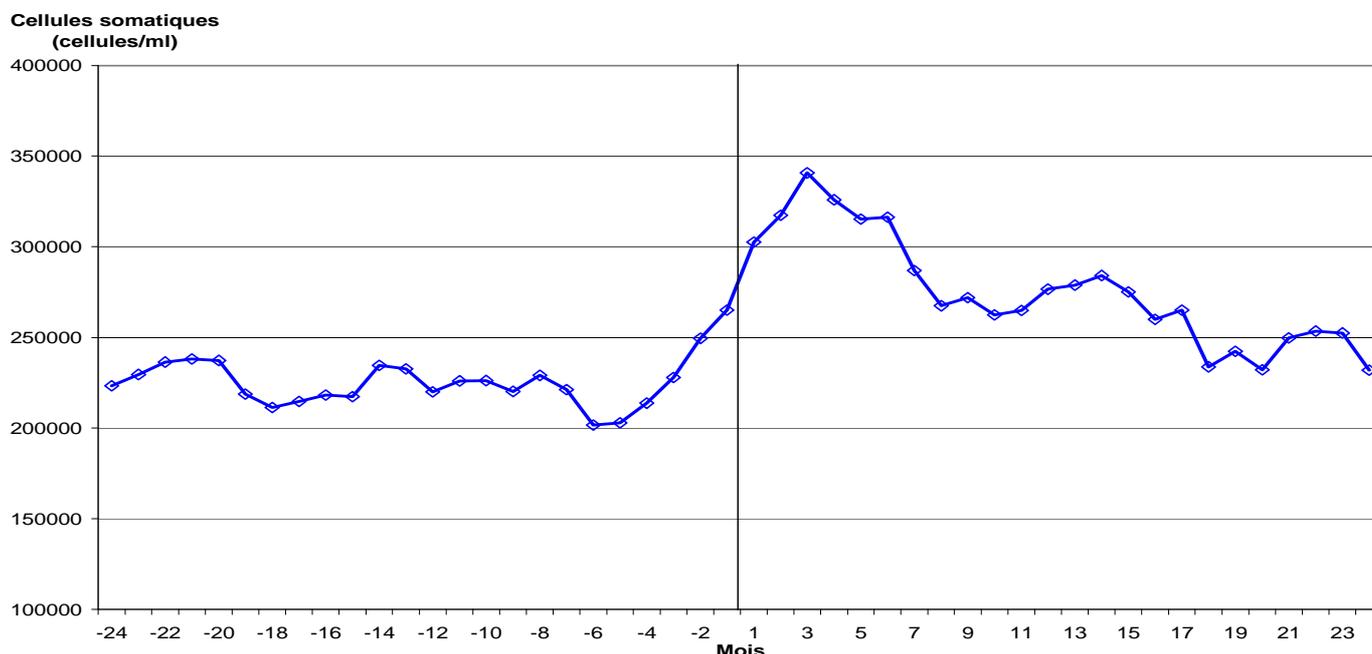


Figure 5 : Evolution de la concentration moyenne en cellules somatiques du lait de mélange des exploitations de la population d'étude

Une augmentation de la concentration moyenne en cellules somatiques du lait de mélange est visible dans les 3 mois qui précèdent l'IR. Les 17 premiers mois suivants l'IR elle est supérieure à 250 000 cellules/ml. L'étude de l'évolution de la concentration en cellules somatiques du lait est détaillée § 2.3.2.2..

Le tableau 16 présente l'évolution du nombre d'exploitations ayant livré du lait dit hors normes, dont la concentration en cellules somatiques du lait de mélange est supérieure à 400 000 cellules/ml au moins une fois sur la période étudiée.

Tableau 16 : Evolution du nombre d'exploitations ayant livré au moins une fois du lait dit hors normes sur la période étudiée

	Non HN après l'IR	HN après l'IR	Total
Non HN avant l'IR	19	18	37
HN avant l'IR	3	10	13
Total	22	28	50

L'IR conduit à une augmentation du nombre d'exploitations livrant au moins une fois du lait hors normes pour le critère concentration en cellules somatiques (Test de Khi-2 de Mac Nemar, $P = 0,002$). Il s'agit en majorité d'exploitations n'ayant jamais livré de lait hors normes avant l'installation du robot.

Les exploitations hors normes le sont en moyenne 3,6 mois avant l'IR et 5,5 mois après l'IR sur la période étudiée. La différence est significative ($P = 0,008$).

2.3.2.1.2. Germes totaux

La tableau 17 présente l'évolution du nombre d'exploitations ayant livré du lait dont la concentration en germes totaux est supérieure à 15 000 germes/ml au moins 1 une fois sur la période étudiée. Le seuil de pénalité en ce qui concerne les germes totaux est de 50 000 germes/ml, toutefois ce seuil n'est qu'exceptionnellement atteint. Des conditions idéales de traites conduisent normalement à une contamination de moins de 7 000 germes/ml. Nous prendrons ici un seuil moins sévère, 15 000 germes/ml, compte tenu des résultats moyens de l'échantillon.

Tableau 17 : Evolution du nombre d'exploitations ayant livré au moins une fois du lait dépassant 15 000 germes/ml sur la période étudiée

	Inférieures au seuil après l'IR	Supérieures au seuil après l'IR	Total
Inférieures au seuil avant l'IR	1	6	7
Supérieures au seuil avant l'IR	1	42	43
Total	2	48	50

L'IR ne conduit pas à une augmentation du nombre d'exploitations dépassant le seuil de 15 000 germes/ml (Test de Khi-2 de Mac Nemar, $P = 0,13$).

Les exploitations dépassant le seuil, le dépassent en moyenne 4,6 mois avant l'IR et 6,4 mois après l'IR ($P = 0,25$).

La contamination moyenne du lait livré est de 15 500 germes/ml avant l'IR contre 25 300 germes/ml pour l'année après l'IR. La différence est significative (63,2% d'augmentation, $P < 0,001$).

En Annexe J est disponible l'évolution de la contamination en germes totaux du lait livré sur la période étudiée.

2.3.2.1.3. Spores butyriques

Le tableau 18 présente l'évolution du nombre d'exploitations ayant livré du lait contenant plus de 1000 spores butyriques/l au moins une fois sur la période étudiée avant ou après l'IR.

Tableau 18 : Evolution du nombre d'exploitations pénalisées au moins une fois sur le critère spores butyriques sur la période étudiée

	Non pénalisées après l'IR	Pénalisées après l'IR	Total
Non pénalisées avant l'IR	1	3	4
Pénalisées avant l'IR	6	40	46
Total	7	43	50

L'IR ne conduit pas à une augmentation du nombre d'exploitations pénalisées sur le critère concentration en cellules somatiques (Test de Khi-2 de Mac Nemar, $P = 0,51$).

Les exploitations pénalisées le sont en moyenne 5,9 mois avant l'IR et 6,4 mois après l'IR sur la période étudiée ($P = 0,97$).

Enfin, en moyenne sur tout l'échantillon, la contamination en spores butyriques du lait de mélange avant l'IR est de 810 spores/l contre 915 spores/l après l'IR. La différence est significative ($P = 0,044$).

Toutefois une augmentation transitoire de l'indicateur est visible (Annexe J). La première année après l'IR, la contamination moyenne en spores butyriques est de 1070 spores/l ce qui est significativement différent de la moyenne observée avant l'IR (810 spores/l, soit 32,1% d'augmentation, $P < 0,001$) et supérieur au seuil de pénalité. La seconde année d'utilisation du robot est marquée par un retour à la situation initiale. En Annexe J est disponible l'évolution de la contamination en spores butyriques du lait de mélange sur la période étudiée.

2.3.2.1.4. Indice de lipolyse

Le tableau 19 présente l'évolution du nombre d'exploitations ayant livré du lait dont la concentration en AGL est supérieure à 0,89 meq/100g de matière grasse au moins une fois sur la période étudiée. Le dosage des AGL est généralement effectué tous les 3 mois.

Tableau 19 : Evolution du nombre d'exploitations pénalisées au moins une fois sur le critère lipolyse sur la période étudiée

	Non pénalisées après l'IR	Pénalisées après l'IR	Total
Non pénalisées avant l'IR	14	23	37
Pénalisées avant l'IR	4	9	13
Total	18	32	50

L'IR conduit à une augmentation du nombre d'exploitations livrant au moins une fois du lait non conforme pour l'indice de lipolyse (Test de Khi-2 de Mac Nemar, $P < 0,001$).

Les exploitations non conformes le sont en moyenne pour 1,8 dosage avant l'IR et 3,6 après l'IR sur la période étudiée ($P = 0,20$).

La figure 6 présente l'évolution de l'indice de lipolyse sur la période étudiée. L'IR est symbolisée par une droite verticale.

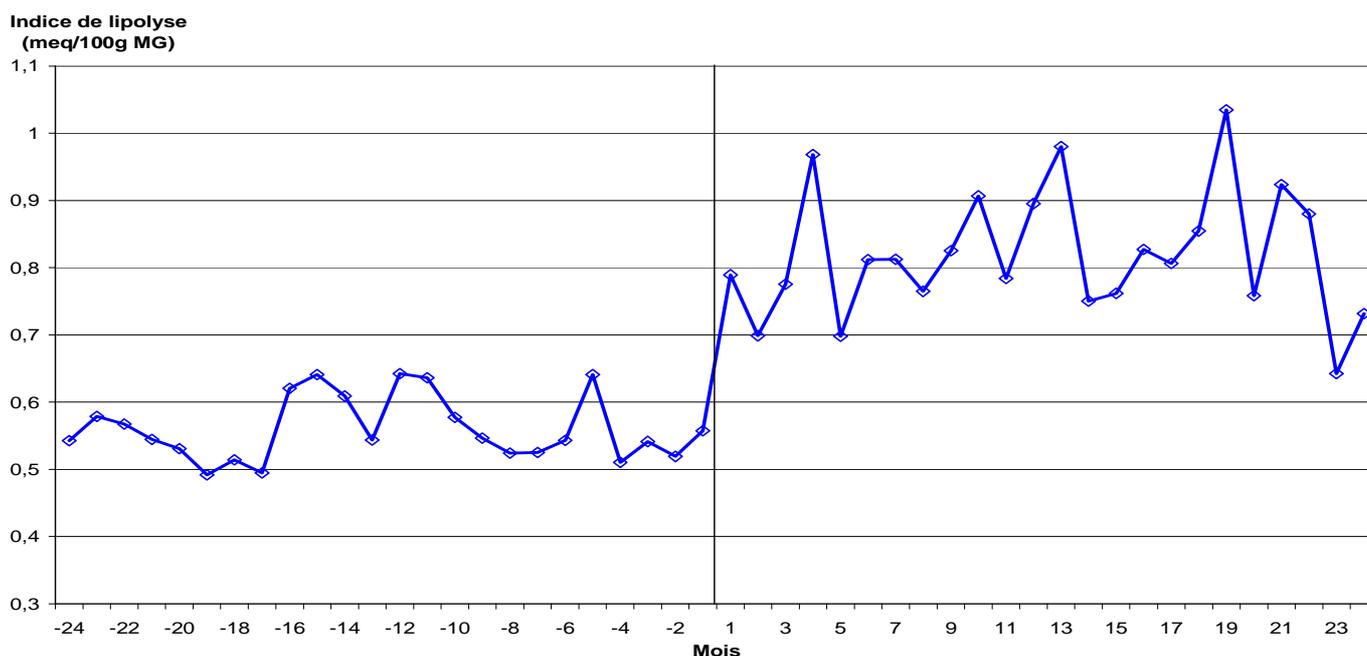


Figure 6 : Evolution de l'indice de lipolyse du lait de mélange des exploitations de la population d'étude

Une nette augmentation de l'indice de lipolyse est visible lors de l'IR. Aucun retour à la situation initiale n'est visible sur la période étudiée. En moyenne sur la période étudiée, la concentration en AGL avant l'IR est de 0,56 meq/100g de matière grasse contre 0,82 meq/100g de matière grasse après l'IR. La différence est significative (augmentation de 46,4%, $P < 0,001$).

2.3.2.1.5. Point de congélation du lait

Le tableau 20 présente l'évolution du nombre d'exploitations ayant livré du lait contenant plus de 3% d'eau (soit un point de congélation du lait supérieur à $-0,520^{\circ}\text{C}$) au moins une fois sur la période étudiée. Seules les données de 39 exploitations sont disponibles.

Tableau 20 : Evolution du nombre d'exploitations ayant livré au moins une fois du lait non conforme sur le critère cryoscopie du lait sur la période étudiée

	Conformes après l'IR	Non conformes après l'IR	Total
Conformes avant l'IR	25	7	32
Non conformes avant l'IR	4	3	7
Total	29	10	39

L'IR ne conduit pas à une augmentation du nombre d'exploitations livrant du lait contenant plus de 3% d'eau (Test de Khi-2 de Mac Nemar, $P = 0,55$).

Les exploitations non conformes le sont en moyenne 1,1 mois avant l'IR et 1,2 mois après l'IR sur la période étudiée ($P = 0,42$).

2.3.2.1.6. Présence d'inhibiteurs

Le tableau 21 présente l'évolution du nombre d'exploitations ayant livré du lait contenant des inhibiteurs au moins une fois sur la période étudiée.

Tableau 21 : Evolution du nombre d'exploitations ayant livré au moins une fois du lait contenant des inhibiteurs sur la période étudiée

	Absence après l'IR	Présence après l'IR	Total
Absence avant l'IR	43	3	46
Présence avant l'IR	4	0	4
Total	47	3	50

La contamination du lait par les inhibiteurs apparaît rare et accidentelle et n'est pas influencée par l'IR.

2.3.2.2. Concentration en cellules somatiques du lait de troupeau

Dans un premier temps, nous étudions les évolutions « individuelles » des CCST des 53 exploitations. Dans un deuxième temps, nous décrivons l'évolution de la CCST moyenne de l'ensemble de la population d'étude, puis en fonction des 3 groupes de prévalence établis précédemment. Enfin, nous présentons les évolutions des CCST des robots installés avant et après mai 2005, date moyenne de l'IR de notre échantillon. L'effet de l'installation du robot sur la CCSI des vaches infectées est traité en Annexe Q.

2.3.2.2.1. Evolutions individuelles des 53 exploitations

La figure 7 présente la répartition en 10 catégories des exploitations étudiées, en fonction de la différence de CCST moyenne observée 22 contrôles avant l'IR et 6 contrôles après. Une différence négative signe donc une amélioration de la CCST moyenne dans les 6 mois suivant l'IR.

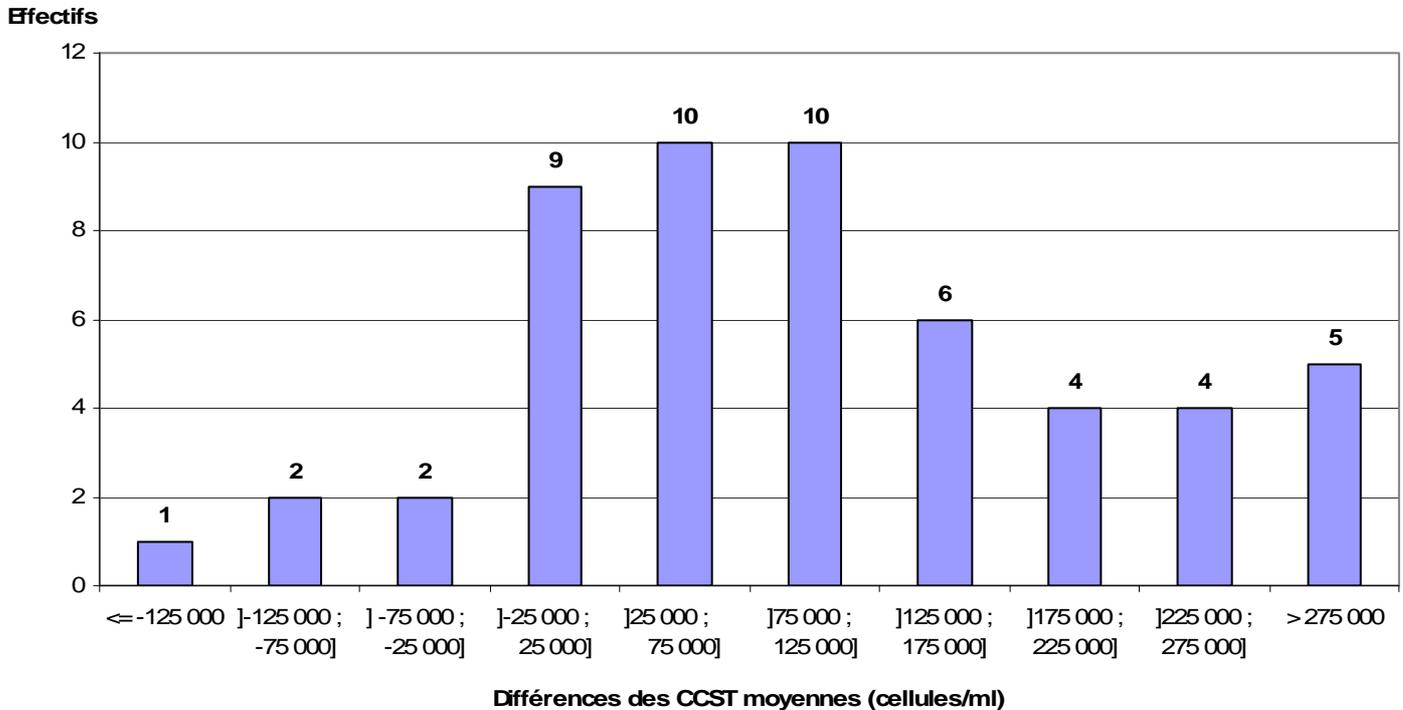


Figure 7 : Répartition des exploitations en fonction de la différence des CCST moyennes 22 contrôles avant et 6 contrôles après l'installation du robot de traite

9 exploitations (17,0% de l'échantillon) ne connaissent qu'une faible variation des CCST moyennes (+/- 25 000 cellules/ml), dans les 6 mois suivant l'IR. D'autre part, 5 exploitations (9,4% de l'échantillon) améliorent leurs CCST moyennes lors de l'IR. En revanche, 39 exploitations (73,6 % de l'échantillon) connaissent une dégradation de la CCST moyenne dans les 6 mois suivant l'IR, parfois dans des proportions très importantes (> 125 000 cellules/ml pour 19 exploitations, 35,8% de l'échantillon). L'évolution individuelle des exploitations en fonction de leur groupe de prévalence est présentée en Annexe P.

Le tableau 22 présente la répartition des exploitations dépassant en moyenne les seuils de pénalités de 300 000 et 400 000 cellules/ml les 6 premiers mois d'utilisation du robot.

Tableau 22 : Répartition des exploitations dépassant en moyenne, sur les 6 premiers mois après l'IR, les seuils de pénalités

	Groupe de prévalence "faible"	Groupe de prévalence "moyenne"	Groupe de prévalence "élevée"	Total
] 300 000 – 400 000 cellules/ml [4 (33% du groupe)	10 (45%)	4 (21%)	18
>= 400 000 cellules/ml	1 (8% du groupe)	3 (14%)	11 (58%)	15

18 exploitations (34,0% de l'échantillon) ont une CCST moyenne supérieure au seuil de 300 000 cellules/ml sur les 6 premiers mois d'utilisation du robot. La majorité d'entre elles sont des exploitations du groupe de prévalence « moyenne ». 15 exploitations (28,3% de l'échantillon) ont sur cette même période une CCST moyenne supérieure au seuil de 400 000 cellules/ml. La majorité d'entre elles sont des exploitations du groupe de prévalence « élevée ».

2.3.2.2.2. Evolution moyenne dans les 53 exploitations

Le suivi de la CCST moyenne des 53 exploitations montre une dégradation suite à l'IR (symbolisée par une droite verticale). Avant l'IR la CCST est proche de 250 000 cellules/ml, elle augmente légèrement les trois derniers contrôles laitiers avant l'IR (parmi les plus élevés sur les 22 contrôles précédant l'IR).

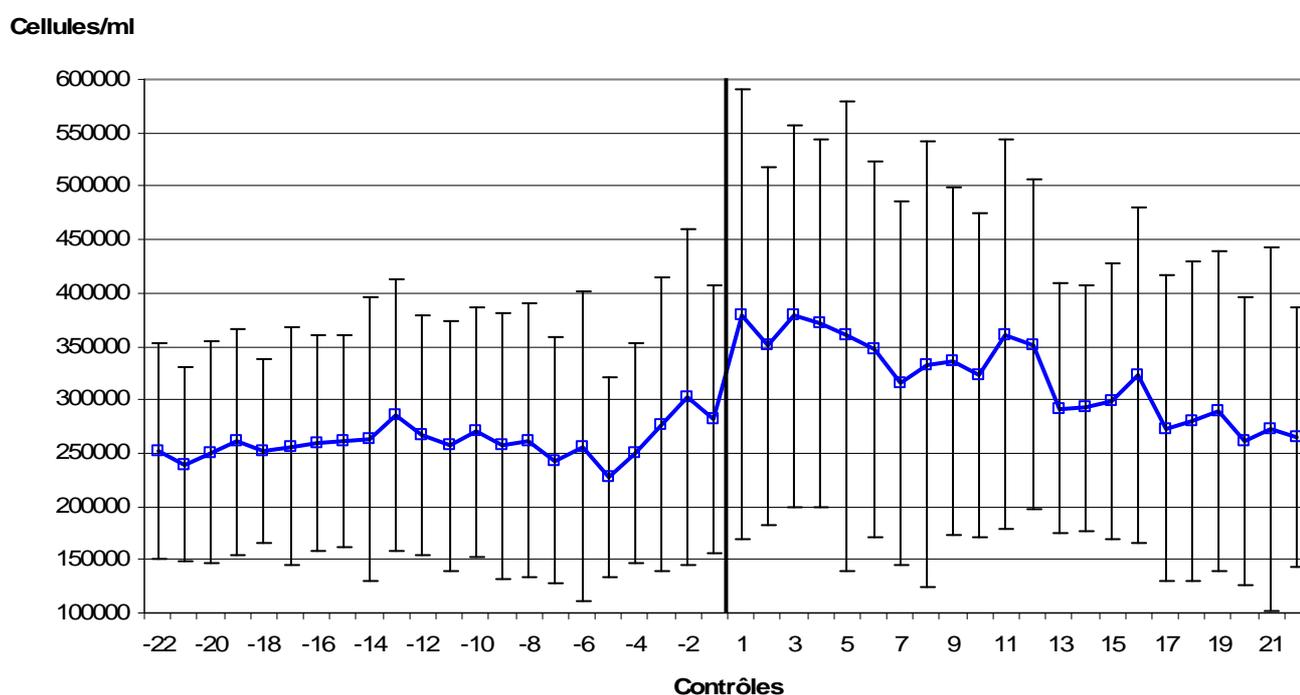


Figure 8 : Evolution de la CCST moyenne des exploitations de la population d'étude et de sa dispersion

Une nette augmentation de la CCST moyenne est visible lors de l'IR. Les 12 contrôles suivants l'IR ont tous des comptages moyens supérieurs à 300 000 cellules/ml, les 6 premiers sont supérieurs à 350 000 cellules/ml. Globalement, sur l'année qui suit l'IR, les CCST diminuent mais ne repassent pas sous 250 000 cellules/ml. La moyenne des CCST des 11 premiers contrôles après l'IR (350 000 cellules/ml) est significativement différente de celle des 22 contrôles avant l'IR (260 000 cellules/ml) ($P < 0,001$). Seule la moyenne des CCST des 6 derniers contrôles étudiés ne diffère pas de celle des 22 contrôles avant l'IR, respectivement 273 000 et 260 000 cellules/ml ($P = 0,175$).

Les barres d'erreurs symbolisent un écart-type. La dispersion des CCST des exploitations étudiées augmente globalement les 12 premiers contrôles suivant l'IR.

2.3.2.2.3. Evolution selon les 3 groupes de prévalence

Le suivi de la CCST moyenne de chacun des 3 groupes de prévalence montre, dans chaque cas, une dégradation de la CCST consécutive à l'IR (symbolisée par une droite verticale). Sur l'ensemble de la période étudiée, la CCST moyenne du groupe de prévalence « faible » est meilleure que celle du groupe de prévalence « moyenne », la CCST moyenne de ce groupe étant meilleure que celle du groupe de prévalence « élevée ». Les CCST moyennes des groupes calculées sur les 22 contrôles avant l'IR sont significativement différentes (respectivement 183 000 ; 242 000 et 336 000 cellules/ml, $P < 0,001$). Il en est de même des CCST moyennes sur 22 contrôles après l'IR (respectivement 263 000 ; 313 000 et 399 000 cellules/ml, $P = 0,012$).

Pour le groupe de prévalence « faible » une augmentation de l'indicateur est visible 2 contrôles avant l'IR. Pour le groupe de prévalence « moyenne », l'augmentation débute 3 contrôles avant l'IR. Pour le dernier groupe, ce phénomène est moins perceptible.

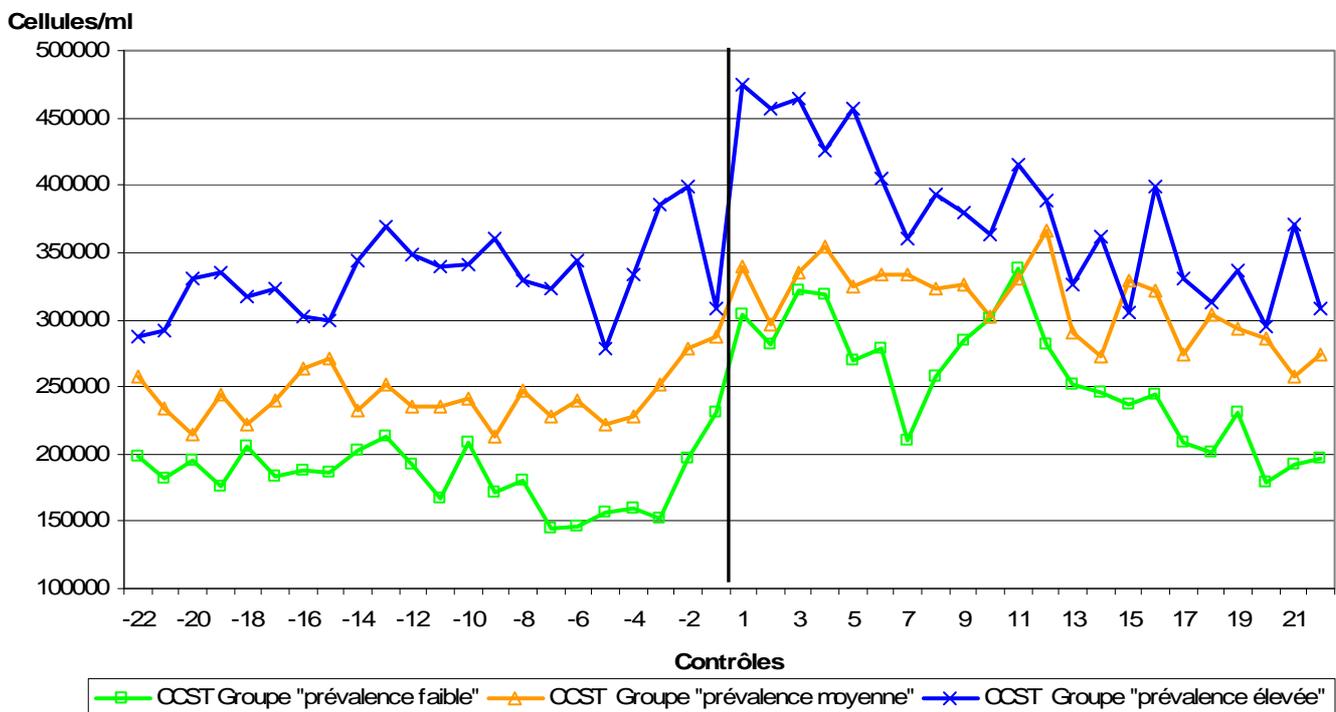


Figure 9 : Evolution des CCST moyennes des 3 groupes de prévalence

Groupe de prévalence « faible » : la CCST moyenne des 11 premiers contrôles après l'IR est de 288 000 cellules/ml. Elle est significativement différente de celle des 22 contrôles avant l'IR : 183 000 cellules/ml ($P < 0,001$). Sur les 11 premiers contrôles après l'IR, 10 sont supérieurs à 250 000 cellules/ml, mais seuls 4 sont supérieurs à 300 000 cellules/ml.

La CCST moyenne des 6 derniers contrôles étudiés ne diffère pas significativement de la moyenne des CCST des 22 ou même des 11 contrôles avant l'IR (respectivement $P = 0,23$ et $P = 0,06$ (forte tendance toutefois)).

Groupe de prévalence « moyenne » : les 12 premiers contrôles après l'IR sont supérieurs à 300 000 cellules/ml, valeur jamais atteinte avant l'IR. Les CCST diminuent après le 12^{ème} contrôle, mais restent supérieures à 250 000 cellules/ml. La moyenne des CCST des 22 contrôles après l'IR est différente de celles des 22 contrôles avant l'IR (respectivement 312 000 contre 243 000 cellules/ml, $P = 0,003$). Néanmoins, la CCST moyenne des 6 derniers

contrôles étudiés ne diffère pas de celle des 22 contrôles avant l'IR (respectivement 275 500 et 242 000 cellules/ml, $P = 0,159$).

Groupe de prévalence « élevée » : les CCST des 6 premiers contrôles suivants l'IR sont toutes supérieures à 400 000 cellules/ml. La CCST moyenne sur ces 6 mois diffère de celle des 22 contrôles avant l'IR (respectivement 447000 contre 331 000 cellules/ml, $P < 0,001$). La CCST moyenne calculée du 7^{ème} au 22^{ème} contrôle après l'IR ne diffère pas de celle calculée pour les 22 contrôles avant l'IR (respectivement 353 000 contre 331 000 cellule/ml, $P = 0,46$).

Ce même graphique a été réalisé avec les groupes formés d'après le classement sur les CCST des 11 derniers contrôles avant l'IR. Il est visible en Annexe K. Le classement réalisé sur 11 contrôles semble moins prédictif de l'évolution des CCST après l'IR que celui utilisé ici.

2.3.2.2.4. Evolution moyenne en fonction de la date d'installation du robot de traite

La figure 10 présente l'évolution de la CCST moyenne des 53 exploitations en fonction de leurs dates d'installation (avant ou après mai 2005). Dans les deux cas une dégradation des CCST suite à l'IR (symbolisée par une droite verticale) est mise en évidence. Pour les robots installés après mai 2005, cette dégradation débute 3 contrôles avant l'IR

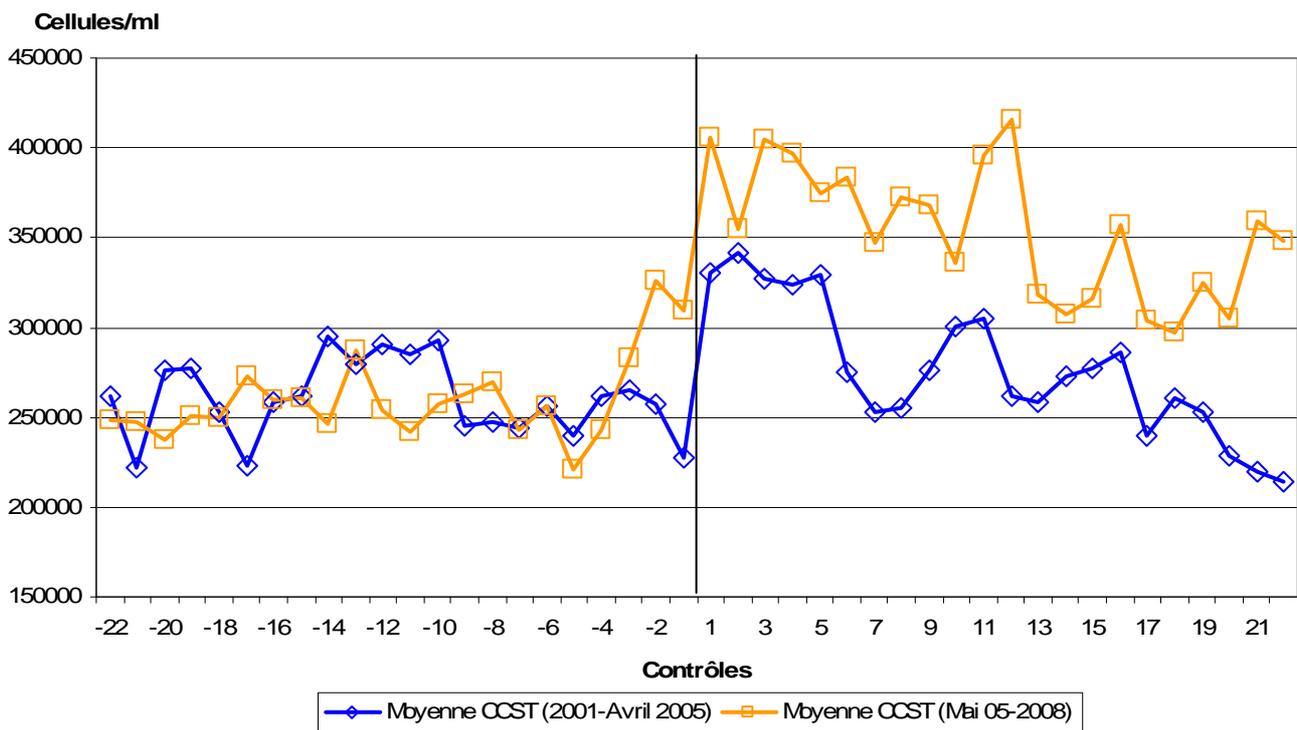


Figure 10 : Evolution des CCST moyennes des exploitations de l'échantillon en fonction de la date d'installation du robot

Sur les 22 contrôles avant l'IR, les CCST moyennes des exploitations des deux groupes ne diffèrent pas, 262 000 cellules/ml pour les exploitations robotisées avant mai 2005, 263 000 cellules/ml pour les autres ($P = 0,53$).

Sur les 22 contrôles après l'IR, la CCST moyenne des exploitations robotisées avant mai 2005, de 278 000 cellules/ml diffère de celle des autres exploitations (361 000 cellules/ml) ($P = 0,017$). Notons que la répartition des exploitations dans les 3 groupes de prévalence est indépendante de la date d'IR (test de Khi Deux, $P = 0,81$).

Sur la période étudiée après l'IR, les CCST des exploitations robotisées après mai 2005 n'atteignent pas de valeurs comparables à celles observées avant l'IR. En ce qui concerne les élevages robotisés avant mai 2005, une diminution des CCST moyenne est visible à partir du 6^{ème} contrôle après l'IR. La CCST moyenne des 22 contrôles avant l'IR ne diffère pas de la CCST moyenne calculée du 6^{ème} au 22^{ème} contrôle après l'IR (respectivement 262 000 et 261 000 cellules/ml ($P = 0,90$)).

NB : Les vaches infectées ($CCSI \geq 300\,000$ cellules/ml), 2 contrôles laitiers avant et après l'IR, subissent une augmentation moyenne de leurs CCSI d'environ 350 000 cellules/ml suite à l'IR (Annexe Q).

2.3.2.3. Prévalence apparente des infections intramammaires

2.3.2.3.1. Evolution moyenne dans les 53 exploitations

La figure 11 présente l'évolution de la prévalence apparente moyenne des infections intramammaires dans les 53 élevages de la population d'étude sur une période allant de 22 contrôles avant l'IR à 22 contrôles après. L'objectif technique ($< 20\%$) est toujours dépassé en moyenne.

Prévalence apparente (%)

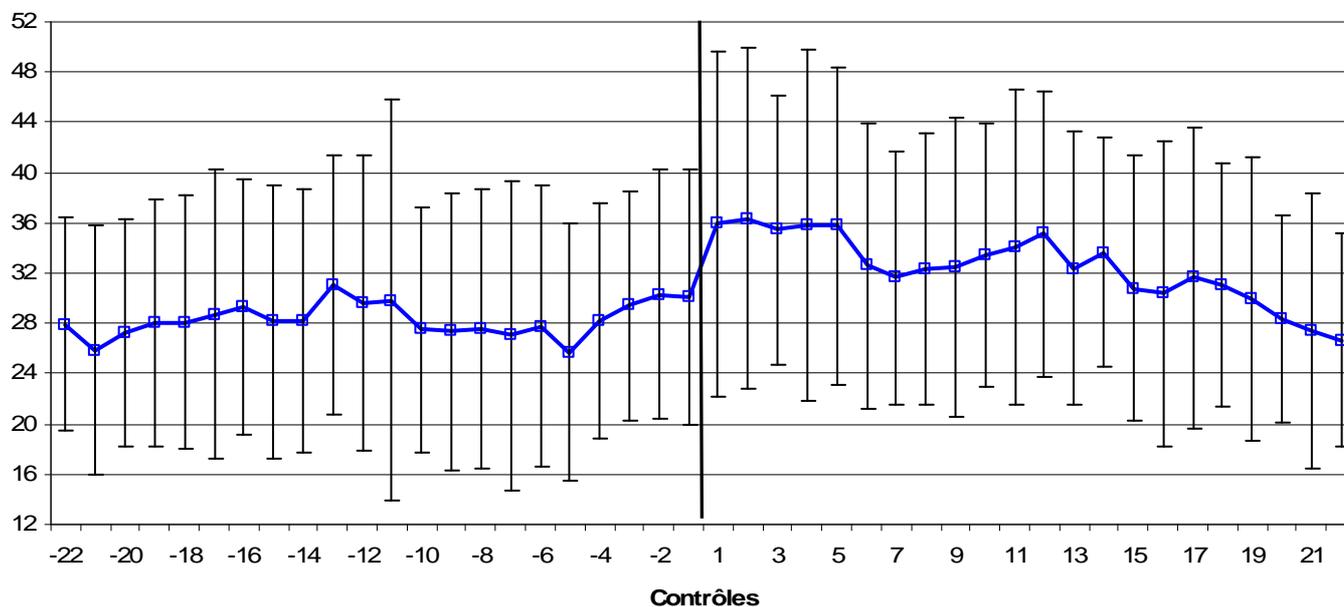


Figure 11 : Evolution de la prévalence apparente moyenne de la population d'étude et sa dispersion

De façon attendue, le profil de la courbe est similaire à ce qui est observé lors du suivi de la CCST moyenne de l'échantillon sur cette même période.

L'augmentation de la prévalence est nette lors du passage en système de traite robotisé. Sur les 5 premiers contrôles après l'IR, en moyenne, plus du tiers des vaches laitières présentes sont infectées. Globalement la prévalence diminue au cours des 22 contrôles

suyvants l'installation du robot. La prévalence apparente moyenne des 6 derniers contrôles étudiés ne diffère pas de celle des 22 contrôles précédents l'IR (respectivement 29,2 % et 28,6%, $P = 0,47$).

Les barres d'erreur symbolisent un écart-type. La dispersion de la prévalence augmente lors de l'IR.

2.3.2.3.2. Evolution selon les 3 groupes de prévalence

La figure 12 présente l'évolution de la prévalence apparente moyenne de chacun des 3 groupes étudiés. Dans chaque groupe, une augmentation de la prévalence consécutive à l'IR (symbolisée par une droite verticale) est mise en évidence.

L'écart entre les prévalences moyennes des différents groupes se réduit les 2 derniers contrôles avant l'IR, cette tendance se poursuit sur la période étudiée après l'IR. Toutefois les prévalences apparentes moyennes des 3 groupes de prévalence calculées avant l'IR diffèrent sur les 22 contrôles avant l'IR (respectivement 21,3%, 26,9%, 34,0% $P < 0,001$). Il en est de même sur les 22 contrôles suivants l'IR (respectivement, 28,1%, 32,5%, 36,7%, $P = 0,013$).

