

Décembre 2014

Compte-rendu n° 00 14 403 050

Département Qualité des élevages et des produits

Service Santé et bien-être des ruminants, qualité des produits laitiers

Cécile LAITHIER, Flora DARTIALH

COLLECTION RÉSULTATS

Matériel de traite et aptitude du lait cru à la transformation en technologie lactique caprine : étude des outils de diagnostic



INSTITUT DE
L'ÉLEVAGE



MATERIEL DE TRAITE ET APTITUDE DU LAIT CRU A LA TRANSFORMATION EN TECHNOLOGIE LACTIQUE CAPRINE : ETUDE DES OUTILS DE DIAGNOSTIC

Rapport final 00 14 403 050

Rédaction du rapport : Cécile Laithier et Flora Dartialh (Institut de l'Elevage)

Avec l'appui des participants à la réalisation des travaux et au comité de pilotage du projet :

- Jean Louis Poulet, Yves Lefrileux et Elodie Doutart (Institut de l'Elevage),
- Sylvie Morge (PEP Caprin Rhône Alpes),
- Guillemette Allut (Centre Fromager de Bourgogne),
- Julie Barral (Languedoc Roussillon Elevage),
- Vinciane Vanier (AVDPL Haute Normandie),
- Hélène Tormo (El-Purpan),
- Marc Lesty et Frédéric Blanchard (FNEC),
- Pascaline Bouet et Charline Jacquet (Laiteries H. Triballat),
- Sandra Cardinaud (Coopérative Agricole des Producteurs Caprins Centre Sud Nord Limousin),
- Jean Claude Sabourin (Chambre d'Agriculture 36).

Cette étude a été conduite avec le soutien financier de FranceAgriMer.

N° contrat : 2013-0795

Décembre 2014

Sommaire

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES.....	4
INTRODUCTION.....	5
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	6
I. La qualité microbiologique du lait et le rôle de la MAT	8
A. Les microorganismes du lait et origines	8
B. Biofilms et flores mobilisables au niveau de la MAT	8
II. Installation de traite et nettoyage.....	9
A. Principe général de fonctionnement des MAT	9
B. Le transfert et le stockage du lait.....	9
C. Les principes du nettoyage.....	10
D. Adaptation entre les préconisations et les objectifs de qualité du lait.....	12
E. Les alternatives au nettoyage classique de la MAT.....	12
F. Le diagnostic du nettoyage.....	13
III. Conception du matériel et impact sur l'ensemencement.....	13
A. L'impact de la conception de la MAT sur les biofilms	13
B. Impacts de la conception du matériel sur l'aérocontamination	16
IV. L'entretien du matériel de traite.....	17
A. Les fréquences de renouvellement du matériel	17
B. L'impact de l'usure du matériel sur les biofilms.....	17
C. L'impact du renouvellement de la caoutchouterie sur la microbiologie	19
MATERIELS & METHODES.....	19
I. Investigations méthodologiques sur les outils à la ferme expérimentale du Pradel	19
A. Objectifs des essais	19
B. Déroulement général des essais (tableau 2)	19
C. Réalisation des prélèvements	20
II. Etudes de cas en exploitations	22
A. Objectifs des suivis en fermes	22
B. Choix des exploitations.....	22
C. Préparer et mener les suivis en fermes.....	24
III. Analyses des échantillons.....	26
A. Les échantillons de lait et chiffonnettes	26

B. Tests d'évaluation d'aptitude acidifiante et lactofermentations.....	26
C. Dénombrements de microflores	26
D. Les échantillons d'eau	27
IV. Traitement des données.....	27
A. Les données analytiques :	27
B. Le lien avec les données d'enquêtes en exploitations :	27
RESULTATS DES ESSAIS A LA FERME EXPERIMENTALE DU PRADEL.....	28
I. Investigations méthodologiques sur le diagnostic MAT.....	28
A. Profil moyen du lait de traite en comparaison à celui de fin de traite :.....	28
B. Profil moyen du lait de fin de traite en comparaison à la technique lait UHT	28
C. Comparaison des techniques lait UHT 6H et 24H	30
D. Comparaison du lait 1 ^{er} bol prélevé à la purge/ lait 1 ^{er} bol prélevé sortie du lactoduc d'évacuation	31
E. Utilisation de la technique du lait UHT pour évaluer l'efficacité du NED.....	32
F. Premières conclusions :	32
II. Résultats du test d'évaluation de l'élimination des souillures par mesure de la DCO.....	33
RESULTATS DES SUIVIS EN FERMES	33
I. Présentation des exploitations suivies	33
II. Description de la composition microbiologique et aptitude acidifiante des différents laits (traite, 1 ^{er} bol, lait UHT).....	34
A. Le lait de traite.....	34
B. Le lait UHT-MAT.....	35
C. Le lait 1 ^{er} bol	35
D. Les chiffonnettes	36
III. La typologie des laits UHT-MAT du premier suivi.....	37
A. Les résultats de l'ACP	37
B. Caractérisation des profils de flore et d'aptitude acidifiante	38
IV. Caractérisation de la typologie par les pratiques d'élevage (annexe 19 et 20)	41
A. La classe 1 (n=2, classe dite intéressante).....	41
B. La classe 2 (n=3, pauvre en flores)	41
C. La classe 3 (n=4, chargée en indésirables)	41
D. La classe 4 (n=2, classe dite intermédiaire)	42
E. La classe 5 (n=1, chargée en levures, moisissures, SCP et <i>Pseudomonas</i>)	42
V. Analyse de l'évolution des résultats au cours des suivis	42

A. Typologie des exploitations selon les résultats au cours des suivis.....	42
B. Mise en liens de la typologie avec les pratiques recueillies.....	46
C. Investigations complémentaires sur <i>Pseudomonas spp</i>	48
VI. Conclusion	48
UTILISATION DE TESTS SIMPLES POUR LE DIAGNOSTIC MAT.....	48
I. Comparaison des résultats lait premier bol, UHT, lait de traite.....	48
A. Corrélations entre lait de traite et lait 1 ^{er} bol.....	49
B. Corrélations entre lait de traite et lait UHT.....	49
C. Corrélations entre lait 1 ^{er} bol et lait UHT	50
II. Utilisation des bandelettes pH	50
DISCUSSION ET PERSPECTIVES.....	51
I. Perspectives à l'issue de l'état des lieux bibliographique	51
II. Les investigations méthodologiques au Pradel	52
III. Les suivis en fermes	52
A. Le choix des exploitations.....	52
B. Analyses microbiologiques et aptitudes acidifiantes des laits de traite, laits UHT et 1 ^{er} bol.....	52
C. Les liens entre MAT et profils microbiens	53
IV. Les nouveaux outils pour le diagnostic MAT.....	54
DIFFUSION ET SUITES ENVISAGEES	55
I. La diffusion sur le projet.....	55
A. Rappel de l'organisation technique et de la diffusion dans la filière « Produits laitiers fermiers » au niveau national :	55
B. La diffusion des résultats de ce projet :.....	56
II. Suites envisagées.....	56
CONCLUSION	58
BIBLIOGRAPHIE	60

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

COFIT : Comité Français Interprofessionnel pour les Techniques de Production

DCO : Demande Chimique en Oxygène

FNEC : Fédération Nationale des Eleveurs de Chèvres

Idele : Institut de l'Élevage

MAT : Machine A Traire

MOT : Maître d'œuvre Traite

NED : Nettoyage et Désinfection

SDT : Salle De Traite

SCN : Staphylocoques à Coagulase Négative

SCP : Staphylocoques à Coagulase Positive

PLF : Produits laitiers fermiers

UHT-MAT : Lait UHT mis en circulation dans la MAT pour évaluer son pouvoir d'ensemencement

INTRODUCTION

Le groupe professionnel « Produits laitiers fermiers », chargé de coordonner les actions de recherche et développement en production laitière fermière a mené en 2012 une réflexion prospective sur les actions à mener sur la qualité des produits laitiers fermiers. La thématique de recherche appliquée visant à préserver la spécificité des produits laitiers fermiers via la gestion des écosystèmes microbiens a été considérée prioritaire. Les précédentes études et les observations de terrain ont révélé le rôle majeur joué par le matériel de traite dans l'apport de flores au niveau du lait cru utilisé en transformation fermière. La problématique réside en production fermière au lait cru de pouvoir préserver un bon « équilibre » de microflores, à savoir disposer de flores d'intérêt pour la transformation mais limiter la présence de flores d'altération et ne pas avoir de flores pathogènes. Cette problématique concerne les 3 espèces et l'ensemble des produits laitiers fermiers au lait cru. Elle concerne plus largement toutes les transformations au lait cru, en transformation fermière ou non. Ainsi, les besoins sur la gestion de la problématique MAT en lien avec la qualité du lait cru de collecte ont été remontés au niveau du comité de filière caprin de l'Institut de l'Elevage, les principaux problèmes rencontrés étant liés aux flores d'altération en particulier *Pseudomonas spp.* Les études ne peuvent être traitées que par couple espèce/produit, les objectifs d'aptitude technologique du lait dépendant du produit fabriqué et le matériel de traite étant spécifique à l'espèce animale. Ce projet s'intéresse au matériel de traite en lien avec l'aptitude du lait cru de chèvre à la transformation en technologie lactique et consiste à évaluer le pouvoir d'ensemencement et de contamination de la MAT à travers l'évaluation et l'amélioration des outils de diagnostic déjà existants avec pour finalité de résoudre et d'améliorer la qualité microbiologique du lait associée. A noter que les objectifs de qualité microbiologique diffèrent selon la destination (production fermière/artisanale ou industrielle) du lait cru transformé en technologie lactique.

Deux moyens permettent d'évaluer le pouvoir d'ensemencement et/ou de contamination de la MAT :

- l'évaluation directe du pouvoir d'ensemencement et/ou de contamination de la MAT
- l'évaluation indirecte via les paramètres de nettoyage/désinfection (NED) : des recommandations existent au niveau des paramètres à relever (Net'Traite®), déterminées le plus souvent à partir de préconisations des fournisseurs et/ou d'essais en laboratoire mais il convient de vérifier le lien entre ces paramètres et le pouvoir d'ensemencement de la MAT. De plus, d'autres paramètres pourraient être intéressants à relever pour faire alors partie intégrante du Net'Traite®.

La mission principale vise donc à évaluer et améliorer les méthodes d'intervention existantes permettant d'évaluer le pouvoir d'ensemencement et/ou de contamination de la MAT (diagnostic MAT) et de résoudre les problèmes de qualité microbiologique du lait associés :

- disposer d'outils et de valeurs repères associées permettant d'évaluer l'apport en microflores par la MAT, y compris de repérer les points critiques de contamination
- disposer d'outils et de valeurs repères associées permettant d'évaluer les paramètres de NED.