Prévalence apparente (%)

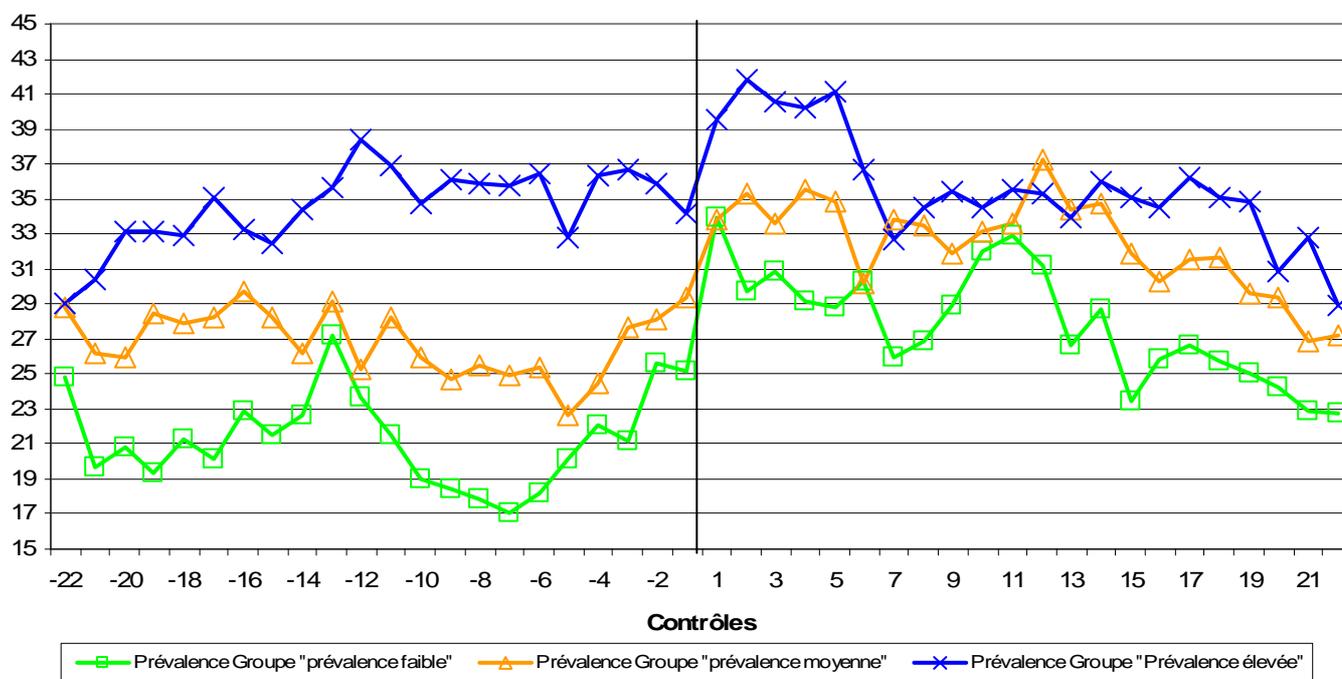


Figure 12 : Evolution de la prévalence moyenne des 3 groupes de prévalence

Groupe de prévalence « faible » : la prévalence moyenne se dégrade 2 contrôles avant l'IR. Lors de l'IR la dégradation est nette, mais globalement la tendance est à l'amélioration sur les 22 contrôles après l'IR. Les très faibles prévalences visibles durant l'année avant l'IR ne sont plus jamais atteintes. Sur les 6 derniers mois étudiés, la prévalence moyenne diffère toutefois de celle des 22 contrôles avant l'IR (respectivement 21,3% et 24,2%, $P < 0,001$)

Groupe de prévalence « moyenne » : la prévalence moyenne se dégrade 3 contrôles avant l'IR. Les performances des 18 premiers contrôles après l'IR sont toutes moins bonnes que les performances des 22 contrôles précédents l'IR. La prévalence apparente moyenne des 6 derniers contrôles étudiés diffère significativement de celle des 22 contrôles avant l'IR (respectivement 26,9% et 29%, $P < 0,001$).

Groupe de prévalence « élevée » : la prévalence se dégrade nettement lors de l'IR. Les 5 premiers contrôles suivants l'IR révèlent tous une prévalence supérieure à ce qui est observé avant l'IR. La prévalence apparente moyenne calculée du 7^{ème} au 22^{ème} contrôle après l'IR ne diffère pas de celle calculée pour les 22 contrôles avant l'IR (respectivement, 34,9% et 33,9%, $P = 0,68$).

2.3.2.4. Incidence apparente des infections intramammaires

Une augmentation de la prévalence peut être due à une augmentation de l'incidence apparente ou à une augmentation de la persistance apparente.

2.3.2.4.1. Evolution moyenne dans les 53 exploitations

La figure 13 présente l'évolution de l'incidence apparente moyenne des infections intramammaires dans les 53 exploitations de notre échantillon sur une période allant de 22 contrôles avant l'IR à 22 contrôles après. Il s'agit de la proportion de nouvelles infections comme défini dans le Matériels et méthodes (§ 2.2.3.). L'IR est symbolisée par une droite verticale.

incidence apparente (%)

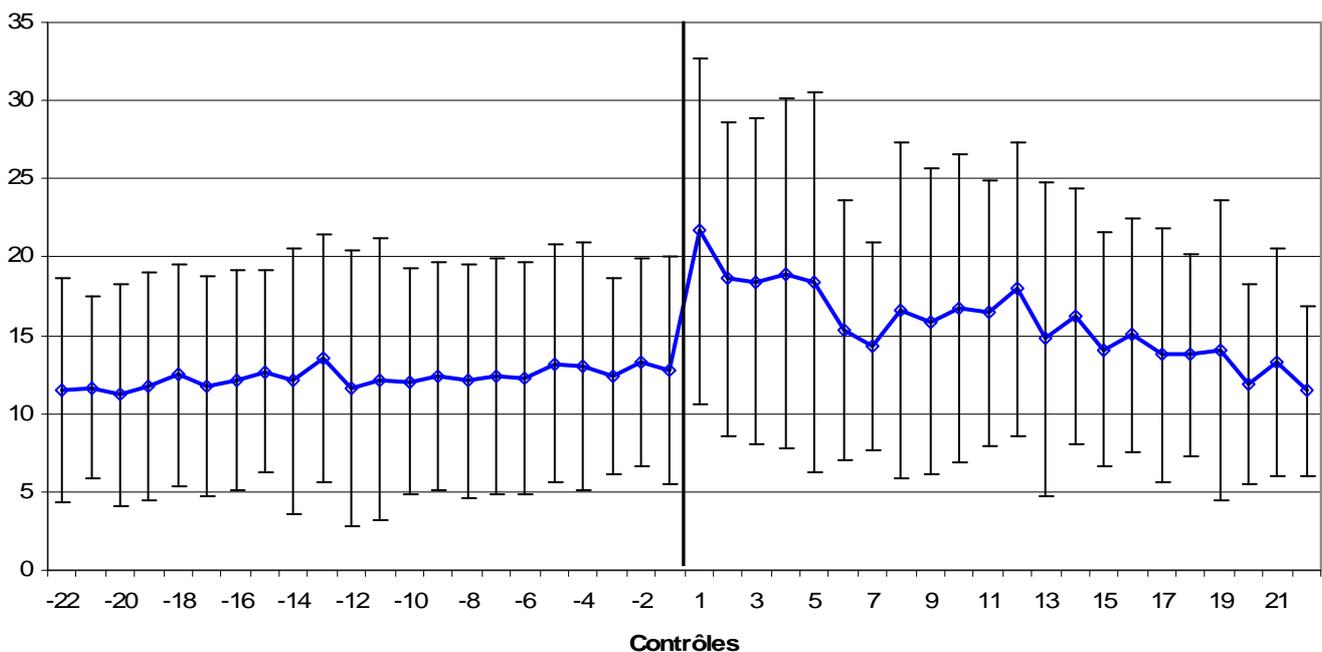


Figure 13 : Evolution de l'incidence apparente moyenne de la population étudiée

Une nette augmentation (+8,9%) de la proportion de nouvelles infections est visible lors de l'IR. Avant l'IR, l'incidence apparente varie entre 11 et 14% ce qui est supérieur à l'objectif technique : < 9,5%. L'incidence apparente moyenne des 22 contrôles après l'IR diffère de celle des 22 contrôles avant l'IR (15,3 contre 12,3%, $P < 0,001$). L'incidence apparente moyenne des 6 derniers contrôles étudiés ne diffère pas de celle des 22 contrôles avant l'IR (12,8 contre 12,3%, $P = 0,11$).

Sur les 16 contrôles suivant l'IR, bien que la tendance globale soit à la décroissance, 13 contrôles révèlent une incidence apparente supérieure à 15%.

Les barres d'erreur symbolisent un écart-type.

2.3.2.4.2. Evolution selon les 3 groupes de prévalence

La figure 14 présente l'évolution de l'incidence apparente moyenne de chacun des 3 groupes de prévalence étudiés. Dans chaque groupe, une augmentation de l'incidence apparente est visible lors de l'IR.

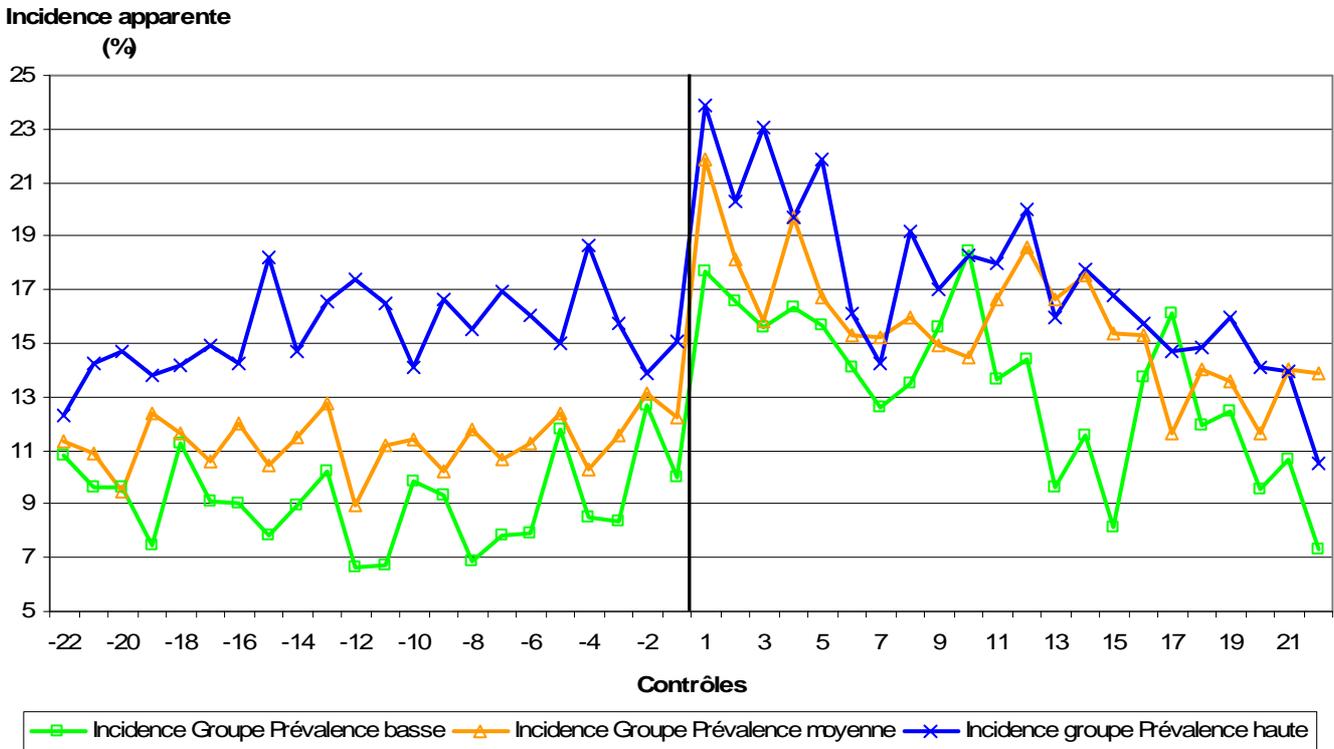


Figure 14 : Evolution de l'incidence apparente moyenne des 3 groupes de prévalence

Les incidences apparentes moyennes des 3 groupes de prévalence sont significativement différentes sur les 22 contrôles avant l'IR (respectivement 9,1 ; 11,3 et 15,8%, $P < 0,001$). Les écarts se resserrent après l'IR. Sur les 6 premiers contrôles après l'IR, les incidences apparentes moyennes ont tendance à différer entre les 3 groupes (respectivement 16,0 ; 17,9 ; 20,9 %, $P = 0,098$). En revanche, sur les 11 premiers contrôles après l'IR, elles ne diffèrent pas (respectivement 15,4 ; 16,8 et 19,3%, $P = 0,20$). Enfin, sur les 11 derniers contrôles étudiés les incidences apparentes moyennes des 3 groupes ont à nouveau fortement tendance à différer (12,6 ; 15,0 et 15,4 %, $P = 0,071$).

Quel que soit le groupe de prévalence, l'incidence apparente est supérieure à 15 % les 5 premiers contrôles après l'IR. Les incidences apparentes moyennes diminuent sur la période étudiée après l'IR.

2.3.2.5. Persistance apparente des infections intramammaires

2.3.2.5.1. Evolution moyenne dans les 53 élevages

La figure 15 présente l'évolution moyenne de la persistance apparente des infections intramammaires dans les 53 élevages de notre population d'étude sur une période allant de 22 contrôles avant l'IR à 22 contrôles après. L'objectif technique ($< 45\%$) est toujours dépassé en moyenne.

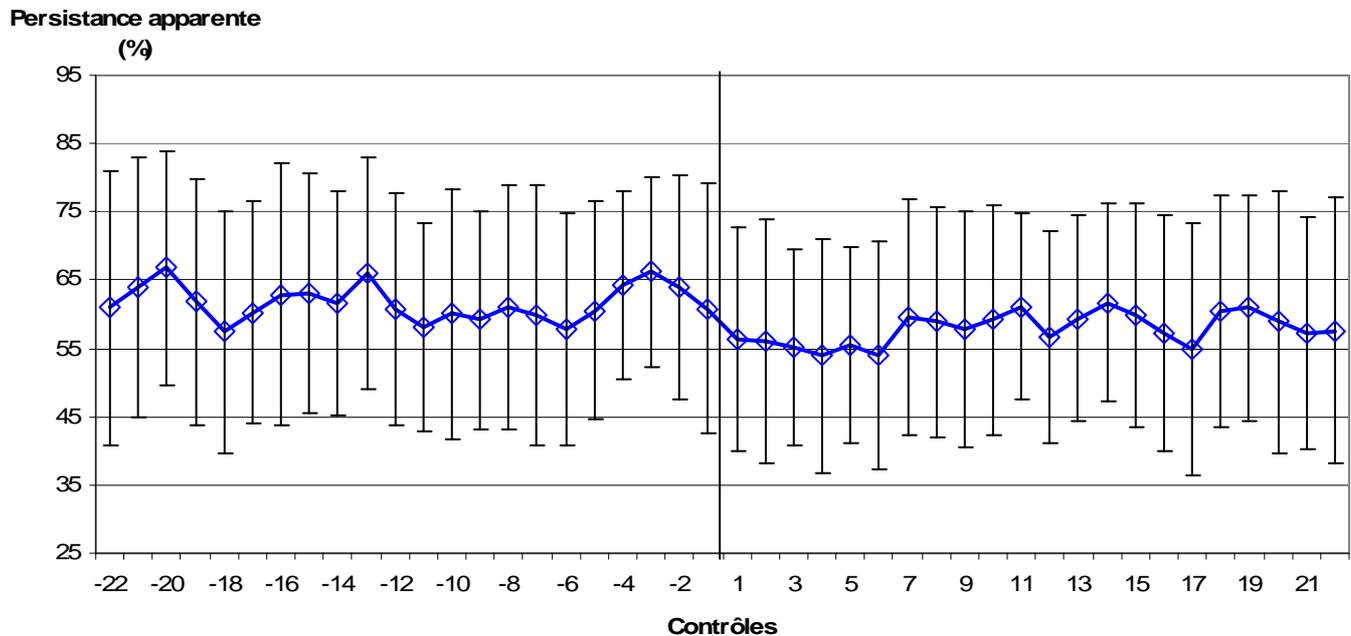


Figure 15 : Evolution de la persistance apparente moyenne de la population étudiée

Une légère diminution du pourcentage d'infections persistantes est visible lors de l'IR.

La persistance apparente moyenne sur les 22 contrôles avant l'IR est de 61,7% et de 57,1% sur les 22 contrôles après. La différence est significative ($P < 0,001$). Les barres d'erreur symbolisent un écart-type.

2.3.2.5.2. Evolution selon les 3 groupes de prévalence

La figure 16 présente l'évolution de la persistance apparente moyenne de chacun des 3 groupes de prévalence étudiés. La persistance apparente est peu influencée par les groupes de prévalence établis.

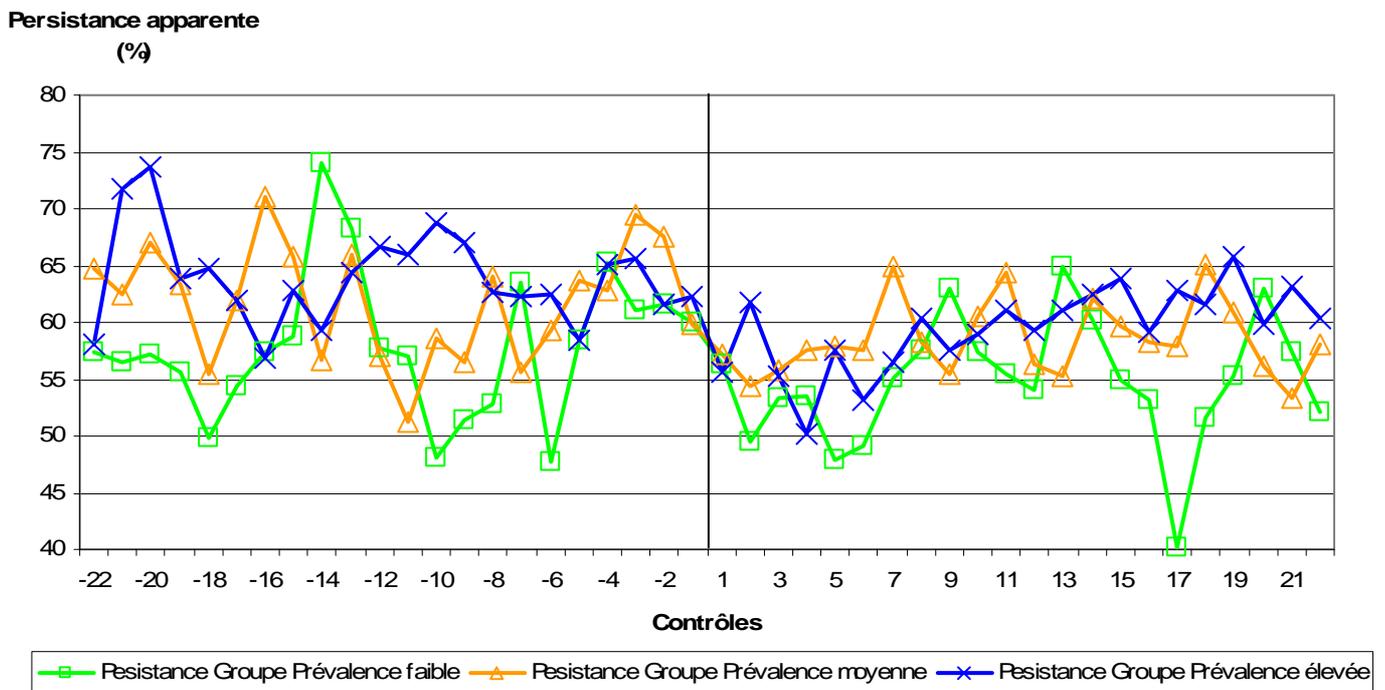


Figure 16 : Evolution de la persistance apparente moyenne des 3 groupes de prévalence

Quel que soit le groupe de prévalence étudié, l'IR ne s'accompagne pas de variations majeures de la persistance apparente. L'évolution observée est la même quel que soit le groupe de prévalence pris en compte.

2.3.3. Evolution de la composition des groupes de prévalence

2.3.3.1. Concordance entre les groupes de prévalence avant et après l'installation du robot de traite

La figure 9 (§ 2.3.2.2.2.), étudiée précédemment, révèle qu'en moyenne, quel que soit le groupe de prévalence étudié, les CCST se dégradent au-delà de 260 000 cellules/ml les 6 premiers mois.

En moyenne toujours, seules les exploitations du groupe de prévalence « faible » passent sous les 200 000 cellules/ml à partir du 20^{ème} contrôle après l'IR. Nous nous attendons donc à trouver une faible concordance entre les groupes de prévalence constitués d'après les contrôles avant l'IR et ceux constitués d'après les contrôles après l'IR.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons classé les exploitations étudiées (toujours selon les critères définis initialement (§ 2.2.5.)) dans les groupes de prévalence « faible », « moyenne » et « élevée » d'après leurs CCST à différentes périodes avant et après l'IR.

Tableau 23 : Concordance entre les classements en groupe de prévalence sur différentes périodes avant et après l'installation du robot de traite

	Périodes prises en compte	6 premiers contrôles après l'IR	11 premiers contrôles après l'IR	11 derniers contrôles après l'IR
κ	22 contrôles avant l'IR	0,14	0,06	0,15
	11 derniers contrôles avant l'IR	0,26	0,15	0,17
	6 derniers contrôles avant l'IR	0,29	0,17	0,11
κ pondéré	22 contrôles avant l'IR	0,24	0,14	0,22
	11 derniers contrôles avant l'IR	0,31	0,21	0,25
	6 derniers contrôles avant l'IR	0,38	0,25	0,18

Pour des valeurs comprises entre 0 et 0,20 la concordance est négligeable, pour des valeurs comprises entre 0,20 et 0,40 elle est faible (en caractères gras dans le tableau 20). Plus les valeurs de κ et du coefficient pondéré de κ (κ pondéré) tendent vers 1, plus les classements sont concordants (les résultats de chaque tests sont détaillés en Annexe L).

Dans tous les cas testés, la concordance est négligeable à faible.

2.3.3.2. Evolution des groupes de prévalence avant l'installation du robot et au 4^{ème} semestre d'utilisation

La figure 9 indique qu'en fin de période étudiée, les CCST moyennes des groupes sont comparables aux CCST moyennes observées avant l'IR. Nous réalisons donc un nouveau test de concordance entre le classement réalisé d'après les CCST des 22 contrôles avant l'IR et celui réalisé d'après les CCST des contrôles 17 à 22 après l'IR. Pour les exploitations robotisées après novembre 2007, nous ne disposons pas des CCST des 6 derniers contrôles. Les données ne sont disponibles que pour 37 des 53 exploitations enquêtées.

Un test est réalisé pour déterminer la concordance entre les deux classements. La concordance est jugée faible ($\kappa = 0,21$, intervalle de confiance à 95% [0,00 ; 0,44] et

coefficient pondéré de $\kappa = 0,32$, intervalle de confiance à 95% [0,08 ; 0,56]). Malgré un retour à la situation initiale en ce qui concerne les CCST moyennes, la concordance reste mauvaise, les exploitations n'appartiennent globalement pas au même groupe sur les deux périodes étudiées.

Le tableau 24 présente les effectifs des 3 groupes de prévalence constitués d'après les CCST des 22 contrôles avant l'IR et des CCST du 4^{ème} semestre d'utilisation du robot. Ne sont ici présentes que les 37 exploitations dont les CCST au 4^{ème} semestre d'utilisation du robot sont disponibles. La figure 17 présente les effectifs des 3 groupes de prévalence constitués d'après les CCST du 4^{ème} semestre d'utilisation du robot en fonction des groupes de prévalence d'origine des exploitations qui les composent.

Tableau 24 : Effectifs des 3 groupes de prévalence constitués d'après les CCST des 22 contrôles avant l'installation du robot et du 4^{ème} semestre d'utilisation

		Groupe de prévalence « faible »	Groupe de prévalence « moyenne »	Groupe de prévalence « élevée »
Effectifs	22 contrôles avant l'IR	10	16	11
	4ème semestre après l'IR	14	7	16

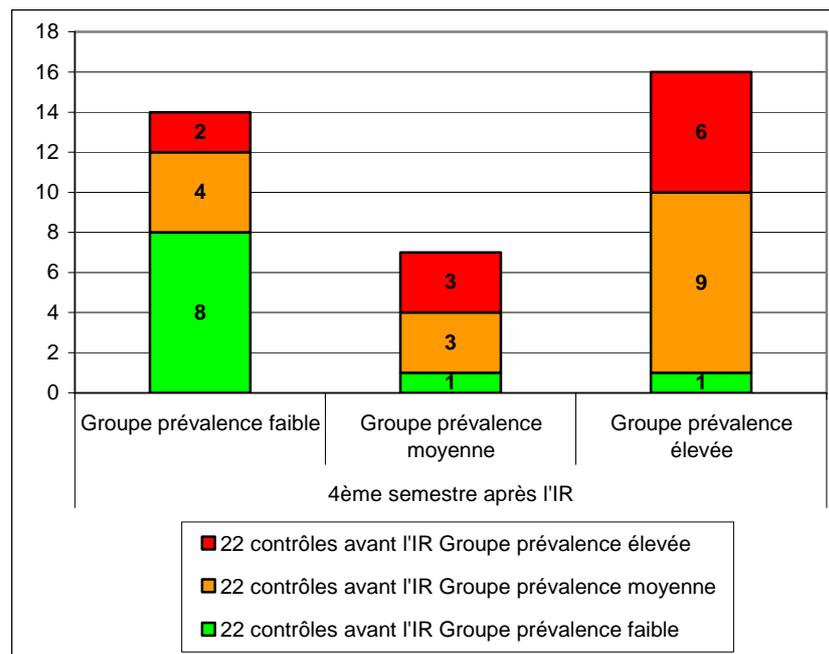


Figure 17 : Composition des 3 groupes de prévalence constitués d'après les CCST du 4^{ème} semestre d'utilisation du robot en fonction des groupes de prévalence d'origine des exploitations

Sur les 6 derniers contrôles étudiés, la concordance reste mauvaise dans la mesure où de nombreuses exploitations n'appartiennent plus au même groupe qu'avant l'installation du robot. Toutefois, les exploitations du groupe de prévalence « faible » avant l'IR appartiennent très majoritairement à ce groupe au 4^{ème} semestre d'utilisation du robot. Il en est de même pour les exploitations appartenant au groupe de prévalence « élevée » avant l'IR. Les

exploitations appartenant au groupe de prévalence « moyenne » avant l'IR sont plus dispersées et une majorité appartient au groupe de prévalence « élevée » sur le 4^{ème} semestre d'utilisation du robot.

Enfin, en ce qui concerne les effectifs des groupes étudiés, nous constatons, au 4^{ème} semestre après l'IR une diminution de l'effectif du groupe de prévalence « moyenne » au profit des deux autres groupes.

2.3.4. Facteurs de variation de l'incidence et de la prévalence dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot de traite

2.3.4.1. Etude individuelle des variables

Le tableau 25 présente les résultats des analyses de variances à un et deux facteurs de comparaison. Nous présentons ici les résultats des variables pour lesquelles un effet significatif (Pvariable < 0,05), ou une tendance forte (Pvariable proche de 0,05) a été révélé. L'ensemble des résultats est disponible en Annexe M.

Notons que l'effet groupe est important quelle que soit la variable prise en compte (Pgroupe proche ou inférieur à 0,05), ce qui était attendu.

Sont également présentées les variables ayant un effet global important voire significatif sur l'incidence ou la prévalence apparente, mais dont les faibles effectifs ne permettent pas de calculer Pvariable.

Tableau 25 : Impact des variables étudiées liées à l'incidence apparente des 6 premiers contrôles après l'installation du robot de traite

	Modalités	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)			P	P groupe	P variable	P interaction
		<=60	>60		<=60	>60					
Nombre de vaches laitières par stall	Population d'étude	38	15		17,64	21,42		0,052	0,070	0,077	0,081
	Groupe Prévalence faible	11	1		16,23	12,06					
	Groupe Prévalence moyenne	14	8		17,74	18,49					
	Groupe Prévalence élevée	13	6		18,73	26,87					
Nature de la litière des logettes	Population d'étude	35	9		17,55	21,88		0,074	0,031	0,029	0,041
	Groupe Prévalence faible	8	2		16,00	11,44					
	Groupe Prévalence moyenne	14	5		16,64	22,41					
	Groupe Prévalence élevée	13	2		19,50	31,01					
Durée de pompage du désinfectant des brosses des robots Lely	Population d'étude	7	23	11	14,50876	19,70202	18,34476	0,158	0,037	0,054	0,558
	Groupe Prévalence faible	2	6	2	12,91	16,70	21,71				
	Groupe Prévalence moyenne	1	9	4	8,70	17,96	15,36				
	Groupe Prévalence élevée	4	8	5	16,76	23,92	19,39				
Nombre de cycles de nettoyage des trayons des robots Lely A3	Population d'étude	7	9		25,30	16,64		0,021	0,260	0,034	0,214
	Groupe Prévalence faible	1	2		12,06	16,72					
	Groupe Prévalence moyenne	2	3		24,97	13,98					
	Groupe Prévalence élevée	4	4		28,77	18,58					
Désinfection des trayons avant traitement	Population d'étude	27	13	12	17,04	19,51	21,97	0,075	0,045	0,057	0,478
	Groupe Prévalence faible	6	1	5	14,34	17,19	17,48				
	Groupe Prévalence moyenne	14	5	2	18,16	15,99	24,01				
	Groupe Prévalence élevée	7	7	5	17,14	22,36	25,65				

Tableau 26 : Impact des variables étudiées liées à la persistance apparente des 6 premiers contrôles suivants l'installation du robot de traite

	Modalités	Effectifs		Persistance apparente des 6 premiers contrôles (%)		P	P groupe	P variable	P interaction
		Non	Oui	Non	Oui				
Compteur cellulaire	Population d'étude	47	6	53,47	61,93	0,032	effectifs insuffisants	effectifs insuffisants	effectifs insuffisants
	Groupe Prévalence faible	12	0	50,51					
	Groupe Prévalence moyenne	18	4	54,84	60,51				
	Groupe Prévalence élevée	17	2	54,10	64,78				

Dans les tableaux 25 et 26, une valeur significative de Pvariable est présentée en caractères gras, une forte tendance est présentée en italique.

Pour chaque variable, la ligne intitulée « Population d'étude » (en caractères gras) présente les effectifs et l'effet global des modalités de la variable étudiée à l'échelle de l'échantillon, sans tenir compte de l'effet des groupes de prévalence. Cet effet est représenté par la valeur de P. Pour la variable « Compteur cellulaire » seul cet effet global peut être calculé compte tenu de la structure des effectifs.

Les lignes suivantes présentent les effectifs et l'effet des modalités de la variable étudiée pour chacun des trois groupes de prévalence. Ceci permet de calculer Pvariable, la valeur la plus informative, elle permet de connaître l'effet de la variable en s'affranchissant de l'effet groupe (Pgroupe). Une valeur significative de Pinteraction signifie que l'effet de la variable testée varie en fonction du groupe de prévalence pris en compte.

2.3.4.2. Etude de deux critères globaux

Deux critères globaux reflétant le niveau de suivi des pratiques recommandées pour limiter l'incidence et la persistance des infections intramammaires ont été définis dans Matériels et Méthodes (§ 2.2.5.2.2.). Les exploitations sont classées en 3 catégories selon leur niveau de suivi (faible, moyen, élevé) pour chacun des deux critères. Les détails des classements sont disponibles en Annexe N.

Les tableaux 27 et 28 présentent les résultats des analyses de variances effectuées de manière à déterminer l'impact du suivi des pratiques recommandées sur l'incidence et la persistance apparente des infections intramammaires.

Tableau 27 : Impact du suivi des pratiques recommandées sur l'incidence apparente des 6 premiers contrôles suivants l'installation du robot de traite

	Modalités	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)			P	P groupe	P variable	P interaction
		Faible	Moyen	Elevé	Faible	Moyen	Elevé				
Suivi des pratiques recommandées liées à l'incidence apparente	Population d'étude	15	19	19	20,24	19,09	17,12	0,356	0,034	0,275	0,021
	Groupe Prévalence faible	1	5	6	9,13	20,29	13,34				
	Groupe Prévalence moyenne	11	4	7	18,44	16,87	17,99				
	Groupe Prévalence élevée	3	10	6	30,54	19,38	19,89				

Tableau 28 : Impact du suivi des pratiques recommandées sur la persistance apparente des 6 premiers contrôles suivants l'installation du robot de traite

	<i>Modalités</i>	<i>Effectifs</i>			<i>Persistance apparente des 6 premiers contrôles (%)</i>			P	P groupe	P variable	P interaction
		Faible	Moyen	Elevé	Faible	Moyen	Elevé				
Suivi des pratiques recommandées liées à la persistance apparente	<i>Population d'étude</i>	17	19	17	52,92	57,41	52,59	0,210	0,256	0,224	0,318
	<i>Groupe Prévalence faible</i>	3	4	5	6,70	10,75	15,16				
	<i>Groupe Prévalence moyenne</i>	8	10	4	7,38	8,60	8,16				
	<i>Groupe Prévalence élevée</i>	6	5	8	6,62	8,12	7,80				

Le critère reflétant la mise en œuvre des pratiques recommandées pour contrôler l'incidence des infections intramammaires lors de l'IR, n'a pas d'influence sur l'incidence apparente des 6 premiers contrôles après l'IR. L'effet groupe est lui significatif.

Aucun effet du niveau de suivi des pratiques recommandées liées à la persistance apparente n'est mis en évidence pour les 6 premiers contrôles après l'IR. Il n'y a pas non plus d'effet du groupe de prévalence sur la persistance apparente.

2.4. Discussion

Les objectifs de notre étude ont globalement été atteints. Les données recueillies auprès du Contrôle Laitier et des laboratoires interprofessionnels laitiers ont tout à fait permis de décrire l'évolution des différents critères de qualité du lait sur la période étudiée.

La transition en traite robotisée entraîne une augmentation de la contamination du lait par les germes totaux et les spores butyriques. L'indice de lipolyse est également affecté par l'installation du robot. Contrairement aux deux autres paramètres, l'augmentation de la contamination par les spores butyriques n'est que transitoire et un retour à l'état initial est visible environ un an après l'installation du robot.

La concentration moyenne en cellules somatiques du lait de troupeau de notre échantillon augmente suite à l'installation du robot puis revient à son état initial après environ 18 mois. Le recueil des concentrations en cellules somatiques individuelles a permis de mettre en évidence le rôle central de l'incidence apparente des infections intramammaires dans l'augmentation des concentrations en cellules somatiques du lait de troupeau. Ceci est valable à l'échelle de la population d'étude mais également à celle des différents groupes de prévalence.

Les groupes de prévalence constitués sur différentes périodes avant et après l'installation du robot de traite ne sont pas concordants. Globalement la majorité des exploitations sont affectées par l'installation du robot, ce qui se traduit par un changement de groupe de prévalence pour celles ayant une prévalence faible à moyenne avant l'installation.

Enfin, l'enquête destinée à relever les pratiques des éleveurs dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot s'est bien déroulée et a permis d'obtenir les informations désirées. Toutefois, peu de facteurs favorisant ou défavorisant la maîtrise des infections intramammaires après l'installation du robot de traite ont pu être mis en évidence.

2.4.1. Dispositif d'étude

L'étude de l'impact de l'installation d'un système de traite robotisé sur la qualité du lait peut se faire selon différentes approches. Nous avons décidé de réaliser une étude rétrospective pour déterminer quelles étaient les pratiques mises en œuvre par les éleveurs dans les premiers mois suivants l'installation du robot et rechercher si certaines influencent favorablement ou défavorablement la maîtrise des infections intramammaires. Une autre approche possible était l'étude cas-témoin, de manière à confronter les pratiques mises en œuvre par les éleveurs pour qui la transition n'a pas posé de problème et les pratiques de ceux ayant rencontré des difficultés. Toutefois, nous nous attendions aux résultats obtenus : les exploitations non confrontées à un problème de cellules lors de l'installation du robot sont largement minoritaires. L'étude rétrospective apparaît dans ce cas plus adaptée.

Notre population d'étude, bien que modeste pour une analyse à visée explicative, comporte tout de même 53 des 85 exploitations de notre population cible. 61 exploitations ont accepté de participer à l'étude. Nous en avons exclu 8 car les données du Contrôle Laitier les concernant n'étaient pas toutes disponibles. Les rares refus rencontrés ne semblent pas *a priori* liés à l'installation du robot en elle-même. Le principal motif invoqué est la forte sollicitation dont font l'objet les exploitations robotisées pour des enquêtes ou des visites.

La réalisation de l'enquête s'est bien déroulée. Le questionnaire n'a pas été modifié du début à la fin de l'enquête. Le double questionnement utilisé (pratiques actuelles et juste après l'installation du robot de traite) a fréquemment permis de décrire les pratiques initiales par rapport aux pratiques actuelles. Ceci s'est révélé particulièrement intéressant pour les pratiques de détection des infections intramammaires, via les listes d'attentions du robot de

traite, dans les 6 premiers mois d'utilisation. Souvent, les éleveurs soulignent que l'apprentissage de l'utilisation de l'outil a été délicat, et malheureusement il leur est difficile de détailler des pratiques qui n'étaient alors pas routinières.

Certaines données n'ont pu être recueillies, ainsi, nous n'avons que rarement eu accès au nombre de mammites cliniques soignées dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot. Pour les robots les plus anciens, les carnets sanitaires n'étaient souvent plus disponibles. D'autre part, ils étaient fréquemment incomplets. Notons que les logiciels des robots de traite, pouvant tenir lieu de carnet sanitaire, ne sont pas conformes à la réglementation française. Ceci oblige l'éleveur à multiplier les supports où il rend compte des traitements réalisés et favorise les pertes d'informations. La tenue du carnet sanitaire est normalement obligatoire depuis le 5 juin 2000. Toutefois, comme tous les documents du registre d'élevage, le carnet sanitaire et les ordonnances ne doivent être conservés obligatoirement que 5 ans.

L'étude aborde l'évolution des différents critères de qualité du lait, mais s'intéresse essentiellement aux infections intramammaires. Les variables d'étude utilisées reflètent cette orientation. Les variables principales permettent une étude détaillée de l'évolution des infections intramammaires lors de l'installation du robot. Les variables secondaires sont moins complexes, il s'agit des données brutes relatives aux différents critères de qualité utilisés pour le paiement du lait.

Les variables d'étude principales sont les suivantes : la concentration en cellules somatiques du lait de troupeau, la prévalence apparente, l'incidence apparente et la persistance apparente. L'approche utilisée dans cette étude est celle proposée par Seegers et Bareille (2006). Elle permet d'appréhender globalement un problème d'infections intramammaires dans une exploitation, au travers de données produites en routine et facilement disponibles : les comptages de cellules somatiques sur le lait de tank livré et les concentrations en cellules somatiques individuelles des vaches traitées mesurées par le Contrôle Laitier.

Les variables d'étude principales sont tout à fait complémentaires, la concentration en cellules somatiques du lait de troupeau donne accès à la prévalence apparente c'est à dire la proportion d'animaux infectés dans le troupeau à un moment donné. La prévalence apparente peut s'expliquer par la persistance et l'incidence apparente. En d'autres termes, la proportion de vaches laitières infectées à un moment donné résulte de la proportion de vaches souffrant d'infections persistantes, évoluant depuis plusieurs semaines et ne guérissant pas, et de la proportion de vaches venant tout juste de s'infecter.

Toutefois, seuls des prélèvements aseptiques de lait suivis d'un isolement bactériologique permettent d'affirmer qu'il y a infection intramammaire. Pour avoir une approche fiable du statut infectieux du troupeau, il est important de choisir un seuil de concentration en cellules somatiques individuelle permettant de limiter faux négatifs et faux positifs par rapport à la méthode de référence qui est l'analyse bactériologique. Nous avons choisi le seuil de 200 000 cellules/ml pour notre étude. Il est conseillé pour limiter les erreurs par défaut, tous types d'agents pathogènes confondus (Seegers et Bareille, 2006). Dohoo et Leslie (1991) estiment que pour la détection des mammites tous pathogènes confondus, la spécificité du test est alors de 86% et sa sensibilité de 73%.

Notre mode de classement des élevages en trois groupes de prévalence n'était pas le seul envisageable (Annexes F et K). Il permet néanmoins de classer de manière objective et simple les exploitations en trois catégories. L'utilisation des bornes 200 000 et 260 000 cellules/ml permet d'obtenir des groupes d'effectifs plutôt homogènes. L'utilisation d'une borne à 250 000 cellules/ml, plus logique d'un point de vue qualité du lait, augmente considérablement l'effectif du groupe de prévalence « élevée » dans le classement réalisé sur

les 22 contrôles avant l'installation du robot. Par ailleurs, nous avons décidé d'utiliser des bornes temporelles égales à 50% (par exemple, pour être dans le groupe de prévalence « faible » une exploitation doit avoir 50% de ses contrôles inférieurs à 200 000 cellules/ml sur une période donnée). Une borne égale à 50% permet de limiter le risque qu'un élevage ne soit classé dans deux groupes à la fois. Ce problème ne se pose en fait que pour des périodes de référence très courtes et formées d'un nombre pair de contrôle (6 contrôles par exemple). Concrètement, nous n'avons jamais rencontré ce problème.

La constitution de ces groupes de prévalence nous a permis d'étudier l'incidence des infections intramammaires en fonction de leur prévalence avant l'installation du robot de traite. En effet, la proportion de nouvelles infections à une date t est étroitement liée à la proportion d'animaux infectés à une date $t-1$. Dans le cas d'une maladie transmissible comme les infections intramammaires, il y a interdépendance de l'incidence et de la prévalence. L'incidence alimente la prévalence, et à l'inverse, la prévalence conditionne le niveau de l'incidence. Les résultats que nous avons observés par la suite vont dans ce sens.

2.4.2. Présentation des exploitations et évolution des différents critères de qualité du lait

Les caractéristiques techniques des exploitations étudiées sont conformes aux recommandations de la bibliographie, moins de 60 vaches par stalle (54 en moyenne) et un quota laitier moyen pour une stalle de 500 000 l (Veysset et al., 2001 ; Rotz et al, 2003). Le suivi des dates d'installation du robot de traite confirme que le marché est en expansion, 52,8% des exploitations étudiées ont installé leur robot de traite depuis janvier 2007. Dans notre étude les robots Lely équipent 77,4% des exploitations. Sa position de leader historique du marché français est évidente. Les autres robots enquêtés sont tous de marque DeLaval. D'autres marques représentées dans les exploitations n'ont pas souhaité participer à l'étude.