Dans l'idée de répondre à ces objectifs, une autre méthode, moins lourde à mettre en place, sera comparée à la technique du lait UHT, méthode de référence en production caprine fermière permettant d'évaluer le pouvoir d'ensemencement de la MAT. De plus, la mise en œuvre d'autres outils pour compléter la méthode habituelle et recommandée par le COFIT (Net'Traite®) seront testés dans le but de faire évoluer la fiche de contrôle et les recommandations en terme de nettoyage.

D'autre part, un état des lieux bibliographique est attendu. Il s'agira de recenser et présenter les connaissances sur le sujet afin de proposer des pistes de recherche pour la suite.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Malgré une diminution des niveaux de flores, des différences aussi bien à l'échelle quantitative que qualitative sont toujours observables entre flores d'intérêt technologique, flores d'altération ou même flores pathogènes. Des correspondances entre ces différents profils de flores des laits et les pratiques d'élevage ont pu être mises en évidence (Michel, Hauwuy, et Chamba, 2001). Ainsi les niveaux de flores et la composition des laits dépendent de leurs conditions de production, en effet les flores proviennent de 3 réservoirs principaux : les trayons, l'environnement des animaux (bâtiments, eau, alimentation animale,...) et la MAT. Dans les élevages de production laitière, de nombreux flux s'établissent entre les origines et ces réservoirs entraînant un ensemencement du lait, initialement stérile dans la mamelle (RMT Fromages de Terroirs, 2011) (**figure 1**). Cet état des lieux s'intéresse essentiellement au réservoir MAT.



Figure 1 : Les flux microbiens dans les étables de production laitière (RMT Fromages de terroirs, 2011)

	Micro-organismes	Rôles	Autres rôles	Caractéristiques	Exemples
Flores d'intérêt technologique	Bactéries lactiques	Acidification du lait et du caillé, participation à la formation du goût Peuvent être recherchées comme ferments naturels	Peuvent être gênantes : gonflements précoces des caillés, accident des mille trous dans les fromages lactiques	Développement bloqué par réfrigération, multiplication stoppée par T° < 8-10°C	Lactocoques, Entérocoques, bactéries lactiques hétérofermentaires
	Moisissures	Agents d'affinage présents en surface des fromages ou à l'intérieur de certains fromages Rôle dans la formation des caractéristiques sensorielles des fromages	<i>Mucor</i> : défauts de goût et d'aspects en technologie lactique (« Poil de chat ») (Beuvier et Feutry, 2005) <i>Penicillium</i> peut être recherchée (en technologie lactique) ou considérée comme un accident (Laithier <i>et al.</i> , 2007)		<i>Mucor</i> et <i>Penicillium</i>
	Levures	Désacidification de la croûte en début d'affinage permettant implantation ultérieure d'autres flores Rôle dans texture et profil aromatiques des fromages (Beuvier et Feutry, 2005)	<i>Geotrichum candidum</i> peut être responsables d'accidents ("graisse" ou "peau de crapaud") en technologie pâte molle	Présents dans de nombreux milieux : eau, air, sol, ensilage, ... (Gueguen et Schmidt, 1992)	<i>Geotrichum candidum</i>
	SCN	Constituants de la flore de surface des fromages affinés Grand rôle dans la texture, couleur et goût des fromages		Compétition avec les bactéries lactiques	
Flores d'altération	Bactéries coliformes	Utilisées comme des indicateurs des conditions d'hygiène en production capables de coloniser rapidement la MAT	Implication dans le gonflement précoce des fromages et dans l'apparition de mauvais goûts	2 groupes distincts : les non fécaux provenant de l'environnement général des animaux et les fécaux dont l'origine est le tube digestif. Développement stoppé lorsque le pH < 4,5, peu résistantes à la chaleur	<i>Escherichia coli</i>
	Bactéries psychrotrophes	A l'origine de défauts de goût dans les fromages par sécrétion d'enzymes thermorésistantes conservant une activité dans les produits transformés. Parfois à l'origine de défauts de pigmentation ou d'aspect poisseux à la surface des fromages	Production de composés aromatiques d'intérêt fromager	Capables de se multiplier au froid (T° < 6-8°C), sensibles à l'acidité et à la chaleur (destruction par simple thermisation)	<i>Pseudomonas</i>
Flores potentiellement pathogènes	SCP	Peuvent produire des toxines pathogènes et contaminer le lait et les produits laitiers			<i>Staphylococcus aureus</i>

Tableau 1 : Présentation des différentes bactéries rencontrées en technologie lactique caprine prises en compte dans l'étude (RMT Fromages de terroirs, 2011)

I. La qualité microbiologique du lait et le rôle de la MAT

Tous les laits circulant dans la MAT se chargent en micro-organismes en récupérant, lors de leur passage, une partie des biofilms présents sur les différentes surfaces de la MAT. Ainsi, la MAT est source de flores utiles mais peut aussi apporter une quantité non négligeable de flores d'altération. Ces laits ont un profil type : flores en quantité élevée et variée (RMT Fromages de Terroirs, 2011).

A. Les microorganismes du lait et origines

La notion de flore totale englobe toutes les bactéries mésophiles aérobies se développant à 30°C pendant 72h en laboratoire sur un milieu nutritif gélosé standard. Cette flore totale est une image non exhaustive de l'ensemble des micro-organismes vivants de l'échantillon de lait tels que les bactéries lactiques, thermorésistantes, psychrotrophes, coliformes ou encore pathogènes (RMT Fromages de Terroirs, 2011). Les rôles des différents micro-organismes, pris en compte dans cette étude, sont décrits dans le **tableau 1**. L'étude ne portant pas sur les micro-organismes pathogènes, seuls ont été pris en compte ceux potentiellement pathogènes et indicateurs d'hygiène : Staphylocoques à coagulase positive.

B. Biofilms et flores mobilisables au niveau de la MAT

De nombreux micro-organismes ont la faculté d'adhérer aux surfaces et de former des biofilms (**figure 2**) : communautés microbiennes immobilisées et souvent enfouies dans des matrices fibreuses de polymères extracellulaires. Ces formations sont très communes et se retrouvent sur beaucoup de surfaces car la majorité des matériaux en contact avec un fluide peut être recouverte de bactéries. C'est notamment le cas des équipements laitiers présentant des surfaces humides (Brunet et Centre de recherches sur l'évolution de la vie rurale (Caen), 1987). Lors de la traite, le passage du lait dans la MAT entraîne un détachement des biofilms qui peuvent ensemercer ou contaminer le lait. Ces dernières années la définition de biofilm semble évoluer. Alors que certains définissent un biofilm comme un ensemble de micro-colonies enfouies dans une couche muqueuse, d'autres préfèrent considérer que toutes les bactéries adhérentes à une surface constituent un biofilm (Brigitte Carpentier, communication personnelle).

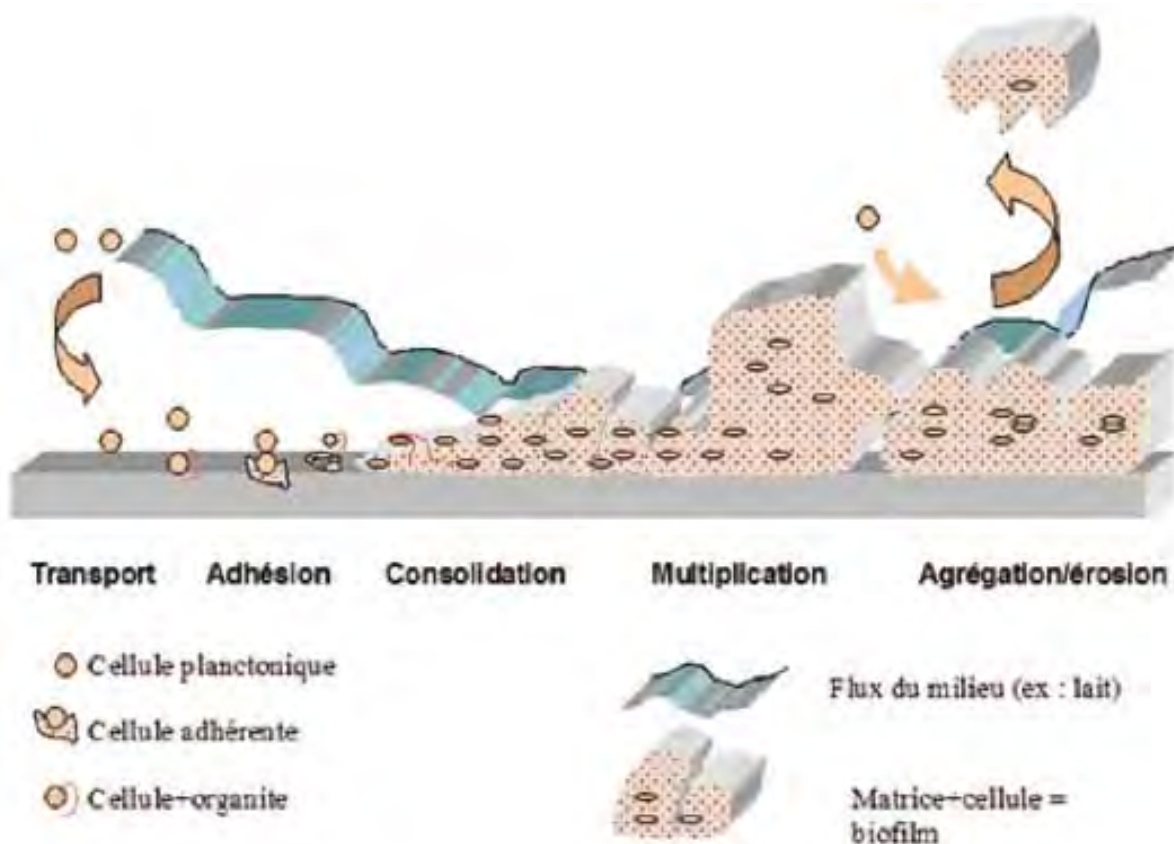


Figure 2 : La formation des biofilms (Briandet et Bellon-Fontaine, 2000)

En élevage caprin, les résultats montrent que la MAT peut être un réservoir potentiel en flores d'intérêt technologique. En effet, il semble que le lait s'enrichit lors du passage dans la MAT en flore utiles mais aussi en flores d'altération (Barral et al., 2003). De la même façon, Laithier et al. (2004 ; 2005) ont obtenu des résultats prouvant la diversité des groupes microbiens apportés par la MAT : les flores utiles acidifiantes sont majoritaires avec une dominance d'entérocoques, des flores d'altération et pathogènes ont aussi pu être retrouvées. Ces laits présentent le plus souvent une bonne aptitude à l'acidification. Par ailleurs, il a été mis en évidence qu'il existait une variabilité des microflores mobilisées dans la MAT de par leur niveau et leur type. De fait, des frottis avec chiffonnettes ont permis de mettre en évidence que certains types de biofilms peuvent être reliés aux sites de prélèvements et/ou à la nature des matériaux.

Différentes méthodes existent pour échantillonner et détecter les microorganismes composant les biofilms de la MAT, cependant celles-ci ne permettent de récupérer qu'une partie du biofilm (RMT Fromages de Terroirs, 2011) : mise en circulation d'un fluide (lait UHT, eau de l'exploitation ou eau stérile) pour récupérer des flores pouvant ensemercer le lait de traite (**annexe 1**) ou bien écouvillonnage ou ultrasons pour récupérer directement des flores à la surface par action mécanique (**annexe 2**).

II. Installation de traite et nettoyage

A. Principe général de fonctionnement des MAT

Il existe différents types de MAT : avec pots trayeurs ou avec lactoduc (canalisation spécifique), cependant, le système de traite avec lactoduc est le plus répandu en France (schéma en **annexe 3**).

Le fonctionnement d'une MAT peut être décrit de la façon suivante : lors de la traite le lait est pompé grâce à l'action du vide produit à l'aide d'une pompe à vide. Pour établir le vide sous le trayon, cette dernière est reliée au trayon par l'intermédiaire de canalisations à air et de tuyaux à air jusqu'à la griffe qui reçoit le lait. Lors de la traite, chaque trayon est introduit dans un manchon trayeur, entouré d'un gobelet rigide, relié à la griffe avec des tuyaux à lait souples. Tout au long de la traite, le manchon doit masser régulièrement le trayon en s'ouvrant et se fermant. Cette alternance est permise grâce à la présence d'un pulsateur admettant alternativement le vide et la pression atmosphérique dans l'espace entre le manchon et la paroi du gobelet. Une canalisation à air des pulsateurs et des tuyaux de pulsation permettent de véhiculer le vide jusqu'au pulsateur et à l'espace annulaire. Après son passage dans la griffe, le lait est recueilli dans un lactoduc (ou un pot) puis est dirigé vers la chambre de réception. Celle-ci est reliée à un extracteur permettant le transport du lait jusqu'à la cuve réfrigérée. Dans le cadre du respect des bonnes pratiques d'hygiène du secteur laitier et conformément à la norme NF ISO 6690, un contrôle de la MAT doit être effectué tous les 18 mois (conditionnalité des aides) : l'Opti'Traite® qui s'assure du bon fonctionnement de l'installation. Il existe aussi la norme française NF ISO 5707 sur l'installation de traite mécanique (règles de construction et de performances) qui s'applique à toutes les installations neuves ou d'occasion vendues après le 5 mai 1997: le Certi'Traite® (dérivée de la norme NF ISO 5707). Elle vise à s'assurer que sa conception et son montage sont correctement réalisés. Ces méthodes de contrôle sont décrites dans des documents définissant les tests permettant de vérifier qu'une MAT est conçue et installée conformément aux recommandations définies par le COFIT.

B. Le transfert et le stockage du lait

1. Le transfert du lait

Le transfert du lait par lactoduc de traite doit se faire selon un écoulement stratifié, défini comme la circulation de couches successives les unes sur les autres. L'important est de ne pas former de bouchons de lait car ceux-ci créent des chutes de vide. Le diamètre du lactoduc de traite est un facteur primordial car il doit permettre un écoulement stratifié pendant 99% de la traite. Son calcul prend en compte différents paramètres de traite et de conception de façon à ce que la pente permette un écoulement par gravité du lait sachant que l'augmentation de la pente réduit le risque de bouchons.

Le lactoduc d'évacuation, permettant le transport du lait de la pompe à lait jusqu'à la cuve de stockage, est soumis à la pression atmosphérique. Son diamètre n'a pas besoin d'être très grand, et ce type de lactoduc supporte les remontées pouvant atteindre 2-3 mètres sans pour autant altérer le fonctionnement de la MAT ni la qualité microbiologique du lait (Billon et al., 2009). Le lactoduc d'évacuation doit également être équipé de dispositifs de drainage comme les purges. Un filtre peut également équiper le lactoduc d'évacuation, ils ne sont

pas obligatoires mais sont indispensables à la rétention des particules indésirables aspirées par les manchons. Il doit être parfaitement propre pour éviter de gêner l'écoulement du lait et d'altérer sa qualité.

2. Les modalités de stockage

Le stockage du lait, dans des cuves de réfrigération, consiste en une réfrigération du lait permettant de retarder la croissance des germes du lait et donc de le conserver. Les tanks à lait doivent être en acier inoxydable 18/10 et doivent satisfaire aux exigences de la norme NF 13732.

C. Les principes du nettoyage

Le nettoyage est une étape essentielle dans l'entretien de la MAT et pour l'obtention d'une bonne qualité bactériologique du lait. Il permet d'éliminer les souillures qui se sont déposées pendant la traite. Cette étape doit être réalisée immédiatement après la traite car lorsque les souillures sèchent, elles adhèrent plus fortement aux parois et sont donc plus difficiles à éliminer.

1. Les sources de souillures d'une MAT

Le lait est une source de souillures de la MAT. Le lactose, les protéines et les matières grasses collent facilement aux parois et constituent un milieu favorable au développement des micro-organismes (notamment indésirables). Les sels minéraux de l'eau précipitent et forment, en présence de tartre, des dépôts appelés « pierre de lait ». Enfin, l'eau peut aussi être source de souillures, elle est le principal support du nettoyage de la MAT et peut être à l'origine de problèmes de corrosion (quantité de gaz dissous trop importante), de neutralisation de certains détergents, de contamination (présence de micro-organismes).

2. Déroulement du nettoyage

Dans une salle de traite (SDT), le nettoyage de la MAT se fait grâce à une circulation d'eau entre le circuit de lavage et le circuit du lait par l'intermédiaire des faisceaux trayeurs positionnés sur les coupelles de lavage. Pour réaliser un bon nettoyage de la MAT, quatre paramètres doivent être maîtrisés (Billon et al., 2006) :

- la température : une solution chaude est le seul moyen de décoller les graisses. La température de nettoyage dépend directement du produit employé : les produits classiquement utilisés présentent un fonctionnement optimal entre 60 et 65°C et leur efficacité est démontrée jusqu'à 35-40°C. En dessous de cette température, les graisses ont tendance à se redéposer sur les parois. L'idéal est de ne pas descendre en dessous de 40°C en fin de lavage afin de garder une marge de sécurité.

- la durée : un bon nettoyage est réalisé lorsque la solution chaude est restée suffisamment longtemps en contact avec les surfaces à nettoyer. Les produits habituellement utilisés demandent un temps de contact de 5 à 10 minutes. Une durée de contact trop importante entraîne un risque de re-déposition des graisses par diminution de la température de la solution.

- la concentration en produit de nettoyage et désinfection: ce paramètre dépend essentiellement des informations fournies par le fabricant. De plus, la surface à nettoyer doit être connue sachant qu'en moyenne on compte 7,5 litres d'eau par m² à nettoyer. L'augmentation de la concentration pour favoriser un meilleur nettoyage est une fausse idée, une trop grande quantité de produit peut renforcer l'adhésion des souillures aux surfaces par réactions chimiques.

- l'action mécanique : le lactoduc de traite est nettoyé grâce à un mélange d'air et de solution de nettoyage transporté et brassé par la différence de vide circulant dans l'installation, on parle de bouchons. Ils doivent permettre d'arracher les souillures sur les parois du lactoduc.

Un cycle de lavage classique comprend au minimum les étapes suivantes : un prélavage, un lavage et un rinçage. Après chacune de ces trois étapes, une vidange et un séchage doivent avoir lieu. Les phases de séchage sont primordiales et consistent à laisser passer dans toute l'installation de l'air pendant 1 à 2 minutes. Le séchage de l'installation est un moyen de limiter le développement des bactéries, *Pseudomonas* par exemple, favorisé par l'humidité. Une étude menée sur la résistance des bactéries pathogènes sur les surfaces en acier inoxydable montre que la survie des pathogènes contaminant les surfaces en contact avec des aliments peut varier en fonction de l'humidité relative de la surface et des mécanismes de fixation (biofilms, bactéries seules) (Bae, Baek, et Lee, 2012).

3. L'importance de la qualité de l'eau

L'eau utilisée pour le nettoyage, la désinfection et le rinçage du matériel en contact avec le lait doit être potable : elle ne doit pas contenir de micro-organismes, ni de substances nocives en quantité susceptible d'avoir une incidence directe ou indirecte sur la qualité sanitaire du lait (Rèlements (CE) 852/2004 et 853/2004).

La présence de bactéries telles que *Pseudomonas*, *Listeria* ou encore *Salmonella* peut entraîner une contamination du lait et dans un second temps une contamination du produit fini. C'est la raison pour laquelle il est fortement recommandé de faire analyser l'eau si celle-ci est issue d'un captage privé, cette mesure n'est pas obligatoire mais permet de s'assurer de la qualité de l'eau. Ces analyses d'eau sont à faire selon la réglementation en vigueur pour l'eau potable. Dans le cas d'un problème de qualité, différentes solutions existent pour remédier aux problèmes d'origine bactériologique (chloration, utilisation d'UV,...) et chimiques (dénitrificateur, adoucisseur, défériser,...).

4. Les produits classiquement utilisés et leurs impacts

Les produits de nettoyage

Différents produits existent pour le nettoyage, chacun ayant des propriétés particulières : les détergents alcalins (soude, ammoniacale, silicate de sodium) qui désagrègent et solubilisent les souillures d'origine organique (protéines et matière grasse), les détartrants acides (acides sulfuriques, nitriques ou sulfuriques) qui éliminent les résidus minéraux, les tensioactifs qui améliorent la solubilisation des résidus organiques et les séquestrants qui assurent la dissolution des composés minéraux et peuvent améliorer l'efficacité des détergents classiques s'ils sont utilisés en complément.

Les conséquences de l'utilisation des produits de nettoyage

Michel et al. (2001) ont pu montrer que les techniques de nettoyage du matériel les plus intenses sont responsables de la production de laits riches en flores d'altération. De même, d'autres études (Chatelin et al., 1983 ; Tormo, Ali Haimoud Lekhal, et Lopez, 2007b) ont montré que l'alternance quotidienne de produits détergents alcalins et acides entraîne une plus grande irrégularité du pouvoir contaminant du matériel de traite. Une autre étude (Michel et al., 2005) a permis de montrer que des résidus lessiviels dans le lait, dus à un rinçage insuffisant, peuvent être la cause de déséquilibres microbiens en défaveur des flores d'intérêt technologique, entraînant une moins bonne aptitude à la coagulation du lait.