Nous avons remarqué que la grande majorité des éleveurs connaissent l'existence des options destinées à contrôler les mammites (désinfection des manchons et compteur cellulaire). Toutefois, seules 20,8 % des exploitations disposent dès l'achat d'une désinfection des manchons ; 11,3% disposent d'un compteur cellulaire. Aucune exploitation ne dispose dès l'installation du robot de traite de ces deux outils. Le coût des options est fréquemment mis en cause, toutefois un grand nombre d'exploitations optent pour ces outils dans les mois suivants l'installation du robot au risque de ne pas bénéficier d'un geste commercial.

Les éleveurs ont généralement conscience de l'intérêt d'avoir un troupeau le plus sain possible vis à vis des infections intramammaires lors de l'installation du robot. Mais seuls 18,9% d'entre eux déclarent avoir réformé des vaches laitières avant la mise en place de leur robot de traite. En règle générale, les animaux sont conservés car les éleveurs craignent de ne pas réaliser leur quota laitier.

Plus de la moitié des éleveurs (56,6%) pensent que la situation de leur exploitation du point de vue des infections intramammaires s'est dégradée lors de l'installation du robot de traite. Malgré cela 90,6% des éleveurs sont satisfaits voire très satisfaits de leur nouvel outil toutes conséquences confondues. Une meilleure qualité de vie est fréquemment rapportée.

Enfin, 67,9% des installations de robots de traite se font dans un bâtiment existant ou faiblement modifié (réduction de l'espace de couchage, installation de portes...). Cette proportion est comparable à ce qu'a observé Jégou (2007) lors d'une enquête réalisée en Bretagne. L'installation du robot de traite n'est donc plus synonyme de construction d'un nouveau bâtiment comme cela pouvait être le cas au début de la commercialisation. D'autre part, 60,4% des exploitations conservent un accès au pâturage. Elles restent majoritaires, même si le pâturage vrai (sans alimentation à l'auge) est anecdotique. De nombreux éleveurs restent attachés à l'image de la vache pâturant librement.

L'installation d'un système de traite robotisé n'est pas sans effet sur la qualité du lait. Nous observons un impact sur la concentration en cellules somatiques du lait de mélange, sur les germes totaux, sur les spores butyriques et sur l'indice de lipolyse.

L'évolution de la concentration moyenne en cellules somatiques est détaillée dans les paragraphes suivants. Elle met en évidence des difficultés de gestion des infections intramammaires dans les exploitations robotisées. Malheureusement, ces difficultés ont vraisemblablement des conséquences financières importantes. Le seuil de pénalité de 250 000 cellules/ml est en moyenne dépassé les 18 premiers mois après l'installation du robot de traite, ce qui n'était jamais le cas avant. D'autre part, le nombre d'exploitations livrant au moins une fois du lait dont la concentration en cellules dépasse 400 000 cellules/ml double dans les deux ans après l'installation du robot : elles sont 13 avant l'installation et 28 après. En moyenne ces 28 exploitations livrent du lait dit « hors normes » 5,5 fois en deux ans. Les risques d'arrêt de collecte sont donc accrus lors de l'acquisition d'un robot de traite.

La contamination du lait livré par les germes totaux augmente lors de l'installation du robot de traite. Jamais les valeurs observées avant l'installation du robot ne sont retrouvées sur la période étudiée. En moyenne, la concentration en germes totaux augmente de 63,2% pour une contamination moyenne de 25 300 germes/ml, ce qui est largement supérieur aux résultats qu'il est possible d'obtenir avec une traite conventionnelle correctement réalisée (7000 germes/ml) mais inférieur au seuil de pénalité. Notons que le niveau moyen de contamination initiale 15 500 germes/ml est également important. Les études réalisées antérieurement soulignaient le caractère transitoire de la dégradation de cet indicateur : de 6 mois à un an (Van der Vorst et al., 2002 ; Billon et Pomiès, 2006). Ceci n'est pas mis en évidence dans notre étude. Des problèmes de nettoyage des trayons, du matériel de traite ou de stockage du lait, ainsi que des problèmes de refroidissement du lait doivent être en cause.

La concentration des spores butyriques dans le lait livré augmente de 32,1% en moyenne la première année après l'installation du robot de traite. Au cours de la seconde année d'utilisation du robot, un retour aux valeurs initiales est observé. Cette contamination d'origine fécale souligne la nécessité d'avoir des vaches laitières propres lors de l'utilisation d'un robot de traite. La diminution observée la seconde année provient vraisemblablement d'une amélioration de l'hygiène du logement, les éleveurs constatant une augmentation de la fréquence des pénalités pour ce critère. Une dégradation comparable de ce critère a déjà été mise en évidence par Pomiès et Lefeuvre (2001) et Billon et Tournaire (2002), toutefois le caractère transitoire observé ici n'a pas été décrit.

L'indice de lipolyse du lait livré augmente en moyenne de 46,4% après l'installation du robot de traite. Le nombre d'exploitations pénalisées au moins une fois pour ce critère fait plus que doubler passant de 13 exploitations avant l'installation du robot à 32 après. L'augmentation de l'indice de lipolyse n'est pas transitoire, un nouvel équilibre se met en place après l'installation du robot. En moyenne, l'indice de lipolyse calculé après l'installation du robot de traite est de 0,84 meq/100g de matière grasse ce qui est proche du seuil de pénalité. Ce phénomène est largement souligné par la bibliographie (Justesen et Rasmussen, 2000 ; Klungel et al., 2000 ; de Koning et al., 2003) et reste mal expliqué. L'augmentation de la fréquence de traite, les intervalles de traites courts, mais également le fonctionnement même du robot sont mis en cause.

Nous n'avons pas mis en évidence d'impact de l'installation du robot de traite sur la proportion d'eau présente dans le lait livré. Cette observation réalisée sur 39 exploitations seulement (toutes les données n'étant pas disponibles) est conforme aux conclusions de la revue bibliographique de Billon et Pomiès (2006). De même, l'installation du robot de traite ne semble pas avoir d'impact sur la présence d'inhibiteurs dans le lait. Le changement de

matériel de traite ne semble pas favoriser les « accidents » consistant à traire un animal auquel a été administré un traitement antibiotique.

2.4.3. Maîtrise des infections intramammaires lors de l'installation du robot de traite

Nous avons étudié les concentrations moyennes en cellules somatiques du lait de troupeau des exploitations classées en trois groupes de prévalence constitués avant l'installation du robot. Nous avons choisi de classer les exploitations en fonction des concentrations en cellules somatiques du lait de troupeau des 22 derniers contrôles avant l'installation du robot. En fait, réaliser le classement sur les 11 derniers contrôles avant l'installation ne modifie pas fondamentalement les groupes (20,3% des exploitations changent de groupe). Toutefois, il semble que le classement réalisé sur 22 contrôles soit plus pertinent. En effet, les performances des élevages des différents groupes n'ont pas tendance à s'homogénéiser après l'installation du robot comme c'est le cas pour le classement sur 11 contrôles. La prévalence observée après l'installation du robot de traite semble essentiellement déterminée par la prévalence observée au cours des 2 ans qui précèdent l'installation du robot de traite (Annexe K).

Une augmentation durable de la concentration moyenne en cellules somatiques du lait de troupeau observée lors de l'installation du robot de traite. En moyenne l'augmentation est d'environ 100 000 cellules/ml dans les premiers mois d'utilisation du robot. L'augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait de troupeau est liée à l'augmentation de la proportion de vaches souffrant d'infections intramammaires dans le troupeau. Notons qu'un phénomène strictement inflammatoire, sans doute lié au changement de matériel de traite, participe également à l'augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait de troupeau (Annexe Q).

Environ 18 mois après l'installation du robot de traite, des concentrations moyennes en cellules somatiques du lait de troupeau conformes aux résultats initiaux sont observées. Cette évolution, dégradation puis amélioration, est également visible au sein des 3 groupes de prévalence étudiés.

Toutefois, les concentrations moyennes en cellules somatiques du lait de troupeau atteintes par les différents groupes de prévalence n'ont pas les mêmes conséquences financières. Notons que la concentration en cellules somatiques de lait de troupeau ne prend pas en compte la pratique consistant à ne pas livrer le lait des vaches reconnues infectées. Le groupe de prévalence « élevée » présente une concentration moyenne en cellules somatiques de lait de troupeau supérieure à 400 000 cellules/ml les 6 premiers mois après l'installation du robot. Les conséquences financières (pénalités, arrêts de collecte) d'une telle évolution sont majeures. Le groupe de prévalence « moyenne » dépasse en moyenne le seuil de 300 000 cellules/ml la première année après l'installation du robot. Les pénalités appliquées au delà de ce seuil ont des conséquences financières non négligeables mais toutefois moindres. Finalement, les exploitations du groupe de prévalence « faible » connaissent une évolution moyenne plus favorable. Le seuil de pénalités de 300 000 cellules/ml n'est qu'exceptionnellement atteint en moyenne suite à l'installation du robot. En outre, les pénalités appliquées pour des concentrations en cellules somatiques comprises entre 251 000 et 300 000 cellules/ml restent modestes.

Dans notre étude aucune amélioration par rapport à la situation initiale n'est notée. Bennesgaards et al. (2006) et Billon et Pomiès (2006) rapportent également un retour des concentrations en cellules somatiques du lait de troupeau à la situation initiale après

l'installation du robot. Ce retour interviendrait de 3 à 6-8 mois après l'installation du robot de traite. Il est en moyenne beaucoup plus tardif dans notre étude.

La dégradation observée est donc visible en moyenne quel que soit le groupe de prévalence étudié. L'augmentation des concentrations en cellules somatiques du lait de troupeau débute pour certains groupes 2 à 3 mois avant l'installation du robot de traite. Ceci pourrait être lié à une diminution de la vigilance des exploitants ne souhaitant plus investir dans leur ancien matériel de traite en attendant le robot (contrôle Optitrait® annulé, non renouvellement des manchons trayeurs...) ou réformant moins d'animaux infectés chroniques.

Une étude individuelle des exploitations révèle que 73,6% d'entre elles connaissent une dégradation de plus de 25 000 cellules/ml dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot par rapport à la moyenne constatée les deux ans avant l'installation du robot. Seules 9,4% des exploitations étudiées connaissent une amélioration de leurs CCST moyennes de plus de 25 000 cellules/ml suite à l'installation du robot. Il s'agit d'exploitations appartenant aux groupes de prévalence « moyenne » et « élevée ». Enfin, pour 19 exploitations (35,8% de l'échantillon) cette dégradation est supérieure à 125 000 cellules/ml. La connaissance du niveau de prévalence des infections intramammaires avant l'installation du robot est insuffisant pour prédire l'importance de la dégradation de la prévalence au cours des 6 premiers mois d'utilisation (Annexe P). Les problèmes de maîtrise des infections intramammaires lors de l'installation du robot de traite ne sont donc pas sporadiques, mais communs. Dans les premiers mois d'utilisation du robot l'augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait de troupeau peut être extrêmement importante. Même avec le temps, le robot de traite ne permet pas d'améliorer, en moyenne, la maîtrise des infections intramammaires comparativement à la situation initiale. Le suivi des évolutions individuelles des exploitations souligne que la dégradation peut intervenir quelques mois après l'installation du robot. Dans la grande majorité des cas, l'installation du robot induit une forte variabilité des concentrations en cellules somatiques de troupeau d'un contrôle au suivant (Annexe P).

Dans les 6 premiers mois suivants l'installation du robot, 34,0% de l'échantillon (18 exploitations) dépassent le seuil de pénalité de 300 000 cellules/ml et 28,3% (15 exploitations) dépassent celui de 400 000 cellules/ml. Sur cette période, le préjudice financier lié aux pénalités est d'autant plus fréquent et important que le niveau de prévalence initial des infections intramammaires est élevé.

Nous avons fait l'hypothèse que le groupe de prévalence « faible » serait peu ou pas affecté par l'installation du robot de traite, ce qui n'est pas vérifié. Une sélection plus draconienne de ces exploitations permettrait peut-être de confirmer notre hypothèse de départ, mais elles seraient très peu nombreuses. Notons qu'environ 6 mois avant l'installation du robot de traite, les concentrations moyennes en cellules somatiques du lait de troupeau de ce groupe sont proches de 150 000 cellules/ml. Cela signifie que la proportion d'animaux infectés est très faible à cette période et souligne sans doute la volonté des éleveurs d'améliorer la situation sanitaire avant l'installation du robot de traite.

En moyenne, les exploitations n'ont pas la même évolution en fonction de leur date d'installation du robot. Pour les exploitations robotisées avant mai 2005, possédant pourtant des robots d'ancienne génération, un retour rapide à la situation initiale est visible. En fin de période d'étude leurs concentrations en cellules somatiques tendent même à s'améliorer par rapport à la situation initiale. Cette évolution est conforme à celle décrite par Billon et Pomiès (2006). En revanche, pour les exploitations robotisées après mai 2005, bénéficiant des robots les plus modernes, les concentrations moyennes en cellules somatiques du lait de troupeau restent durablement élevées, aucun retour à la situation initiale n'est visible. Notons que les

proportions d'exploitations des 3 groupes de prévalence sont comparables quelle que soit la date d'installation du robot.

Plus de la moitié des exploitations enquêtées (53%) ont installé leur robot en 2007 ou en 2008. Le prix du lait élevé ces deux années a incité les éleveurs à produire plus et peut-être à conserver des vaches laitières infectées chroniques qu'ils auraient sinon réformées. Les résultats moyens des exploitations adhérentes au Contrôle Laitier 44 et à Bovicap Conseils souligne une augmentation moyenne de 40 000 cellules/ml entre 2006 et 2008 (Annexe O). Une partie de la dégradation observée mais également de la persistance de cette dégradation dans le temps pourrait être expliquée par l'augmentation du prix du lait. En revanche, cette dernière ne peut expliquer que la concentration en cellules somatiques augmente en moyenne 3 mois avant l'installation pour les robots les plus récents. En effet, ces installations de robots sont largement dispersées dans le temps.

D'autre part, le profil des éleveurs s'équipant de robot a sans doute évolué entre le début et la fin des années 2000. Les éleveurs « techniques » attirés par l'idée de valoriser un outil de traite et de gestion de troupeau innovant ont cédé la place à des éleveurs souhaitant gagner du temps ou supprimer la contrainte de traite.

L'augmentation de la proportion de vaches laitières atteintes d'infections intramammaires décrite ici peut avoir deux explications : l'augmentation du nombre d'animaux ne guérissant pas c'est à dire souffrant d'infections persistantes ou l'augmentation du nombre d'animaux s'infectant alors qu'ils étaient sains. Contrairement à notre hypothèse de départ : l'augmentation de la proportion de vaches laitières infectées n'est pas liée à l'augmentation de la persistance apparente. En effet, celle-ci reste stable voire diminue les 6 premiers mois après l'installation du robot. Les vaches infectées n'ont pas plus de mal à guérir en traite robotisée. Cela signifie que dans l'ensemble les éleveurs ne rencontrent pas de difficultés pour détecter et traiter les animaux infectés avec leur nouvel outil.

L'augmentation de la proportion d'animaux infectés lors de l'installation du robot est due à l'augmentation des nouvelles infections. Lors de l'installation, une très nette augmentation des nouvelles infections est visible en moyenne (+8,9% au premier contrôle laitier) quel que soit le groupe de prévalence. Durant les 5 premiers contrôles laitiers après l'installation du robot, l'incidence apparente moyenne est supérieure à 15% dans chacun des groupes de prévalence. L'objectif technique de 9,5% (Seegers et al., 1999) est largement dépassé. Après 18 mois d'utilisation en moyenne, un retour à la situation initiale et une tendance à l'homogénéisation des incidences des 3 groupes sont visibles. Notons que le taux de nouvelles infections est dépendant de la proportion d'animaux infectés avant l'installation du robot de traite. L'incidence est la plus forte pour les exploitations du groupe de prévalence « élevée » et la plus faible pour le groupe de prévalence « faible ». Elle est intermédiaire pour le groupe de prévalence « moyenne ».

Cette augmentation des nouvelles infections s'explique vraisemblablement par une augmentation de la transmission des agents pathogènes responsables de mammites de vache à vache durant la traite. Un robot de traite ne compte qu'une seule griffe pour tout le troupeau, les vaches saines et infectées s'y succèdent parfois plus de 150 fois par jour bien souvent sans aucune désinfection des manchons trayeurs. (Nous reviendrons dans les paragraphes suivants sur le système de désinfection des manchons.) Les contaminations croisées s'y produisent beaucoup plus rapidement que dans une salle de traite où une douzaine de postes peuvent être disponibles. D'autre part, lors de l'utilisation d'un robot de traite, il est impossible de faire des lots d'animaux sains et infectés. La diminution de la persistance apparente durant les 6 premiers mois d'utilisation du robot, associée à l'augmentation de l'incidence apparente suggère l'intervention de germes pathogènes éliminés rapidement. Ceci signifie qu'une partie des nouvelles infections pourrait se faire via le logement par des germes d'environnement. La

mise en route du robot reste une étape délicate et nécessite un suivi important de la part de l'exploitant. Il est possible que les impératifs liés à la mise en route du robot pénalisent la maîtrise de l'hygiène du logement.

Des observations similaires à celles présentées ici ont été réalisées par Rasmussen et al. (2001). Ils notaient une augmentation de la proportion d'animaux infectés lors de l'installation du robot due essentiellement aux nouvelles infections (définitions identiques à celles de notre étude). Le taux mensuel de nouvelles infections passait de 9,7 à 15,4% lors de l'installation du robot de traite. Il mettait toutefois en évidence une décroissance après 3 mois d'utilisation du robot (figure 2). Nous observons également une décroissance de la concentration moyenne en cellules somatiques du lait de troupeau, mais elle est bien plus tardive. Elle coïncide bien sûr avec la diminution de la proportion de vaches infectées et la diminution des nouvelles infections. Cette évolution favorable est sans doute liée à l'adoption d'une politique de réformes plus systématique des vaches infectées chroniques dites « à cellules ».

L'étude de la concordance entre les groupes de prévalence constitués avant et après l'installation du robot de traite confirme les évolutions déjà présentées. Quelle que soit la période prise en compte avant et après l'installation du robot de traite, les concordances obtenues sont faibles voire négligeables. Globalement quel que soit leur groupe de prévalence d'origine, les exploitations changent de groupe lors de l'installation du robot de traite. Compte tenu de l'ampleur des dégradations des concentrations en cellules somatiques du lait de troupeau observées dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot, ceci n'est pas surprenant.

Nous remarquons, qu'en moyenne, au 4^{ème} semestre d'utilisation du robot de traite, la situation concernant les infections intramammaires est à nouveau conforme à la situation initiale. Toutefois, la concordance entre les groupes de prévalence constitués d'après les concentrations en cellules somatiques du lait de troupeau des 22 contrôles laitiers avant l'installation du robot et les groupes constitués d'après les mêmes données au 4^{ème} semestre d'utilisation du robot est faible. Ceci signifie que les exploitations changent globalement de groupe entre ces deux périodes. Cependant les exploitations du groupe de prévalence « faible » avant l'installation du robot appartiennent majoritairement à nouveau à ce groupe au 4^{ème} semestre d'utilisation du robot. Il en est de même avec les exploitations du groupe de prévalence « élevée ». Enfin, les exploitations appartenant au groupe de prévalence « moyenne » avant l'installation appartiennent majoritairement au groupe de prévalence « élevée » au 4^{ème} semestre d'utilisation du robot. Dans les exploitations où les infections intramammaires n'étaient pas correctement maîtrisées avant l'installation du robot de traite, nous constatons que la transition introduit des difficultés de maîtrise supplémentaires. L'installation d'un robot de traite ne permet pas, en général, de mieux contrôler les infections intramammaires.

2.4.4. Facteurs intervenant dans la maîtrise des infections intramammaires lors de l'installation du robot de traite

Nous avons étudié l'effet de différentes pratiques sur la survenue des nouvelles infections (l'incidence), et la non guérison (la persistance) des infections intramammaires au cours des 6 premiers mois d'utilisation du robot. Ces pratiques ont été étudiées une à une ou combinées en deux critères rendant compte du niveau de suivi des recommandations destinées à contrôler l'incidence et la persistance des infections intramammaires.

Les pratiques d'élevage sélectionnées sont majoritairement explicatives de l'incidence. Même si la liste n'est pas exhaustive, de nombreux facteurs de variation sont pris en compte pour expliquer la survenue de nouvelles infections. Au contraire, n'est étudié qu'une petite partie des facteurs explicatifs de la persistance apparente. Les variables explicatives de la

persistance apparente étaient plus difficilement accessibles par notre enquête. La persistance d'une infection intramammaire est, par exemple, très dépendante de l'agent pathogène mis en cause. Or la connaissance de l'agent pathogène passe obligatoirement par l'analyse bactériologique. Sol et al. (1997 et 2000) soulignent que si l'agent pathogène en cause est essentiel pour expliquer la persistance, la souche impliquée est également importante. Ceci est particulièrement vrai pour *Staphylococcus aureus*, agent pathogène fréquemment mentionné dans la bibliographie en ce qui concerne les problèmes de mammites dans les élevages robotisés. D'autres facteurs de variation doivent être pris en compte, le stade de lactation de la vache, le choix de l'antibiotique utilisé, mais aussi son mode d'administration... Pour des raisons techniques et d'organisation, notre prise en compte des facteurs explicatifs des infections persistantes n'est donc que partielle.

Notre population d'étude comporte 53 exploitations, ce qui reste malgré tout faible pour effectuer une analyse à visée explicative. Toutefois, de manière à estimer les incidences et persistances apparentes moyennes dans les 3 groupes de prévalence, en fonction des différentes pratiques étudiées, nous décidons malgré tout d'utiliser les analyses de variance à 2 facteurs de comparaison. Elles permettent de déterminer l'effet des différentes pratiques en s'affranchissant du niveau de prévalence initial. Les faibles effectifs présentés sont une limite à l'interprétation.

Dans notre étude, le seul paramètre véritablement lié à la non guérison des infections intramammaires est la présence d'un compteur cellulaire. Le fait de s'équiper d'un compteur cellulaire est à interpréter comme une réponse des éleveurs confrontés à un problème d'infections intramammaires.

Le fait de suivre consciencieusement ou non les recommandations faites aux éleveurs dans le but de contrôler les infections persistantes et de faciliter la détection et le traitement des mammites n'a pas d'effet sur la guérison des infections intramammaires dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot. En outre, le niveau de prévalence observé avant l'installation du robot de traite n'a pas d'effet sur le taux de guérison des infections intramammaires dans les premiers mois d'utilisation du robot. Comme nous l'avons déjà mentionné, de nombreux paramètres influençant la guérison des infections intramammaires n'ont pas été pris en compte. Ceci confirme que la persistance apparente est très peu affectée par l'installation d'un robot de traite.

Un faible nombre de pratiques (5) semble influencer les nouvelles infections dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot. Ainsi le fait de ne pas dépasser 60 vaches par stalle a tendance à permettre de mieux maîtriser les nouvelles infections lors de l'installation du robot. Il s'agit d'une recommandation couramment faite aux exploitations robotisées. Ceci permet d'éviter un phénomène d'encombrement du robot et donc un allongement des intervalles de traite, néfastes à la santé de la mamelle. Nous constatons également l'importance de la propreté du logement. L'utilisation de paille plutôt que de sciure pour la litière des logettes, a également tendance à permettre de limiter les nouvelles infections. La paille permet généralement de maintenir logement et animaux plus propres. Enfin l'utilisation des lingettes désinfectantes avant l'administration d'un traitement intramammaire permet aussi de limiter les nouvelles infections.

L'effet du nombre de brossages des trayons sur les 16 robots Lely A3 de l'étude est difficilement interprétable. En effet, le même indicateur relevé sur les 25 robots Lely A2 ne semble n'avoir aucun effet. Nous avons distingué le nombre de brossages des trayons des robots A2 et A3 car il est possible de modifier le temps de brossage sur le robot A3 et non sur l'A2. Il est plus prudent de ne pas prendre en considération l'effet de ce paramètre.

En ce qui concerne le temps de pompage de la solution désinfectante des brosses (et des manchons sur les robots A2 équipés d'une désinfection à froid), la modalité que nous jugions *a priori* la plus favorable ne permet pas, au contraire, de limiter la survenue des nouvelles infections dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot. Cette constatation souligne plutôt la réponse des éleveurs confrontés à une augmentation du nombre de mammites. Ainsi les exploitations constatant l'augmentation du nombre de nouvelles infections augmentent le temps de pompage du désinfectant dans le but d'améliorer la situation. L'interprétation de l'effet de cette pratique reste délicate compte tenu des faibles effectifs.

Notons que dans notre étude la présence d'un système de désinfection des manchons (à froid ou à la vapeur) ne semble pas permettre de limiter les nouvelles infections dans les premiers mois d'utilisation du robot de traite. Toutefois les faibles effectifs (11 exploitations équipées dès l'achat) peuvent être mis en cause. Schuiling (2004) indique également que le bénéfice de la désinfection (à froid dans son étude) ne doit pas être surestimé.

A l'issue de l'enquête, certaines variables ont dû être abandonnées du fait d'un manque de réponses fiables ou d'une trop grande homogénéité au sein des exploitations enquêtées (présence d'animaux perdant du lait entre deux traites, utilisation du nettoyage des trayons, utilisation de la pulvérisation en fin de traite, examen des premiers jets lors d'examen d'une vache suspecte). Les variables explicatives, surtout de l'incidence, restent toutefois très complètes.

L'étude de la variable combinée rendant compte du niveau de suivi des recommandations destinées à limiter l'incidence des infections intramammaires n'a pas été fructueuse. Il apparaît dans cette étude que le respect des recommandations n'a pas d'intérêt dans le contrôle des nouvelles infections dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot. Toutefois, chacune des 2 variables combinées établies est constituée arbitrairement de 11 pratiques qui ont toutes le même poids, ce qui est sans doute une limite. Une pondération tenant compte de la plus grande importance de telle ou telle pratique était difficile à établir. La combinaison d'un plus grand nombre de pratiques était aussi envisageable. Nous nous sommes limités ici aux pratiques que nous jugions *a priori* les plus importantes.

Pour toutes les pratiques étudiées en lien avec la survenue des nouvelles infections, l'effet du groupe de prévalence avant l'installation du robot est très fort, voire dominant. Le fait de suivre consciencieusement ou non les pratiques *a priori* les plus favorables ne permet pas de limiter la phase de contamination des vaches saines observée lors de l'installation du robot. Seul le niveau de prévalence des infections intramammaires dans les deux ans avant l'installation du robot de traite détermine le taux de nouvelles infections dans les 6 mois suivant l'installation du robot. Comme nous l'avons déjà mentionné, les mammites étant une maladie transmissible, la prévalence conditionne le niveau de l'incidence.

2.4.5. Implications et perspectives

Finalement, en ce qui concerne les cellules somatiques du lait, la dégradation est très commune lors de l'installation d'un système de traite robotisée. Elle est essentiellement causée par une forte augmentation des nouvelles infections consécutives à des contaminations croisées entre vaches saines et vaches infectées sur l'unique griffe du robot. Un phénomène inflammatoire strict lié au changement de matériel de traite est sans doute également en cause.

L'augmentation des nouveaux cas de mammites est comparable quel que soit le niveau initial de prévalence des infections intramammaires. Le robot favorise simplement la contamination entre vaches.

Les exploitations évoluant le plus favorablement sont majoritairement des exploitations où les infections intramammaires sont gérées correctement de manière routinière depuis plusieurs années, c'est à dire où les bonnes pratiques sont connues et mises en oeuvre. Le fait d'installer un robot de traite dans le but d'améliorer une maîtrise jusqu'alors insuffisante des infections intramammaires est illusoire.

Afin de minimiser le risque de pénalisation financière pour des concentrations en cellules somatiques trop élevées, les exploitations souhaitant s'équiper d'un robot de traite devraient veiller à bien maîtriser les infections intramammaires plus d'une année avant l'installation du robot. Des concentrations en cellules somatiques du lait de troupeau inférieures à 200 000 cellules/ml sur cette période permettent en moyenne de limiter la dégradation mais pas de l'éviter. Une politique de réforme des animaux infectés chroniques doit être entreprise bien en amont de l'installation du robot de traite.

Pour limiter les nouveaux cas de mammites lors de l'installation du robot, il convient de ne pas saturer la stalle. Un maximum de 60 vaches, voire quelques unes de plus pour les robots les plus récents devrait être respecté. Le respect d'une bonne hygiène générale et de ce qui est qualifié de « bonnes pratiques d'élevage » est évidemment indispensable.

Il est évident que tout ce qui est mis en oeuvre pour limiter la contamination des vaches saines et guérir au plus tôt les vaches infectées contribue à maîtriser les mammites dans une exploitation. Le respect des pratiques couramment recommandées lors du passage en traite robotisée ne peut en aucun cas nuire au contrôle de la situation.

Notre étude ne met pas en évidence l'efficacité d'un système de désinfection de la griffe, pourtant c'est bien la transmission de germes pathogènes via les manchons trayeurs qui semble en cause (Annexe R). Comme le mentionne Schuiling (2004), il est évident que le fait de réduire le nombre de bactéries pathogènes sur les manchons trayeurs contribue à diminuer le risque de nouvelles infections.

Les résultats de l'étude descriptive viennent globalement confirmer ceux des études précédentes. De nouveaux essais permettraient de mieux expliquer les évolutions mises en évidence surtout en ce qui concerne l'indice de lipolyse. Des approfondissements sont également nécessaires pour confirmer nos conclusions en ce qui concerne l'étude explicative. Le faible nombre d'exploitations pris en compte est un facteur limitant la mise en évidence d'autres pratiques influençant favorablement ou défavorablement la transition en traite robotisée. Une étude à plus grande échelle s'affranchirait des problèmes d'effectifs que nous avons rencontrés.

Enfin, une étude détaillée de l'intérêt des systèmes de désinfection des manchons apparaît indispensable. Peu de données sont actuellement disponibles sur ces outils. Pourtant, il nous semble qu'il s'agit là d'un point incontournable de la maîtrise des infections intramammaires en traite robotisée. Si ceux-ci se révèlent inefficaces pour prévenir la transmission des agents pathogènes entre vaches, de nouveaux systèmes devront être imaginés.

CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de décrire l'évolution des critères de qualité du lait utilisés par les laiteries pour le paiement du lait. L'étude des concentrations en cellules somatiques du lait de troupeau lors de l'installation d'un système de traite robotisé a été traitée de manière détaillée. Une augmentation de la contamination du lait par les spores butyriques, les germes totaux ainsi qu'une dégradation de l'indice de lipolyse ont été mis en évidence. Cette augmentation apparaît transitoire en ce qui concerne les spores butyriques mais durable dans les autres cas. Dans les 53 exploitations étudiées, une augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait de troupeau est visible. Elle est en moyenne d'environ 100 000 cellules/ml dans les premiers mois d'utilisation du robot. L'augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait de troupeau affecte 74% des exploitations enquêtées. Cette dégradation est mise en évidence quel que soit le niveau de prévalence des infections intramammaires observé avant l'installation du robot. Elle est en moyenne longue, environ 18 mois, mais transitoire. Au delà, des performances moyennes comparables à celles observées avant l'installation du robot sont visibles.

Il apparaît que l'installation du robot augmente le risque d'arrêt de collecte. Le nombre d'exploitations livrant au moins une fois du lait dit hors normes double dans les 24 mois suivant l'installation (28 exploitations contre 13 les 24 mois précédents). Pour les exploitations concernées cette défaillance se renouvelle en moyenne 5,5 fois. Au cours des 6 premiers mois d'utilisation du robot, le préjudice financier lié aux pénalités sur le critère « cellules » est d'autant plus important que la maîtrise des infections intramammaires avant l'installation du robot est insuffisante.

Globalement les exploitations maîtrisant correctement les infections intramammaires avant l'installation du robot ont une évolution plus favorable que les autres après l'installation du robot de traite. Pour les exploitations où le contrôle des mammites était plus aléatoire, la dégradation observée est plus durable ; l'utilisation d'un robot de traite ne favorise pas la maîtrise des infections intramammaires. Nous constatons par ailleurs que les transitions en traite robotisée effectuées après mai 2005 se déroulent en moyenne moins bien que celles effectuées avant. L'évolution du profil des éleveurs s'équipant, ainsi que les prix élevés du lait en 2007 et 2008 peuvent être en cause.

Le recueil des concentrations en cellules somatiques individuelles nous a permis de décrire l'évolution de l'incidence et de la persistance apparentes des infections intramammaires en fonction de la prévalence observée avant l'installation du robot. L'augmentation de la prévalence des infections intramammaires observée dans les premiers mois d'utilisation du robot est essentiellement la conséquence de l'augmentation de l'incidence apparente, c'est à dire de la survenue de nouvelles infections. Une contamination croisée entre les vaches infectées et les vaches saines est favorisée par le robot de traite. La prévention de ce phénomène est globalement insuffisante. L'étude des données révèle que l'augmentation de l'incidence après l'installation du robot est comparable quel que soit le niveau de prévalence des infections intramammaires avant l'installation du robot.

En revanche, la persistance apparente, semble peu modifiée lors de l'installation du robot de traite. Nous nous attendions pourtant à son augmentation dans les premiers mois d'utilisation du robot. En effet, d'après les dires des éleveurs enquêtés, la prise en main des nouveaux outils qui permettent la détection des mammites est souvent délicate.

La mise en évidence de pratiques pouvant influencer l'incidence ou la prévalence apparente des infections intramammaires les 6 premiers mois d'utilisation du robot n'a pas été très fructueuse. Il semble toutefois que le respect des règles d'hygiène classiques et de la

capacité d'accueil du robot de traite permettent de limiter les nouvelles infections. L'intérêt d'un système de désinfection des manchons trayeurs n'a pu être mis en évidence du fait des faibles effectifs étudiés. De même, le suivi de pratiques, que nous jugeons recommandables aux exploitations désirent s'équiper d'un robot de traite, n'a que peu d'influence sur l'incidence et la persistance apparentes des infections intramammaires des 6 premiers mois d'utilisation de l'outil. Finalement, le niveau de prévalence des infections intramammaires avant l'installation du robot détermine majoritairement le taux de nouvelles infections dans les 6 mois suivant l'installation du robot.

Ainsi, l'installation d'un robot de traite devrait intervenir dans une exploitation où la maîtrise des infections intramammaires est correctement réalisée de longue date. Le cas échéant, une politique d'assainissement du troupeau devrait être entreprise bien en amont de l'installation du robot de traite. Des concentrations en cellules somatiques du lait de troupeau inférieures à 200 000 cellules/ml plus d'un an avant l'installation du robot permettent en moyenne de limiter la dégradation mais pas de l'éviter. Un bon contrôle des infections intramammaires avant l'installation du robot est le meilleur gage d'une transition réussie. Le fait de ne pas saturer le robot s'avère également bénéfique. Environ 60 vaches au maximum devraient être exploitées pour une stalle. D'autre part, une bonne gestion de l'élevage (du logement, de la propreté générale...) permet de limiter les nouvelles infections lors de l'installation du robot.

La bibliographie est riche d'études décrivant l'impact de l'installation d'un robot sur les différents critères de qualité du lait utilisés couramment. Les nouvelles études devront rechercher à expliquer ces évolutions surtout en ce qui concerne l'indice de lipolyse. Des études destinées à déterminer les facteurs favorables et défavorables à la transition en traite robotisée, réalisées à plus grande échelle, permettraient de s'affranchir des problèmes d'effectifs que nous avons rencontrés. De nouveaux facteurs seraient immanquablement mis en évidence. Enfin, de nouvelles investigations relatives aux systèmes de désinfection des manchons nous apparaissent indispensables. Actuellement trop peu d'études ont été menées pour déterminer leur efficacité. Pourtant, l'utilisation systématique d'une désinfection efficace des manchons trayeurs est incontournable pour maîtriser les infections intramammaires en traite robotisée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABENI F., CALAMARI L., CALZA F., SPERONI M., BRETONI G., PIRLO G., (2005). Welfare assessment based on metabolic and endocrine aspects in primiparous cows milked in a parlor or with an automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 88 : 3542–3552.
- ALIX E., (2009). Robot de traite VMS DeLaval. Journées nationales des GTV. 675-678.
- BACH A., BUSTO I., (2005). Effects on milk yield of robotic milking interval regularity and teat cup attachment failures with robotic milking systems. *J. Dairy Res.* 72 : 101-106.
- BARATON Y., CORROT G., MORVAN Y., PFLIMLIN F., (1985). Le point sur : la contamination par les spores butyriques. Ed. ITEB. 32p.
- BARTH K., FISCHER R., WORSTORFF H., (2000). Evaluation of variation in conductivity during milking to detect subclinical mastitis in cows milked by robotic systems. *Robotic milking, proceedings of the international symposium in held in Lelystad, The Netherlands.* Ed. Wageningen Pers : 89 - 96.
- BENNEDSGAARD T.W., ELVSTRØM S., RASMUSSEN M.D., (2004). Selection of cows for treatment of udder infections in AMS herds. *Proceedings of Automatic Milking : a better understanding.* 2004 : 209-214.
- BERGLUND I., PETTERSSON G., SVENNERSTEN-SJAUNJA K., (2002). Automatic milking : effects on somatic cell count and teat end quality. *Livest. Prod. Sci.* 78 : 115-124.
- BERGLUND I., PETTERSSON G., ÖSTENSSON K., SVENNERSTEN-SJAUNJA K., (2007). Quarter milking for improved detection of increased SCC. *Reprod. Dom. Anim.* 42 : 427-432.
- BILLON P., POMIES D., (2006). Le point sur la robotisation 15 ans après l'apparition des premiers systèmes dans les fermes. *Renc. Rech. Rum.* 13 : 143-150.
- BILLON P., TOURNAIRE F. (2002). Rapport Institut de l'Élevage. Journée techniques des 8, 12 et 14 mars 2002, 17-31.
- BONY J., POMIES D., (2002). Le robot de traite, aspects techniques et économiques. Inra Editions, 117p.
- BROUILLET P., FEDERIC C., DERVISHI V., (2003). L'examen des trayons : lésions liées à la traite. Journées nationales GTV-INRA. 333-338.
- BRUCHON O., (1999). L'intégration du robot de traite dans le bâtiment d'élevage bovin laitier. Mémoire d'ingénieur, Enita de Dijon, 34 p.
- BRUCKMAIER R. M., BLUM J.W., (1998). Oxytocin release and milk removal in ruminants. *J. Dairy Sci.* 81 : 939-949.
- COLAK A., POLAT B., OKUMUS Z., KAYA M., YANMAZAND L. E., HAYIRLY A., (2008). Short Communication : Early detection of mastitis using infrared thermography in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 91 : 4244 - 4248
- COUSSI G., (1988). La lipolyse du lait. *Bull. GTV*, 4 : 97-106.
- DANIN J., (2004). Ce que l'on sait de la traite robotisée. *Réussir Lait Elevage.* 172 : 88-89.
- DE KONING K., SLAGHUIS B. VAN DER VORST Y., (2003). Robotic milking and milk quality: Effects on bacterial counts, somatic cell counts, freezing points and free fatty acids. *Ital. J. Anim. Sci.* 2 : 291-299.
- DE MOL R.M., OUWELTJES W., (2001). Detection model for mastitis in cows milked in an automatic milking system. *Prev. Vet. Med.* 49 : 71-82.
- DE VliegHER S., LAEVEN H., OPSOMER G., (2003). Effect of transition from conventionnal milking to robotic milking on teat skin and teat end condition. *Acta Vet. Scand. Suppl.* 9 : 318-319.

- DELAMAIRE E., GUINARD-FLAMENT J., (2006a). Increasing milking intervals decreases the mammary blood flow and the mammary uptake of nutrients in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89 : 3439-3446.
- DELAMAIRE E., GUINARD-FLAMENT J., (2006b). Longer milking intervals alter mammary epithelial permeability and the udder's ability to extract nutrients. *J. Dairy Sci.* 89 : 2007- 2016.
- DELAVAL (2009). Robot de traite VMS DeLaval. Brochure commerciale. www.delavalfrance.fr
- DEMARQUILLY C. (1998). Ensilage et contamination du lait par les spores butyriques. *INRA Prod. Anim.*, 11 (5) : 359 - 364.
- DIJKHUIZEN A.A., HUIRNE R.B.M., HARSH S.B., GARDNER R.W., (1997). Economics of robot application. *Comput. Electron. Agr.* 17 : 111-123.
- DOHOO I.R., LESLIE K.E., (1991). Evaluation of changes in somatic cell counts as indicators of new intramammary infections. *Prev. Vet. Med.* 10 : 225-237.
- DYEVRE F., (2009). Système de traite robotisée Lely Astronaut A3. Journées nationales des GTV. 679-682.
- DZIDIC A., MACUHOVA J., BRUCKMAIER R. M., (2004). Effects of cleaning duration and water temperature on oxytocin release and milk removal in an automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 87 : 4163-4169.
- ENAULT C., (2008). La machine à traire : recherches et innovations depuis les années 1980 en vue d'améliorer la qualité du lait et la santé de la mamelle chez les vaches laitières. Revue bibliographique. Thèse pour le diplôme d'état de docteur vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. 226p.
- ESPADA E., VIJVERBERG H., (2002). Milk colour analysis as a tool for the detection of abnormal milk. Proceedings of the first national animal conference robotic milking, Toronto, Canada. IV28 – IV38.
- FORSBERG A-M., PETTERSSON G. WIKTORSSON K., (2002). Comparison between free and forced cow traffic in an automatic milking system. Pages 131-135 in NJF Report 337. Technology for milking and housing of dairy cows. Hamar, Norway.
- FROST A.R., MOTTRAM T.T., ALLEN C.J., WHITE R.P., (1999). Influence of milking interval on the total bacterial count in a simulated automatic milking system. *J. Dairy Sci.*, 66 : 125-129.
- GOURREAU J.M., (1995). Accidents et maladies du trayon. France agricole. 288p.
- GUSTAFSON G.M., (1993). Effects of daily exercise on the health of tied dairy cows. *Prev. Vet. Med.* 17 : 209-223.
- GYGAX L., NEUFFER I., KAUFMANN C., HAUSER R., WECHSLER B., (2006). Milk cortisol concentration in automatic milking systems compared with auto-tandem milking parlors. *J. Dairy Sci.*, 89 : 3447-3454.
- HAGEN K., LEXER D., PALME R., TROLER J., WAIBLINGER S., (2004). Milking Brown Swiss and Austrian Simmental cows in a herringbone parlour or an automatic milking unit. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 88 : 209-225.
- HALE S. A., CAPUCO A.V., ERDMAN R.A., (2003). Milk yield and mammary growth effects due to increased milking frequency during early lactation. *J. Dairy Sci.* 86 : 2061-2071.
- HAMANN J., REINECKE F., (2002). Machine milking effects on udder health – comparison of a conventional with a robotic milking system. Proceedings of the first national animal conference robotic milking, Toronto, Canada. IV-17 – IV-27.
- HAMANN J., REINECKE F., STAHLHUT-KLIPP H., GRABOWSKI N.T., (2004). Effects of an automatic milking system (VMS®) on free fatty acids (FFA) in different milk fractions. Proceedings of Automatic Milking : a Better Understanding. Lelystad, The Netherlands. 365-366.