Les produits de nettoyage peuvent avoir des effets néfastes sur les matériaux et provoquer des dégradations. Heckmann et Noorlander (1980) ont ainsi mis en évidence l'effet indésirable que peuvent avoir les composants utilisés pour le nettoyage des installations. Effectivement, le chlore peut s'infiltrer dans les craquelures du caoutchouc des manchons et contribuer à augmenter les microfissures et les porosités du caoutchouc. A contrario, dans une étude sur la détérioration de la surface intérieure d'un manchon, Hale et al. (2002) ont montré que l'accentuation de la rugosité des manchons n'était pas due au chlore mais plutôt aux dépôts phospho-calciques.

5. L'impact de la température de l'eau lors du nettoyage

Comme expliqué précédemment, la température de lavage, paramètre essentiel au bon nettoyage de la MAT, ne doit pas être inférieure à 40°C en fin de lavage. Des températures inférieures à 40°C sont associées à des laits plus chargés en microflores et plus particulièrement en entérocoques et coliformes (Tormo et al., 2007a) (résultats obtenus pour des laits de printemps et d'hiver). Cependant, une température trop élevée risque de perturber la flore. Une étude menée en 2010 (Tormo et al., 2010) a mis en évidence que la température de nettoyage jouait un rôle sur les profils microbiens des laits. En effet, des températures de début de lavage supérieures à 55°C correspondent à des laits moins riches en flores et notamment en flores d'intérêt technologique. Ces résultats rejoignent ceux de Michel et al. (2005) montrant que des températures de début de nettoyage trop élevées (supérieures à 70-75°C) contribuaient à une diminution de la charge totale des laits. Par ailleurs, les variations de températures entraînent des modifications importantes des propriétés du caoutchouc, augmentant d'un facteur 10 la perméabilité du caoutchouc lorsque la température passe de 20 à 30°C (Hale et al., 2002).

6. Système de vide et nettoyage

Les recommandations conseillent de procéder à un nettoyage du système de vide au moins une fois par an pour une installation en fonctionnement normal. Le COFIT recommande tout de même de mettre en place la

procédure en cas d'anomalie (aspiration accidentelle de lait dans la canalisation à air) (COFIT et Institut de l'Élevage, 2013). D'autres recommandations (Billon et al., 2009) proposent un nettoyage 2 à 3 fois par an en cas de distribution de concentrés pendant la traite.

Une installation correctement installée ne doit pas permettre l'arrivée de lait dans la canalisation à air, c'est le rôle du piège sanitaire. Cependant, les pièges sanitaires sont parfois difficiles à nettoyer et les contaminations du lait via le piège sanitaire sont possibles (Chatelin et Richard, 1981).

Pourtant, malgré les recommandations existantes les éleveurs ne peuvent parfois pas nettoyer leur circuit de vide. Les grosses installations nécessitent un grand volume d'eau, or les intercepteurs en place ne permettent pas toujours de faire passer un volume d'eau important.

D. Adaptation entre les préconisations et les objectifs de qualité du lait

Dans certaines filières fromagères au lait cru, en particulier en production fermière, les transformateurs ne souhaitent pas éliminer totalement la flore mais cherchent davantage à préserver les équilibres utiles à la fabrication des produits. Pour cela, les fromagers tentent d'éliminer les pathogènes tout en limitant la présence des flores d'altération et en favorisant les flores d'intérêt.

Les préconisations concernant les différents paramètres du nettoyage ne sont pas toujours adaptées aux objectifs de qualité du lait. Différentes études ont mis en évidence que des pratiques drastiques, notamment en terme de nettoyage de la MAT, n'étaient pas forcément synonymes d'un lait de bonne qualité fromagère (Michel, Hauwuy, et Chamba, 2001 ; Chatelin et al., 1983 ; Tormo, Ali Haimoud Lekhal, et Lopez, 2007b). Certains éleveurs s'orientent donc vers des procédures de nettoyage moins drastiques et de nouveaux produits voient le jour.

E. Les alternatives au nettoyage classique de la MAT

1. L'utilisation d'un seul nettoyage par jour

Sur certaines exploitations, un nettoyage classique à l'acide ou à la base n'est pas réalisé après chaque traite, certains éleveurs optent plutôt pour un nettoyage le matin et un simple rinçage sans produit le soir. Une étude réalisée en ferme expérimentale a comparé un nettoyage classique (2 nettoyages classiques par jour, un après chaque traite), un nettoyage « allégé » (un nettoyage classique après la traite du matin et un rinçage à l'eau tiède le soir) et une dernière méthode identique à la deuxième mais avec un rinçage à l'eau froide le soir. Les résultats de cette étude montrent qu'il n'y a pas de différence de dénombrement de flore totale ou spécifique quelle que soit la méthode de nettoyage employée. Mais il a été mis en évidence un risque de *Pseudomonas* accru. Les auteurs indiquent donc qu'il est possible de simplifier le nettoyage à condition d'avoir une bonne maîtrise de la qualité bactériologique du lait.

2. Les alcalins non chlorés

Laithier et al. (2005) ont étudié l'utilisation de produits alcalins non chlorés, le chlore étant remplacé par du Na_2SO_4 . En laboratoire, ces produits permettaient de préserver la flore utile tout en détruisant la flore d'altération. De plus des doses de sel supérieures permettaient d'éliminer toute la flore pathogène. En exploitations, les résultats sont différents : bien que la suppression du chlore permette d'améliorer les paramètres d'acidification et de favoriser les flores d'affinage, le risque de contamination par *Pseudomonas* est accru. L'utilisation de ces produits sans chlore est donc à envisager au cas par cas.

3. Les produits enzymatiques

Les enzymes sont des protéines naturelles, spécifiques d'un substrat, permettant de catalyser des réactions de transformation qui se produisent dans les organismes vivants. Elles permettraient d'intervenir directement sur les molécules organiques impliquées dans l'adhésion des micro et macro- organismes sur les surfaces (Leroy, 2006). Ainsi ce procédé ne tue pas les bactéries mais les décroche des surfaces auxquelles elles adhèrent.

Le nettoyage enzymatique semble être une bonne alternative aux détergents classiques pour le contrôle des biofilms bactériens, il permet également de limiter l'action d'agents chimiques, la consommation d'eau et d'énergie. Lequette et al. (2010) ont montré qu'il était nécessaire d'utiliser une combinaison de différentes enzymes ayant pour cibles plusieurs composants de la matrice du biofilm, afin de décrocher les différentes espèces du biofilm. Il est donc nécessaire d'identifier les composants impliqués dans la formation des biofilms, mais aussi les paramètres favorisant ou inhibant l'action des enzymes dans l'élimination des biofilms.

Les résultats d'un essai (Meffe et Billon, 2006) ont permis de mettre en évidence que les MAT nettoyées avec un concept enzymatique basé sur l'action du système LPS (lactopéroxydase/thiocyanate/peroxyde d'hydrogène) ne

présentent pas un pouvoir contaminant différent des MAT nettoyées classiquement. Malgré l'absence d'une molécule antibactérienne classique comme le chlore, ce produit assure la propreté et une bonne désinfection du matériel. Cependant, l'obligation de ne pas réaliser de prélavage en début de nettoyage demande d'avoir une MAT bien conçue avec un bon fonctionnement. De plus, le lait résiduel nécessaire à l'activation du système peut entraîner un encrassement du bac de lavage.

4. Maîtrise de la contamination microbiologique par des agents naturels

Il semble possible d'envisager de remplacer ou de compléter l'action des désinfectants chimiques par des antimicrobiens naturels tels que des composés aromatiques d'huiles essentielles, des acides ou certains sels,... L'efficacité de ces agents naturels a été mise en évidence à différentes reprises. Knowles et Roller (2001) ont montré que le chitosan et le carvacrol pouvaient être utilisés en tant que biocides bien qu'une amélioration des conditions d'utilisation soit nécessaire. Dubois-Brissonet et al. (2006) ont montré que les molécules naturelles (thymol, carvacrol et eugénol) avaient des potentialités susceptibles de venir en appui aux procédures de désinfection. Cependant, les tests n'ont été pratiqués que sur des bactéries planctoniques et adhérentes ne formant qu'une monocouche de cellules et non pas un biofilm structuré. Par ailleurs, ces agents naturels pourraient limiter la biocontamination des surfaces en les faisant agir en amont de l'installation des biofilms. Des recherches portant sur la modification des propriétés physico-chimiques des supports dans le but de limiter la fixation des germes indésirables émergent.

La maîtrise de la contamination microbiologique peut aussi être envisagée via le principe d'écologie microbienne dirigée. Ce dernier repose sur l'implantation de biofilms positifs susceptibles de limiter l'adhésion et la multiplication de la flore pathogène à la surface des matériaux (Briandet, 1999). Cependant, peu de recherches ont été faites sur le sujet, depuis.

5. L'utilisation de biosurfactants

Les biosurfactants sont des molécules produites par les micro-organismes. Ils permettent de modifier les propriétés d'une surface entraînant des changements d'interactions bactériennes et par conséquent des modifications dans l'adhésion des cellules. Les biosurfactants peuvent être utilisés en mesures préventives pour empêcher les implantations de flores indésirables.

Zezi do Valle Gomes et Nitschke (2012) ont montré que l'utilisation de biosurfactants retardait l'adhésion de bactéries pathogènes dans le milieu alimentaire (*S. aureus* et *L. monocytogenes*), tout en précisant que les résultats sont plus décevants pour des cultures mixtes de bactéries adhérentes que pour des cultures pures. De plus, le pré-conditionnement de surfaces en acier inoxydable entraîne une réduction du niveau de contamination de la surface et favorise l'action bactéricide des désinfectants (Meylheuc, Renault, et Bellonfontaine, 2006). Ces résultats confirment ceux de Janek et al. (2012) s'intéressant à l'action antiadhésive d'un biosurfactant produit par *Pseudomonas fluorescens*. L'étape suivante avancée par les scientifiques serait de pouvoir adapter la production de biosurfactant à des besoins particuliers (Marchant et Banat, 2012).

F. Le diagnostic du nettoyage

Le diagnostic du nettoyage de la MAT, appelé Net'Traite®, réalisé lors du contrôle Certi'Traite®, est un outil concret pour évaluer les pratiques de nettoyage et en particulier vérifier que le nettoyage de la MAT suit bien les recommandations du COFIT. Par ailleurs, la qualité de l'eau est importante à considérer, notamment en cas de problème de contamination par *Pseudomonas* ou des coliformes.

III. Conception du matériel et impact sur l'ensemencement

A. L'impact de la conception de la MAT sur les biofilms

1. L'impact des longueurs de canalisations

Une MAT présentant de longues canalisations a plus de risques d'apporter un nombre important de germes dans le lait car la surface de contact et donc de contamination/ensemencement augmente (Michel, Hauwuy, et Chamba, 2001). De plus, les zones complexes (coudes) pouvant constituer des niches pour le développement des micro-organismes peuvent être plus nombreuses (Laithier et al., 2012).

Ajoutons qu'un lactoduc bouclé favorise un meilleur nettoyage car il facilite la circulation des bouchons au cours du nettoyage (Billon et al., 2009).

2. L'impact du type de matériaux

Les matériaux existants

Meyer (2003) a montré que certains matériaux tels que l'inox ou le verre, étaient moins favorables au développement de biofilms que d'autres. C'est notamment le caractère non poreux de ces surfaces qui limite la colonisation des bactéries. De la même manière, Lomander et al. (2004) ont analysé le développement et le détachement de biofilms sur deux surfaces différentes. Les résultats ont montré que les bactéries se détachaient plus rapidement et facilement sur une surface lisse que sur une surface rayée.

Une étude s'intéressant aux biofilms en élevage caprin a montré (via des frottis) que les biofilms sont présents sur tous les supports (MAT, tank à lait, bac de caillage,...) mais qu'ils diffèrent par leur niveau de flores et la variété des flores retrouvées (Laithier et al., 2005). Dans tous les cas, la flore utile constitue toujours la flore majoritaire. Au cours de l'étude, certaines classes de biofilms ont pu être associées à des sites de prélèvement (manchon,...) et à des matériaux particuliers (caoutchouc, verre,...). Ainsi, bien que l'inox soit peu favorable à la formation de biofilms, le lactoduc de transfert peut présenter des biofilms avec de hauts niveaux de flores contrairement au tank à lait. De même, comme elle est peu accessible au nettoyage, la vanne du tank présente des biofilms bien développés, bien qu'elle soit en inox.

Laithier et al. (2005, 2012) se sont aussi intéressés plus particulièrement au cas des manchons : les manchons en silicone présentent de très bas niveaux de flores en comparaison avec les manchons en caoutchouc. Or le caoutchouc est fréquemment utilisé dans les exploitations agricoles laitières, notamment au niveau des manchons trayeurs et des joints. C'est une surface poreuse présentant des propriétés bactériostatiques limitant initialement l'adhésion bactérienne. Cependant, la porosité du caoutchouc présente de nombreuses niches dans lesquelles les bactéries peuvent se fixer sans que les agents désinfectants puissent y accéder (Ronner et Wong, 1993).

Des matériaux en prévention de la formation de biofilms

Les aciers inoxydables sont très utilisés dans la MAT mais ce matériau peut être biocontaminé par les micro-organismes. Dans l'optique de prévenir l'adhésion des micro-organismes et la formation des biofilms, un revêtement en dioxyde de titane sur l'acier inoxydable a été étudié. Une étude relative aux canalisations d'eau potable met en évidence que le titane permet de développer un minimum de biofilms car il est lisse, inerte et non nutritif (Husson et al., 2012). Effectivement, de par ses caractéristiques physico-chimiques ce revêtement modifie les propriétés de la surface entraînant une réduction de la taille des amas bactériens ainsi que la viabilité des cellules adhérentes. Cette technique permet donc de prévenir la formation de biofilms mais l'utilisation d'un revêtement en dioxyde de titane risque d'empêcher le développement de toute flore et ne correspond pas réellement aux attentes de la filière. De plus, un tel matériau pourrait présenter un coût élevé.

3. L'impact de la conception du matériel sur l'efficacité du nettoyage

Cette thématique est abordée dans l'idée de réfléchir à une conception de la MAT permettant une meilleure efficacité du nettoyage.

Les zones difficilement nettoyables

Certaines zones de la MAT sont peu accessibles au nettoyage et peuvent par conséquent s'encrasser et être source de contamination du lait. La MAT a souvent une responsabilité prépondérante dans la pollution microbienne, notamment lorsqu'il y a présence de « zones mortes » : récipients de contrôle échappant au lavage mais en contact avec le lait durant la traite, raccords difficiles à nettoyer (**figure 3**) avec colonisation de coliformes, dépôts importants et anciens dans les canalisations et les coudes (Chatelin et Richard, 1981). Ces zones peu accessibles présentent des niveaux de flores (altération ou utiles) très élevés (Laithier et al., 2005).



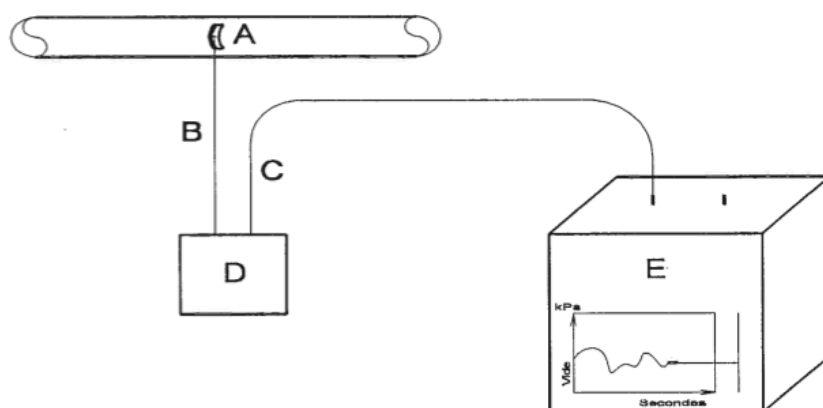
Figure 3 : Raccord encrassé (source personnelle)

L'injection air/eau

Le mécanisme de nettoyage est déterminé, entre autres, par l'action mécanique déterminée par la quantité d'eau en circulation, le volume d'air injecté, les niveaux de vide mais également le nombre de bouchons d'eau (mélange air/eau dû à une aspiration d'air réalisée au niveau du bac de lavage) et la quantité d'eau par bouchon. Pour une efficacité maximale du nettoyage, la machine doit être dimensionnée pour permettre d'obtenir 2-3 bouchons/min de 1,5 à 2,5 m de long avec une vitesse de 7 à 10 m/s (Billon et al., 2009). Le terme de bouchon est employé lorsque le niveau de vide passe de 50 kPa à moins de 35 kPa et qu'il remonte ensuite à au moins 40 kPa (Dusan et Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles CH-8356 Tänikon, 1996).

L'installateur doit donc ajuster l'orifice d'aspiration de la canalisation de lavage, il est également possible de mettre en place une aspiration par double canalisation dans le cas d'installations importantes. De plus, si l'installation présente des diamètres importants de canalisations (60 mm et plus), il est recommandé de monter un injecteur d'air permettant de faire entrer une quantité d'air fixe à intervalles réguliers. Cependant, cette installation peut parfois entraîner un refroidissement de la solution.

En France, la mesure de turbulence est encore difficilement évaluée par manque d'outils adaptés. Cependant, en Suisse, un protocole d'évaluation de la turbulence simple existe déjà et pourrait être mis en place en France (Dusan et Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles CH-8356 Tänikon, 1996). Cette méthode repose sur l'installation présentée en **figure 4** et recommande des points de mesure adaptés à un grand nombre d'installations de traite. L'idée du protocole est de lancer le nettoyage puis de commencer les mesures une fois que toute la quantité d'eau est en circulation.



- A : raccord à la conduite de rinçage (lactoduc)
- B : tuyau à lait (Ø 12 - 16 mm)
- C : long tuyau de pulsation (Ø 6 - 8 mm)
- D : récipient
- E : instrument de mesure avec imprimante

Figure 4 : Schéma de l'installation de mesure de la turbulence

Le nettoyage est évalué grâce aux courbes de mesures renseignant sur la formation et le nombre de bouchons d'eau (**figure 5**). Une installation permettant une bonne formation de bouchons présente des courbes d'augmentation et de réduction du niveau de vide raides et une réduction d'au moins 15 kPa. Ce protocole semble donc intéressant mais nécessite quelques améliorations car il reste pour le moment incomplet quant aux attentes françaises car non adapté à toutes les installations présentes en France (J.-L. Poulet, communication personnelle).

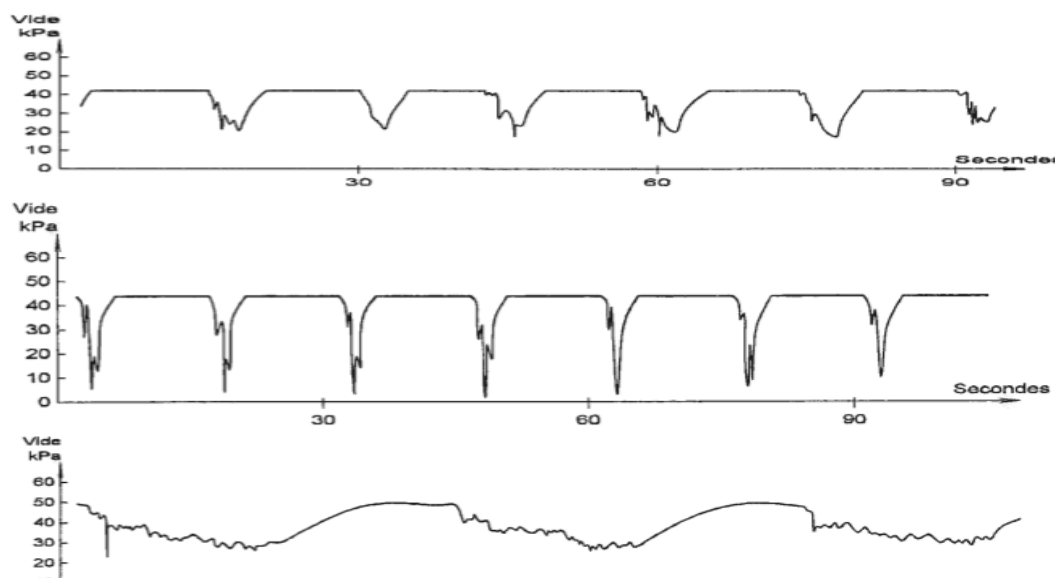


Figure 5 : Exemples de différentes formations de bouchons d'eau : très bonne (en haut), acceptable (au milieu) et insuffisante (en bas)

Le rôle des purges

Afin d'éviter la stagnation d'eau pouvant être à l'origine du développement de *Pseudomonas*, il convient de drainer correctement toutes les parties de l'installation même celles dans lesquelles aucun liquide n'a circulé (de la vapeur d'eau peut quand même s'y être introduite au cours du nettoyage). Des purges situées aux points les plus bas de toutes les canalisations permettent cette étape de vidange. En cas d'installation avec automate de lavage, il est recommandé d'installer des purges automatiques (Billon et al., 2009).

B. Impacts de la conception du matériel sur l'aérocontamination

1. Les entrées d'air lors de la traite

L'aérocontamination correspond au phénomène de contamination par l'air d'un lait stérile. Cette aérocontamination est due à des entrées d'air « normales » (pulsateurs, griffes) ou « accidentelles » (manipulations des faisceaux, glissements/chutes de faisceaux). Un bon réglage de la pompe à vide doit permettre d'extraire tout l'air admis normalement par les différents composants de la MAT mais aussi l'air admis accidentellement. Cette capacité supplémentaire capable de supporter les entrées d'air accidentelles est appelée « réserve réelle ». Ce paramètre est l'un des plus importants de la MAT car un mauvais réglage sera responsable d'entrées d'air et donc d'aérocontamination du lait (Billon et al., 2009).