- HAMANN J., ZECCONI A., (1998). Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. *Bulletin of IDF*. 334, 26 pp.
- HAMILTON S., (2007). Introduction of heifers to an automatic milking system. Examnesarbete. Dep. Anim. Nutr. and Managem. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- HARMS J., (2004). Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Varianten des Tierumtriebs bei automatischen Melksystemen (Einboxenanlagen). PhD Diss. Institute of Agricultural Engineering, Technical University of Munich, Germany. 322p.
- HARTHEISER M., (1994). La maîtrise de la contamination du lait par les spores butyriques. *Rec. Méd. Vet.* 170 (6/7) : 429-436.
- HERMANS G.G.N., IPEMA A.H., STEFANOWSKA J., METZ J.H.M., (2003). The effect of two traffic situations on the behaviour and performance of cows in an automatic milking system. *J. Dairy Res.* 86 : 1997-2004.
- HEUCHEL V., (1994). Mesure de l'incidence de différents types de faisceaux trayeurs sur la lipolyse du lait de vache. *Renc. Rech. Rum.* 1 : 125 – 128.
- HILLERTON J.E., PANKEY J.W., PANKEY P., (2002). Effect of over-milking on teat condition. *J. Dairy Res.* 69 : 81-84.
- HOGVEEN H., VAN DER VORST Y., OUWELTJES W., SLAGHUIS B.A., (2001). Automatic milking and milk quality : A European perspective. *Proceedings of the 40th Natl. Mastitis Council Ann. Meet. Madison, WI, USA.* 152-162.
- HOGVEEN H., OUWELTJES W., (2003). Sensors and management support in high-technology milking. *J. Anim. Sci.* 81 : 1-10.
- HOPSTER H., BRUCKMAIER R.M., VAN DER WERF J.T.N., KORTE S.M., MACUHOVA J., KORTE-BOUWS G., VAN REENEN C.J., (2002). Stress responses during milking: Comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85 : 3206–3216.
- HOVINEN M., AISLA A-M., PYÖRÄLÄ S., (2005). Visual detection of technical success and effectiveness of teat cleaning in two automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 88 : 3354-3362.
- HOVINEN M., SIIVONEN J., TAPONEN S., HÄNNINEN L., PASTELL M., AISLA A-M., PYÖRÄLÄ S., (2008). Detection of clinical mastitis with help of a thermal camera. *J. Dairy Sci.* 91 : 4592 – 4598.
- IPEMA A.H., BENDERS E., (1992). Production duration of machine milking and teat quality of dairy cows milked 2,3 or 4 times daily with variable intervals. *Proceedings of the International Symposium on Prospects for automatic milking. EAAP Publication, Wageningen, The Netherlands.* 65 : 224-252.
- IPEMA A.H., SCHUILING E., (1992). Free fatty acids; influence of milking frequency. *Proceedings of the International Symposium on Prospects for automatic milking. EAAP Publication, Wageningen, The Netherlands.* 491-496.
- JAYARAO B. M., BASSAM B.J., CAETANO-ANOLLES G., GRESSHOFF P.M., OLIVER S.P., (1992). Subtyping of *Streptococcus uberis* by DNA amplification fingerprinting. *J. Clin. Microbiol.* 30 : 1347-1350.
- JEPSEN L., RASMUSSEN M.D., (2000). Milk quality on Danish farms with automatic milking systems. *Proceedings of the National Mastitis Council, Ann. Meet.* 39 : 181-182.
- JEGOU V., (2007). Enquêtes en élevage robot de traite, des systèmes fourragers variés. *Cap élevage.* 19 : 6-7.
- JEGOU V., (2008). 4 questions à Vincent Jégou. *L'éleveur Laitier.* 64 : 42.
- JUSTESEN P., RASMUSSEN M.D., (2000). Improvements of milk quality by the Danish AMS self monitoring programme. *Proceedings of the International Symposium of Robotic Milking, Lelystad, the Netherlands.* 83-88.

- KAMPHUIS C., SHERLOCK R., JAGO J., MEIN G., HOGEVEEN H., (2008). Automatic detection of clinical mastitis is improved by in-line monitoring of somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 2008. 91 : 4560-4570.
- KETELAAR-DE LAUWERE C.C., (1999). Cow behaviour and managerial aspects of fully automatic milking in loose housing systems. PhD Diss. Wageningen, the Netherlands.
- KETELAAR-DE LAUWERE C.C., HENDRIKS M.M.W.B., METZ J.H.M., SHOUTEN W.G.P., (1998). Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 56 (1) : 13-28.
- 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 behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 64 (2) : 91-109.
- KETELAAR-DE LAUWERE C.C., IPEMA A.H., 2000. Cow behaviour and welfare if grazing is combined with voluntary automatic milking. In : Hogeveen H. and Meijering A. (eds), *Robotic milking, Proceedings of the international symposium*. Lelystad, the Netherlands. Ed. Wageningen Pers. 289-296.
- KITCHEN B.J., (1981). Review of the progress of dairy science : bovine mastitis : milk compositional changes and related diagnostic tests. *J. Dairy Sci.*, 48 : 167 - 188.
- KLEI L.R., LYNCH J.M., BARBANO D.M., OOLTENACU P.A., LEDNOR A.J., BANDLER D.K., (1997). Influences of milking three times a day on milk quality. *J. Dairy Sci.* 80 : 427-436.
- KLUNGEL G.H., SLAGHUIS B.A., HOGEVEEN H., (2000). The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *J. Dairy Sci.* 83 : 1998-2003.
- KNAPPSTEIN K., ROTH N., SLAGHUIS B., FERWERDA-VAN ZONNEVALD R., WALTE H-G., J. REICHMUTH J., (2004). Farm hygiene and teat cleaning requirements in automatic milking. *Proceedings of Automatic Milking : a Better Understanding*. Lelystad, the Netherlands. 83-93.
- KREMER J.H., ORDOLFF D., (1992). Experiences with continuous robotic milking with regard to milk yield, milk composition and behaviour of cows. *Prospects for automatic milking, Proceedings of the international symposium on Prospects for automatic milking Wageningen, Netherlands*. ED. EAAP Publication 65 : 253-260.
- KRUIP T.A.M., MORICE H., ROBERT M., OUWELTJES W., (2002). Robotic milking and its effect on fertility and cell counts. *J. Dairy Sci.* 85 : 2576-2581.
- LE GALL C., 1999. Le robot et la traite par l'arrière gagnent du terrain. *Machinisme et réseaux* . 24 : 3.
- LABBE J.F., (2008). Le robot de traite : approche pratique. *Bull. GTV.* 45 : 87-94.
- LELY, (2009). Communiqué : The Lely Pura Steam cleaning system allows you to keep better control of Somatic Cell Count. <http://www.lely.com/popup.jsp?nodeNumber=158573>
- LEFEUVRE N., (2001). Le robot de traite et ses conséquences sur la production laitière et la qualité du lait. Etude d'un troupeau de 40 vaches laitières Prim'Holstein en ferme expérimentale. Thèse pour le diplôme d'état de docteur vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes. 92p.
- LIND O., IPEMA A.H., DE KONING C., MOTTRAM T.T., HERMANN H-J., (2000). Automatic milking: reality, challenges and opportunities. *Proceedings of the international symposium of Robotic milking*, Lelystad, the Netherlands. 287 : 19-31
- LOSQ G., BROCHARD V., GALLOU T., (1995). Trois types de travail dans les élevages. *Elevage Rentabilité*. Bulletin édité par la Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor, 309 : 7-8.

- LUNDQVIST P., (1992). Human aspects in automatic milking. Prospects for automatic milking, Proceedings of the international symposium on prospects for automatic milking Wageningen, Netherlands. Ed. EAAP Publication 65 : 119 – 125.
- MAATJE K., HOGWERF P.H, ROSSING W., VAN ZONNEVELD R.T., (1992). Measuring quarter milk electrical conductivity, milk yield and milk temperature for detection of mastitis. Prospects for automatic milking, proceedings of the international symposium on prospects for automatic milking Wageningen, The Netherlands. Ed. EAAP Publication 65 : 199 – 125.
- MAGNUSSON M., (2007). *Bacillus cereus* in the housing environment of dairy cows. Contamination routes, effect of teat-cleaning, and measures to improve hygiene in the cubicles and alleys. PhD Diss. No. 2007:42. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden.
- MEFFE N., (1994). La lipolyse dans le lait de vache : bien comprendre les mécanismes et les causes pour mieux la prévenir. Rec. Méd. Vét., 170 (6/7) : 399 - 410.
- MELIN M., SVENNERSTEN-SJAUNJA K., WIKTORSSON H., (2005). Feeding patterns and performance of cows in controlled cow traffic in automatic milking systems. J. Dairy Sci., 88 : 3913-1922.
- MELIN M., WIKTORSSON H., CHRISTIANSSON A., (2004). Teat cleaning efficiency before milking in Delaval VMS™ versus conventional manual cleaning. Proceedings of Automatic Milking : a Better Understanding. Lelystad, The Netherlands. 117.
- MELIN M., WIKTORSSON H., NORELL L., (2005). Analysis of feeding and drinking patterns of dairy cows in two cow traffic situations in automatic milking systems. J. Dairy Sci. 88 : 71-85.
- MILTENBURG J.D., SAMPIMON O., (2000). Practical aspects of robotic milking. Robotic milking, proceedings of the international symposium held in Lelystad, The Netherlands. Ed. Wageningen Pers : 186-187.
- MOTTRAM T.T., HART J., PEMBERTON R., (2000). Biosensing techniques for detecting abnormal and contaminated milk. Robotic milking, proceeding of the international symposium held in Lelystad, The Netherlands. Ed. Wageningen Pers : 188-119.
- MOTTRAM T., RUDNITSKAYA A., LEGIN A., FITZGZRALD J.L., ECKERSALL P.D., (2007). Evaluation of a novel chemical sensor system to detect clinical mastitis in bovine milk. Biosens. And Bioelectronics, 22 : 2689-2693.
- NIELEN M., SCHUKKEN Y.H., BRAND A., HARING S., FERWERDA-Van Zonnenveld R.T., (1995). Comparison of analysis techniques for on-line detection of clinical mastitis. J. Dairy Sci. 78 : 1050-1061.
- NORBERG E., HOGEEVEN H., KORSGAARD I., FRIGGENS N.C., SLOTH K., LOVENDAHL P., (2004). Electrical conductivity of milk : ability to predict mastitis status. J. Dairy Res. 58 : 21 – 27.
- OLIVER S.P., LEWIS M.J., INGLE T.L., (1993). Pre-milking teat disinfection for the prevention of environmental pathogen intramammary infections. J. Food Protect. 56 : 852-855.
- OLOFSSON J., (2000). Feed availability and its effects on intake, production and behaviour in dairy cows. PhD Diss. Agraria no 221. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- OOSTRA H.H., (2005). Technical and management tools in dairy production. Improvements in automatic milking systems and detection of cows with deviating behaviour. PhD Diss. no 2005:11. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden.
- ORDOLFF D., BÖLLING D., (1992). Effects of milking intervals on the demand for cleaning the milking system in robotized stations. Prospects for automatic milking, Proceedings of the international symposium on prospects for automatic milking Wageningen, The Netherlands. Ed. EAAP Publication 65 : 169-174.
- ÖSTERMAN S., BERTILSSON J., (2003). Extended calving interval in combination with milking two or three times per day: effects on milk production and milk composition. Livest. Prod. Sci. 82 : 139-149.

- OUWELTJES W., HOGEVEEN H., (2001). Detecting abnormal milk through colour measuring. Proceeding annual National Mastitis Council, Reno, NV. 217 - 219.
- PALLAS S., (2003). Analysis of udder health and raw milk quality in an automated milking system. PhD Thesis, FU Berlin. <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/diss/2003/fu-berlin/2002/310/indexe.html>
- PANKEY J.W., WILDMAN E.E., DRECHSLER P.A., HOGAN J.S., (1987). Field trial evaluation of premilking teat disinfection. *J. Dairy Sci.* 70 : 867-872.
- PARSONS D.J., MOTTRAM T.T.F., 2000. An assessment of herd management aspects of robotic milking on UK dairy farms. In : Hogeveen H. and Meijering A. (eds), *Robotic milking, Proceedings of the international symposium*, 212-220. Lelystad, the Netherlands. Ed. Wageningen Pers.
- PEDERSEN L.H., BENNEDSGAARD T.W., (2005) Bacterial findings in herds with automatic milking. *Dan Instit of Agr Sci Internal report.* 230 : 7-12.
- PERSSON-WALLER K., WESTERMARK T., EKMAN T., SVENNERSTEN-SJAUNJA K., (2003). Milk leakage – an increased risk in automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 86 : 3488-3497.
- PETTERSSON G., BERGLUND I., HUSFLOEN A., TUKIAINEN R., SVENNERSTEN-SJAUNJA K., (2002). Effects of temporal technical stoppages in an AMS on bulk milk SCC and number of positive bacterial tests on udder quarter level. *Technology for milking and housing of dairy cows.* Hamar, Norway. 337 : 43-45.
- POMIES D., (2006). Le robot de traite : avantages et inconvénients. Support d'une intervention sur les robots de traite à l'Université Charlemagne (Belgique) Septembre 2006.
- POMIES D., VIMAL T., BONY J., COULON J. B., (1998). Mise en place d'un robot de traite dans une ferme expérimentale : premiers résultats obtenus à l'INRA. *Renc. Rech. Rum.* 5 : 335.
- POMIES D., BONY J., (2000). Comparison of hygienic quality of milk collected with a milking robot vs. with a conventional milking parlour. *Robotic milking, Proceedings of the international symposium held in Lelystad, The Netherlands.* Ed. Wageningen Pers : 122 - 123.
- POMIES D., REMOND B., (2000). Omission de une ou deux traits par semaines sur des vaches laitières en milieu de lactation. *Renc. Rech. Rum.* 7 : 128.
- POMIES D., LEFEUVRE N., (2001). Impact reel d'un robot de traite sur la production laitière des vaches. *Renc. Rech. Rum.* 8 : 263.
- PORTIER M., (2008). Cinq constructeurs dans un marches en pleine effervescence. *Réussir Lait Elevage.* 213 : 48-50.
- POELARENDS J.J., SAMPIMON O.C., NEIJENHUIS F., MILTENBURG J.D., et al. (2004). *Proceedings of Automatic milking : a better understanding.* Wageningen academic publisher, 148 - 154.
- PRESCOTT N.B., MOTTRAM T.T., WEBSTER A.J.F. (1998). Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 57 : 23-33.
- RASMUSSEN M.D., (2005). Changes in quarter milk yield during clinical and subclinical mastitis. *Dan Instit Agr Sci Internal report.* 230 : 19-23.
- RASMUSSEN M.D., (2006). Automatic milking and udder health : an overview. *World Buiatrics congress, Nice, France.*
- RASMUSSEN M.D., FRIMER E., HORVATH Z., JENSEN N.E., (1990). Comparison of a standard and variable milking routine. *J. Dairy Sci.* 73 : 3472-3480.
- RASMUSSEN M.D., DE BLOM J.Y., NIELSEN L.A.H., JUSTESEN P., (2001). The impact of automatic milking on udder health. *Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality, Vancouver, BC, Canada.* 397-400.

- RASMUSSEN M.D., BJERRING M., JUSTESEN P., JEPSEN L., (2002) Milk Quality on Danish Farms with Automatic Milking Systems. *J Dairy Sci.* 85 : 2869-2878.
- RASMUSSEN M.D., WIKING L., BJERRING M., LARSEN H.C., (2006). Influence of air intake on the concentration of free fatty acids and vacuum fluctuations during automatic milking. *J. Dairy Sci.* 89 : 4596-4605
- REINEMANN D.J., HELGREN J.M., (2004). Online milk sensing issues for automatic milking. Paper 04-4191 in ASAE/CSAE Meeting. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.
- ROSSING W., HOGWERF P.H., (1997). State of the art of automatic systems. *Comput. Electron. Agric.* 17 : 1:17.
- ROSSING W., HOGWERF P.H., IPEMA A.H., KETELAAR-DE-LAUWERE C.C., DE KONING C.J.A.M., (1997). Robotic milking in dairy farming. *Netherl. J. Agric. Sci.* 45 : 15-31.
- ROTZ C. A., COINER C. U., SODER K. J., (2003). Automatic milking systems, farm size, and milk production. *J. Dairy Sci.* 86 : 5167-4177.
- ROVAI M., KOLLMAN M.T., BRUCKMAIER R.M., (2007). Incontinentia Lactis: Physiology and anatomy conducive to milk leakage in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90 : 682-690.
- SALOMONSSON M., SPÖRNDLY E., (2000). Cow behaviour at pasture with or without supplementary roughage in automatic milking systems. Robotic milking, Proceedings of the international symposium held in Lelystad, The Netherlands. Ed. Wageningen Pers : 192-193.
- SAMUELSSON B., WAHLBERG E., SVENNERSTEN K., (1993). The effect of feeding during milking on milk production and milk flow. *Sw. J. Agric. Res.* 23 : 101-106.
- SAPRU A., BARBANO D.M., YUN J.J., KLEI L.R., OLTENACU P.A., BANDLER D.K., (1997). Cheddar cheese: Influence of milking frequency and stage of lactation on composition and yield. *J. Dairy Sci.* 80:437-446.
- SARIKAYA H., BRUCKMAIER R.M., (2006). Importance of the samples milk fraction for the prediction of total quarter somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 89 : 4246-4250.
- SCHUILING E., (1992). Teat cleaning and stimulation. Proceedings of the international symposium on prospects for automatic milking, EAAP publication 65, Wageningen, The Netherlands. Ed. Wageningen Pers : 164-168.
- SCHUILING E., (2004). The cleaning of automatic milking systems. Proceedings of Automatic milking : a better understanding. Conference Proceedings, Lelystad, the Netherlands.
- SEEGERS H., BEAUDEAU F., FOURICHON C., BAREILLE N., BILLON D., (1999). Interprétation des données de santé de la mamelle en élevage bovin laitier : élément de discussion. Journée GTV-Inra, Nantes. Atelier « Evaluation mammites ».
- SEEGERS H., BAREILLE N., (2006). Savoir interpréter les concentrations cellulaires en troupeau bovin laitier. *Nouv. Prat. Vét. Elevage et santé.* 3 : 80-82.
- SERIEYS F., BROUILLET C., (2007). Prévention des lésions des trayons des vaches laitières. *Bulletin des GTV.* 39 : 101-106.
- SHELDRAKE R. F., HOARE R.J.T., (1980). Postmilking iodine teat skin disinfectants. New intramammary infection rates. *J. Dairy Res.* 47:27.
- SJAUNJA L-O., (1986). Day-to-day variation in milk yield, milk composition and somatic cell count. International committee for Recording of the productivity of milk animals (ICRPMA). 25th session.
- SMITH B.P., (1996). Large animal internal medicine. Mosby. 2nd Edition :1181-1195. 2040p.

- SMITH T.W., EBERHART R.J., SPENCER S.B., KESLER E.M., HARDGROVE C.L., HEALD V.W., (1985). Effect of automatic backflushing on new intramammary infections, bacteria on teat cup liners and milk iodine. *J. Dairy Sci.* 68: 424-432.
- SOL J., SAMPIMON O.C., SNOEP J.J., SCHUKKEN Y.H., (1997). Factors associated with bacteriological cure during lactation after therapy for subclinical mastitis caused by *Staphylococcus aureus*. *J. Dairy Sci.*, 80: 2803-2808.
- SOL J., SAMPIMON O.C., BARKEMA W., SCHUKKEN Y.H., (2000). Factors associated with cure and therapy of clinical mastitis caused by *Staphylococcus aureus*. *J. Dairy Sci.* 83 : 278-284.
- SPERONI M., PIRLO G., LOLLI S., (2006). Effect of automatic milking systems on milk yield in a hot environment. *J. Dairy Sci.* 89 : 4687-4693.
- SPÖRNDLY E., WREDLE E., (2002). Automatic milking and grazing—Motivation to visit the milking robot. Deliverable D26, EU project "Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms" (QLK5-2000-31006). Online. Available <http://www.auto-maticmilking.nl>
- SPÖRNDLY E., WREDLE E., (2004). Automatic milking and grazing – effects of distance to pasture and level of supplements on milk yield and cow behavior. *J. Dairy Sci.* 87 : 1702-1712.
- SPÖRNDLY E., WREDLE E., (2005). Automatic milking and grazing – effects of location of drinking water on water intake, milk yield, and cow behavior. *J. Dairy Sci.* 88 : 1711-1722.
- STEFANON B., COLITTI M., GABAI G., KNIGHT C.H., WILDE C.J., (2002). Mammary apoptosis and lactation persistency in dairy animals. *J. Dairy. Res.* 69 : 37-52.
- STEFANOWSKA J., IPEMA A.H., (2000) Effects of access to a field on the visiting pattern of cows to the automatic milking system and other behaviour. *Robotic milking, Proceedings of the international symposium held in Lelystad, The Netherlands.* Ed. Wageningen Pers : 194-195.
- STEFANOWSKA J., PLAVSIC M., IPEMA A.H., HENDRIKS M.M.W.B., (2000). The effect of omitted milking on the behaviour of cows in the context of cluster attachment failure during automatic milking. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67 : 277-291.
- STELWAGEN K., (2001). Effect of milking frequency on mammary functioning and shape of the lactation curve. *J. Dairy Sci.*, 84 : 204-211.
- SVENNERSTEN K., GOREWIT R., SJAUNJA L-O., UVNÄS-MOBERG K., (1995). Feeding during milking enhances milking related oxytocin secretion and milk production in dairy cows whereas food deprivation decreases it. *Acta Physiol. Scand.* 153 : 309-310.
- SVENNERSTEN-SJAUNJA K., BERGLUND I., PETTERSSON G., (2000). The milking process in an automatic milking system, evaluation of milk yield, teat condition and udder health. *Robotic milking, Proceedings of the international symposium held in Lelystad, The Netherlands.* Ed. Wageningen Pers : 277-288.
- SVENNERSTEN-SJAUNJA K., ANDERSSON I., WIKTORSSON H., (2004). The effect of milking interval on milk yield and milk composition. *Proceedings of Automatic Milking : a Better Understanding.* Lelystad, the Netherlands. 515.
- SVENNERSTEN-SJAUNJA K., PETTERSSON G., (2005). Effect of milking frequency on lactation persistent in an automated milking system. In *EAAP – 56th Annual Meeting Uppsala. Book of abstracts.* 11 : 156.
- SZUCHS E., ACS I., UGRI K., SAS M., TOROK I., FODOR E., (1986). Milking three times a day in a herd with high milk yields. *Dairy Sci. Abstr.* 48 : 360.
- SVENNERSTEN-SJAUNJA K., PETTERSSON G., (2008). Pros and cons of automatic milking in Europe. *J. Anim. Sci* 86 : 37-46.

- TIMSIT E., NICOL J.M., DARNIS A., BAREILLE N., (2008). Cas de mammites à *S. aureus* en traite robotisée. *Point. Vet.* 291 : 63-69.
- TIMSIT E., BAREILLE N., (2008). Infections intramammaires. Conductivité du lait et détection des mammites ? *Point. Vet.* 291 : 11.
- TUCKEY S.L., J. STADHOUSERS J., (1967). Increase in sensitivity of organoleptic detection of lipolysis in cows milk by culturing or direct acidification. *Neth. Milk Dairy J.* 21: 158-162.
- VAN DER VORST Y., KNAPPSTEIN K., RASMUSSEN M.D., (2002). Milk quality on farm with an automatic milking system. Effects of automatic milking on the quality of produced milk. Delivery D8. EU project Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5 2000-31006) 21 p.
- VAN DOOREN H. J. C., SPÖRNDLY E., WIKTORSSON H., (2002). Automatic milking and grazing. Applied grazing strategies. Deliverable D25, EU project "Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms" (QLK5-2000-31006). Online. Available <http://www.automaticmilking.nl>.
- VERHEIJ J.G.P., (1992). Cleaning frequency of automatic milking equipment. Prospects for automatic milking, proceedings of the international symposium on prospects for automatic milking Wageningen, The Netherlands. AD. EAAP Publication 65 : 175-178.
- 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 investissements. *INRA Prod. Anim.*, 14 (1) : 51-61.
- VEGRICHT J., AMBROZ P., MACHALEK A., (1992). Measuring milk conductivity and temperature during milking. Prospects for automatic milking, proceedings of the international symposium on prospects for automatic milking Wageningen, The Netherlands. Ed. EAAP Publication 65 : 134 - 140.
- WAGNER-STORCH A.M., PALMER R.W., (2003). Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 86 : 1494-1502.
- WENDL G., HARMS J., SCHÖN H., (2000). Analysis of milking behaviour on automatic milking. Robotic milking, Proceedings of the international symposium held in Lelystad, The Netherlands. Ed. Wageningen pers. 128-129.
- WENZEL C., SCHÖNREITER-FISCHER S., UNSHELM J., (2003). Studies on step-kick behavior and stress of cows during milking in an automatic milking system. *Livest. Prod. Sci.* 83 : 237-246.
- WIKING L., BJÖRK L., NIELSEN J.H., (2003). Influence of feed composition on stability of fat globules during pumping of raw milk. *Int. Dairy J.* 13 : 797-803.
- WIKING L., NIELSEN J.H., BÄVIUS A-K., EDVARDSSON A., SVENNERSTEN-SJAUNJA K., (2006). Impact of milking frequencies on the level of free fatty acids in the milk, fat globule size, and fatty acid composition. *J. Dairy Sci.* 89 : 1004-1009.
- WOOLFORD M. W., WILLIAMSON J. H., HENDERSON H.V., (1998). Changes in electrical conductivity and somatic cell count between milk fractions from quarters subclinically infected with particular mastitis pathogens. *J. Dairy Res.* 65 : 187 - 198.
- WREDLE E., (2005). Automatic milking and grazing. Factors and stimuli affecting cow motivation to visit the milking unit. PhD Diss. no 2005:116. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- ZECCONI A., PICCINI R., CASIRANI G., BINDA E., MIGLIORATI L., (2003) Effects of automatic milking system on teat tissues, intra-mammary infections and somatic cell count. *Ital. J. Anim. Sci.* 2 : 275-282.

ANNEXES

<u>Annexe A</u> : Modes de circulation des animaux	1
<u>Annexe B</u> : Fiches d'intervention mammites en élevage SNGTV	3
<u>Annexe C</u> : Questionnaire destiné aux exploitations équipées d'un robot DeLaval	19
<u>Annexe D</u> : Questionnaire destiné aux exploitations équipées d'un robot Lely	31
<u>Annexe E</u> : Variable synthétique : détection des vaches susceptibles d'être infectées	43
<u>Annexe F</u> : Choix des paramètres de classement des exploitations en 3 groupes de prévalence	45
<u>Annexe G</u> : Caractéristiques des exploitations étudiées au moment de l'enquête	51
<u>Annexe H</u> : Conseils des éleveurs enquêtés	53
<u>Annexe I</u> : Production individuelle quotidienne, matière protéique et matière grasse du lait	55
<u>Annexe J</u> : Germes totaux et spores butyriques	59
<u>Annexe K</u> : Choix du nombre de contrôles à prendre en compte pour le classement initial des exploitations en 3 groupes de prévalence	61
<u>Annexe L</u> : Tests de concordance	63
<u>Annexe M</u> : Résultats des analyses de variance	65
<u>Annexe N</u> : Constitution de deux critères globaux reflétant le niveau de suivi des pratiques recommandées lors de l'installation du robot de traite	73
<u>Annexe O</u> : Evolution moyenne de la qualité du lait en fonction du prix du lait standard	77
<u>Annexe P</u> : Evolution individuelle des exploitations	79
<u>Annexe Q</u> : Effet de l'installation d'un robot de traite sur la concentration en cellules somatiques des vaches laitières infectées	83
<u>Annexe R</u> : Effet de l'installation d'un système de désinfection des manchons trayeurs sur la maîtrise des infections intramammaires	85

ANNEXE A

Modes de circulation des animaux

Le tableau suivant présente les différents types de circulation proposés par les deux principaux constructeurs DeLaval et Lely. Les circulations inversée, guidée, et libre-contrôlée sont définies selon les modalités de DeLaval. Les définitions de la circulation libre sont identiques pour les deux constructeurs.

Circulation forcée		Circulation semi-forcée	Circulation libre
Circulation inversée	Circulation guidée	Circulation libre-contrôlée	
<p>Association d'une porte intelligente à d'autres portes unidirectionnelles</p> <p>Les vaches accèdent librement à l'aire d'alimentation.</p> <p>Les vaches sont contrôlées par la porte intelligente lorsqu'elles reviennent de l'aire d'alimentation : elles seront dirigées soit vers le robot de traite, soit vers une ou plusieurs stations DAC avant de rejoindre l'aire de couchage.</p>	<p>Utilisation de portes unidirectionnelles.</p> <p>Les vaches doivent passer par la station de traite pour se rendre à l'aire d'alimentation.</p> <p>Les portes unidirectionnelles empêchent les vaches se trouvant dans l'aire de couchage de se rendre à l'aire d'alimentation.</p>	<p>Association d'une porte intelligente à des portes unidirectionnelles.</p> <p>L'installation de la porte intelligente entre le parc d'attente et l'aire d'alimentation permettra aux vaches de se rendre sur l'aire d'alimentation, ou vers un parc séparation.</p> <p>Contrairement à la plupart des systèmes de circulation le système libre contrôlé ne va pas contraindre les vaches ayant la permission d'être traite. Elle va donc laisser la grande majorité des animaux circuler librement dans l'étable.</p> <p>Pas de limitation de l'accès à l'auge des animaux lors des pics de circulations (par exemple distribution du fourrage).</p> <p>Les quelques vaches en retard seront dirigées vers la station de traite avant de pouvoir se rendre sur la table d'alimentation</p>	<p>Aucune porte n'est installée.</p> <p>Les vaches accèdent librement à toutes les aires du bâtiment d'élevage.</p>

Tableau réalisé d'après « Concepts de circulation des animaux », site Internet de Delaval : <http://www.delavalfrance.fr/Products/AutomaticMilking/DeLaval-VMS/Cow-traffic-concepts.htm>

FICHES D'INTERVENTION MAMMITES EN ELEVAGE

Commission Qualité du Lait SNGTV

Ces 8 fiches (certaines d'entre elles s'accompagnant d'annexes) constituent un support pour une approche sémiologique des mammites dans l'élevage en vue d'en améliorer le niveau de maîtrise :

1. Bilan des mammites cliniques et subcliniques
2. Facteurs de risque TRAITE
 - Ø Annexe 2 bis : mesure des temps de traite
 - Ø Annexe 2 ter : évaluation des lésions de trayons à la traite
 - Ø Annexe 2 quar : assistance traite
3. Facteurs de risque LOGEMENT
 - Ø Annexe 3 bis : notation de propreté des vaches
4. Facteurs de risque VACHES
5. Facteurs de risque PRATIQUES DE TRAITEMENT et REFORME
6. Diagnostic et plan d'action
7. Traitement des mammites en lactation
8. Traitement des mammites au tarissement

· La démarche sémiologique est une spécificité vétérinaire. Elle consiste à conduire successivement les trois étapes suivantes :

- 1) analyse des indicateurs des infections mammaires (mammites cliniques et subcliniques) permettant une première orientation diagnostique
- 2) recherche orientée des facteurs de risques explicatifs des problèmes constatés
- 3) diagnostic et plan d'action

· Les facteurs de risques :

Les facteurs de risques retenus sont ceux dont la maîtrise est clairement établie prioritaire pour diminuer l'incidence et la prévalence des mammites.

Les questions sont ouvertes, le document étant destiné à une utilisation par des vétérinaires.

Nous nous sommes attachés à éviter la redondance avec des documents normalisés déjà existants : fiche de contrôle machine à traire OPTITRAITE, documents du contrôle laitier, fiches GTV PARTENAIRE. Ces documents doivent être utilisés s'ils existent.

· Un support pour un usage pragmatique :

Chaque fiche « Facteurs de risques » liste l'ensemble des critères à examiner, évitant des oublis dans l'analyse. Le vétérinaire utilise ces fiches de manière pragmatique en recherchant prioritairement les facteurs explicatifs de la situation constatée. Selon ses objectifs, il peut pousser plus loin son analyse en mettant en évidence des facteurs de risques non responsables de la situation constatée mais potentiellement dangereux pour l'état sanitaire. Si les infections mammaires évoluent selon un modèle épidémiologique contagieux, le bâtiment et les litières ne sont pas a priori en cause, et la fiche « ad hoc » est sans objet dans une approche sémiologique. En revanche, de mauvaises conditions d'ambiance peuvent permettre à un modèle épidémiologique environnemental de succéder au modèle contagieux disparu : l'utilisation de la fiche « logement » est alors indiquée dans une optique d'assurance de la qualité. La priorité reste l'amélioration de l'état sanitaire ce qui implique un diagnostic de situation au niveau du troupeau.

Le vétérinaire mène son investigation selon la nature du cas d'élevage et son niveau de compétence. Dans les domaines qui ne sont pas de sa compétence exclusive (traite, machine à traire, bâtiments), il peut souhaiter mener lui-même une analyse approfondie ou s'adjoindre la collaboration de techniciens ou confrères spécialisés.

Au final, il doit produire un diagnostic de troupeau permettant de donner des recommandations préventives et de définir un plan de traitement GTV PARTENAIRE. Les fiches constituent à la fois un guide pour l'intervention et un support pour rédiger un compte rendu.

· Le rappel des recommandations, normes et objectifs :

En plaçant la souris de votre ordinateur sur les onglets rouges, vous verrez apparaître un encadré rappelant ces recommandations, normes et objectifs.

Pour en savoir plus :

1. Une formation SNGTV à l'utilisation de ces fiches peut être réalisée dans votre région : contactez votre GTV ou la SNGTV.

2. Bibliographie sommaire :

1. Chambres d'agriculture du Grand Ouest, Institut de l'Elevage. Les bâtiments des vaches laitières. Paris : Technipiel, 2003.
2. Institut de l'Elevage, France Contrôle Laitier. Référentiel du groupe de concertation Mammites, 2005.
3. ROUSSEL Ph., MENARD J-L., MASSELIN S., PUTHOD R., HETREAU Th., FORET A., HOUSSIN B., ARACIL C., LE GUENIC M. Maîtrise des facteurs de développement bactérien dans les litières accumulées : méthodes d'évaluation de leur contamination et démarche de conseil pour leur entretien. Journées nationales des GTV Tours 2004 : 827-831.
4. SNGTV. Référentiel vétérinaire GTV PARTENAIRE : bonnes pratiques vétérinaires pour la définition d'un plan de traitement des mammites dans le troupeau. Novembre 2001

FICHE IDENTITÉS

Vétérinaire	<input type="text"/>
-------------	----------------------

Éleveur	Nom	<input type="text"/>
	Adresse	<input type="text"/>
	Téléphone	<input type="text"/>
	N°EDE	<input type="text"/>

<u>Date d'ouverture du dossier</u>
<input type="text"/>

Intervenants	Nom	Téléphone
Laiterie, et ARC		
Contrôle laitier		
Contrôleur machine à traire		
Installateur machine à traire		

DATE ET NATURE DES INTERVENTIONS

Date	Nature de l'intervention
	Remarque: pour les commentaires long se positionner sur une cellule plus basse puis remonter



INTERVENTION MAMMITES EN ÉLEVAGE



Éleveur: _____
Vétérinaire _____

Date : _____

FICHE N°1 - BILAN MAMMITES CLINIQUES ET SUBCLINIQUES

Page 1/2

Période du au

Nb de mois :

0

1 Troupeau pendant la lactation

	M-2	M-1	M	Objectif
1-01 % de CCI < 300 000 cell/ml				> 85%
1-02 % de CCI >= 800 000 cell/ml				< 5 %
CCT (Comptage cellulaire de tank)				<200
Nombre moyen de vaches en lactation présentes sur la période				
1-04 Nombre total de mammites cliniques (rang 1 et plus)				
1-05 Nombre de vaches avec au moins 1 mammite clinique				
Nb total de mammites cliniques pour 100 vaches et par an				
Nombre de vaches ayant eu 1 mammite de rang X		Rang 1		
		Rang 2		
		Rang 3		
		Rang >3		
1-11 Nombre de vaches ayant eu au moins 1 mammite sur Nb de vaches présentes pour 100 vaches et par an				< 20%
1-12 Nombre de mammites cliniques par période à risque				
	Au cours de la période sèche (T0 à V-8j)			
	Au vêlage (vêlage + ou - 8 jours)			
	en début de lactation (+8j à 100 j)			
	en lactation (>100 jours)			
	Y at-il un effet saison ?- conditions environnementales			
1-17 % de mammites cliniques au vêlage (vêlage + ou - 8 jours)				
	/nombre de vaches ayant vêlées			
	/nombre de vaches ayant eu au moins 1 mammite clinique			
				vêlages
1-20 Nombre de mammites cliniques en fonction du CCI avant et après l'épisode clinique				
	CCI avant	CCI après	nb	
	<300	<300		
	<300	>=300		
	>=300	<300		
	>=300	>=300		
1-26 Gravité				
	nombre de mammites cliniques : avec modifications du lait seulement			
	avec signes inflammatoires sur le quartier (chaud, douloureux..)			
	avec signes généraux(fièvre, abattement..)			
	avec pertes de quartiers			

2 Primipares pendant lactation

Nombre de primipares contrôlées au cours de la période				
1-32	Nombre de primipares avec au moins un CCI>300 000 cell/ml			
1-33	% de CCI inférieur à 300 000 cell/ml			> 95%
1-34 Nombre de primipare avec				
	au moins une mammite clinique			
	1 mammite clinique de rang 2 et plus			
	Au vêlage (vêlage + ou - 8 jours)			
	en début de lactation (+8j à 100 j)			
1-39	% de primipares avec au moins une mammite /VL ayant fait au moins une mammite clinique			

INTERVENTION MAMMITES EN ÉLEVAGE



Éleveur: _____
 Vétérinaire _____

Date : _____

FICHE N°2

FACTEURS DE RISQUE TRAITE

Page 1/2

1 - Organisation générale de la traite

2-01	Nombres de vaches traites - mini et maxi		
2-02	Nombre de postes de traite		
2-03	Nombre de trayeurs pendant une traite		
2-04	Trayeurs réguliers		
2-05	Trayeurs occasionnels		
2-06	Durée totale de la traite		
2-09	Taches annexes réalisées par le trayeur pendant la traite		
2-10	Comportement des vaches avant et pendant la traite		

2 - Hygiène générale de la traite

Les locaux

	Propreté du parc d'attente et couloir		
	Propriété de la salle de traite		
	Ambiance (éclairage, courants d'air, température, lutte contre les mouches)		
	Fréquence de nettoyage (salle de traite, laiterie)		
	Fréquence de désinfection		
2-18	Nettoyage du quai en cours de traite (utilisation du jet, ...)		