2. Qualité de l'air participant à l'aérocontamination

L'aérocontamination au cours de la traite se fait via l'air d'ambiance de la SDT. Des travaux ont permis de mettre en évidence la dominance des bactéries d'affinage et des bactéries lactiques mésophiles, à contrario les *Pseudomonas* n'ont jamais été dénombrés (Laithier et al., 2012). Ces profils de flore sont caractérisés par des pratiques d'élevage mais aussi des conditions d'ambiance ou des données structurelles (conception de la SDT,...) (Bouton et al., 2005).

3. L'impact du type de faisceaux-trayeurs sur l'aérocontamination

Il existe différents types de faisceaux trayeurs qui, suivant leur fonctionnement, permettent de limiter plus ou moins les entrées d'air (Billon et al., 2006) :

- les faisceaux-trayeurs conventionnels sans clapet de fermeture du vide sont les plus risqués car une chute ou une mauvaise manipulation du faisceau peut entraîner une entrée d'air importante dans la MAT (environ 600l/min).
- les faisceaux-trayeurs conventionnels avec clapet permettent de limiter l'entrée d'une quantité d'air importante en cas de chute de faisceau. Les risques sont donc limités mais subsistent au moment de la pose des gobelets.
- les faisceaux-trayeurs non conventionnels avec valves automatiques sont le meilleur moyen d'éviter les entrées d'air accidentelles.

Il est important de préciser que la norme stipule que les entrées d'air au niveau du faisceau doivent être comprises entre 4 et 8 l/min. Ce volume doit simplement permettre un bon écoulement du lait en le poussant vers le lactoduc.

4. L'impact des manchons sur l'aérocontamination

Les manchons doivent être adaptés aux animaux afin de limiter au maximum les entrées d'air lors de la traite : la lèvre d'embouchure doit s'ajuster au trayon pour réaliser une jonction étanche. Une lèvre d'embouchure abîmée, déformée ou avec un diamètre trop petit ou trop grand augmente la fréquence de glissement des trayons et donc les entrées d'air (Billon et al., 2009).

IV. L'entretien du matériel de traite

A. Les fréquences de renouvellement du matériel

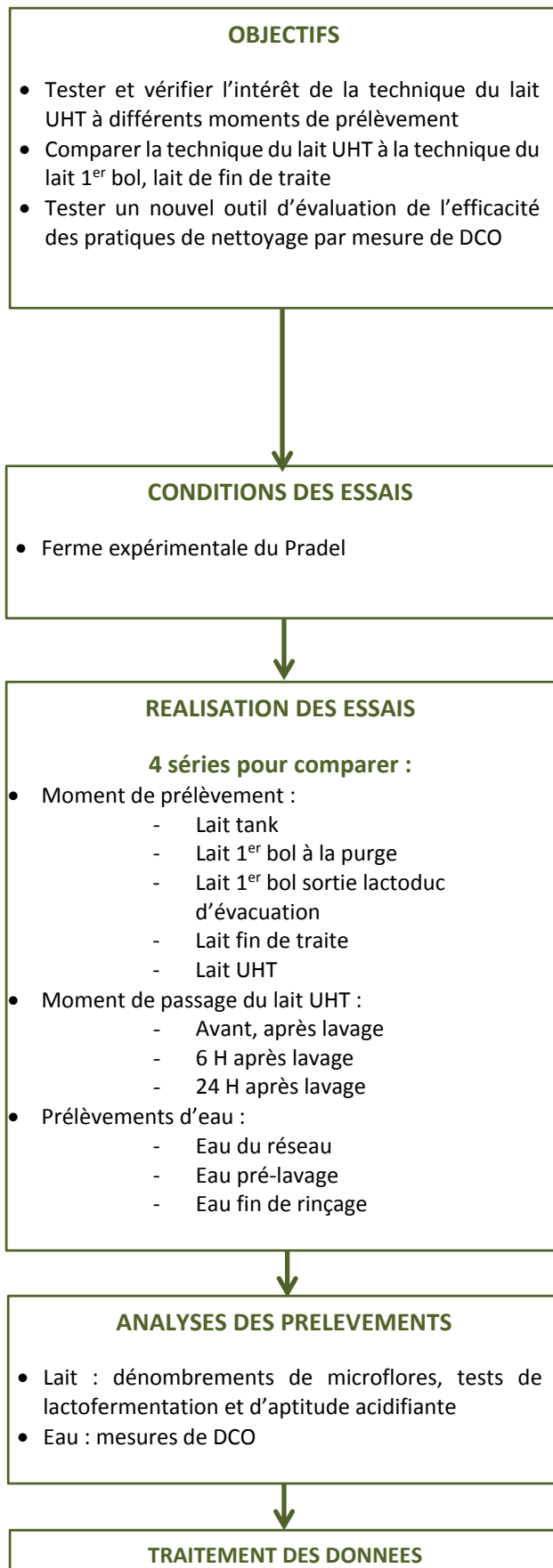
Le caoutchouc en s'usant absorbe la matière grasse du lait et des trayons au détriment de ses propres composants, et finit par se dégrader. De même les produits utilisés pour le nettoyage et les rayons UV altèrent les composants du caoutchouc. Tous les équipements en caoutchouc ont une durée de vie variable dépendant notamment de l'intensité de travail. Différentes études en production bovine montrent que le nombre de traites est un élément à prendre en compte mais d'une étude à l'autre les conseils de durée de vie maximale varient beaucoup. Il apparaît plus approprié de prendre en compte le nombre d'heures de fonctionnement. Malgré tout, il est préférable de regarder régulièrement l'état des caoutchouteries en passant son doigt à l'intérieur ou en pliant le tuyau pour vérifier la présence ou non de craquelures. Il est conseillé de renouveler les manchons 1 fois/an (1 fois tous les 2 ans s'ils sont en silicone), de vérifier la forme de la lèvre d'embouchure et de vérifier que le manchon n'est pas vrillé dans l'étui. De plus, ils doivent tous être changés en même temps. Il est recommandé de changer les tuyaux à lait tous les 2-3 ans et les tuyaux à pulsation tous les 3-4 ans.

Les joints, quels qu'ils soient, doivent aussi être contrôlés régulièrement. Les raccords doivent être parfaitement jointifs pour éviter l'apport de micro-organismes d'altération dans la MAT, les joints des raccords doivent être en bon état (Chatelin et Richard, 1981). Cependant, il est parfois compliqué de vérifier l'état des joints des raccords : leur remontage est compliqué car il peut entraîner des problèmes d'étanchéité. Ainsi le simple fait de démonter le raccord revient à changer obligatoirement le joint, c'est la raison pour laquelle l'éleveur délaisse souvent l'entretien de ces joints.

B. L'impact de l'usure du matériel sur les biofilms

L'apport en flores d'intérêt technologique par la MAT dépend entre autres de son entretien. L'exemple des manchons trayeurs illustre parfaitement l'impact que peut avoir une usure du matériel notamment quand il s'agit de caoutchouc. Des éléments (phosphore, soufre, chlore, calcium) peuvent se déposer sur la surface intérieure des manchons. Ces dépôts sont observables sur les manchons âgés et peuvent héberger des bactéries pouvant participer à l'altération de la qualité du lait.

ESSAIS AU PRADEL



ETUDES DE CAS EN FERMES

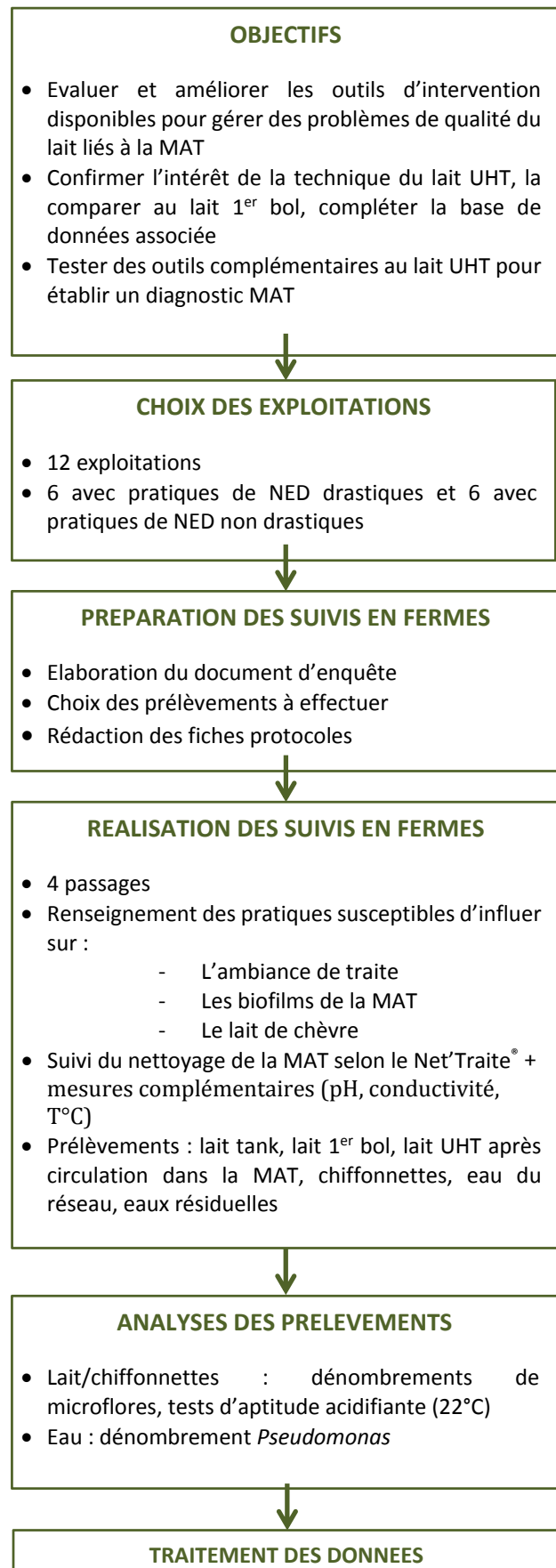


Figure 6 : Schéma de la méthodologie appliquée tout au long de l'étude

De la même manière, une eau très dure peut entraîner un dépôt de calcaire sur les parois des manchons et dans certains cas créer une source de contamination du lait (Billon et al., 2009). Il semblerait aussi qu'une faible fréquence de changement des tuyaux à lait en caoutchouc soit responsable de l'augmentation des teneurs en microorganismes des laits (Tormo, Ali Haimoud Lekhal, et Lopez, 2007b).