Hygiène du trayeur

2-19	Lavage des mains (avant la traite, dès que nécessaire)		
2-20	Tenue de travail propre et réservée à la traite		

Propreté des vaches

2-22	cf. Grille de notation de l'état de propreté des animaux		
------	--	--	--

3 - Traite

Hygiène des trayons

2-25	Technique utilisée avant la traite		
	Niveau de maîtrise		
2-27	Technique utilisée après la traite		
	Niveau de maîtrise		
2-28	Inter-traite des lavettes		

Gestion des mammites cliniques

2-31	Dépistage des mammites cliniques		

Gestion des mammites cliniques (suite)		
	Prise de température en cas de doute sur l'état général	
2-37	Ordre de traite établi pour les vaches infectées	
	Nettoyage du faisceau trayeur après traite des vaches	
2-39	Gestion du lait écarté	
2-41	Identification des animaux en traitement	
Technique de traite (cf. fiche globale 2.4)		
2-43	Durée de la préparation	
2-44	Temps séparant préparation - pose des faisceaux	
2-45	Pose des faisceaux trayeurs	
2-46	Durée de traite (cf. fiche 2bis)	
2-47	Glissements de manchons, chute de faisceaux	
2-48	Égouttage en fin de traite	
2-49	Dépose manuelle du faisceau après coupure du vide	
2-50	Dépose automatique	
2-51	Contrôle des trayons en fin de traite (cf. fiche 2ter et notice)	
4 - Document Machine à traite Cf. Optitraite		
Commentaires concernant la machine		
2-54	Date du dernier contrôle Optitraite	
2-55	Les anomalies relevées ont-elles été corrigées	
Nettoyage/désinfection des circuits à lait		
2-57	Nettoyage conforme	
2-58	Température de l'eau satisfaisante	
2-59	Qualité bactériologique de l'eau satisfaisante	
	Purge du circuit en fin de cycle de lavage	
Nettoyage et désinfection du petit matériel de traite		
	Bidons	
	Nettoyage des gobelets de trempage	
Opérations de fin de traite		
	Nettoyage salle de traite et aire attente	

INTERVENTION MAMMITES EN ÉLEVAGE



Éleveur: _____
Vétérinaire _____

Date : _____

FICHE N°2 ter

LES LÉSIONS DU TRAYON

FEUILLE 1/1

Éleveur _____
Vétérinaire _____

Date :

FICHE N°3

- FACTEURS DE RISQUE LOGEMENT -

Page 1/1

1 - Données communes aux différents types de bâtiment

Hygiène générale du bâtiment

3-01	Bâtiment spécifique vaches laitières ou commun à d'autres animaux	
3-02	Surface totale disponible par vache (zone de couchage et de déplacement)	
3-03	Volume d'air total disponible par vache	
3-04	Sorties d'air	
3-05	Entrées d'air	
3-06	Présence de courants d'air	
3-07	Éclairage	
3-08	Réalisation d'un vide sanitaire	
3-09	Désinfection du bâtiment	
3-10	Stockage des litières	
	Propreté des zones de circulation et d'accès au pâturage	

2 - Particularités du logement

STABULATION ENTRAVÉE

	Évacuation des bouses 2 fois / jour	
3-13	Propreté des zones de couchages	
3-14	Nature du sol (béton, terre battue...)	
	Longueur des stalles adaptées aux vaches présentes	
3-16	Quantité de paille par vache et par jour	
3-17	Système d'attache	

3 - Particularités du logement

STABULATION LIBRE LOGETTES

3-18	Nombre de vaches	
3-19	Nombre de logettes	
3-20	Nature du sol (tapis, béton, terre battue, sable)	
3-21	Nombre de cornadis	
3-22	Type de litière (sciure, paille)	
3-23	Présence d'un caillebotis	
3-24	Entretien de la zone de couchage	
3-25	Occupation homogène des logettes	
3-26	Logettes adaptées aux animaux présents	
3-27	Surface aire de circulation (exercice + alimentation)	
3-28	soit par vache	
3-29	Limitation du couchage dans l'heure suivant la traite	
3-30	Produits ajoutés sur la litière	
3-31	Propreté des logettes	
3-32	Fréquence de curage de l'aire d'exercice	

4 - Particularités du logement

STABULATION LIBRE PAILLE ACCUMULÉE

3-33	Surface aire paillée réellement disponible / vache	
3-34	Surface d'aire d'exercice / vache	
3-35	Quantité de paille par m ² de surface réellement disponible	
3-36	Nature du sol sous l'aire de couchage (béton, terre battue, marne...)	
3-37	Fréquence du paillage	
3-38	Fréquence de curage de la litière	
3-39	Facteurs de décision pour curer	
3-40	Suivi des température de litière	
3-41	Fréquence de raclage de l'aire bétonnée	
3-42	Présence d'abreuvoir ou de râtelier sur l'aire paillée	
3-43	Sortie de salle de traite	
3-44	Interdiction du couchage dans l'heure suivant la traite	
3-45	Répartition homogène des animaux sur l'aire paillée	

INTERVENTION MAMMITES EN ÉLEVAGE

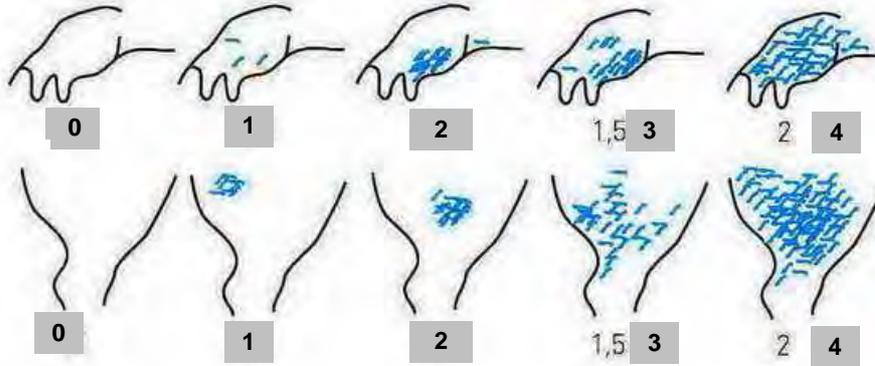


Éleveur _____
 Vétérinaire _____

Date :

FICHE N°3 - NOTE DE PROPRETE - Page 1/1

Références Institut de l'Élevage décembre 1995 -
 D.Contel (ULPAC), JM Fabre (ENVT), J.Seegers (ITEB)



Zone 1 :
 Mamelle vue coté

Zone 2 :
 Cuisse

Remarques avant utilisation :

A chacune de ces régions, est accordée une note allant de 0 à 4.
 L'échantillonnage se fait sur 20 à 50 % du troupeau
 On note sélectivement le coté le plus sale de chaque vache.

Propreté de chaque vache

La somme des notes des zones 1,2,3 et 4 donne l'indice de propreté individuelle qui varie de 0 à 8

N°animal	Mamelle	Cuisse	Total

Moyenne

Conclusions :

Valeur de la moyenne	Conclusions
0,1,ou 2	Vaches propres
3,4 ou 5	Vaches relativement sales : le nettoyage des mamelles est impératif
6,7 ou 8	Vaches très sales : voir en plus du nettoyage les problèmes de logement

Notes :

INTERVENTION MAMMITES EN ELEVAGE



Éleveur: _____
Vétérinaire _____

Date :

FICHE N°4

- FACTEURS DE RISQUE VACHE

- Page 1/1

1 - Affections de la mamelle pouvant avoir une incidence sur les mammites

4-01	Présence d'œdèmes mammaires		
------	-----------------------------	--	--

2 - Conformation de la mamelle et trayons

4-02	Mamelles		
4-03	Trayons		

3 - Lésions mamelle, trayons

4-04	Présence de nodules ou indurations		
4-05	Quartiers inproductifs		
	État des trayons en fin de traite (cf. fiche n°2bis)		

4 - Autres facteurs individuels de sensibilité

4-07	Rang de lactation - Âge des vaches		
4-08	Stade de lactation		
4-09	Vitesse de traite et niveau de production		
4-10	Pertes de lait en lactation et avant vêlage		
4-11	Dépistage des infections mammaires des vaches achetées		
4-12	Historique d'infections mammaires sur vaches présentes et non réformées		

5 - Capacité de réalisation des quotas

4-13	Réalisation oui/non		
------	---------------------	--	--

INTERVENTION MAMMITES EN ÉLEVAGE



Éleveur: _____
Vétérinaire _____

Date : _____

FICHE N°5 - FACTEURS DE RISQUE PRATIQUES DE TRAITEMENT

Page 1/1

1 - Pratiques de traitement des mammites en lactation

5-01	Qualité du dépistage des mammites cliniques	
5-02	Traitement précoce et systématique	
5-03	Protocole de traitement des mammites cliniques	
5-04	Efficacité du protocole appliqué	
5-05	Protocole de traitement adapté à la situation épidémiologique de l'élevage	
5-06	Traitement des mammites subcliniques en lactation (Oui / Non / Protocole)	
5-07	Efficacité du protocole de traitement des mammites subcliniques appliqué	
5-08	Critère de sélection des vaches infectées subcliniques à traiter pendant la lactation	

2 - Pratiques de traitement des mammites au tarissement

5-09	Traitement de toutes les vaches ou traitement sélectif	
5-10	Même traitement à toutes les vaches	
	Médicaments utilisés	
5-12	Traitement(s) différencié(s)	
	Protocole(s) de traitement(s) utilisé(s)	
5-14	Efficacité apparente du traitement au tarissement et de la conduite de la période sèche (cf fiche1)	

3 - Hygiène des traitements intra mammaires

5-15	Avant un traitement intra mammaire	
5-16	Les trayons sont nettoyés	
5-17	Les trayons sont désinfectés (lingettes antiseptiques)	
5-18	Après traitement, les trayons sont désinfectés (par trempage ou pulvérisation)	

4 - Réformes lors d'échec de traitement

5-19	Réforme des vaches ayant un CCI élevé avant et après tarissement	
5-20	Réforme des vaches à rechute clinique	
5-21	Réforme des vaches les plus sensibles (cf fiche 4)	

5 - Conduite d'élevage pendant la période sèche

5-22	Réduction du niveau énergétique de la ration 8 jours avant tarissement	
5-23	Éloignement immédiat du poste de traite	
5-24	Hygiène du couchage de la vache tarie	
5-25	Pratiques de ré-introduction des vaches prêtes à vêler avant vêlage dans le troupeau en lactation	
5-26	Tarissement brutal ou progressif	

INTERVENTION MAMMITES EN ÉLEVAGE

Éleveur:
Vétérinaire

Date :



TRAITEMENT AU TARISSEMENT

Groupes de vaches et traitement à administrer.

Groupe de vaches	Médicament

Désinfecter l'extrémité du trayon avant l'administration du traitement intra mammaire et réaliser le post trempage après – Les animaux taris doivent être identifiés – Le traitement doit être enregistré sur le registre de traitement –

ANNEXE C

Au bureau...	
Dénomination de l'exploitation	
Date d'installation du robot	
Modèle du robot	
Options choisies concernant la qualité du lait :	<input type="checkbox"/> OCC <input type="checkbox"/> pré-trempage <input type="checkbox"/> station de séparation du lait
Depuis quand en disposez-vous ?	<input type="checkbox"/> depuis l'installation du robot <input type="checkbox"/> depuis :
Avez-vous regroupé des troupeaux lors de l'installation du robot ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non combien :
Si oui, diriez-vous qu'ils étaient comparables vis à vis des infections intramammaires (cellules, mammites cliniques) ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non pourquoi :
Avez-vous réformé des "vaches à cellules" lors de l'introduction du robot ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non combien :
Avez-vous simplement supprimé des quartiers de manière à conserver les vaches dans le troupeau ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non combien :
Quels étaient alors vos critères de sélections ?	
Avez-vous reconstruit votre bâtiment d'élevage lors de l'installation du robot ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Si oui, quel était le type de votre ancien bâtiment ?	<input type="checkbox"/> aire paillée <input type="checkbox"/> logettes <input type="checkbox"/> autres :
Si non, avez-vous profondément modifié votre bâtiment ? Comment ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> comment :
Quelle circulation des animaux utilisez-vous dans le bâtiment ? (les définitions sont alors données : en fonction de l'accès aux fourrages, aux concentrés...)	<input type="checkbox"/> libre <input type="checkbox"/> forcée <input type="checkbox"/> semi-forcée
Combien poussez-vous de vaches ? Lesquelles (vaches à cellules...)?	
Diriez-vous que la situation concernant les cellules et les mammites	<input type="checkbox"/> s'est dégradée et n'est aujourd'hui pas encore satisfaisante <input type="checkbox"/> s'est dégradée mais est aujourd'hui satisfaisante <input type="checkbox"/> n'a pas été affectée <input type="checkbox"/> s'est améliorée
Etes-vous globalement satisfait de votre investissement ?	<input type="checkbox"/> très satisfait <input type="checkbox"/> satisfait <input type="checkbox"/> neutre <input type="checkbox"/> insatisfait <input type="checkbox"/> très insatisfait

Aujourd'hui	Idem lors des premiers mois suivant l'installation du robot Si évolution, quand, pourquoi ?
Organisation générale	
Quel est votre quota laitier ? Avez vous du mal à le tenir ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si oui, sous ou sur production ?	Et lors des premiers mois suivant l'installation du robot (IR) ? Quand cela a-t-il évolué ?
Quel est le nombre moyen de vaches à la traite ? minimum : maximum :	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quelles sont les races exploitées et dans quelles proportions ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quelle est la fréquence de traite moyenne ? Avez-vous mis en place des mesures pour la contrôler ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non si oui, lesquelles ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non si oui, lesquelles ?
Les vaches ont-elles accès au pâturage ? A quelle période ? Combien de temps par jour ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Facteurs de risques pratiques de traitement et d'élevage	
<i>Pratique de traitement des mammites en lactation</i>	
Combien avez-vous détecté et traité de mammites au cours de la dernière année ?	Cela est-il comparable à ce qui était noté lors de l'IR ?
Effectuez-vous des prélèvements de lait pour bactériologie ? Si oui, quel(s) germe(s) est (sont) fréquemment incriminé(s) ?	Et lors de l'IR ? Pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ?
Avez-vous modifié le protocole de traitement des mammites depuis l'installation du robot ? A la suite de quoi ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Quel protocole utilisez-vous ? Voir feuille annexe.	
Ce protocole vous semble : <input type="checkbox"/> très satisfaisant <input type="checkbox"/> satisfaisant <input type="checkbox"/> de réussite variable	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> très satisfaisant <input type="checkbox"/> satisfaisant <input type="checkbox"/> de réussite variable
Lors de mammites subcliniques (augmentation faible mais continue de la CCS plusieurs mois consécutifs) engagez-vous alors un traitement ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Avez-vous modifié le protocole de traitement des mammites subcliniques depuis l'installation du robot ? A la suite de quoi ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Lors de mammites subcliniques, quel protocole utilisez-vous ? Voir feuille annexe.	

<p>Ce protocole vous semble :</p> <input type="checkbox"/> très satisfaisant <input type="checkbox"/> satisfaisant <input type="checkbox"/> de réussite variable	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> très satisfaisant <input type="checkbox"/> satisfaisant <input type="checkbox"/> de réussite variable
<i>Pratique de traitement des mammites au tarissement</i>	
<p>Effectuez-vous un traitement de toutes les vaches ou un traitement sélectif ?</p> <input type="checkbox"/> traitement systématique <input type="checkbox"/> traitement sélectif	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> traitement systématique <input type="checkbox"/> traitement sélectif
<p>Quels sont les critères de sélection des vaches à ne pas traiter ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p>
<p>Quel(s) traitement(s) pour quelles vaches effectuez-vous ? Voir feuille annexe.</p>	
<i>Hygiène des traitements intramammaires</i>	
<p>Avant le traitement intramammaire, les trayons sont-ils nettoyés ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
<p>désinfectés (lingettes)?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
<p>Après traitement les trayons sont-ils désinfectés par trempage ou pulvérisation ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
<i>Réforme lors d'échec de traitement</i>	
<p>Réformez-vous les vaches ayant une CCS élevé avant et après tarissement ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
<p>Réformez-vous les vaches à rechute clinique ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
<p>après combien de rechutes ?</p>	
<p>Réforme des vaches infectées chroniques ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
<p>quels sont vos critères ?</p>	
<p>Vous arrive-t-il de tarir un quartier infecté pour "sauver" une lactation ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais

Près du robot...	
Hygiène générale de la traite	
<i>Locaux</i>	
Combien de fois par jour nettoyez-vous les abords du robot ? Comment le faites-vous ? <input type="checkbox"/> jet d'eau <input type="checkbox"/> nettoyeur haute pression <input type="checkbox"/> autre :	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> jet d'eau <input type="checkbox"/> nettoyeur haute pression <input type="checkbox"/> autre
Disposez-vous du lavage automatique du sol de la stalle ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Quelle est sa fréquence d'utilisation ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Traite	
<i>Hygiène des trayons</i>	
Si vous disposez du pré-trempeage, l'utilisez-vous ? <input type="checkbox"/> systématiquement sur chaque vache <input type="checkbox"/> sur quelques vaches, lesquelles ? <input type="checkbox"/> jamais Quel est le produit utilisé (le même que post-trempeage) ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement sur chaque vache <input type="checkbox"/> sur quelques vaches, lesquelles ? <input type="checkbox"/> jamais
Quel est la durée de nettoyage programmée ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Utilisez-vous un produit de nettoyage des trayons en plus de l'effet mécanique de l'eau tiède et du lait ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Lequel ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Lequel ?
Vous avez la possibilité d'augmenter l'intensité de lavage pour un individu, pour quels animaux utilisez-vous cette fonction ? L'utilisez-vous fréquemment ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
Modifiez-vous l'intensité de nettoyage en fonction de la saison ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Comment ? Pourquoi ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Comment ? Pourquoi ?
Que pensez-vous de l'efficacité du nettoyage du robot ? <input type="checkbox"/> peu satisfaisante <input type="checkbox"/> satisfaisante <input type="checkbox"/> bonne <input type="checkbox"/> très bonne	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> peu satisfaisante <input type="checkbox"/> satisfaisante <input type="checkbox"/> bonne <input type="checkbox"/> très bonne
Le robot rince le gobelet de lavage après chaque traite, utilisez-vous en plus un produit de désinfection ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Quel produit utilisez-vous ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

<p>Avez-vous modifié l'intensité de lavage/désinfection des gobelets de lavage ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Comment ? Pourquoi ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Comment ? Pourquoi ?</p>
<p>A quelle fréquence vérifiez-vous si le nettoyage/désinfection des gobelets de lavage est adéquat ?</p> <p>Comment le faites-vous ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p>
<p>Post trempage : il existe deux modalités un passe en U ou en W (plus long). Lequel utilisez-vous ?</p> <p><input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> W</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> W</p>
<p>Quel produit utilisez-vous pour le post-trempage ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p>
<p>Les gobelets trayeurs sont lavés, rincés et égoutés. Utilisez-vous un produit désinfectant lors du lavage des gobelets ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non lequel ?</p> <p>Avez-vous modifié l'intensité de lavage/désinfection des gobelets trayeurs ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non comment ?</p>	<p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non comment ?</p>
<p>Ce dispositif est-il actif :</p> <p><input type="checkbox"/> à chaque traite <input type="checkbox"/> après une vache en alerte <input type="checkbox"/> après une vache reconnue en mammite</p>	<p><input type="checkbox"/> à chaque traite <input type="checkbox"/> après une vache en alerte <input type="checkbox"/> après une vache reconnue en mammite</p>
<i>Gestion des mammites cliniques</i>	
<p>Combien de fois par jour consultez-vous les alertes émises par le robot ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p>
<p>Disposez-vous d'un compteur cellulaire en temps réel OCC ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>
<p>L'utilisez-vous continuellement ou périodiquement ?</p> <p><input type="checkbox"/> continuellement <input type="checkbox"/> périodiquement, à quelle moment ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> continuellement <input type="checkbox"/> périodiquement, à quelle moment ?</p>
<p>L'utilisez-vous :</p> <p><input type="checkbox"/> sur toutes les vaches <input type="checkbox"/> sur les vaches suspectes, lesquelles ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> sur toutes les vaches <input type="checkbox"/> sur les vaches suspectes, lesquelles ?</p>
<p>Quel est le seuil d'alerte de votre robot en ce qui concerne la conductivité (20% souvent)</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p>
<p>Modifiez-vous le seuil d'alerte pour certaines vaches ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Lesquelles, pourquoi ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Lesquelles, pourquoi ?</p>

<p>Pour détecter les mammites, vous utilisez :</p> <input type="checkbox"/> le tableau synthétique d'alerte du logiciel (conductivité, sang, intervalle de traite) <input type="checkbox"/> la conductivité <input type="checkbox"/> la conductivité et : <input type="checkbox"/> production <input type="checkbox"/> intervalle de traite <input type="checkbox"/> CCS <input type="checkbox"/> autre :	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> le tableau synthétique d'alerte du logiciel (conductivité, sang, intervalle de traite) <input type="checkbox"/> la conductivité <input type="checkbox"/> la conductivité et : <input type="checkbox"/> production <input type="checkbox"/> intervalle de traite <input type="checkbox"/> CCS <input type="checkbox"/> autre :
<p>Pour chacun d'eux, quels sont les seuils d'alerte que vous utilisez ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p>
<p>Quand une vache est mise en alerte pour la première fois, le robot l'isole-t-il automatiquement ?</p> <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<p>Examinez-vous les vaches qui sont mises en alerte pour la première fois ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
<p>Examinez-vous toutes les vaches mises en alerte (si [1,7-2] et si <2) ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
<p>Lorsque vous décidez d'examiner une vache, faites vous systématiquement les premiers jets ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
<p>Réalisez-vous systématiquement un CMT ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois, sur quelle vache ? <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois, sur quelle vache ? <input type="checkbox"/> jamais
<p>Prenez-vous la température de la vache en cas de doute sur état général ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
<p>Vous arrive-t-il de suivre les résultats individuels du Contrôle Laitier pour repérer et décider de traiter une vache en mammite subclinique ? Quels sont alors vos critères ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p>
<p>Le robot écarte-t-il automatiquement les laits anormaux ?</p> <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<p>Utilisez-vous cette fonction ?</p> <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

<i>Technique de traite</i>	
Quel est le niveau de vide utilisé pour les pluripares ? Quel est le niveau de vide utilisé pour les primipares ? Remarquez-vous des lésions des trayons pouvant évoquer une surtraite ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si oui, lesquelles ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si oui, lesquelles ?
Quel modèle de manchons trayeurs utilisez-vous ? A quelle fréquence vérifiez-vous l'état, la prise d'air, des manchons trayeurs ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quelle est votre fréquence de renouvellement des manchons trayeurs ? (N = 2500 traites, 15 jours pour un robot effectuant 160 traites/j)	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
<i>Entretien du robot</i>	
Quelle est la fréquence de maintenance du robot ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Lors de ces contrôles des anomalies sont elles généralement révélées et corrigées ? Lesquelles dernièrement ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Dans la stabulation...	
Facteurs de risques logement	
<i>Hygiène générale du bâtiment</i>	
Aire paillée : quelle est la surface de couchage disponible ? Logettes : de combien de logettes disposez-vous ? Quelle est la surface de l'aire d'exercice ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
<i>Particularité du logement</i>	
Si logettes : quelle est la nature du sol des logettes (tapis, béton, matelas) ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quel et le type de litière utilisé (sciure, paille) ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quelle est la fréquence de "paillage" ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Logettes : quelle quantité de paille est-elle disponible par logette (N=3kg/vl/j)? Aire paillée : quelle est la quantité de paille utilisée chaque jour (N=1,2kg/m²/j) ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Aire paillée : quelle est la fréquence de curage ? Mesurez-vous la température de la litière ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
Quelle est la fréquence de curage du seuil des logettes ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?

Quelle est la fréquence de râclage de l'aire d'exercice ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Disposez-vous de caillebotis ?	
<i>Propreté des vaches et facteurs de risques animaux</i>	
Evaluation visuelle, avec l'éleveur, de la propreté des vaches	
Cf. grille de notation propreté	
La note de propreté moyenne de vos vaches est de :	Selon vous était-elle la même lors de l'installation du robot ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non étaient elles plus ou moins propres ?
Évolue-t-elle en fonction de la période de l'année ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Comment ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Comment ?
Avez-vous des vaches se couchant systématiquement dans les couloirs/aire d'exercice ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Les reformez-vous préférentiellement ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Avez-vous des vaches présentant des pertes de lait entre deux traites ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non combien par jour en moyenne ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Traitements en lactation	
Mamites cliniques sans signes généraux et une température <39,5°C	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
Mamites cliniques avec signes généraux et une température <39,5°C "type colibacillaire"	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
Conduite tenue en cas d'échec du traitement initial	
<i>Absence d'amélioration ou aggrvation 48 heures après début de traitement</i>	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
Conduite tenue en cas de nouvel épisode clinique durant la lactation	
<i>Même quartier</i>	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
<i>Autre quartier</i>	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
Traitement éventuel des sub-cliniques pendant la lactation	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot

Traitements au tarissement	
Vaches saines (pas de mammite pendant la lactation, 3 derniers comptages inférieurs à 150 000)	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
Vaches infectées (une ou plusieurs mammites durant la lactation et/ou au moins un des trois dernier comptages supérieur à 150 000)	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot

Comment expliquez-vous l'évolution de la situation ?

Comment procédez-vous en ce qui concerne les alertes ?

Quelle est votre stratégie (détecter le plus précocement possible, limiter le nombre de fausses alertes...) ? Qu'attendez-vous, que recherchez-vous ?

Quand une vache est mise en alerte, que vous dites-vous ?

Vous avez décidé d'aller voir une vache en alerte. Quel est votre objectif (éliminer les bactéries (traiter les subcliniques), traiter la mammite clinique ? Et si vous ne voyez pas de cailles ?

Si vous vous équipiez aujourd'hui d'un robot de traite, qu'est ce que vous feriez ou ne feriez plus ?

ANNEXE D

Au bureau...	
Dénomination de l'exploitation	
Date d'installation du robot	
Modèle du robot	
Options choisies concernant la qualité du lait : Depuis quand en disposez-vous ?	<input type="checkbox"/> MQC-C <input type="checkbox"/> système PURA <input type="checkbox"/> depuis l'installation du robot <input type="checkbox"/> depuis :
Avez-vous regroupé des troupeaux lors de l'installation du robot ? Si oui, diriez-vous qu'ils étaient comparables vis à vis des infections intramammaires (cellules, mammites cliniques) ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non combien : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non pourquoi :
Avez-vous réformé des "vaches à cellules" lors de l'introduction du robot ? Avez-vous simplement supprimé des quartiers de manière à conserver les vaches dans le troupeau ? Quels étaient alors vos critères de sélections ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non combien : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non combien :
Avez-vous reconstruit votre bâtiment d'élevage lors de l'installation du robot ? Si oui, quel était le type de votre ancien bâtiment ? Si non, avez-vous profondément modifié votre bâtiment ? Comment ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> aire paillée <input type="checkbox"/> logettes <input type="checkbox"/> autres : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> comment :
Quelle circulation des animaux utilisez-vous dans le bâtiment ? (les définitions sont alors données : en fonction de l'accès aux fourrages, aux concentrés...) Combien poussez-vous de vaches ? Lesquelles (vaches à cellules...) ?	<input type="checkbox"/> libre <input type="checkbox"/> forcée <input type="checkbox"/> semi-forcée
Diriez-vous que la situation concernant les cellules et les mammites	<input type="checkbox"/> s'est dégradée et n'est aujourd'hui pas encore satisfaisante <input type="checkbox"/> s'est dégradée mais est aujourd'hui satisfaisante <input type="checkbox"/> n'a pas été affectée <input type="checkbox"/> s'est améliorée
Etes-vous globalement satisfait de votre investissement ?	<input type="checkbox"/> très satisfait <input type="checkbox"/> satisfait <input type="checkbox"/> neutre <input type="checkbox"/> insatisfait <input type="checkbox"/> très insatisfait

Aujourd'hui	Idem lors des premiers mois suivant l'installation du robot Si évolution, quand, pourquoi ?
Organisation générale	
Quel est votre quota laitier ? Avez vous du mal à le tenir ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si oui, sous ou sur production ?	Et lors des premiers mois suivant l'installation du robot (IR) ? Quand cela a-t-il évolué ?
Quel est le nombre moyen de vaches à la traite ? minimum : maximum :	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quelles sont les races exploitées et dans quelles proportions ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quelle est la fréquence de traite moyenne ? Avez-vous mis en place des mesures pour la contrôler ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non si oui, lesquelles ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non si oui, lesquelles ?
Les vaches ont-elles accès au pâturage ? A quelle période ? Combien de temps par jour ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Facteurs de risques pratiques de traitement et d'élevage	
<i>Pratiques de traitement des mammites en lactation</i>	
Selon-vous, sur la dernière année, quelles est la proportion de vaches que vos n'avez jamais traité ? Idem pour celles traitées au moins une fois ?	Et lors de l'IR ? Pourquoi cela a-t-il évolué ?
Effectuez-vous des prélèvements de lait pour bactériologie ? Si oui, quel(s) germe(s) est (sont) fréquemment incriminé(s) ?	Et lors de l'IR ? Pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ?
Avez-vous modifié le protocole de traitement des mammites depuis l'installation du robot ? A la suite de quoi ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Quel protocole utilisez-vous ? Voir feuille annexe.	
Ce protocole vous semble : <input type="checkbox"/> très satisfaisant <input type="checkbox"/> satisfaisant <input type="checkbox"/> de réussite variable	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> très satisfaisant <input type="checkbox"/> satisfaisant <input type="checkbox"/> de réussite variable
Lors de mammites subcliniques (augmentation faible mais continue de la CCS plusieurs mois consécutifs) engagez-vous alors un traitement ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Avez-vous modifié le protocole de traitement des mammites subcliniques depuis l'installation du robot? A la suite de quoi ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Lors de mammites subcliniques, quel protocole utilisez-vous ? Voir feuille annexe.	
Ce protocole vous semble : <input type="checkbox"/> très satisfaisant <input type="checkbox"/> satisfaisant <input type="checkbox"/> de réussite variable	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> très satisfaisant <input type="checkbox"/> satisfaisant <input type="checkbox"/> de réussite variable
<i>Pratiques de traitement des mammites au tarissement</i>	
Effectuez-vous un traitement de toutes les vaches ou un traitement sélectif ? <input type="checkbox"/> traitement systématique <input type="checkbox"/> traitement sélectif	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> traitement systématique <input type="checkbox"/> traitement sélectif
Quels sont les critères de sélection des vaches à ne pas traiter ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quel(s) traitement(s) pour quelles vaches effectuez-vous ? Voir feuille annexe.	
<i>Hygiène des traitements intramammaires</i>	
Avant le traitement intramammaire, les trayons sont-ils nettoyés ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais désinfectés (lingettes)? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais Et lors de l'IR ? Pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
Après traitement les trayons sont-ils désinfectés par trempage ou pulvérisation ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
<i>Réforme lors d'échec de traitement</i>	
Réformez-vous les vaches ayant une CCS élevé avant et après tarissement ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
Réformez-vous les vaches à rechute clinique ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais après combien de rechutes/traitements ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais

Réforme des vaches infectées chroniques ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais quels sont vos critères ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
Vous arrive-t-il de tarir un quartier infecté pour "sauver" une lactation ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
Près du robot...	
Hygiène générale de la traite	
<i>Locaux</i>	
Combien de fois par jour nettoyez-vous les abords du robot ? Comment le faites-vous ? <input type="checkbox"/> jet d'eau <input type="checkbox"/> nettoyeur haute pression <input type="checkbox"/> autre :	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> jet d'eau <input type="checkbox"/> nettoyeur haute pression <input type="checkbox"/> autre
Traite	
<i>Hygiène des trayons</i>	
Quel est le nombre de cycle de nettoyage ? Avez-vous modifié la vitesse de rotation des brosses ou d'autres paramètres liés aux nettoyages ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Avez-vous la possibilité d'augmenter l'intensité de lavage pour un individu ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Sur quels animaux ? L'utilisez-vous fréquemment ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
Modifiez-vous l'intensité de nettoyage en fonction de la saison ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Comment ? Pourquoi ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Comment ? Pourquoi ?
A quelle fréquence renouvelez-vous les brosses de nettoyages ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Que pensez-vous de l'efficacité du nettoyage des trayons par le robot ? <input type="checkbox"/> peu satisfaisante <input type="checkbox"/> satisfaisante <input type="checkbox"/> bonne <input type="checkbox"/> très bonne	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> peu satisfaisante <input type="checkbox"/> satisfaisante <input type="checkbox"/> bonne <input type="checkbox"/> très bonne

<p>Utilisez-vous un produit de nettoyage/désinfection des brosses ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Lequel ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p>
<p>Avez-vous modifié l'intensité de désinfection des brosses ? (A priori il est possible de contrôler le temps de fonctionnement de la pompe permettant la pulvérisation du produit)</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Comment ? Pourquoi ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Comment ? Pourquoi ?</p>
<p>A quelle fréquence vérifiez-vous si la désinfection des brosses est adéquate ?</p> <p>Comment le faites-vous ?</p> <p><input type="checkbox"/> contrôle du niveau du liquide <input type="checkbox"/> odeur du produit pulvérisé sur les brosses <input type="checkbox"/> utilisation du test couleur affiché sur le robot</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> contrôle du niveau du liquide <input type="checkbox"/> odeur du produit pulvérisé sur les brosses <input type="checkbox"/> utilisation du test couleur affiché sur le robot</p>
<p>Post trempage : combien de temps/ intensité ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p>
<p>Quel produit utilisez-vous pour le post-trempage ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p>
<p>Disposez-vous d'un système de désinfection de la griffe (PURA) ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Avez-vous la possibilité de modifier l'intensité de nettoyage de la griffe par défaut ? (ça existe ?)</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>
<p>Ce dispositif est-il actif :</p> <p><input type="checkbox"/> à chaque traite <input type="checkbox"/> après une vache en alerte <input type="checkbox"/> après une vache reconnue en mammites</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> à chaque traite <input type="checkbox"/> après une vache en alerte <input type="checkbox"/> après une vache reconnue en mammites</p>
<i>Gestion des mammites cliniques</i>	
<p>Combien de fois par jour consultez-vous les alertes émises par le robot ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p>
<p>Disposez-vous d'un "compteur cellulaire" en temps réel MQC-C ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>
<p>L'utilisez-vous continuellement ou périodiquement ?</p> <p><input type="checkbox"/> continuellement <input type="checkbox"/> périodiquement, à quelle moment ?</p>	<p>Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?</p> <p><input type="checkbox"/> continuellement <input type="checkbox"/> périodiquement, à quelle moment ?</p>

L'utilisez-vous : <input type="checkbox"/> sur toutes les vaches <input type="checkbox"/> sur les vaches suspectes, lesquelles ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> sur toutes les vaches <input type="checkbox"/> sur les vaches suspectes, lesquelles ?
Quel est le seuil d'alerte de votre robot en ce qui concerne la conductivité (20% souvent) ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Modifiez-vous le seuil d'alerte pour certaines vaches ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Lesquelles, pourquoi ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Lesquelles, pourquoi ?
Pour détecter les mammites, utilisez-vous seulement la conductivité, ou utilisez-vous d'autres indicateurs ? <input type="checkbox"/> seulement la conductivité <input type="checkbox"/> la conductivité et : <input type="checkbox"/> production <input type="checkbox"/> intervalle de traite <input type="checkbox"/> CCS <input type="checkbox"/> autre :	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> seulement la conductivité <input type="checkbox"/> la conductivité et : <input type="checkbox"/> production <input type="checkbox"/> intervalle de traite <input type="checkbox"/> CCS <input type="checkbox"/> autre :
Pour chacun d'eux, quels sont les seuils d'alerte que vous utilisez ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quand une vache est mise en alerte pour la première fois, le robot l'isole-t-il automatiquement ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Examinez-vous les vaches qui sont mises en alerte pour la première fois ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
Examinez-vous toutes les vaches mises en alerte ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
Lorsque vous décidez d'examiner une vache, faites-vous systématiquement les premiers jets ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
Réalisez-vous systématiquement un CMT ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois, sur quelle vache ? <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois, sur quelle vache ? <input type="checkbox"/> jamais
Prenez-vous la température de la vache en cas de doute sur état général ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais

Vous arrive-t-il de suivre les résultats individuels du Contrôle Laitier pour repérer et décider de traiter une vache en mammites subclinique ? Quels sont alors vos critères ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Le robot écarte-t-il automatiquement les laits anormaux ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Utilisez-vous cette fonction ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
<i>Technique de traite</i>	
Quel est le niveau de vide utilisé pour les pluripares ? Quel est le niveau de vide utilisé pour les primipares ? Remarquez-vous des lésions des trayons pouvant évoquer une surtraite ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si oui, lesquelles ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si oui, lesquelles ?
Quel modèle de manchons trayeurs utilisez-vous ? A quelle fréquence vérifiez-vous l'état, la prise d'air, des manchons trayeurs ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quelle est votre fréquence de renouvellement des manchons trayeurs ? (Iely N = 10000 traites soit 2 mois pour un robot effectuant 160 traites/j)	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
<i>Entretien du robot</i>	
Quelle est la fréquence de maintenance du robot ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Lors de ces contrôles des anomalies sont elles généralement révélées et corrigées ? Lesquelles dernièrement ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Dans la stabulation...	
Facteurs de risques logement	
<i>Hygiène générale du bâtiment</i>	
Aire paillée : Quelle est la surface de couchage disponible ? Logettes : de combien de logettes disposez-vous ? Quelle est la surface de l'aire d'exercice ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
<i>Particularité du logement</i>	
Si logettes : quelle est la nature du sol des logettes (tapis, béton, matelas) ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quel est le type de litière utilisé (sciure, paille) ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quelle est la fréquence de "paillage" ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?

Logettes : quelle quantité de paille est-elle disponible par logette (N=3kg/vl/j)?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Aire paillée : quelle est la quantité de paille utilisée chaque jour (N=1,2kg/m²/j) ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Aire paillée : quelle est la fréquence de curage ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Mesurez-vous la température de la litière ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> systématiquement <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
Quelle est la fréquence de curage du seuil des logettes ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Quelle est la fréquence de raclage de l'aire d'exercice ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Disposez-vous de caillebotis ?	
<i>Propreté des vaches et facteurs de risques animaux</i>	
Evaluation visuelle, avec l'éleveur, de la propreté des vaches	
Cf. grille de notation propreté	
La note de propreté moyenne de vos vaches est de :	Selon vous était-elle la même lors de l'installation du robot ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non étaient elles plus ou moins propres ?
Evolue-t-elle en fonction de la période de l'année ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Comment ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ?
Avez-vous des vaches se couchant systématiquement dans les couloirs/aire d'exercice ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Les reformez-vous préférentiellement ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Avez-vous des vaches présentant des pertes de lait entre deux traites ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non combien par jour en moyenne ?	Et lors de l'IR ? Quand et pourquoi cela a-t-il évolué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Traitements en lactation	
Mamites cliniques sans signes généraux et une température <39,5°C	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
Mamites cliniques avec signes généraux et une température <39,5°C "type colibacillaire"	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
Conduite tenue en cas d'échec du traitement initial	
<i>Absence d'amélioration ou aggrvation 48 heures après début de traitement</i>	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
Conduite tenue en cas de nouvel épisode clinique durant la lactation	
<i>Même quartier</i>	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
<i>Autre quartier</i>	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
Traitement éventuel des sub-cliniques pendant la lactation	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot

Traitements au tarissement	
Vaches saines (pas de mammite pendant la lactation, 3 derniers comptages inférieurs à 150 000)	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot
Vaches infectées (une ou plusieurs mammites durant la lactation et/ou au moins un des trois dernier comptages supérieur à 150 000)	
Médicament et posologie	
Aujourd'hui	Lors de l'installation du robot

Comment expliquez-vous l'évolution de la situation ?

Comment procédez-vous en ce qui concerne les alertes ?

Quelle est votre stratégie (détecter le plus précocement possible, limiter le nombre de fausses alertes...) ? Qu'attendez-vous, que recherchez-vous ?

Quand une vache est mise en alerte, que vous dites-vous ?

Vous avez décidé d'aller voir une vache en alerte. Quel est votre objectif (éliminer les bactéries (traiter les subcliniques), traiter la mammite clinique ? Et si vous ne voyez pas de cailles ?

Si vous vous équipiez aujourd'hui d'un robot de traite, qu'est ce que vous feriez ou ne feriez plus ?

ANNEXE E

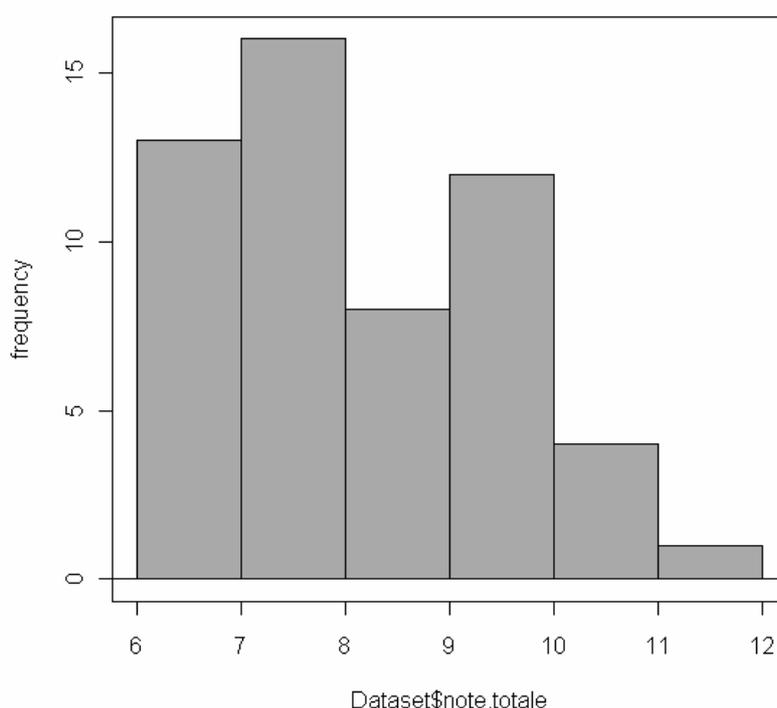
Variable synthétique : détection des vaches susceptibles d'être infectées

Des notes sont attribuées à 6 critères, en fonction des pratiques mises en œuvre par les exploitants. La meilleure note est la note minimale. Nous effectuons ensuite la somme de ces notes de manière à attribuer une note totale à chaque exploitation (de 6 à 15).