C. L'impact du renouvellement de la caoutchouterie sur la microbiologie

Des expérimentations menées en 2005 (Laithier et al., 2005) ont mis en évidence une différence significative sur la flore totale entre des manchons « neufs » et des manchons « vieux ». Pour autant, les autres flores ne diffèrent pas en nombre, ce qui suggère une implantation très rapide des biofilms. Une autre étude menée en 2012 (Laithier et al., 2012) a mis en évidence que la présence de manchons ou de tuyaux à lait plus anciens est en lien avec des laits moins acidifiants. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les biofilms plus anciens sont davantage résistants aux procédures de NED (Leriche, Briandet, et Carpentier, 2003).

MATERIELS & METHODES

Deux types d'études ont été réalisés pour répondre aux objectifs présentés précédemment : une série d'essais sur la ferme expérimentale du Pradel puis des suivis en fermes. La méthodologie appliquée tout au long de cette étude est schématisée dans la **figure 6**, le détail est expliqué par la suite.

I. Investigations méthodologiques sur les outils à la ferme expérimentale du Pradel

A. Objectifs des essais

Ces essais s'inscrivent dans une démarche plus large d'évaluation du nettoyage. Ils avaient pour objectif de tester la faisabilité et l'efficacité de différentes méthodes pouvant être utilisées en diagnostic MAT, l'idée étant de revisiter les procédures d'évaluation de nettoyage. Il s'agissait donc de :

- tester et vérifier l'intérêt de la technique du lait UHT pour évaluer le pouvoir d'ensemencement de la MAT : la méthode est habituellement utilisée en étant mise en œuvre au minimum 6H après le nettoyage pour laisser le temps nécessaire aux biofilms de se développer, susceptibles de contaminer le lait de la traite suivante. Une autre modalité 24 heures après nettoyage a été testée.
- tester l'intérêt de la technique lait UHT pour évaluer l'efficacité du NED : pour cela, la méthode a été mise en œuvre avant et après nettoyage.
- comparer la méthode du lait UHT à d'autres méthodes d'évaluation du pouvoir d'ensemencement de la MAT, consistant à récupérer le lait de la traite à différents moments et endroits (lait 1^{er} bol à la purge et à la sortie du lactoduc d'évacuation, lait de fin de traite).
- évaluer l'action détergente des procédures de NED en testant notamment un outil d'évaluation de l'élimination des souillures de la MAT : la Demande Chimique en Oxygène (DCO).

Ces essais préalables auraient normalement dû être réalisés avant les suivis en fermes mais ils se sont finalement déroulés en parallèle par manque de disponibilité à la ferme du Pradel.

B. Déroulement général des essais (tableau 2)

Quatre semaines ont été nécessaires pour réaliser cette étude :

- Première semaine : prélèvements du lait 1^{er} bol prélevé à la purge, lait 1^{er} bol prélevé à la sortie du lactoduc d'évacuation, lait de fin de traite et lait du tank et passage du lait UHT 6 heures après le lavage. Les manipulations se sont déroulées un jour sur deux car la ferme du Pradel est en monotraite donc le rinçage après le lait UHT aurait pu fausser les résultats si des prélèvements avaient été faits le lendemain.
- Deuxième semaine : prélèvements des 4 laits de la traite comme la semaine précédente. Le lait UHT a été aspiré 24 heures après le lavage soit le lendemain matin juste avant la traite. Par conséquent, les échantillons de lait de chèvre ont été pris le lundi, mercredi et vendredi et le lait UHT a été passé dans la machine à traire le mardi, jeudi et samedi avant la traite.
- Troisième semaine : prélèvements du lait de fin de traite et le lait du tank. Le lait UHT est passé juste avant et après le lavage de la machine à traire.
- Quatrième semaine : les prélèvements de lait de chèvres sont les mêmes que la semaine précédente. Le lait UHT est aspiré avant le lavage et 6 heures après.

Tableau 2 : Modalités étudiées lors des 4 semaines d'essais à la ferme expérimentale du Pradel

Sem	Lavage acide	Lavage alcalin	Lait 1 ^{er} bol à la purge	Lait 1 ^{er} bol sortie lactoduc évacuation	Lait fin de traite	Lait de tank	UHT avant lavage	UHT après lavage	UHT 6h	UHT 24h
1		X	X	X	X	X			X	
	X		X	X	X	X			X	
		X	X	X	X	X			X	
2		X	X	X	X	X				X
	X		X	X	X	X				X
		X	X	X	X	X				X
3		X			X	X	X	X		
		X			X	X	X	X		
	X				X	X	X	X		
4		X			X	X	X		X	
		X			X	X	X		X	
	X				X	X	X		X	

C. Réalisation des prélèvements

1. Les prélèvements de lait

Comparaison des méthodes de prélèvement des flores mobilisables de la MAT



Actuellement, la méthode utilisée pour connaître la quantité et la nature des flores des biofilms mobilisables de la MAT est celle du lait UHT pour laquelle on dispose de références. Le principe consiste à faire passer du lait demi-écrémé UHT dans le circuit habituel du lait (**figure 7**), afin de récupérer une partie des biofilms s'étant développés dans la MAT depuis le dernier nettoyage (protocole de prélèvement en **annexe 4**). Cependant, une autre méthode pourrait être utilisée pour remplacer le lait UHT : le prélèvement de lait 1^{er} bol correspondant au premier lait de la traite de quelques animaux, méthode plus facile à mettre en place et moins contraignante. Il pourrait permettre, tout comme le lait UHT, d'évaluer le pouvoir d'ensemencement/contamination de la MAT puisqu'il se charge d'une partie des biofilms présents dans la MAT depuis le dernier nettoyage. Cependant, le lait 1^{er} bol comporte aussi une part d'ensemencement liée aux animaux via la peau des trayons.

Figure 7 : Passage du lait UHT dans la MAT

Il est admis que les écosystèmes microbiens sont modifiés lors du passage de lait UHT, donc le 1^{er} lait prélevé à la traite suivante n'est pas représentatif du 1^{er} lait de traite en routine. Ainsi, les prélèvements de lait 1^{er} bol n'ont été réalisés que lors d'une traite sur 2. De plus, le Pradel est en monotraite.

Comparaison des méthodes de prélèvements lait 1^{er} bol

Pour préciser la technique de prélèvement du 1^{er} bol à utiliser (la plus faisable, la plus proche du lait UHT), 2 possibilités de prélèvement ont été testées : l'une consiste à prélever le lait au niveau de la purge (**figure 8**) et l'autre à la sortie du lactoduc d'évacuation (**figure 9**). Le lait 1^{er} bol « de purge » a été soutiré à la purge située en dessous du bol (bocal de réception) de traite. Ce lait « rince » les canalisations puisque c'est le premier liquide passant dans la MAT après le lavage de la veille. Ce lait est également appelé lait de premier bol de traite. Seules 4 à 5 chèvres sont passées à la traite donc ce lait correspond à celui de quelques animaux. Ces derniers ont été identifiés afin de connaître leur statut infectieux. L'autre lait 1^{er} bol est prélevé à la sortie du lactoduc d'évacuation : le lait circule dans une longueur de tuyau plus importante ainsi que dans la pompe à lait, et correspond à ce qui est pratiqué pour le lait UHT. Il est aussi composé de lait de plus de chèvres. Les prélèvements au lactoduc d'évacuation ont été réalisés selon le protocole présenté en **annexe 5**. Quant aux prélèvements à la purge, le lait 1^{er} bol a été récupéré dans un seau désinfecté, après désinfection de la purge avec une lingette désinfectante.



Figure 8 : Purge



Figure 9 : Sortie lactoduc évacuation

Le lait de fin de traite et d'une traite

Le lait de fin de traite est prélevé à la purge du bol de traite lorsque la traite des chèvres est terminée. La purge est de nouveau désinfectée au préalable. Ce lait est composé de la traite des quelques dernières chèvres.

Le lait d'une traite est prélevé au tank à l'aide d'une louche préalablement désinfectée à l'alcool. Ce lait doit être non ensemencé et issu d'une seule traite. Sa composition et son aptitude acidifiante correspondent à la résultante de l'ambiance de traite, animal, MAT et pratiques d'élevage associées.

2. Mesures de DCO sur les échantillons d'eau

La DCO (Demande Chimique en Oxygène) est un moyen d'évaluer la quantité de résidus organiques présents dans l'eau analysée. Le principe est le suivant : la matière organique oxydable contenu dans l'échantillon d'effluent prélevé est oxydée par chauffage après ajout d'une quantité connue de bichromate de potassium.

«La consommation d'oxygène par l'échantillon provoque un changement de couleur dont l'absorbance est proportionnelle à la quantité de bichromate de potassium réduit » (CEAEQ 2006).

L'analyse DCO a été réalisée grâce à un spectrophotomètre DR/2000 de la marque HACH. Ont été utilisés des tubes DCO 0 – 15000 ou 0-1500 ppm (86% acide sulfurique, sulfate de mercure, trioxyde de chrome) de la marque HACH. L'objectif de cette mesure est de déterminer si elle peut être un bon indicateur de l'efficacité du nettoyage puisque qu'elle va permettre d'évaluer l'élimination des souillures organiques de la MAT grâce au nettoyage. Trois eaux différentes ont été prélevées : l'eau de pré-lavage de la MAT, l'eau de fin de rinçage (fin du nettoyage) et l'eau du réseau utilisée pour le nettoyage de la MAT. Cette dernière a été prélevée le matin avant toute utilisation du réseau car elle correspond à l'eau potentiellement la plus contaminée (protocole en **annexe 8**).

II. Etudes de cas en exploitations

A. Objectifs des suivis en fermes

La finalité de ces études de cas en exploitations est d'évaluer et améliorer les outils d'intervention disponibles pour établir un diagnostic MAT et gérer des problèmes de qualité du lait liés à la MAT. Les études de cas en exploitation, sous forme de suivis en fermes ont plusieurs objectifs :

- confirmer l'intérêt de la technique lait UHT
- étudier les liens entre les paramètres de NED, la conception, l'entretien de la MAT et le pouvoir d'ensemencement/contamination de la MAT à travers l'utilisation du Net'Traite[®], d'éléments de l'Opti'Traite[®] et d'autres mesures et analyses complémentaires (chiffonnettes,...) afin de proposer des améliorations de ces outils
- tester des outils simples d'utilisation pour les éleveurs et les techniciens : méthode du lait 1^{er} bol (méthode d'évaluation du pouvoir d'ensemencement de la MAT), bandelettes pH, mesures de conductivité
- évaluation de l'action mise en place suite au diagnostic de la MAT

B. Choix des exploitations

Afin de répartir les exploitations aux différents partenaires et dans le but d'avoir une représentation des différentes régions et départements partenaires, le nombre de 12 élevages à suivre a été choisi (3 en Saône et Loire, 2 en Ardèche, 4 dans l'Indre, 1 en Seine-Maritime et 2 dans l'Hérault). Parmi ces exploitations, 8 transforment leur lait à la ferme et 4 livrent le lait à une laiterie.