Critères	Parmi les 3 indicateurs les plus utilisés	Existence d'un seuil personnel pour la conductivité	Existence d'un seuil personnel pour la production	Consultation de l'historique de l'animal	Lors d'une première attention de faible intensité sur un seul indicateur (conductivité, couleur...)	Définition par l'exploitant d'une attention nécessitant un examen de l'animal
Note attribuée selon les pratiques	Conductivité et production : 1	Non : 1	Non : 1	Toujours : 1	Examen de l'animal : 1	Un critère : 1
	Conductivité et autres indicateurs : 2	Oui : 2	Oui : 2	Parfois : 2	Attente prochaine(s) traite(s) : 2	Au moins deux critères : 2
	Production et autres indicateurs : 3			Jamais : 3		
	Autres indicateurs : 4					

A l'aide du logiciel R, nous obtenons l'histogramme des effectifs en fonction des notes totales attribuées. Les pratiques sont jugées favorables si la note totale obtenue est ≤ 7 , défavorables si la note totale est ≥ 10 . Les pratiques sont moyennes dans le dernier cas.

Pratiques	Favorables	Moyennes	Défavorables
Effectif	12	20	21



ANNEXE F

Choix des paramètres de classement des exploitations en 3 groupes de prévalence

Notre classement des exploitations dépend de leurs CCST sur une période donnée. Il convient de choisir les bornes délimitant des CCST jugées moyennes et un critère temporel (un nombre de CCST) jugé suffisant pour intégrer le groupe de prévalence « faible », « moyenne » ou « élevée ».

Exemple : dans notre étude nous prenons les bornes de CCST suivantes : 200 000 cellules/ml et 260 000 cellules/ml.

Puis nous choisissons un nombre de contrôle de manière à apporter un critère temporel :

- Si une exploitation a plus de 50% de ses CCST inférieures à 200 000 cellules/ml sur une période donnée elle appartient au groupe de prévalence « faible »
- Si une exploitation a plus de 50% de ses CCST supérieures à 260 000 cellules/ml sur une période donnée elle appartient au groupe de prévalence « élevée »
- Si une exploitation a plus de 50% de ses CCST comprises entre 200 000 et 260 000 cellules/ml ou qu'elle ne respecte aucune des deux conditions précédentes sur une période donnée, elle appartient au groupe de prévalence « moyenne »

Nous avons testé différents paramètres de classement. Différentes bornes de CCST, différents niveaux d'exigence temporels. Les bornes temporelles sont au nombre de trois, la première concerne le groupe de prévalence « élevée », la seconde le groupe de prévalence de « moyenne » et la dernière le groupe de prévalence « faible ».

Les tableaux ci-dessous ont été établis initialement avec 54 exploitations et non 53. Une exploitation a été retirée de l'étude après leur réalisation. Ceci ne remet pas en cause le raisonnement.

Dans le tableau suivant, quand le nombre d'exploitations est supérieur à 54 cela signifie que des exploitations ont été classées à la fois dans les groupes de prévalence « élevée » et « faible » sur les différentes périodes étudiées. Les paramètres conduisant à ce résultat ne peuvent donc pas être utilisés.

Le tableau ci-dessous présente les résultats des classements obtenus pour des bornes de CCST et des bornes temporelles différentes sur les 11 contrôles avant et les 11 contrôles après l'IR.

11 contrôles avant et après l'IR								
	11 contrôles avant				11 contrôles après			
<i>Bornes de CCST</i>	200-260				200-260			
<i>Bornes temporelles</i>	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50
Prévalence faible	15	15	11	14	7	7	3	4
Prévalence moyenne	14	14	18	17	13	13	16	12
Prévalence élevée	25	25	25	23	35	35	35	38
Nombre d'exploitations	54	54	54	54	55	55	54	54
<i>Bornes de CCST</i>	200-250				200-250			
<i>Bornes temporelles</i>	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50
Prévalence faible	17	17	12	14	8	8	3	4
Prévalence moyenne	9	9	12	14	9	9	12	10
Prévalence élevée	30	30	30	26	39	39	39	40
Nombre d'exploitations	56	56	54	54	56	56	54	54
<i>Bornes de CCST</i>	180-260				180-260			
<i>Bornes temporelles</i>	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50
Prévalence faible	8	8	7	8	3	3	2	3
Prévalence moyenne	24	24	25	23	19	19	20	13
Prévalence élevée	22	22	22	23	32	32	32	38
Nombre d'exploitations	54	54	54	54	54	54	54	54
<i>Bornes de CCST</i>	180-250				180-250			
<i>Bornes temporelles</i>	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50
Prévalence faible	10	10	7	8	3	3	2	3
Prévalence moyenne	16	16	18	20	16	16	16	11
Prévalence élevée	29	29	29	26	36	36	36	40
Nombre d'exploitations	55	55	54	54	55	55	54	54

Ainsi, seules les colonnes en noir (nombre d'exploitations = 54) correspondent à des paramètres pouvant être utilisés.

Le tableau ci-dessous présente les résultats des classements obtenus pour des bornes de CCST et des bornes temporelles différentes sur les 22 contrôles avant et les 22 contrôles après l'IR.

22 contrôles avant et après l'IR								
	22 contrôles avant				22 contrôles après			
Bornes de CCST	200-260				200-260			
Bornes temporelles	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50
Prévalence faible	14	12	9	12	10	10	8	9
Prévalence moyenne	17	19	21	22	12	12	14	12
Prévalence élevée	24	24	24	20	32	32	32	33
Nombre d'exploitations	55	55	54	54	54	54	54	54
Bornes de CCST	200-250				200-250			
Bornes temporelles	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50
Prévalence faible	15	12	9	12	11	11	8	9
Prévalence moyenne	13	15	16	16	7	7	9	11
Prévalence élevée	29	29	29	26	39	39	39	34
Nombre d'exploitations	57	56	54	54	57	57	56	54
Bornes de CCST	180-260				180-260			
Bornes temporelles	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50
Prévalence faible	6	5	5	8	5	4	2	3
Prévalence moyenne	27	28	28	26	22	23	25	18
Prévalence élevée	21	21	21	20	27	27	27	33
Nombre d'exploitations	54	54	54	54	54	54	54	54
Bornes de CCST	180-250				180-260			
Bornes temporelles	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50
Prévalence faible	9	8	7	8	5	4	2	3
Prévalence moyenne	21	21	22	20	19	19	20	17
Prévalence élevée	25	25	25	26	33	33	33	34
Nombre d'exploitations	55	54	54	54	57	56	55	54

Seules les colonnes en noire (nombre d'exploitations = 54) correspondent à des paramètres pouvant être utilisés.

Finalement notre choix s'est porté sur les bornes de CCST 200 000 et 260 000 cellules/ml avec les bornes temporelles 50-50-50, 22 contrôles avant et après l'IR. Ce critère est simple et permet d'obtenir des groupes d'exploitations plus homogènes.

Enfin, nous souhaitons nous assurer que le mode de classement est cohérent quelque soit les paramètres utilisés. Le tableau suivant présente l'évolution du classement des exploitations dans les différentes catégories selon les bornes de CCST et les bornes temporelles sélectionnées.

La note 1 signifie que l'exploitation appartient au groupe de prévalence « faible ».

La note 2 signifie que l'exploitation appartient au groupe de prévalence « moyenne ».

La note 3 signifie que l'exploitation appartient au groupe de prévalence « élevée ».

La note 4 signifie que l'exploitation ne peut être classée.

Evolution du classement initial des élevages selon les critères / 22 contrôles avant robot

	200-260				180-260			
	50-50-50	40-30-40	40-30-45	40-30-50	50-50-50	40-30-40	40-30-45	40-30-50
44001025	2	3	3	3	2	3	3	3
44015060	1	1	1	1	1	2	2	2
44017011	2	2	2	2	2	2	2	2
44051035	1	1	1	1	1	1	1	1
44052045	2	3	3	3	2	2	2	2
44057046	3	3	3	3	3	3	3	3
44072070	1	1	1	1	1	1	1	1
44072100	2	4	4	3	2	3	3	3
44072108	2	2	2	2	2	2	2	2
44081070	2	2	2	2	2	2	2	2
44083046	2	2	2	2	2	2	2	2
44099004	3	3	3	3	3	3	3	3
44099070	2	3	3	3	2	3	3	3
44119044	1	1	1	1	2	2	2	2
44128153	3	3	3	3	3	2	2	2
44145034	3	3	3	3	3	3	3	3
44155015	2	2	2	2	2	2	2	2
44157201	2	2	2	2	2	2	2	2
44179060	1	1	1	1	1	1	1	1
44186030	2	2	2	2	2	2	2	2
44204021	2	1	2	2	2	2	2	2
44205059	3	3	3	3	3	3	3	3
44213063	2	1	2	2	2	2	2	2
44216053	2	3	3	3	2	3	3	3
49005040	1	1	1	1	1	2	2	2
49035107	3	3	3	3	3	3	3	3
49041146	3	3	3	3	3	3	3	3
49050052	3	3	3	3	3	3	3	3
49062019	3	3	3	3	3	3	3	3
49087022	2	2	2	2	2	2	2	2
49089195	3	3	3	3	3	3	3	3
49096021	3	3	3	3	3	3	3	3
49109011	3	3	3	3	3	3	3	3
49137039	1	2	2	2	2	2	2	2
49153018	1	2	2	2	2	2	2	2
49162026	3	2	2	2	3	2	2	2
49162363	2	2	2	2	2	2	2	2
49169002	2	1	1	2	2	1	2	2
49200105	3	3	3	3	3	3	3	3
49202101	1	1	1	1	1	1	1	1
49205055	1	1	1	1	1	1	1	1
49205116	3	3	3	3	3	3	3	3
49214020	3	3	3	3	3	3	3	3
49244182	2	2	2	2	2	2	2	2
49244284	2	3	3	3	2	2	2	2
49244306	2	2	2	2	2	2	2	2
49256020	3	2	2	2	3	2	2	2
49258126	3	3	3	3	3	3	3	3
49276020	3	3	3	3	3	3	3	3
49305110	2	1	1	2	2	2	2	2
49329046	2	2	2	2	2	2	2	2
49355180	1	2	2	2	2	2	2	2
49013120	1	1	1	1	1	2	2	2
44165249	3	3	3	3	3	3	3	3

Nous remarquons que les paramètres de notation choisis (première colonne) sont tantôt optimistes, tantôt pessimistes par rapport aux autres classements, ce qui n'est pas surprenant. Les exploitations ne varient au plus que d'une catégorie, il n'est pas possible pour une exploitation d'appartenir au groupe de prévalence « basse » avec certains paramètres de classement et au groupe de prévalence « haute » avec d'autres. Notons que de nombreuses exploitations obtiennent la même note pour des paramètres de classement différents.

Le mode de classement que nous avons sélectionné apparaît donc valide.

ANNEXE G

Caractéristiques des exploitations étudiées au moment de l'enquête

Les tableaux ci-dessous présentent les caractéristiques des exploitations étudiées au moment de l'enquête.

Caractéristiques	Modalités	Moyenne	Minimum	Maximum
Quota laitier (l) lors de l'IR	1 stalle	520 000	308 000	735 000
	2 stalles	817 000	656 000	1 100 000
Nombre de vaches lors de l'IR	1 stalle	57	35	80
	2 stalles	97	80	115

Caractéristiques	Modalités	Effectifs	% total
Nombre de stalles	1	44	83,0
	2	9	17,0
Désinfection des manchons (à froid ou PURA)	oui	33	62,3
	non	20	37,7
Compteur cellulaire (OCC ou MQC-C)	oui	7	13,2
	non	46	86,8
Exploitations disposant d'options (désinfection ou compteur)	oui	34	64,2
	non	19	35,8
Mise en place de mesures pour contrôler la circulation	Aucune	31	58,5
	Modification de l'alimentation (à l'auge ou au robot)	8	15,1
	Modification du type de circulation des animaux	7	13,2
	Autre (ambiance, constante d'acceptation des vaches par le robot...)	7	13,2

Caractéristiques des robots de traite Lely

Caractéristiques	Modalités	Effectifs	% stalles Lely	% modèle respectif
Stalles non équipées d'options		13	31,7	
Stalles équipées d'options au moment de l'enquête	A2/désinfection à froid	14	34,1	56,0
	A3/PURA	13	31,7	81,3
	A3/MQC-C	6	14,6	37,5

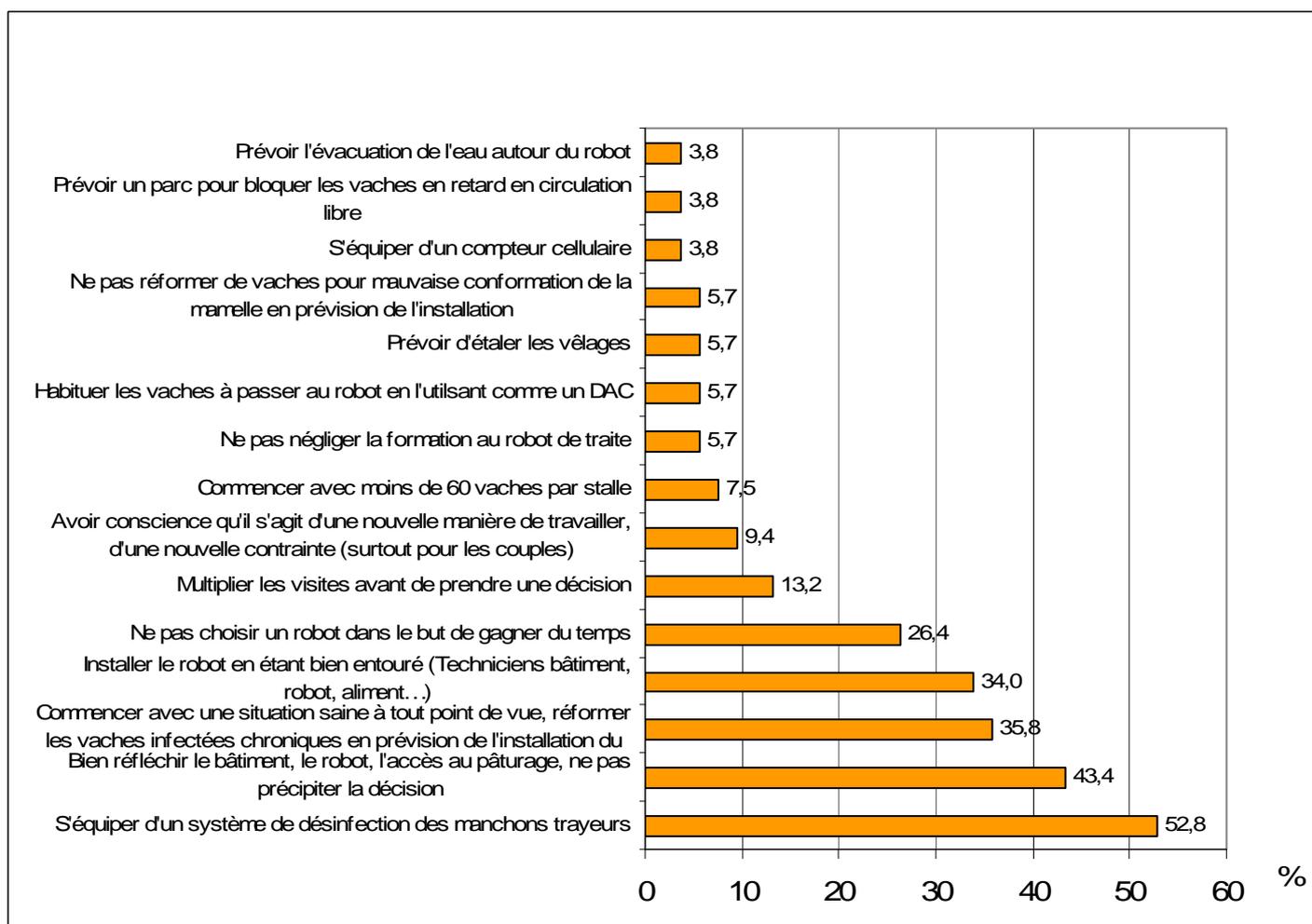
Caractéristiques des robots de traite DeLaval

Caractéristiques	Modalités	Effectifs	% stalles DeLaval
Stalles non équipées d'options		6	50,0
Stalles équipées d'options au moment de l'enquête	désinfection à froid	6	50,0
	OCC	1	8,3

ANNEXE H

Conseils des éleveurs enquêtés

Nous avons demandé aux éleveurs enquêtés quels conseils ils pourraient donner à un éleveur souhaitant s'équiper d'un robot de traite. Ces conseils sont reportés dans le diagramme ci dessus :

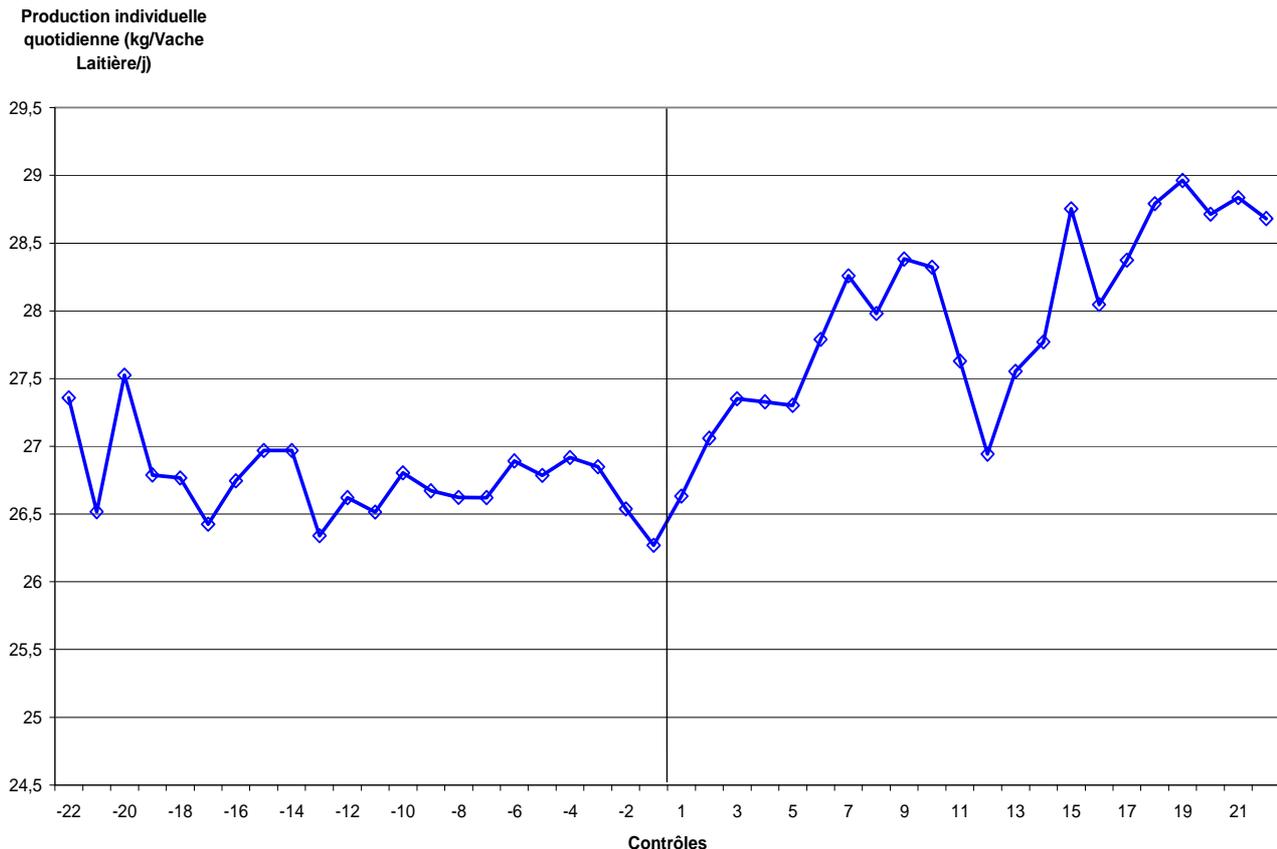


ANNEXE I

Evolution de la production individuelle quotidienne, de la matière protéique et de la matière grasse du lait de mélange lors de l'installation d'un robot de traite

Production individuelle quotidienne

La figure ci-dessous présente l'évolution de la production laitière individuelle quotidienne dans les 53 exploitations de la population d'étude, 22 contrôles laitiers avant et après l'IR (cette dernière est figurée par une droite verticale).



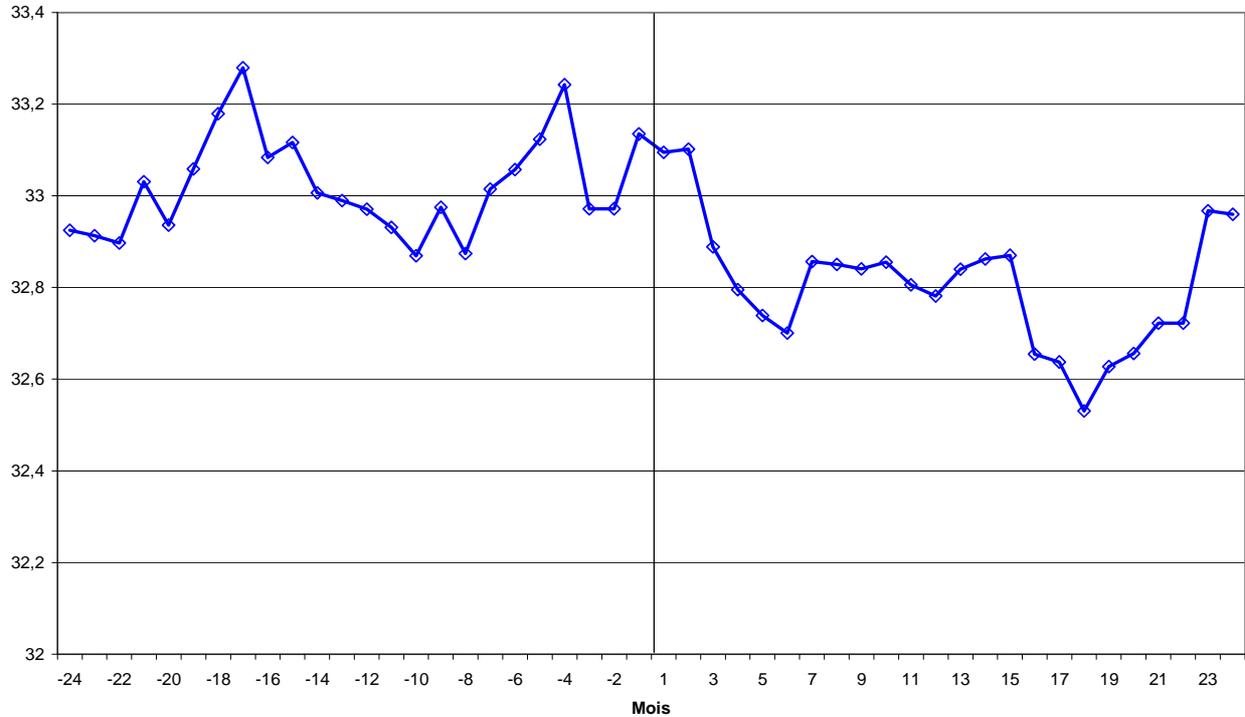
Alors que la situation est globalement stable avant l'IR, une augmentation progressive de la production individuelle, est visible après l'IR. Cette augmentation se poursuit globalement les 18 premiers contrôles après l'IR et semble se stabiliser au delà. Une période d'étude plus longue serait nécessaire pour confirmer cette évolution.

La production individuelle moyenne calculée sur les 5 derniers contrôles laitiers de notre période d'étude est de 28,80 kg/vache laitière/jour contre 26,75 kg/vache laitière/jour avant l'IR. La différence est significative ($P < 0,001$). Le gain de production moyen est de 2,05 kg/vache laitière/j, 18 contrôles après l'IR.

Matière protéique

La figure ci-dessous présente l'évolution de la quantité moyenne de matière protéique du lait de mélange des 53 exploitations de la population d'étude, 24 mois avant et après l'IR (cette dernière est figurée par une droite verticale).

Matière protéique (g/l)

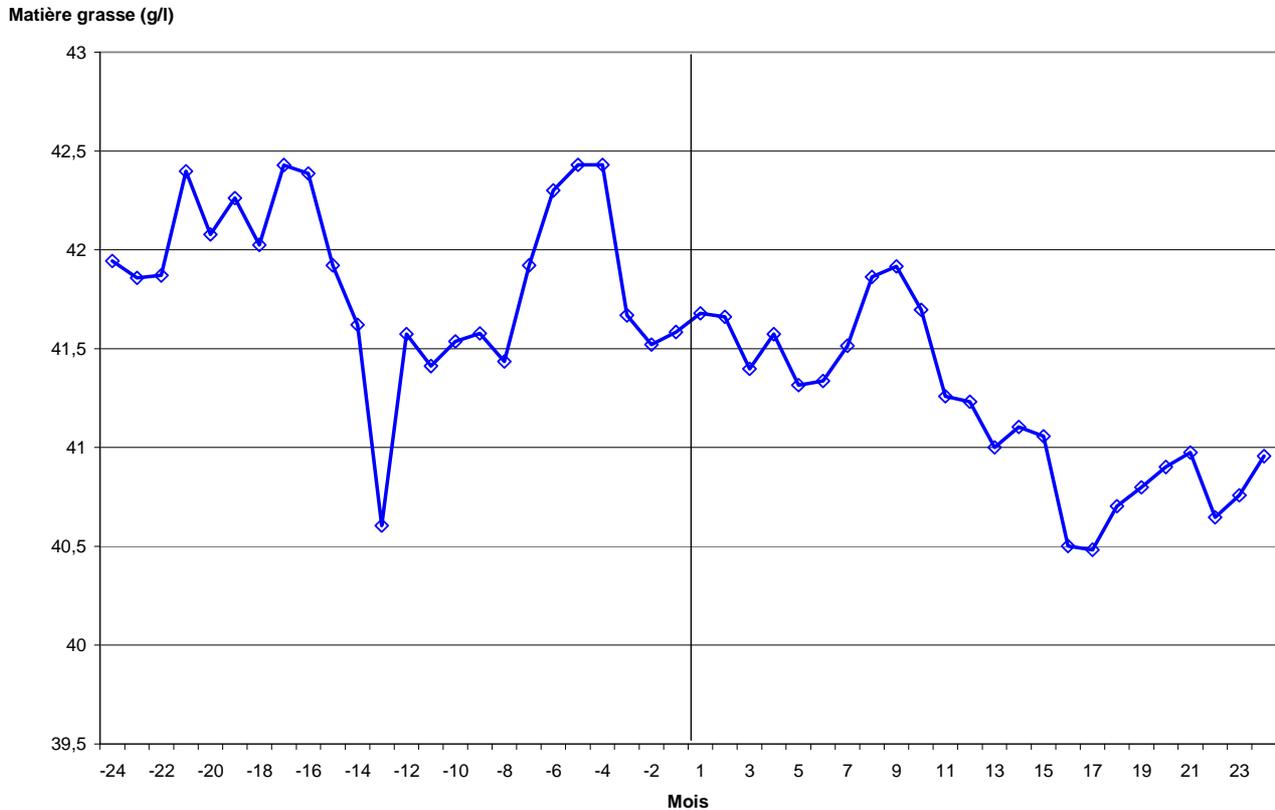


Une diminution de la quantité moyenne de matière protéique du lait de mélange est visible dans les deux mois suivant l'IR. Notons que d'importantes variations peuvent être observées d'un mois à l'autre.

La quantité moyenne de matière protéique du lait de mélange est de 33,0 g/l avant l'IR et de 32,8 g/l après. La différence est significative ($P < 0,001$).

Matière grasse

La figure ci-dessous présente l'évolution de la quantité moyenne de matière grasse du lait de mélange des 53 exploitations de la population d'étude, 24 mois avant et après l'IR (cette dernière est figurée par une droite verticale).



Une diminution progressive de la quantité moyenne de matière grasse du lait de mélange est visible dans les mois suivant l'IR. Là encore, d'importantes variations peuvent être observées d'un mois à l'autre.

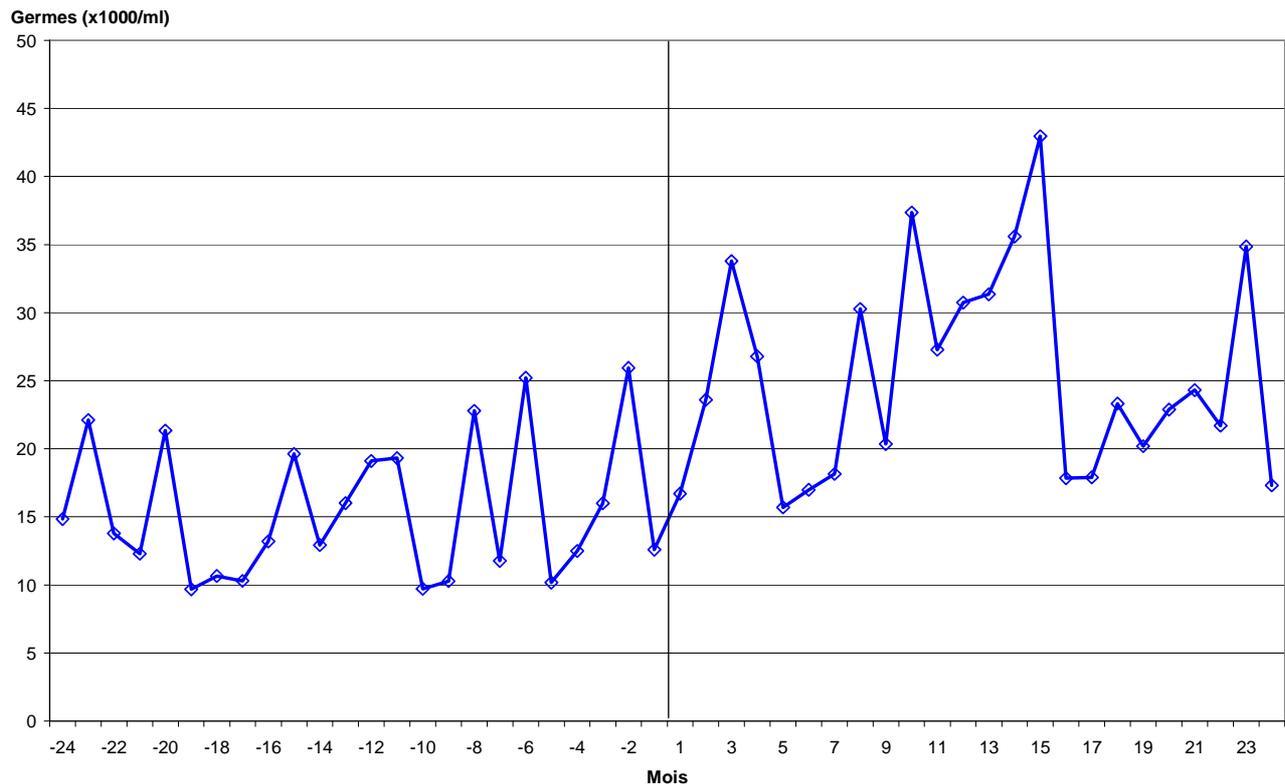
La quantité moyenne de matière grasse du lait de mélange est de 41,9 g/l avant l'IR et de 41,2 g/l après. La différence est significative ($P < 0,001$). Notons qu'au delà du 15^{ème} mois d'utilisation, les exploitations de notre échantillon livrent en moyenne du lait dont la quantité de matière grasse est inférieure à 41 g/l.

ANNEXE J

Evolution de la contamination du lait par les germes totaux et les spores butyriques lors de l'installation du robot de traite

Germes totaux

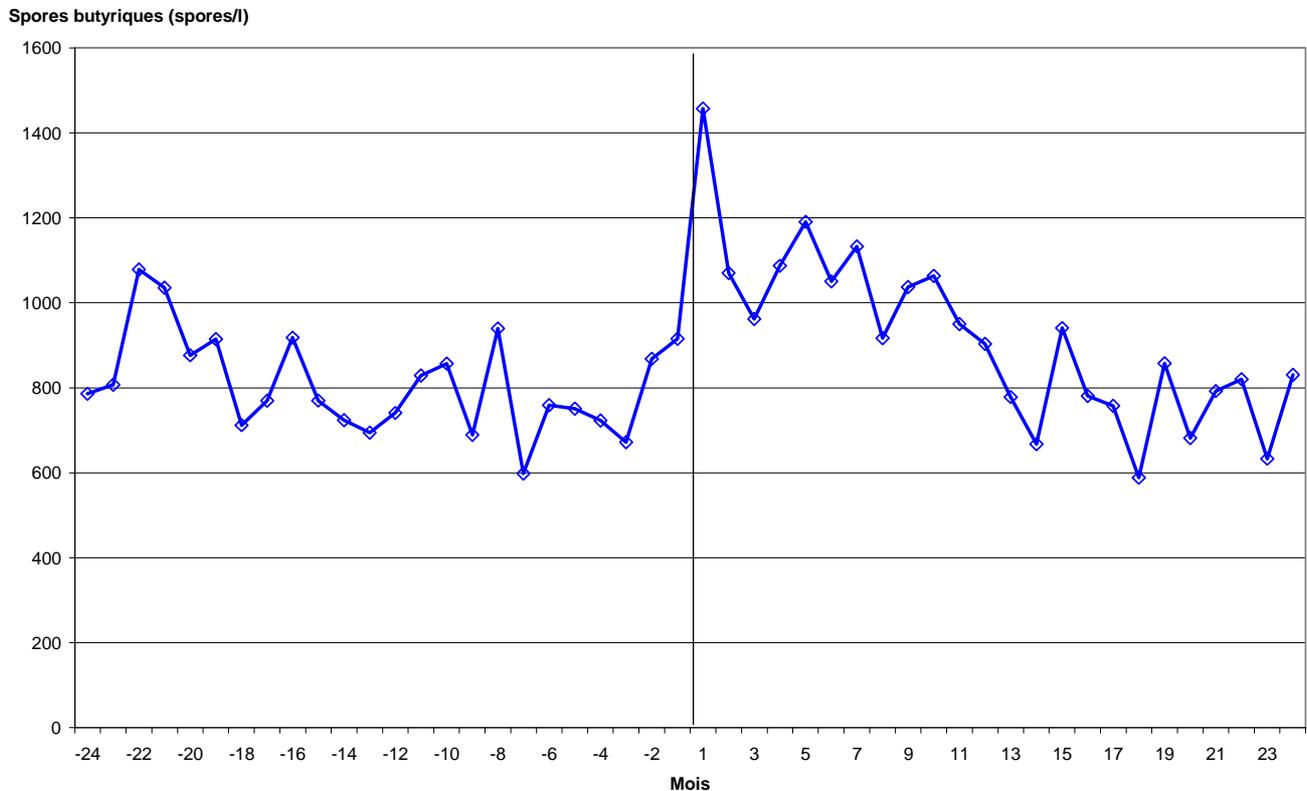
La figure ci-dessous présente l'évolution du critère « germes totaux » dans les 53 exploitations de la population d'étude, 24 mois avant et après l'IR (cette dernière est figurée par une droite verticale).



Une augmentation de l'indicateur est visible est lors de l'IR. La contamination moyenne mesurée après l'IR est de 25 300 germes/ml, elle est significativement différente de celle mesurée avant l'IR 15 500 germes/ml ($P < 0,001$). Sur la période étudiée, aucun retour à la situation initiale n'est observé. Toutefois, le seuil de pénalité de 50 000 germes/ml n'est jamais atteint en moyenne. Nous rappelons qu'une traite traditionnelle réalisée dans de bonnes conditions d'hygiène permet une contamination inférieure à 7000 germes/ ml.

Spores butyriques

La figure ci-dessous présente l'évolution du critère « spores butyriques » dans les 53 exploitations de notre population d'étude, 24 mois avant et après l'IR (cette dernière est figurée par une droite verticale).



Un nette augmentation de l'indicateur est visible lors de l'IR. En moyenne, la contamination par les spores butyriques observée après l'IR (915 spores/l) est significativement supérieure à celle observée avant l'IR (810 spores/l, $P = 0,044$).

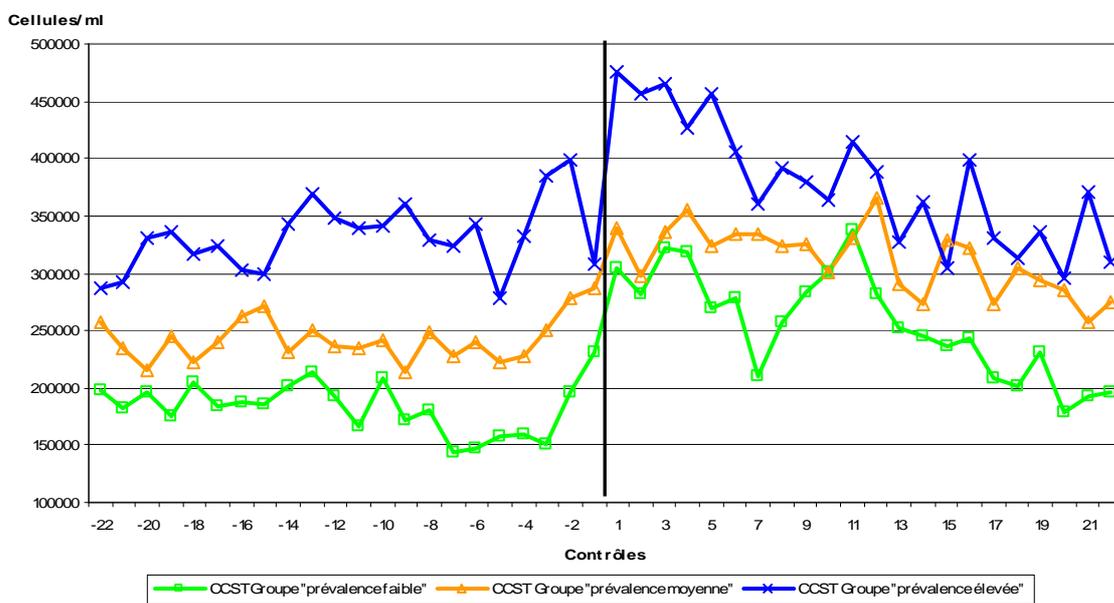
Toutefois, à partir du 13^{ème} mois d'utilisation du robot, la contamination redevient conforme à la situation initiale. Elle est alors de 760 spores/l et la différence avec la concentration initiale n'est pas significative ($P = 0,34$). Finalement la contamination moyenne observée les 12 premiers mois d'utilisation du robot (1070 spores/l) est significativement supérieure à celle observées avant l'IR ($P < 0,001$) et supérieure du seuil de pénalité de 1000 spores/l.

ANNEXE K

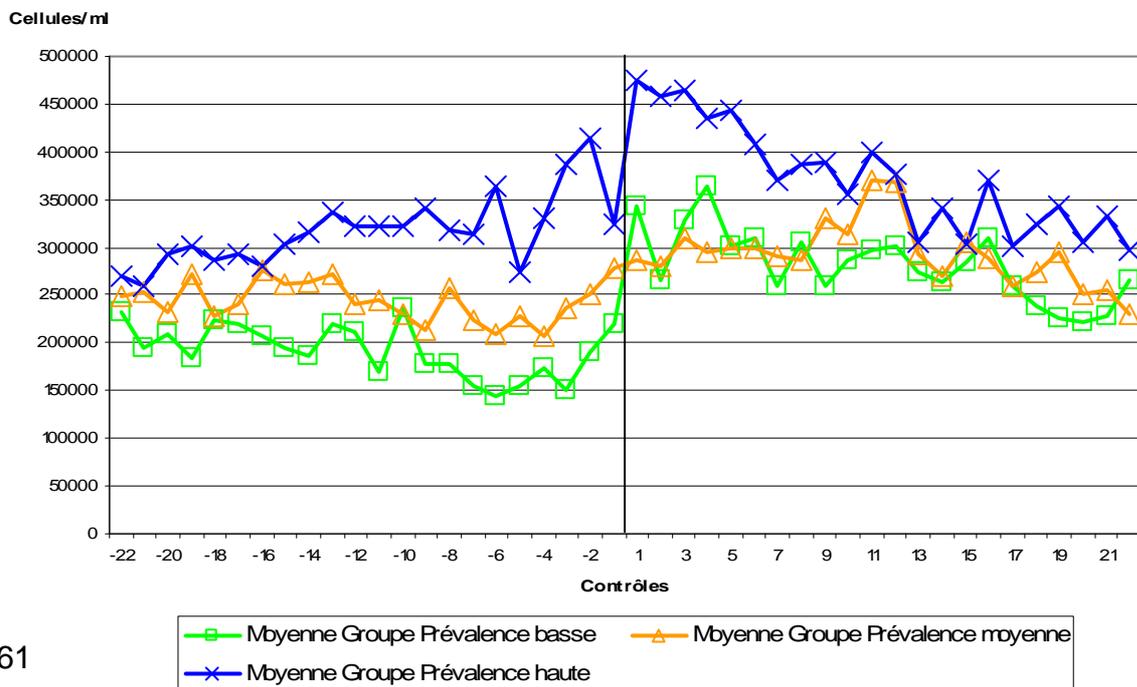
Choix du nombre de contrôles à prendre en compte pour le classement initial des exploitations en 3 groupes de prévalence

Dans notre modèle, il est possible de choisir le nombre de contrôles pris en compte pour effectuer le classement initial. Deux modalités sont possibles : un classement prenant en compte les 22 derniers contrôles avant l'IR, un classement ne prenant en compte que les 11 derniers contrôles avant l'IR.

Modèle 1 : la figure suivante présente l'évolution des CCST, 22 contrôles avant et 22 contrôles après l'IR (droite verticale) en sélectionnant les groupes de prévalence sur les 22 derniers contrôles avant l'IR.



Modèle 2 : la figure suivante présente l'évolution des CCST, 22 contrôles avant et 22 contrôles après l'IR en sélectionnant les groupes de prévalence sur les 11 derniers contrôles avant l'IR.



Sont classées dans le groupe « prévalence faible » les exploitations dont les CCST sont inférieures à 200000 cellules/ml sur plus de 50% des contrôles de la période étudiée. En prenant une période longue, 22 contrôles (modèle 2), le risque de sélectionner une exploitation dont les performances étaient très bonnes 2 ans avant l'IR mais moyennes les mois précédant l'IR augmente. Toutefois, ce mode de classement permet également de sélectionner des exploitations ayant un historique de bonne maîtrise des infections intramammaires.

Réaliser le classement sur une période plus courte (11 mois) conduit à sélectionner des exploitations dont les CCST sont les meilleures juste avant l'IR.

Dans le modèle 1 : les CCST moyennes des 3 groupes sur les 11 premiers contrôles après l'IR diffèrent significativement (respectivement 287 000, 326 000 et 419 000 cellules/ml, $P = 0,029$). De même, sur les 11 contrôles suivants les CCST moyennes des groupes diffèrent également (respectivement, 229 000, 301 000 et 356 000 cellules/ml, $P = 0,014$).

Dans le modèle 2 : les CCST moyennes des 3 groupes sur les 11 premiers contrôles après l'IR diffèrent significativement (respectivement 302 000, 305 000 et 417 000 cellules/ml, $P = 0,013$). Toutefois, sur les 11 contrôles suivants les CCST moyennes des groupes sont comparables (respectivement, 260 000, 289 000 et 344 000 cellules/ml, $P = 0,080$).

Le classement des exploitations d'après les CCST des 22 contrôles laitiers avant l'IR semble plus prédictif de l'évolution des CCST après l'IR que l'autre classement. Les meilleures exploitations sur les 22 derniers contrôles avant l'IR ont en moyenne des performances meilleures que les autres exploitations après l'IR. Avec le second mode de classement, on constate que les performances des exploitations ont tendance à converger quelque soit leur groupe de départ.

En ce qui concerne la partie descriptive de l'étude, nous choisissons le classement établi par le modèle 1, réalisé en fonction des 22 derniers contrôles avant l'IR.

ANNEXE L

Tests de concordance

Le tableau ci-dessous présente les valeurs des κ et κ pondérés ainsi que les intervalles de confiance à 95% de ces valeurs pour les tests de concordance réalisés dans l'étude. Est testée ici la concordance entre les groupes de prévalence constitués sur différentes périodes avant et après l'IR.

κ	6M	11M1	11M2
22m	0,1442	0,0629	0,145
11m	0,2587	0,1515	0,168
6m	0,2944	0,1663	0,1087

κ pondéré	6M	11M1	11M2
22m	0,2429	0,1378	0,2243
11m	0,314	0,2145	0,2462
6m	0,3804	0,2547	0,1775

intervalle à 95%	6M	11M1	11M2
22m	-0.0191 - 0.3075	-0.0911 - 0.2170	-0.0597 - 0.3497
11m	0.0778 - 0.4397	-0.0188 - 0.3218	-0.0528 - 0.3887
6m	0.1176 - 0.4712	0.0048 - 0.3278	-0.1010 - 0.3183

intervalle à 95%	6M	11M1	11M2
22m	0.0720 - 0.4137	-0.0202 - 0.2958	0.0089 - 0.4397
11m	0.1267 - 0.5013	0.0386 - 0.3903	0.0124 - 0.4799
6m	0.1990 - 0.5619	0.0927 - 0.4167	-0.0537 - 0.4087

Les périodes étudiées sont les suivantes :

22m : 22 contrôles avant l'IR

11m : 11 derniers contrôles avant l'IR

6m : 6 derniers contrôles avant l'IR

6M : 1^{er} au 6^{ème} contrôle après l'IR

11M1 : 1^{er} au 11^{ème} contrôle après l'IR

11M2 : 12^{ème} au 22^{ème} contrôle après l'IR

Nous rappelons les critères d'interprétation des κ et κ pondérés :

κ et κ pondéré	Concordance
0,8 - 1	excellente
0,6 - 0,8	bonne
0,4 - 0,6	moyenne
0,2 - 0,4	faible
0 - 0,2	négligeable
<0	aucune

NB : le κ pondéré prend en compte le fait que tous les changements de groupe ne sont pas comparables. Par exemple : le passage du groupe « prévalence faible » au groupe « prévalence moyenne » est moins « grave » que le passage du groupe « prévalence faible » au groupe « prévalence élevée ».

ANNEXE M

Résultats des analyses de variance

Les résultats des analyses de variances effectuées sur chacune des variables étudiées sont présentés dans les tableaux ci-dessous. Comme nous l'avons déjà mentionné, les faibles effectifs obtenus constituent une limite à l'interprétation des analyses de variances à deux facteurs de comparaison.

Généralités

	Modalités	Effectifs		Incidence apparente des 6	
		<=60	>60	<=60	>60
Nombre de vaches laitières par stalle	Population d'étude	38	15	17,64	21,42
	Groupe Prévalence faible	11	1	16,23	12,06
	Groupe Prévalence moyenne	14	8	17,74	18,49
	Groupe Prévalence élevée	13	6	18,73	26,87
Accès au pâturage	Population d'étude	32	21	18,90	18,59
	Groupe Prévalence faible	4	8	14,85	17,94
	Groupe Prévalence moyenne	17	5	20,40	17,31
	Groupe Prévalence élevée	11	8	22,01	20,79
Reconstruction du bâtiment	Population d'étude	41	12	18,50	19,41
	Groupe Prévalence faible	11	1	16,08	13,75
	Groupe Prévalence moyenne	18	4	18,35	16,52
	Groupe Prévalence élevée	12	7	20,97	21,88
Politique de réformes d'animaux en prévision de l'installation du robot	Population d'étude	43	10	19,03	17,35
	Groupe Prévalence faible	10	2	16,77	11,44
	Groupe Prévalence moyenne	19	3	17,60	20,65
	Groupe Prévalence élevée	14	5	22,57	17,74
Réformes de quartiers en prévision de l'installation du robot	Population d'étude	49	4	18,93	15,96
	Groupe Prévalence faible	10	2	15,87	15,95
	Groupe Prévalence moyenne	20	2	18,22	15,97
	Groupe Prévalence élevée	19	0	21,30	
Regroupement de troupeau dans l'année précédent l'installation du robot	Population d'étude	45	8	18,17	21,72
	Groupe Prévalence faible	11	1	15,32	22,12
	Groupe Prévalence moyenne	20	2	17,98	18,36
	Groupe Prévalence élevée	14	5	20,70	22,98

P	0,05159
Pgroupe	0,06969
Pvariable	0,07743
Pinteraction	0,08056

P	0,8627
Pgroupe	0,05377
Pvariable	0,65462
Pinteraction	0,45843

P	0,6684
Pgroupe	0,06641
Pvariable	0,82643
Pinteraction	0,80228

P	0,4612
Pgroupe	0,03905 *
Pvariable	0,27751
Pinteraction	0,22575

P	0,3756
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

P	0,1496
Pgroupe	0,1029
Pvariable	0,3358
Pinteraction	0,7241

Hygiène générale

	Modalités	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
		Non	Oui		Non	Oui	
Présence de vaches laitières se couchant dans les couloirs	Population d'étude	28	23		18,77	18,92	
	Groupe Prévalence faible	8	4		15,47	16,71	
	Groupe Prévalence moyenne	10	10		17,86	18,68	
	Groupe Prévalence élevée	10	9		22,31	20,18	
Nombre de nettoyage quotidien de la stalle et des abords du robot	Population d'étude	9	28	16	21,96	17,57	18,87
	Groupe Prévalence faible	1	8	3	22,12	16,91	11,07
	Groupe Prévalence moyenne	2	12	8	16,97	16,81	20,08
	Groupe Prévalence élevée	6	8	5	23,60	19,37	21,62
Nombre nettoyage stalle des robots DeLaval	Population d'étude	5	6	1	21,65	19,63	9,13
	Groupe Prévalence faible	4	0	1	12,03		9,13
	Groupe Prévalence moyenne	2	4	0	24,05	17,09	
	Groupe Prévalence élevée	0	2	0		24,70	
Outils de nettoyage	Population d'étude	44	9		18,70	18,76	
	Groupe Prévalence faible	9	3		15,35	17,49	
	Groupe Prévalence moyenne	21	1		17,78	22,89	
	Groupe Prévalence élevée	14	5		22,23	18,71	

P	0,9337
Pgroupe	0,07079
Pvariable	0,90295
Pinteraction	0,70534

P	0,2003
Pgroupe	0,1312
Pvariable	0,4688
Pinteraction	0,3409

P	0,2917
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

P	0,978
Pgroupe	0,05597
Pvariable	0,8406
Pinteraction	0,36396

Logement

Surface d'exercice disponible par vaches laitière	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	<5	>=5	<5	>=5	
Population d'étude		8	45	20,71	18,35	
Groupe Prévalence faible		1	11	9,13	16,50	
Groupe Prévalence moyenne		3	19	16,62	18,23	
Groupe Prévalence élevée		4	15	26,67	19,87	

Surface d'aire paillée disponible par vache laitière	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	<7m²	>=7m²			
Population d'étude			9 (100%)			
Groupe Prévalence faible						
Groupe Prévalence moyenne						
Groupe Prévalence élevée						

Utilisation d'un asséchant/désinfectant	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	Non	Oui	Non	Oui	
Population d'étude		9	22	21,30	17,90	
Groupe Prévalence faible		1	4	13,75	14,18	
Groupe Prévalence moyenne		4	10	23,02	16,98	
Groupe Prévalence élevée		4	8	21,47	20,90	

Fréquence de curage de l'aire paillée	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	<1/sem	>=1/sem	<1/sem	>=1/sem	
Population d'étude		3	6	21,99	19,05	
Groupe Prévalence faible		1	1	17,61	22,12	
Groupe Prévalence moyenne		1	2	25,13	13,08	
Groupe Prévalence élevée		1	3	23,24	22,01	

Fréquence de curage/paillage des logettes	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	<2/j	>=2/j	<2/j	>=2/j	
Population d'étude		17	27	20,28	17,28	
Groupe Prévalence faible		3	7	18,49	13,63	
Groupe Prévalence moyenne		8	11	19,39	17,26	
Groupe Prévalence élevée		6	9	22,35	20,15	

Fréquence de paillage de l'aire paillée	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	<1/j	>=1/j	<1/j	>=1/j	
Population d'étude		1	8	25,13	19,40	
Groupe Prévalence faible		0	2		19,87	
Groupe Prévalence moyenne		1	2	25,13	13,08	
Groupe Prévalence élevée		0	4		22,31	

Nature de la litière des logettes	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	Paille	Sciure	Paille	Sciure	
Population d'étude				17,55	21,88	
Groupe Prévalence faible				16,00	11,44	
Groupe Prévalence moyenne				16,64	22,41	
Groupe Prévalence élevée				19,50	31,01	

Nombre de logettes disponible par vache laitière	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	<1	>=1	<1	>=1	
Population d'étude		4	40	20,37	18,25	
Groupe Prévalence faible		1	9	9,13	15,75	
Groupe Prévalence moyenne		2	17	18,26	18,15	
Groupe Prévalence élevée		1	14	35,85	19,97	

Masse de paille disponible en aire paillée	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	<1,2kg/m²	>=1,2kg/m²	<1,2kg/m²	>=1,2kg/m²	
Population d'étude		3	4	19,75	19,75	
Groupe Prévalence faible		1	0	17,61		
Groupe Prévalence moyenne		1	2	25,13	13,08	
Groupe Prévalence élevée		1	2	16,50	26,43	

Masse de paille disponible par logette	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	<3kg	>=3kg	<3kg	>=3kg	
Population d'étude		12	14	19,49711	17,43048	
Groupe Prévalence faible		3	4	17,20317	16,41594	
Groupe Prévalence moyenne		6	3	18,47591	18,83169	
Groupe Prévalence élevée		3	7	23,83345	17,4097	

Nombre raclage de l'aire d'exercice	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	<=2	>2	<=2	>2	
Population d'étude		36	17	19,08	17,94	
Groupe Prévalence faible		7	5	16,71	14,72	
Groupe Prévalence moyenne		14	8	18,34	17,45	
Groupe Prévalence élevée		15	4	20,87	22,93	

Nature du sol des logettes	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)			
	Modalités	Béton	Tapis/matelas	Terre/sable	Béton	Tapis/matelas	Terre/sable
Population d'étude		26	7	11	18,38	18,66	18,43013
Groupe Prévalence faible		7	2	1	16,75	9,92	13,75
Groupe Prévalence moyenne		9	1	9	18,59	11,40	18,47268
Groupe Prévalence élevée		10	4	1	19,34	24,84	22,72727

Type de stabulation	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	Logettes	Aire paillée	Logettes	Aire paillée	
Population d'étude		44	9	18,44	20,03	
Groupe Prévalence faible		10	2	15,09	19,87	
Groupe Prévalence moyenne		19	3	18,16	17,10	
Groupe Prévalence élevée		15	4	21,03	22,31	

P	0,3415
Pgroupe	0,06076
Pvariable	0,49846
Pinteraction	0,08533

P	
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

P	0,2211
Pgroupe	0,2142
Pvariable	0,2939
Pinteraction	0,5828

P	0,5232
Pgroupe	0,6019
Pvariable	0,517
Pinteraction	0,4734

P	0,1384
Pgroupe	0,09772
Pvariable	0,17549
Pinteraction	0,85777

P	0,4012
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

P	0,07414
Pgroupe	0,03072 *
Pvariable	0,02928 *
Pinteraction	0,04142 *

P	0,5392
Pgroupe	0,05359
Pvariable	0,42587
Pinteraction	0,03666 *

P	0,9993
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

P	0,3408
Pgroupe	0,5753
Pvariable	0,3024
Pinteraction	0,432

P	0,5494
Pgroupe	0,0717
Pvariable	0,8564
Pinteraction	0,7074

P	0,9953
Pgroupe	0,0795
Pvariable	0,9762
Pinteraction	0,279

P	0,5006
Pgroupe	0,06516
Pvariable	0,5886
Pinteraction	0,64573

Hygiène, paramètres et matériel de traite

	Modalités	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)			P-value	
		Inexistante	Peroxyde	Vapeur	Inexistante	Peroxyde	Vapeur		
Utilisation d'une désinfection de la griffe 1	Population d'étude	42	6	5	18.51336	19.72177	19.14769	P	0,902
	Groupe Prévalence faible	7	3	2	17.26592	14.46252	13.17399	Pgroupe	
	Groupe Prévalence moyenne	20	2	0	17.13409	26.81164		Pvariable	
	Groupe Prévalence élevée	15	1	3	20.93453	21.31980	23.13016	Pinteraction	
Utilisation d'une désinfection de la griffe 2	Population d'étude	42	11		19.46082	18.51336		P	0,6657
	Groupe Prévalence faible	7	5		13.94711	17.26592		Pgroupe	0,03842 *
	Groupe Prévalence moyenne	20	2		26.81164	17.13409		Pvariable	0,4276
	Groupe Prévalence élevée	15	4		22.67757	20.93453		Pinteraction	0,08085 ,
Durée nettoyage des trayons des robots Lely A3	Population d'étude	8	9		19.16152	21.13718		P	0,6231
	Groupe Prévalence faible	3	1		13.36599	22.12121		Pgroupe	0,1744
	Groupe Prévalence moyenne	1	4		19.39655	18.11945		Pvariable	0,6843
	Groupe Prévalence élevée	4	4		23.44941	23.90890		Pinteraction	0,7112
Durée vie des manchons trayeurs	Population d'étude	40	13		18.64159	18.92050		P	0,8928
	Groupe Prévalence faible	9	3		15.69611	16.44400		Pgroupe	0,05738 ,
	Groupe Prévalence moyenne	20	2		17.99921	18.16041		Pvariable	0,66387
	Groupe Prévalence élevée	15	8		22.21950	20.03921		Pinteraction	0,82065
Durée de pompage du désinfectant des brosses des robots Lely	Population d'étude	7	23	11	14.50876	19.70202	18.34476	P	0,1575
	Groupe Prévalence faible	2	6	2	12.90613	16.70193	21.71010	Pgroupe	0,03734 *
	Groupe Prévalence moyenne	1	9	4	8.695652	17.955352	15.359611	Pvariable	0,05422 ,
	Groupe Prévalence élevée	4	8	5	16.76335	23.91710	19.38674	Pinteraction	0,55757
Fréquence de vérification du pompage du désinfectant des brosses et/ou des manchons	Population d'étude	32	15		18.57138	19.89587		P	0,5126
	Groupe Prévalence faible	7	4		16.56572	16.37786		Pgroupe	0,1268
	Groupe Prévalence moyenne	14	3		17.31976	21.34863		Pvariable	0,6883
	Groupe Prévalence élevée	11	8		21.44068	21.11009		Pinteraction	0,6558
Intensité de la pulvérisation des trayons	Population d'étude	35	18		19.25956	17.64143		P	0,3876
	Groupe Prévalence faible	9	3		15.84057	16.01061		Pgroupe	0,04825 *
	Groupe Prévalence moyenne	14	8		18.46736	17.22025		Pvariable	0,27877
	Groupe Prévalence élevée	12	7		22.74803	18.82170		Pinteraction	0,68066
Présence de lésions des trayons selon les éleveurs	Population d'étude	48	5		18.75940	18.23581		P	0,8635
	Groupe Prévalence faible	10	2		16.61327	12.23214		Pgroupe	0,05797 ,
	Groupe Prévalence moyenne	21	1		17.70454	24.50980		Pvariable	0,9268
	Groupe Prévalence élevée	17	2		21.32490	21.10249		Pinteraction	0,38067

Modification du nettoyage des trayons pour certaines vaches laitières	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)			
	Modalités	Non	Oui	Non	Oui		
Population d'étude		41	12	18.98761	17.76152		
Groupe Prévalence faible		9	3	16.11829	15.17747		
Groupe Prévalence moyenne		15	7	18.96505	15.97561		
Groupe Prévalence élevée		17	2	20.52657	27.88826		
Nombre de cycles de nettoyage des trayons des robots Lely A3	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)			
	Modalités	1	2	1	2		
Population d'étude		7	10	25.29940	16.64310		
Groupe Prévalence faible		1	3	12.06226	16.71898		
Groupe Prévalence moyenne		2	3	24.96774	13.97963		
Groupe Prévalence élevée		4	4	28.77452	18.58379		
Nombre de cycles de nettoyage des trayons des robots Lely A2	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)			
	Modalités	1	2	1	2		
Population d'étude		5	18	17.86110	17.16053		
Groupe Prévalence faible		2	4	14.16217	19.72512		
Groupe Prévalence moyenne		1	8	24.50980	14.41851		
Groupe Prévalence élevée		2	6	18.23567	19.10683		
Nombre de jeux de brosses utilisés pour les robots Lely	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)			
	Modalités	1	2	1	2		
Population d'étude		34	7	18.65698	17.45184		
Groupe Prévalence faible		8	2	16.90723	17.09308		
Groupe Prévalence moyenne		13	1	16.95800	11.27820		
Groupe Prévalence élevée		13	4	21.43272	19.17464		
Intensité de nettoyage des trayons des robots DeLaval	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)			
	Modalités	Leger	Normal	Double	Leger	Normal	Double
Population d'étude		1	10	1	12.02749	19.79689	25.13369
Groupe Prévalence faible		1	1	0	12.02749	9.125475	
Groupe Prévalence moyenne		0	7	1		19.919873	25.13369
Groupe Prévalence élevée		0	2	0		24.702156	
Utilisation du "prétrempage" pour les robots DeLaval	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)			
	Modalités	Non	Oui	Non	Oui		
Population d'étude		10	2	19.71542	18.98795		
Groupe Prévalence faible		2	0	10.57648			
Groupe Prévalence moyenne		7	1	21.82311	11.81102		
Groupe Prévalence élevée		1	1	23.23944	26.16487		

P	0,902
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

P	0,02073 *
Pgroupe	0,25963
Pvariable	0,03446 *
Pinteraction	0,21432

P	0,771
Pgroupe	0,26317
Pvariable	0,97543
Pinteraction	0,03793 *

P	0,6482
Pgroupe	0,09627
Pvariable	0,42238
Pinteraction	0,76867

P	0,4516
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

P	0,9013
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

Pratiques et paramètres de détection des infections intramammaires

	Modalités	Effectifs			Persistence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
		Non	Oui		Non	Oui	
Compteur cellulaire	Population d'étude	47	6		53,47	61,93	
	Groupe Prévalence faible	12	0		50,51		
	Groupe Prévalence moyenne	18	4		54,84	60,51	
	Groupe Prévalence élevée	17	2		54,10	64,78	
Nombre de consultations quotidiennes des listes d'attention	Population d'étude	<=2	>2		<=2	>2	
	Groupe Prévalence faible	28	24		53,84	55,20	
	Groupe Prévalence moyenne	6	6		51,99	49,02	
	Groupe Prévalence élevée	11	11		54,79	56,96	
		11	7		53,89	57,72	
Variable synthétique d'efficacité de détection des infections intramammaires	Population d'étude	Pratiques favorables	Pratiques moyennes	Pratiques défavorables	Pratiques favorables	Pratiques moyennes	Pratiques défavorables
	Groupe Prévalence faible	12	21	20	53,05	54,52	55,12
	Groupe Prévalence moyenne	2	8	2	50,17	42,74	52,54
	Groupe Prévalence élevée	6	6	10	53,03	57,21	56,48
		14	7	8	54,51	54,10	56,92
Utilisation du compteur cellulaire	Population d'étude	Périodique	Continue		Périodique	Continue	
	Groupe Prévalence faible	5	1		58,80	59,37	
	Groupe Prévalence moyenne	0	0				
	Groupe Prévalence élevée	0	3			57,09	
		1	2		58,80	61,66	
Mode utilisation compteur	Population d'étude	Dépistage	Dépistage et suivi de raitement		Dépistage	Dépistage et suivi de raitement	
	Groupe Prévalence faible	5	1		59,22	59,73	
	Groupe Prévalence moyenne	0	0				
	Groupe Prévalence élevée	3	0		57,09		
		2	1		61,35	59,73	
Suivi des vaches fréquemment sur liste d'attention	Population d'étude	Systématique	Occasionnelle	Non pratiquée	Systématique	Occasionnelle	Non pratiqué
	Groupe Prévalence faible	4	12	36	56,24	54,43	54,41
	Groupe Prévalence moyenne	0	5	6	52,11	49,65	
	Groupe Prévalence élevée	2	4	16	50,74	56,58	56,34
		2	3	14	61,74	55,42	54,25

P	0,0322 *
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

P	0,6025
Pgroupe	0,247
Pvariable	0,564
Pinteraction	0,616

P	0,8274
Pgroupe	0,1891
Pvariable	0,5822
Pinteraction	0,7748

P	0,9313
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

P	0,9388
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

P	0,933
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

Pratiques de prévention et de traitement des infections intramammaires

	Modalités	Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
		Non	Oui		Non	Oui	
Réalisation d'analyses bactériologiques sur le lait de vaches suspectes	Population d'étude	25	28		18,31	19,07	
	Groupe Prévalence faible	4	8		16,58	15,53	
	Groupe Prévalence moyenne	13	9		17,14	19,28	
	Groupe Prévalence élevée	8	11		21,08	21,46	
Désinfection des trayons après traitement		Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	Systématique	Occasionnelle	Non pratiquée	Systématique	Occasionnelle	Non pratiquée
	Population d'étude	22	17	12	19,76	18,61	17,43
	Groupe Prévalence faible	6	2	3	14,20	19,87	16,16
	Groupe Prévalence moyenne	10	6	5	21,81	14,15	15,84
Groupe Prévalence élevée	6	9	4	21,92	21,30	20,38	
Désinfection des trayons avant traitement		Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	Systématique	Occasionnelle	Non pratiquée	Systématique	Occasionnelle	Non pratiquée
	Population d'étude	27	13	12	17,04	19,51	21,97
	Groupe Prévalence faible	6	1	5	14,34	17,19	17,48
	Groupe Prévalence moyenne	14	5	2	18,16	15,99	24,01
Groupe Prévalence élevée	7	7	5	17,14	22,36	25,65	
Protocole de traitement		Effectifs			Incidence apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	Unique	Adapté		Unique	Adapté	
	Population d'étude	13	40		18,52	18,77	
	Groupe Prévalence faible	3	9		15,85	15,89	
	Groupe Prévalence moyenne	5	17		19,23	17,66	
Groupe Prévalence élevée	5	14		19,42	21,98		

P-value

P	0,6701
Pgroupe	0,06086
Pvariable	0,64372
Pinteraction	0,78253

P	0,6049
Pgroupe	0,0386 *
Pvariable	0,3641
Pinteraction	0,1976

P	0,07518
Pgroupe	0,04543 *
Pvariable	0,05673
Pinteraction	0,47818

P	0,904
Pgroupe	0,06061
Pvariable	0,86166
Pinteraction	0,66418

	Modalités	Effectifs			Persistance apparente des 6 premiers contrôles (%)		
		Non	Oui		Non	Oui	
Réalisation d'analyses bactériologiques sur le lait de vaches suspectes	Population d'étude	25	28		55,87	53,13	
	Groupe Prévalence faible	4	8		51,49	50,01	
	Groupe Prévalence moyenne	13	9		57,41	53,65	
	Groupe Prévalence élevée	8	11		55,56	54,98	
Réalisation de CMT		Effectifs			Persistance apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	Systématique	Occasionnelle	Non pratiquée	Systématique	Occasionnelle	Non pratiquée
	Population d'étude	5	11	37	47,99	56,30	54,74
	Groupe Prévalence faible	3	4	5	52,55	52,84	47,42
	Groupe Prévalence moyenne	1	4	17	43,29	58,36	56,03
Groupe Prévalence élevée	1	3	15	39,02	58,18	55,71	
Mise en place d'un traitement si observation d'un lait modifié		Effectifs			Persistance apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	Immédiat	Attente		Immédiat	Attente	
	Population d'étude	48	5		54,22	56,35	
	Groupe Prévalence faible	12	0		50,51		
	Groupe Prévalence moyenne	20	2		55,52	59,39	
Groupe Prévalence élevée	16	3		55,39	54,32		
Nombre de traitements réalisés avant décision de tarir		Effectifs			Persistance apparente des 6 premiers contrôles (%)		
	Modalités	<=3	>3		<=3	>3	
	Population d'étude	39	9		54,99	53,87	
	Groupe Prévalence faible	9	1		51,96	36,67	
	Groupe Prévalence moyenne	19	3		55,45	58,53	
Groupe Prévalence élevée	11	5		56,66	54,51		

P	0,283
Pgroupe	0,3242
Pvariable	0,424
Pinteraction	0,8592

P	0,232
Pgroupe	0,3596
Pvariable	0,3457
Pinteraction	0,3391

P	0,6271
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

P	0,7455
Pgroupe	0,2263
Pvariable	0,5847
Pinteraction	0,267

	Modalités	Effectifs			Persistance apparente des 6 premiers contrôles (%)		
		Définie	Variable		Définie	Variable	
Politique de réforme	Population d'étude	11	42		52,16	55,02	
	Groupe Prévalence faible	3	9		45,71	52,11	
	Groupe Prévalence moyenne	4	18		56,27	55,78	
	Groupe Prévalence élevée	4	15		52,88	55,85	
Protocole de traitement	Population d'étude	13	40		56,08	53,89	
	Groupe Prévalence faible	3	9		52,34	49,90	
	Groupe Prévalence moyenne	5	17		61,02	54,36	
	Groupe Prévalence élevée	5	14		53,37	55,88	
Traitement au tarissement des vaches reconnues infectées	Population d'étude	32	14	7	55,13	56,17	47,69
	Groupe Prévalence faible	6	3	3	50,43	56,80	44,37
	Groupe Prévalence moyenne	15	6	1	56,47	56,48	43,29
	Groupe Prévalence élevée	11	5	3	55,88	55,44	52,47
Traitement au tarissement des vaches saines	Population d'étude	5	45	3	53,45	54,84	49,86
	Groupe Prévalence faible	1	10	1	48,81	50,97	47,62
	Groupe Prévalence moyenne	3	18	1	53,21	57,02	43,29
	Groupe Prévalence élevée	1	17	1	58,80	54,81	58,67
Tarissement d'un quartier pour sauver une lactation	Population d'étude	7	37	9	55,56	54,63	52,71
	Groupe Prévalence faible	1	8	3	56,45	51,85	44,96
	Groupe Prévalence moyenne	2	17	3	53,76	55,74	58,01
	Groupe Prévalence élevée	4	12	3	56,24	54,90	55,15
Prise de la température en cas de doute sur l'état général d'une vache laitière	Population d'étude	16	18	19	53,03	55,66	54,42
	Groupe Prévalence faible	5	4	5	47,33	54,50	49,22
	Groupe Prévalence moyenne	5	8	5	51,95	58,96	58,00
	Groupe Prévalence élevée	9	6	9	59,76	52,04	55,33
Détection et traitements des infections subcliniques	Population d'étude	6	6	41	54,53	56,81	50,06
	Groupe Prévalence faible	0	1	11		52,85	50,30
	Groupe Prévalence moyenne	3	1	18	50,19	43,29	57,52
	Groupe Prévalence élevée	3	4	12	58,87	61,18	52,33

P	0,3631
Pgroupe	0,2746
Pvariable	0,4205
Pinteraction	0,6895

P	0,4613
Pgroupe	0,2425
Pvariable	0,4469
Pinteraction	0,3955

P	0,1061
Pgroupe	0,4256
Pvariable	0,2008
Pinteraction	0,7902

P	0,65
Pgroupe	0,2828
Pvariable	0,7021
Pinteraction	0,7292

P	0,8088
Pgroupe	0,3009
Pvariable	0,9064
Pinteraction	0,7918

P	0,7152
Pgroupe	0,2249
Pvariable	0,647
Pinteraction	0,3122

P	0,79
Pgroupe	
Pvariable	
Pinteraction	

ANNEXE N

Constitution de deux critères globaux reflétant le niveau de suivi des pratiques recommandées lors de l'installation du robot de traite

Deux critères globaux sont constitués, le premier reflète le respect des pratiques recommandées destinées à contrôler l'incidence apparente des infections intramammaires. Le second reflète le respect des pratiques recommandées destinées à contrôler la persistance apparente. Nous retenons 11 pratiques par critère, certaines pratiques participent aux deux critères globaux. Pour chaque pratique une note est attribuée en fonction de la modalité mise en œuvre par l'exploitant. La meilleure note est la note maximale. Nous effectuons ensuite la somme de ces notes de manière à attribuer deux notes finales à chaque exploitation.

Variables relatives à l'incidence apparente et notes attribuées aux différentes modalités :

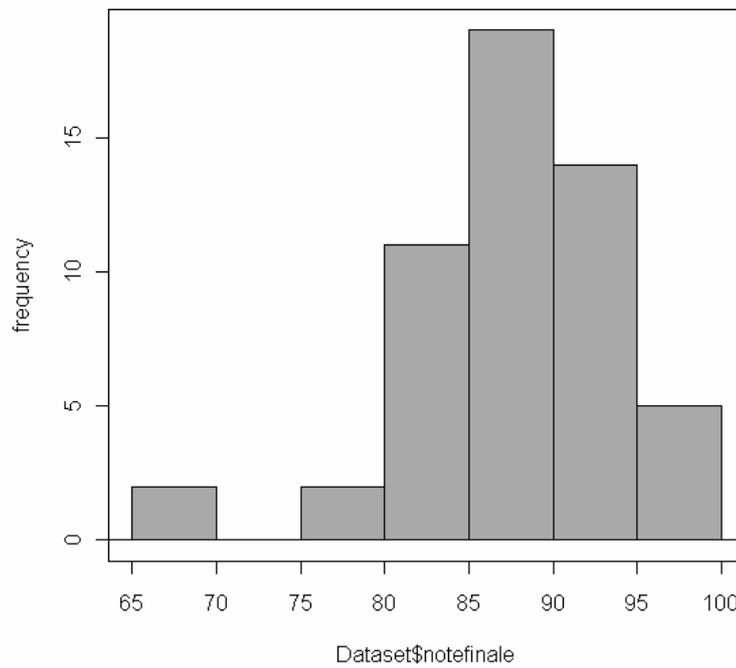
Variables relatives à l'incidence apparente	Réforme de vaches infectées chroniques en vue de l'IR	Nombre de vaches par robot	Type de stabulation	Respect de l'espace minimal de couchage	Nature de la litière des logettes	Surface d'exercice disponible par vache	Intensité de pulvérisation	Durée de vie des manchons	Utilisation d'un système de désinfection des manchons	Politique de réformes des animaux infectés chroniques	Réalisation de prélèvements de lait pour analyse bactériologique
Modalités	Oui : 2	<= 60 : 2	Logettes : 2	Oui : 2	Paille : 2	>= 5m ² : 2	Normale : 2	Conforme aux recommandations : 2	Oui : 2	Bien déterminée : 2	Oui : 2
	Non : 1	>60 : 1	Aire paillée : 1	Non : 1	Sciure : 1	< 5m ² : 1	Economique : 1	Au-delà des recommandations : 1	Non : 1	Variable : 1	Non : 1

Variables relatives à la persistance apparente et notes attribuées aux différentes modalités :

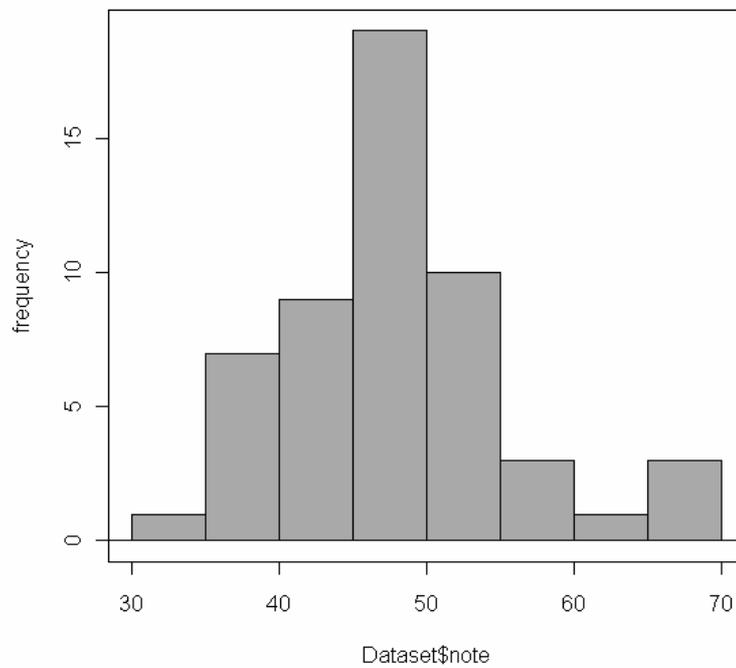
Variables relatives à la persistance apparente	Réforme de vaches infectées chroniques en vue de l'IR	Nombre de consultations des listes d'attention	Utilisation d'un compteur cellulaire	Variable synthétique : détection des infections intramammaires	Examen des vaches fréquemment en attention	Détection et traitement des infections intramammaires subcliniques	Utilisation du CMT	Protocole de traitement des infections intramammaires utilisé	Précocité du traitement	Politique de réformes des animaux infectés chroniques	Réalisation de prélèvements de lait pour analyse bactériologique
Modalités	Oui : 2	>=2 : 2	Oui : 2	Pratiques favorables : 2	Systématique : 2	Systématique : 2	Systématique : 2	Traitement adapté : 2	Dès modification macroscopique du lait : 2	Bien déterminée : 2	Oui : 2
	Non : 1	< 2 : 1	Non : 1	Pratiques moyennes : 1 Pratiques défavorables : 0	Occasionnel : 1 Non pratiqué : 0	Occasionnelle : 1 Non pratiquée : 0	Occasionnelle : 1 Non pratiquée : 0	Traitement unique : 2	Attente de l'évolution : 1	Variable : 1	Non : 1

Les notes globales sont finalement exploitées sous la forme d'un pourcentage. Le pourcentage étant d'autant meilleur que les pratiques recommandées sont mises en œuvre. A l'aide du logiciel R, nous obtenons les histogrammes des effectifs en fonction des notes attribuées. Ils permettent de déterminer les seuils nécessaires pour classer les exploitations en fonction du niveau de suivi des recommandations.

- Pour le critère global relatif à l'**incidence apparente** :



- Pour le critère global relatif à la **persistance apparente** :



Finalement, deux classements sont constitués. Les tableaux ci-dessous présentent les seuils sélectionnés et les effectifs des différentes catégories d'exploitations retenues.

Suivi des pratiques recommandées liées à l'incidence apparente	Faible	Moyen	Elevé
Note	$\leq 85\%$]85;94] %	$> 94\%$
Effectif	15	19	19

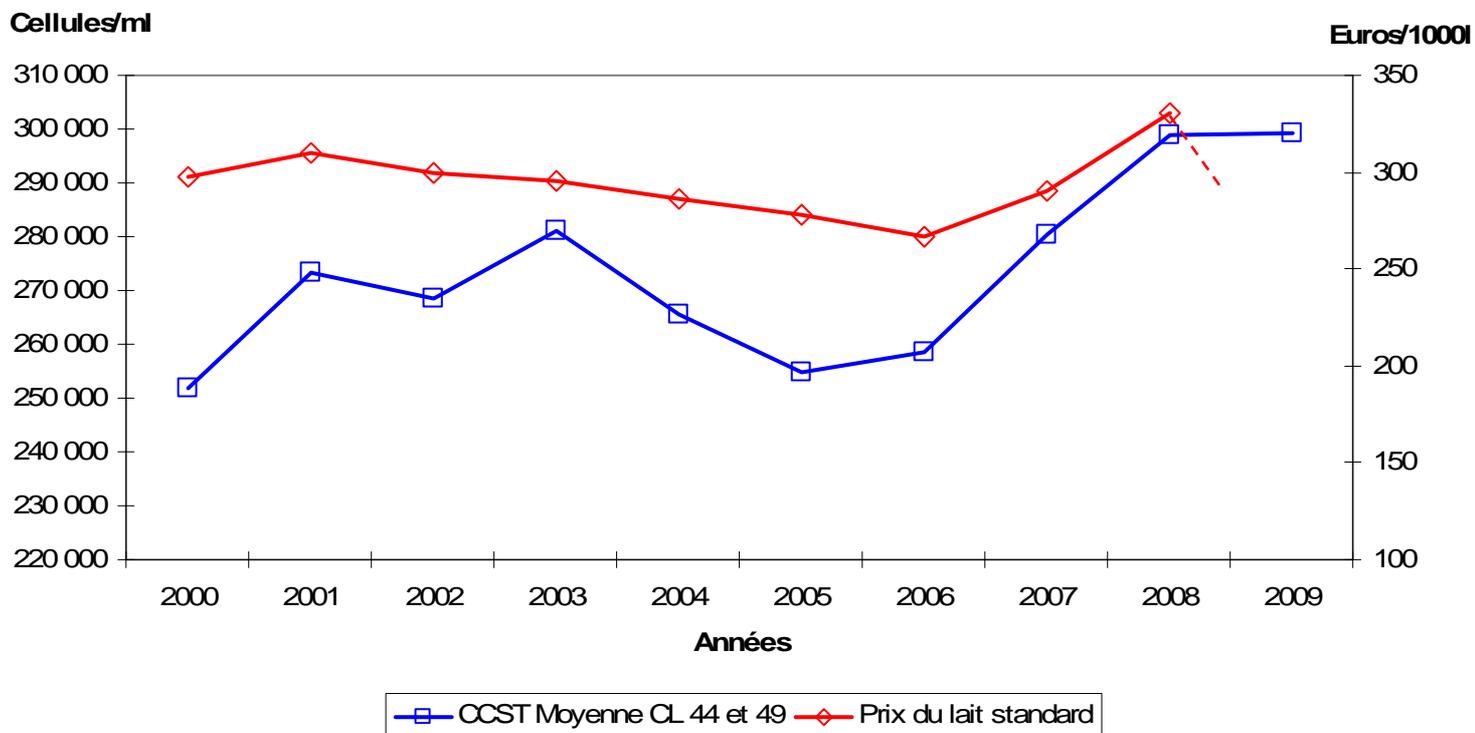
Suivi des pratiques recommandées liées à la persistance apparente	Faible	Moyen	Elevé
Note	$\leq 43\%$]43;53] %	$> 53\%$
Effectif	17	19	17

ANNEXE O

Evolution moyenne de la qualité du lait dans les exploitations adhérentes du Contrôle Laitier en fonction du prix du lait standard

Le prix du lait a connu une embellie en 2007 et 2008 avant de diminuer en 2009. Cette augmentation du prix de base du lait, conjuguée à des rallonges de quota exceptionnelles (jusqu'à 15%) a incité les exploitants à produire au détriment de la qualité (l'impact des pénalités appliquées était réduit compte tenu du prix de départ). Dans ce contexte, de nombreux exploitants ont préféré conserver des vaches laitières infectées chroniques pour produire le plus possible de lait. Ceci a engendré une diminution générale de la maîtrise des infections intramammaires.

La figure ci-dessous présente l'évolution de la concentration en cellules somatiques de lait de troupeau moyenne des exploitants adhérents au Contrôle Laitier 44 et 49 en relation avec l'évolution du prix du lait payé au producteur.



Nous constatons une augmentation de la CCST moyenne des exploitations du 44 et du 49 consécutive à l'augmentation du prix du lait en 2007 et 2008. Elle est en moyenne d'environ 20 000 cellules/ml par an en 2007 et 2008.

La concentration en cellules somatique du lait de troupeau moyenne présentée pour 2009 est calculée d'après les résultats des 7 premiers mois.

Notons que 53% des exploitations de notre échantillon ont installé leur robot en 2007 ou en 2008. La dégradation des CCST constatée lors de cette installation englobe sans aucun doute la dégradation générale décrite ci-dessus. Toutefois cette dernière reste modeste vis à vis de la dégradation totale consécutive à l'installation du robot (environ 100 000 cellules/ml). Il faut également souligner que les robots installés en 2007 et 2008 ne l'ont pas été à la même date. Les installations sont distribuées aléatoirement tout au long des deux années. Dans ces

conditions, expliquer l'augmentation de la CCST moyenne de l'échantillon 2 à 3 mois avant l'installation du robot de traite (figure 8) par l'augmentation du prix du lait apparaît insuffisant.

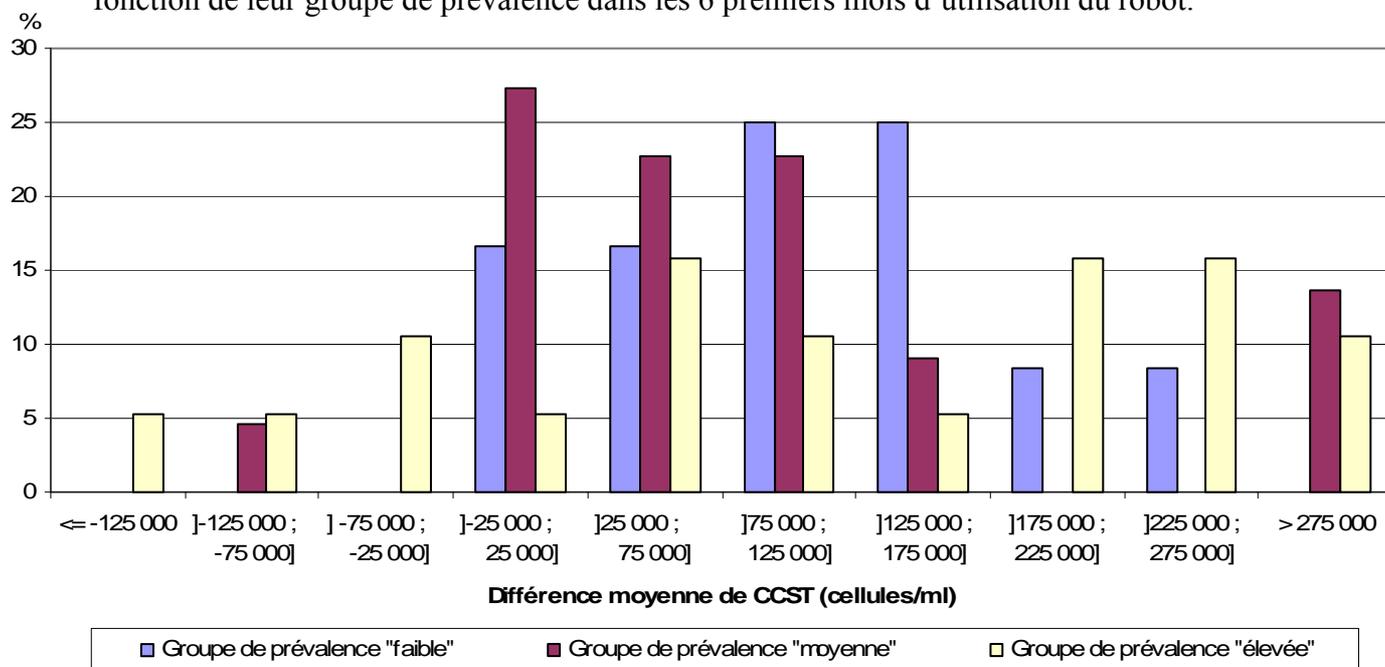
En revanche, l'augmentation du prix du lait et ses conséquences sur la qualité sont sans doute à prendre en compte dans l'interprétation de la figure 10 présentant l'évolution des CCST moyennes des exploitations de l'échantillon en fonction de la date d'installation du robot. La dégradation plus importante et plus durable de la CCST moyenne des exploitations robotisées après mai 2005 est vraisemblablement en partie liée à l'augmentation du prix du lait en 2007 et 2008.

ANNEXE P

Evolutions individuelles des exploitations

Evolutions individuelles des exploitations dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot

La figure ci-dessous présente les évolutions de la CCST des exploitations étudiées en fonction de leur groupe de prévalence dans les 6 premiers mois d'utilisation du robot.



La différence moyenne de CCST observée entre les 22 contrôles avant l'IR et les 6 premiers après l'IR est peu dépendante du groupe de prévalence auquel appartient l'exploitation.

Néanmoins, seules des exploitations des groupes de prévalence « moyenne » et « élevée » connaissent des variations extrêmes : amélioration de leur CCST de plus de 25 000 cellules/ml lors de l'IR ou au contraire dégradation de plus de 275 000 cellules/ml.

58 % des exploitations du groupe de prévalence « faible » connaissent, au cours des 6 premiers mois d'utilisation du robot, des évolutions comprises entre une diminution de 25 000 cellules/ml et une dégradation de 125 000 cellules/ml. Les 42% restant connaissent des dégradations comprises entre 125 000 et 225 000 cellules/ml. Les évolutions des exploitations du groupe de prévalence « faible » sont donc très disparates.

La majorité des exploitations du groupe de prévalence « moyenne » (73%) connaît, au cours des 6 premiers mois d'utilisation du robot, des évolutions comprises entre une diminution de 25 000 cellules/ml et une dégradation de 125 000 cellules/ml. Ce qui représente une plage de variation relativement restreinte en comparaison de ce qui est observé.

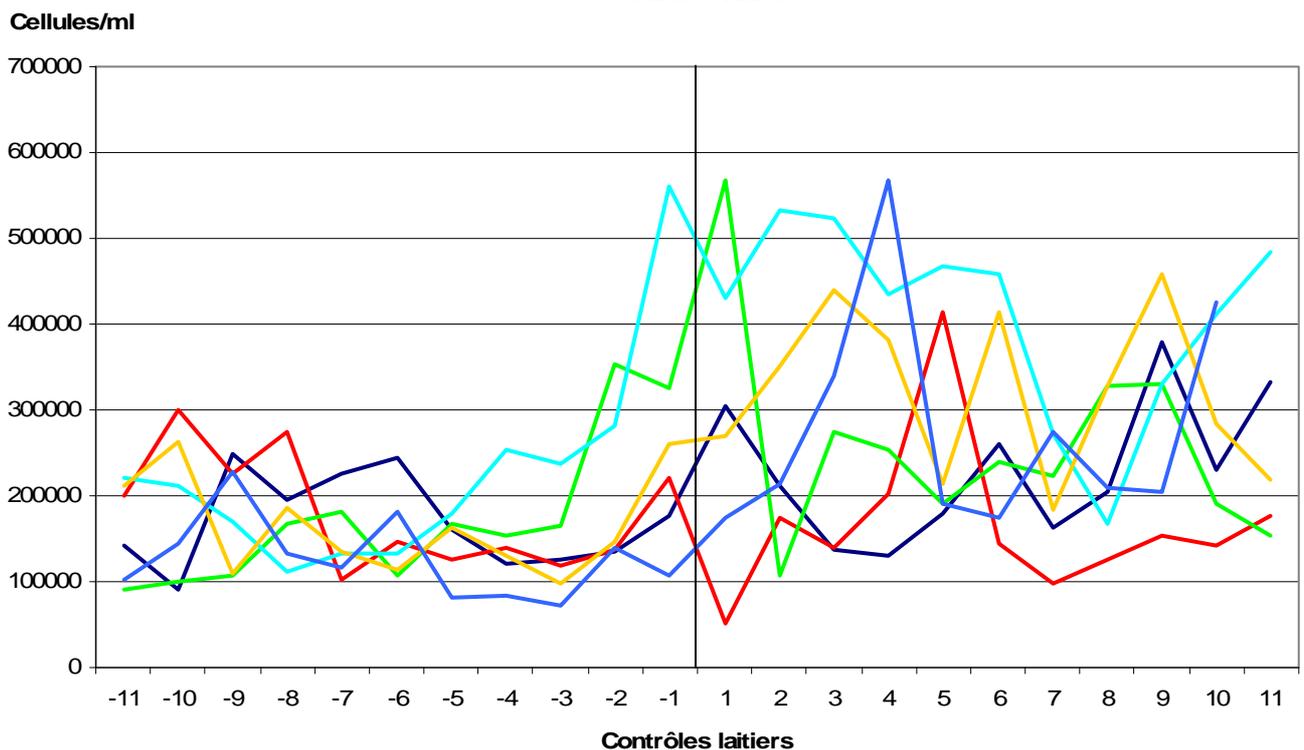
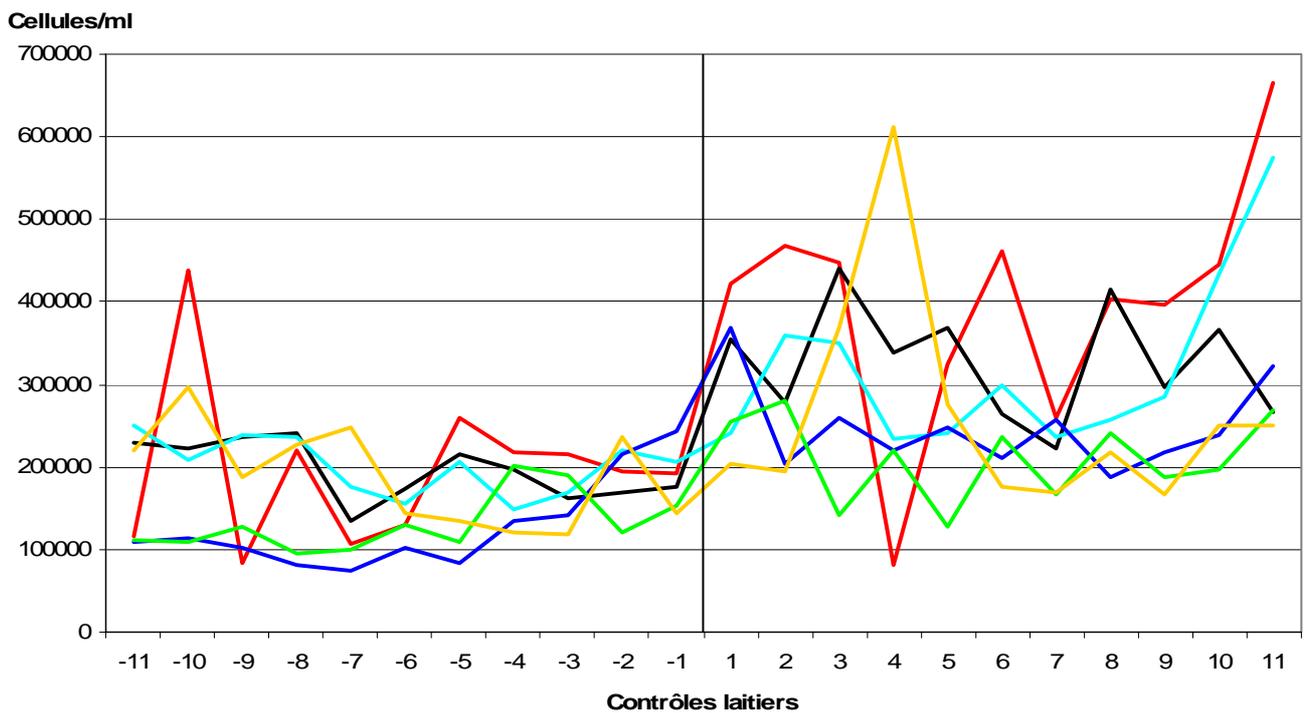
Les exploitations du groupe de prévalence « élevée » connaissent quant à elles des évolutions très variables.

Finalement, le groupe de prévalence est peu prédictif de l'importance de la dégradation moyenne des CCST observées dans les 6 premiers mois suivant l'IR. Ceci explique qu'en moyenne la dégradation observée lors de l'IR soit du même ordre au sein des 3 groupes, environ 100 000 cellules/ml.

La connaissance du niveau de prévalence des infections intramammaires avant l'IR n'est pas suffisante pour anticiper le niveau de dégradation de la CCST moyenne dans les 6 premiers mois après l'IR.

Evolutions individuelles des exploitations du groupe de prévalence « faible » 11 contrôles laitiers avant et après l'installation du robot de traite

Les figures ci-dessous présentent l'évolution des CCST moyennes des 12 exploitations du groupe de prévalence « faible », un an avant et après l'IR. Ce groupe a été sélectionné car il contient un faible nombre d'exploitations. Pour plus de clarté, les évolutions sont présentées sur deux figures. L'IR est symbolisée par une droite verticale.



L'étude des CCST moyennes du groupe de prévalence « faible » révèle une augmentation de l'indicateur 2 à 3 mois avant l'IR (figure 9). Il apparaît ici que cette évolution est plutôt une tendance générale et qu'elle ne peut être imputée à seulement une ou deux exploitations.

Une dégradation de la CCST moyenne est visible pour au moins 11 des 12 exploitations du groupe. Nous constatons que si généralement la dégradation se produit au moment de l'IR, il arrive qu'elle soit retardée de quelques contrôles.

A l'échelle du groupe de prévalence, l'IR semble induire brutalement une dégradation des CCST, puis ces dernières décroissent au cours du temps jusqu'à revenir à des valeurs conformes à la situation initiale. En revanche, à l'échelle de l'exploitation, l'IR induit plutôt une phase de dégradation plus au moins précoce, associée à une forte variabilité des CCST. Ces dernières ont malgré tout tendance à décroître avec le temps. Le constat est similaire pour les exploitations des deux autres groupes.

ANNEXE Q

Effet de l'installation d'un robot de traite sur la concentration en cellules somatiques des vaches laitières infectées

L'effet de l'installation du robot de traite sur la CCSI des vaches laitières infectées est ici recherché. Sont considérées comme infectées des animaux dont la CCSI est supérieure ou égale au seuil de 300 000 cellules/ml.

Nous décidons de suivre l'évolution des CCSI moyennes des vaches laitières présentant des CCSI supérieures à 300 000 cellules/ml, 2 contrôles laitiers avant et après l'IR.

Sur l'ensemble des vaches laitières présentes dans les exploitations lors de l'IR (plus de 3500), 148 ont des CCSI supérieures au seuil 2 contrôles laitiers avant et après l'IR. Ce chiffre reste modeste par rapport au nombre de vaches laitières pris en compte.

Le tableau suivant présente les CCSI moyennes des vaches laitières supérieures au seuil, 2 contrôles laitiers avant et après l'IR.

	Contrôles laitiers avant l'IR		Contrôles laitiers après l'IR	
	-2	-1	1	2
CCSI moyennes (x1000 cellules/ml)	1 320	1 290	1 700	1 600

La CCSI moyenne des vaches laitières infectées avant l'IR est de 1 300 000 cellules/ml contre 1 650 000 cellules/ml après. Ce qui représente une augmentation moyenne de 350 000 cellules/ml.

Cette augmentation de la CCSI moyenne des vaches infectées lors de l'IR est considérable.

Notons que la même démarche réalisée en prenant en compte les vaches dont les CCSI sont supérieures à 300 000 cellules/ml seulement 1 mois avant et après l'IR (325 animaux) révèle également une dégradation moyenne d'environ 400 000 cellules/ml.

Il est vraisemblable que le changement de matériel de traite (nouveaux manchons trayeurs, pulsation, niveau de vide...) entraîne une inflammation de la mamelle des vaches laitières. Cette réponse inflammatoire est sans doute exacerbée chez les vaches laitières dont la mamelle est infectée et donc déjà inflammée.

Ainsi, une partie de l'augmentation de la CCST moyenne observée lors de l'IR (figure 8) semble liée à un phénomène inflammatoire causé par le changement de matériel de traite lui-même.

ANNEXE R

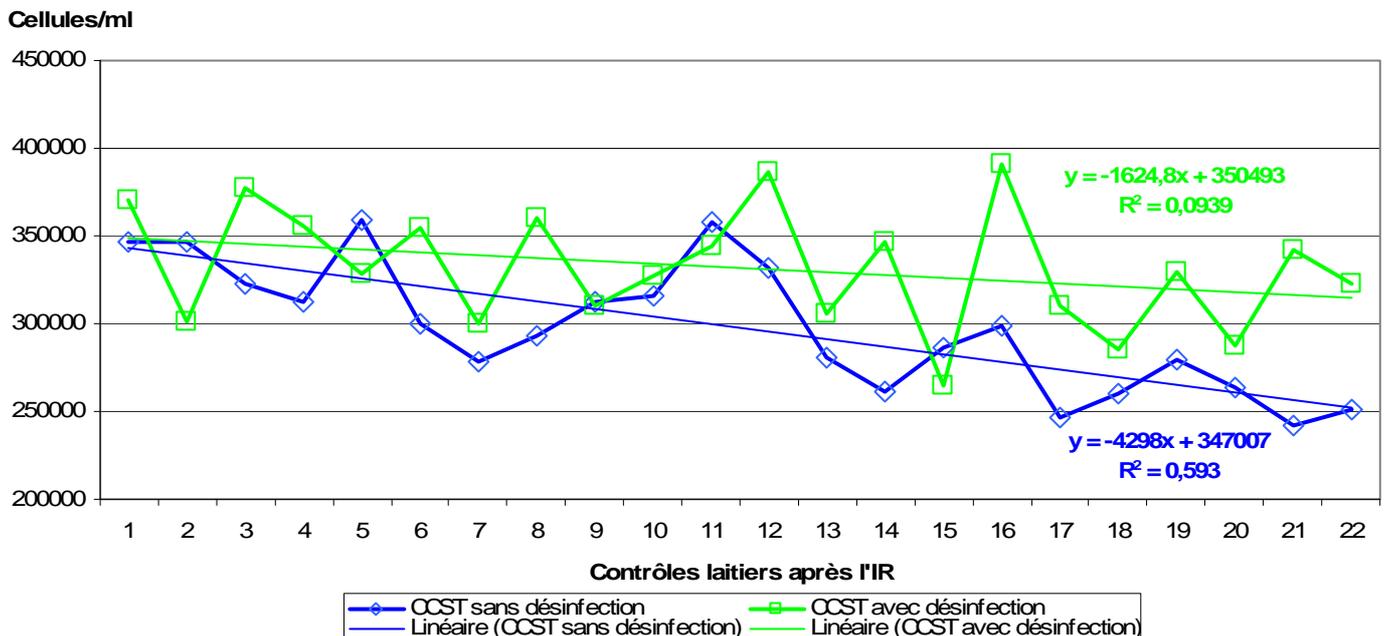
Effet de l'installation d'un système de désinfection des manchons trayeurs sur la maîtrise des infections intramammaires

A l'issue des deux années étudiées après l'installation du robot de traite, 33 exploitations sont équipées d'un système de désinfection des manchons (à froid (20) ou à la vapeur (13)). 11 exploitations se sont équipées de cette option dès l'IR (5 du groupe de prévalence « faible », 3 du groupe de prévalence « moyenne » et 3 du groupe de prévalence « élevée »). Les 22 exploitations restantes se sont équipées dans les deux premières années suivant l'IR.

Dans un premier temps, est présenté l'impact de l'installation d'un système de désinfection des manchons sur la concentration en cellules somatiques. Dans un second temps, est présenté son impact sur l'incidence apparente des infections intramammaires.

Evolution de la CCST moyenne des exploitations s'équipant d'un système de désinfection des manchons dès l'installation du robot

La figure ci-dessous, présente l'évolution de la CCST moyenne des exploitations équipées d'un système de désinfection des manchons dès l'IR et l'évolution de la CCST des exploitations ne s'équipant jamais de cet outil.

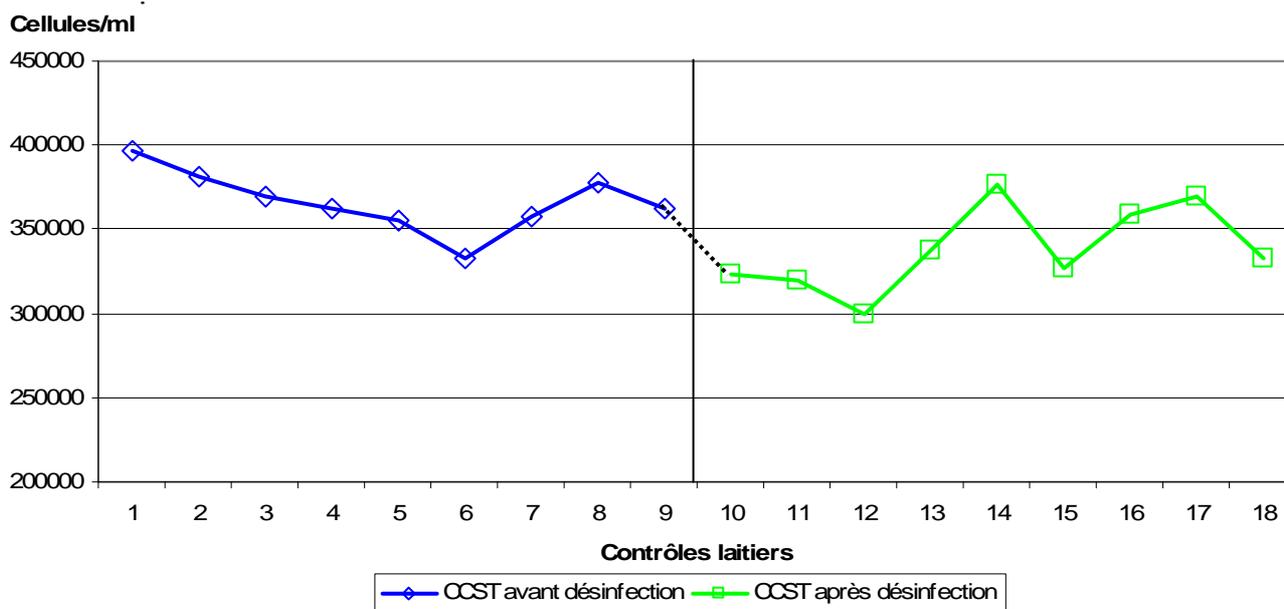


Les coefficients de détermination (r^2) sont faibles. Dans les deux cas, la tendance est à la décroissance en fonction du temps, ceci est peu marqué pour la CCST moyenne des exploitations possédant un système de désinfection des manchons dès l'achat. Il faut souligner que seules 11 exploitations possèdent un système de désinfection des manchons dès l'IR. Ceci est une limite à l'interprétation des moyennes obtenues.

Les CCST des exploitations équipées d'un système de désinfection des trayons dès l'IR ne décroissent pas plus rapidement et ne sont pas plus faibles que celles des exploitations n'investissant jamais dans cette option.

Evolution de la CCST moyenne des exploitations s'équipant d'un système de désinfection des manchons après l'installation du robot

La figure ci-dessous présente l'évolution de la CCST moyenne des 22 exploitations s'équipant d'un système de désinfection des manchons après l'IR. De manière à prendre en compte un maximum de données, nous suivons l'évolution 9 contrôles laitiers avant et après l'équipement. La droite verticale symbolise l'installation du système de désinfection des manchons.



Nous constatons que l'installation d'un système de désinfection des manchons trayeurs intervient dans les exploitations à un moment où la CCST est élevée, supérieure à 350 000 cellules/ml en moyenne. Notons que d'importantes variations sont visibles au cours du temps.

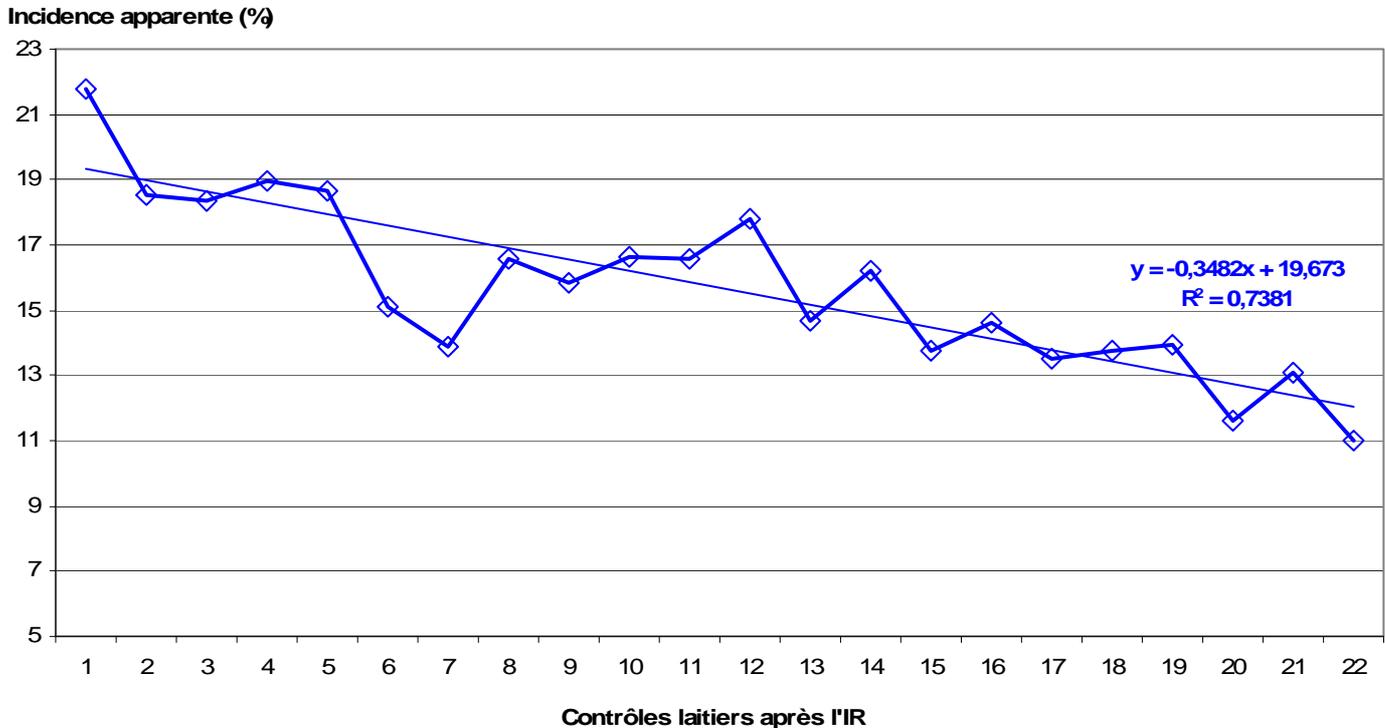
Les résultats suivants sont à replacer dans le contexte général, à savoir la décroissance de la CCST moyenne de l'échantillon au cours du temps (figure 8). La CCST moyenne des 9 contrôles avant l'installation de la désinfection est de 366 000 cellules/ml contre 338 000 cellules/ml pour les 9 contrôles suivants cette installation ($P = 0,04$). Soit une décroissance d'environ 30 000 cellules/ml.

Sur la figure précédemment étudiée, la régression linéaire appliquée à la CCST moyenne des exploitations n'installant jamais de système de désinfection nous indique que la vitesse moyenne de décroissance de la CCST est alors de 4300 cellules/contrôles (pente de la droite de régression linéaire). Sous l'hypothèse que la décroissance de la CCST est linéaire, sur une durée correspondant à 9 contrôles laitiers, la décroissance de la CCST, sans système de désinfection des manchons est en moyenne d'environ 40 000 cellules/ml.

Ainsi, la différence entre les CCST moyennes calculées 9 contrôles avant et après l'installation du système de désinfection est conforme à l'évolution « naturelle » constatée dans les exploitations ne disposant pas d'un système de désinfection des manchons.

Evolution de l'incidence apparente moyenne de l'échantillon après l'installation du robot.

La figure ci-dessous présente l'évolution de l'incidence apparente moyenne dans les 53 exploitations de notre échantillon au cours des 22 contrôles laitiers suivants l'installation du robot.



Nous constatons une diminution de l'incidence apparente en fonction du temps. Une régression linéaire permet de connaître la pente de la droite, c'est à dire la vitesse de décroissance de l'incidence apparente en fonction du temps (-0,35% entre deux contrôles).

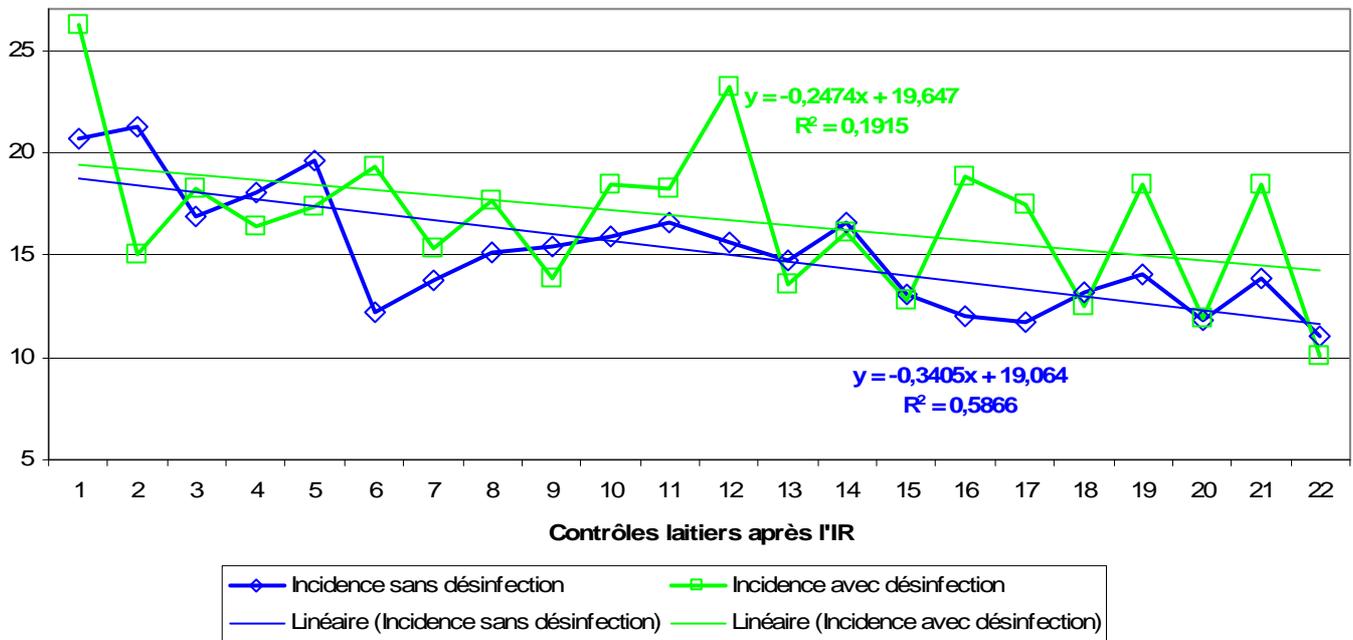
Notons que plus le coefficient de détermination r^2 est proche de 1, meilleur est le modèle.

Evolution de l'incidence apparente moyenne des exploitations équipées d'un système de désinfection des manchons dès l'installation du robot

Il s'agit de comparer l'évolution de l'incidence apparente des 11 exploitations équipées d'un système de désinfection des manchons dès l'IR et des 20 exploitations n'installant jamais de système de désinfection sur la période étudiée.

La figure ci-dessous présente l'évolution de l'incidence apparente moyenne dans les 53 exploitations de notre échantillon au cours des 22 contrôles laitiers suivants l'installation du robot.

Incidence apparente (%)



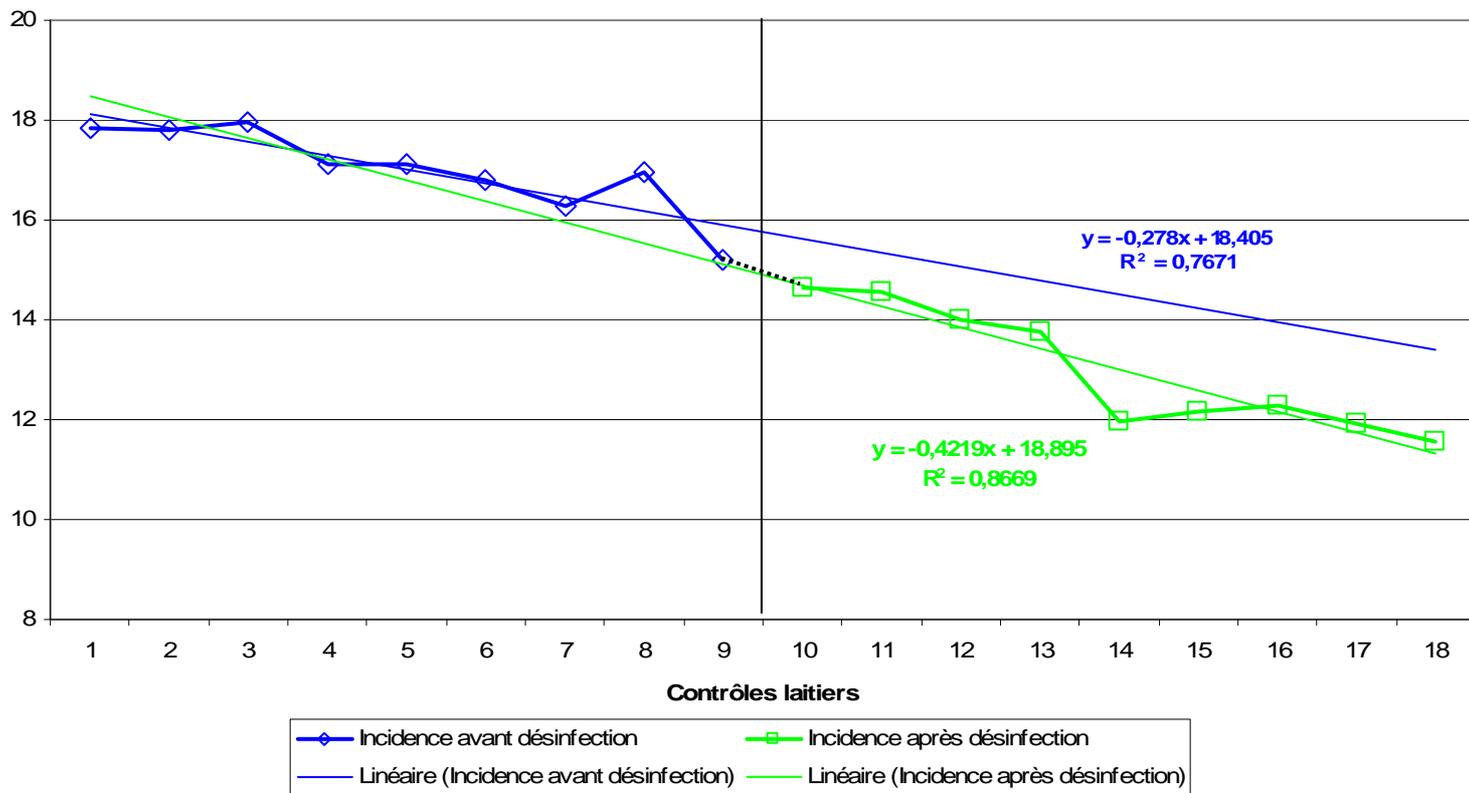
Les coefficients de détermination (r^2) sont faibles dans les deux cas. Il apparaît que l'évolution de l'incidence apparente moyenne des exploitations s'équipant dès l'IR d'un système de désinfection des manchons est comparable à l'évolution des exploitations non équipées. La diminution de l'incidence apparente au cours du temps n'est pas plus rapide, en moyenne, pour les exploitations équipées d'un système de désinfection des manchons dès l'IR.

Evolution de l'incidence apparente moyenne des exploitations s'équipant d'un système de désinfection des manchons après l'installation du robot

Les installations des systèmes de désinfection des manchons se font évidemment après une durée variable d'utilisation du robot. La diminution de l'incidence apparente après l'IR est fonction du temps, comparer des valeurs absolues d'incidence apparente avant et après l'installation du système de désinfection n'a pas de sens. Il s'agit donc de suivre l'évolution de la vitesse de diminution de l'incidence apparente lors de l'installation du système de désinfection des manchons. Pour ce faire, nous suivons l'évolution moyenne de l'incidence apparente des exploitations s'équipant d'un système de désinfection des manchons 9 contrôles avant et après l'installation de l'équipement. Ce nombre de contrôles a été choisi car il permet de tenir compte d'un maximum de données.

La figure ci-dessous présente l'évolution de l'incidence apparente moyenne dans les 22 exploitations de notre échantillon qui se sont équipées d'un système de désinfection des manchons après l'IR. La droite verticale symbolise l'installation du système de désinfection.

Incidence apparente (%)



La vitesse de diminution de l'incidence observée avant l'installation du système de désinfection (-0,3% d'un contrôle à l'autre) est proche de celle observée en moyenne pour l'ensemble des exploitations non équipées de ce système. Nous observons une légère augmentation de la vitesse de diminution de l'incidence lors de l'installation du système de désinfection (-0,4% d'un contrôle à l'autre). Toutefois cette amélioration reste minime et sans doute inférieure aux attentes des exploitants. Pour mémoire, l'augmentation de l'incidence apparente moyenne observée lors de l'IR est de +9% au premier contrôle.

En conclusion, l'effet de l'installation d'un système de désinfection des manchons sur l'incidence apparente des infections intramammaires semble minime dans notre étude. Compte tenu du prix de ces équipements de nouvelles études sont nécessaires pour étudier leur efficacité.

Abstract :

The use of automatic milking system (AMS), an innovative tool in dairy herd management, is growing exponentially all around Europe. At the beginning of the 2000s, some studies underline its impact on the milk quality, mainly the free fatty acids concentration and the somatic cell counts. A retrospective study was carried out in 53 farms, describing the evolution of the milk quality after the AMS installation. The study focuses on the mammary health evolution and investigates the factors involved in the intramammary infections in the farms using AMS.

Somatic cell counts, spores of anaerobes, total bacterial count and free fatty acids concentration are affected by the AMS installation (respectively 18 months, 12 months and at least 24 months for total bacterial count and free fatty acids concentration). The increase in somatic cell counts, about 100 000 cells/ml on average the first months, is mostly due to an increase of new intramammary infections. The incidence observed after the AMS installation is strongly linked to the prevalence of the intramammary infections observed within two years before the AMS installation. But, the persistence is poorly affected by the AMS installation.

Management practices related to udder health implemented during the first 6 months after the AMS installation have generally few effects on intramammary infections. Farms where intramammary infections have been correctly managed for years have better results after AMS installation, with few intramammary infections.

Key words : dairy cow, robotic milking, mastitis, milk quality

EVOLUTION DE LA QUALITE DU LAIT LORS DE L'INSTALLATION D'UN ROBOT DE TRAITE : DESCRIPTION ET FACTEURS DE VARIATION

Résumé :

Le système de traite robotisé connaît une croissance exponentielle en Europe. Cet outil modifiant profondément la gestion du troupeau laitier a fait l'objet, au début des années 2000, d'études soulignant son impact sur différents critères de qualité du lait, l'indice de lipolyse et les cellules somatiques notamment. Notre étude rétrospective réalisée auprès de 53 exploitations robotisées cherche à décrire l'évolution des différents critères de qualité du lait lors de l'installation d'un robot de traite. L'accent est mis sur l'évolution de la santé mammaire et la recherche de facteurs favorables ou défavorables à la maîtrise des infections intramammaires en traite robotisée.

La concentration en cellules somatiques, spores butyriques, germes totaux et l'indice de lipolyse sont affectés plus ou moins longtemps lors de la mise en place du robot de traite (respectivement environ 18 mois, 12 mois et au moins 24 mois pour les deux derniers critères). L'augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait de troupeau constatée est en moyenne d'environ 100 000 cellules/ml les premiers mois d'utilisation du robot. Elle est très majoritairement la conséquence d'une augmentation des nouvelles infections. L'incidence observée après l'installation du robot est fortement liée au niveau de prévalence des infections intramammaires constaté dans les deux années qui précèdent l'installation du robot de traite. En revanche, le taux de guérison des mammites n'est que faiblement affecté par l'installation du robot de traite.

Les pratiques mises en œuvre dans le but de maîtriser les infections intramammaires au cours des 6 premiers mois d'utilisation du robot ont généralement peu d'effet. Les exploitations évoluant le plus favorablement après l'installation du robot sont majoritairement des exploitations où les infections intramammaires sont gérées correctement de manière routinière depuis plusieurs années.

Mots clés : vache laitière, robot de traite, mammite, qualité du lait

Jury :

Président : Monsieur Paul BARRIERE, Professeur à la Faculté de Médecine de Nantes

Rapporteur : Madame Nathalie BAREILLE, Maître de conférences à l'ENVN

Assesseur : Monsieur Henri SEEGERS, Professeur à l'ENVN

Adresse de l'auteur :

5, rue de l'Ecole
68390 SAUSHEIM

Imprimeur :

GOUBAULT Imprimeur
44240 LA CHAPELLE SUR ERDRE