Lors du comité de pilotage du 18 mars 2013, une réflexion a été menée sur les critères de choix des exploitations. Après discussion, le choix des fermes a été raisonné en fonction des pratiques de nettoyage/désinfection en définissant deux types d'exploitations : drastiques ou non selon les pratiques. Ceci devait permettre de garantir une variabilité de pratiques dans les fermes suivies, à mettre en lien avec les caractéristiques microbiologiques du réservoir MAT et du lait associé. En plus de ce partage en deux groupes, les douze exploitations devaient réaliser le contrôle Optitraite[®] chaque année. Les critères caractérisant les pratiques dites « drastiques » ont été définis :

- nettoyer la MAT après chaque traite avec utilisation de produits classiques (alcalin chloré et acide) en alternance (fréquence d'alternance variable),
- température de fin de lavage supérieure à 40°C,
- renouveler les manchons en caoutchouc tous les ans, dans le cas de manchons en silicone le renouvellement devait avoir eu lieu tous les deux ans, de même que les tuyaux à lait,
- posséder une SDT en bon état et propre.

Tous ces critères correspondent à des recommandations qui devaient être combinés à de la variabilité sur l'âge de la machine et les longueurs de canalisations. Les exploitations ne répondant pas à l'ensemble de ces critères seront dites « non drastiques ».

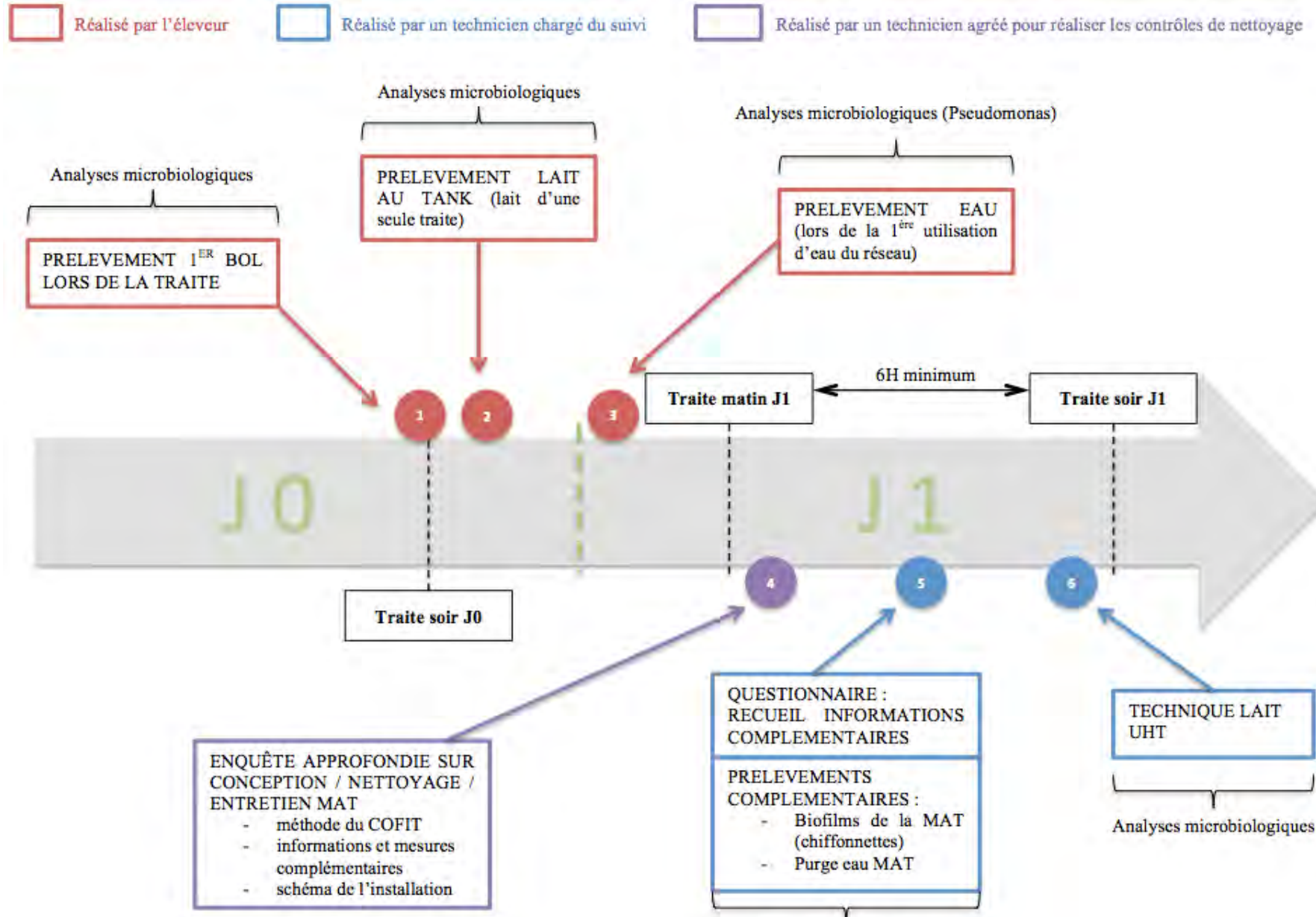


Figure 10 : Schéma du déroulement des suivis en fermes

C. Préparer et mener les suivis en fermes

Dans un premier temps, les outils d'aide au diagnostic ont été conçus : document d'enquête, protocoles des différents prélèvements. Ces outils ont été présentés et testés avec l'ensemble des enquêtrices sur la ferme de lycée à Davayé (71).

1. Déroulement général des suivis (figure 10)

Chaque suivi en fermes se déroulait en 2 étapes : un recueil de renseignements sur la conception, l'entretien et le NED de la MAT sous la forme d'un document d'enquête ainsi qu'un ensemble de prélèvements (lait de traite, lait 1^{er} bol, lait UHT, prélèvements chiffonnettes et prélèvement d'eau du réseau).

Dans chaque exploitation, 3 suivis ont été réalisés entre début mai et fin juin, et un autre a eu lieu à l'automne. La 1^{ère} visite dans l'exploitation consistait à établir un diagnostic global de la MAT et à mettre en évidence d'éventuels problèmes relatifs au matériel, pouvant être à l'origine de problèmes de qualité du lait et/ou de problèmes en fromagerie. Les suivis suivants, basés sur le diagnostic établi au préalable permettant la mise en place d'un plan d'action, consistaient à évaluer l'efficacité du plan d'action mené, sachant qu'il y a eu une variation dans la mise en place de ce dernier.

Pour le 1^{er} suivi, la technicienne chargée du suivi (technicienne fromagère ou laiterie selon le type d'exploitation) était accompagnée d'un Maître d'Oeuvre Traite (MOT), présent pour réaliser un Net'Traite[®] et l'aider à compléter le document d'enquête. Lors des visites suivantes, les techniciennes étaient seules et les pratiques susceptibles de varier dans le temps ont été uniquement recueillies.

Les différents prélèvements ont été réalisés à chaque suivi, notamment pour voir l'évolution des résultats en fonction du plan d'action mis en place. Afin de travailler dans des conditions comparables, les suivis devaient permettre de suivre uniquement un lait du soir et un nettoyage basique.

2. Le document d'enquête

Cet outil a 2 objectifs : permettre de faire un diagnostic complet de la conception, de l'entretien et du nettoyage de la MAT et de repérer les points critiques pouvant être à l'origine de problèmes de qualité du lait. Les thèmes abordés font référence à ceux apparaissant dans le Certi'Traite[®], mais ce document a été complété par des questions, observations et mesures complémentaires.

La version finale du document d'enquête, disponible en **annexe 9**, est construit de manière à recenser le maximum de pratiques et observations relatives à la MAT et pouvant influencer la qualité microbiologique du lait.

Une 1^{ère} partie aborde des questions relatives aux pratiques de l'éleveur, à sa perception et à sa définition d'un « bon lait » ainsi que les moyens qu'il met en place pour l'obtention d'un lait avec la qualité souhaitée.

Le déroulement et l'ambiance de traite peuvent influencer l'état des trayons mais aussi l'apport de flores par la MAT directement (aérocontamination) ou indirectement (manchon au contact de la peau des trayons) et donc la qualité microbiologique du lait. La SDT a donc d'abord été décrite. L'état de propreté général de la SDT ainsi que la fréquence et le mode de nettoyage du parc d'attente, de la fosse et des quais ont été renseignés. Les sources de particules pouvant jouer sur l'ambiance de traite et donc sur la qualité de l'air ont été prises en compte : distribution ou non d'aliments pendant la traite, paillage ou non pendant la traite,... Des données relatives au déroulement de la traite (entrées d'air) ont aussi été recueillies. Enfin, l'état des mamelles de dix chèvres multipares prises au hasard a été observé.

Comme cela a été montré dans la bibliographie, la conception du matériel peut jouer un rôle sur le développement des biofilms. Ainsi, un maximum de données a été recueilli afin de mettre en évidence un éventuel parallèle entre conception de la MAT et aptitude à la transformation du lait, notamment des défauts de conception pouvant être à l'origine de problèmes observés en fromagerie. Les informations récupérées concernent les différents constituants de la MAT mais aussi différents équipements de traite. La conception du circuit de nettoyage a également été décrite.

L'état des différents éléments constituant la MAT a été observé (fissures, porosités, dépôts de lait et eau résiduelle), notamment sur les équipements en caoutchouc. L'état de propreté de la chambre de réception et du tank à lait a également été décrit. En complément, des informations concernant l'entretien de la MAT ont été demandées à l'éleveur telles que la fréquence de renouvellement des équipements, la date des derniers renouvellements ou encore les raisons de ces changements.

De nombreuses informations ont été recensées à propos du nettoyage de la MAT et du tank, aussi bien sur son déroulement que sur son efficacité. Ce recueil d'informations est en grande partie basé sur le Net'Traite[®] mais a

été complété par d'autres questions : origine de l'eau, éventuels traitements de l'eau, attitude de l'éleveur vis à vis du nettoyage et importance qu'il y accorde. Des informations sur le déroulement du nettoyage à proprement parlé ont été recueillies : le mode de nettoyage des différents circuits, le planning de nettoyage et un suivi complet de nettoyage a été réalisé. Toutes les mesures sont aussi un moyen de vérifier l'adéquation entre les concentrations, les températures, les volumes d'eau et les préconisations existantes.

Le suivi du nettoyage est un moyen de tester de nouveaux outils tels que les mesures de conductivité (les contrôleurs MAT étant plus souvent équipés de conductimètre que de pHmètre) et les bandelettes pH (annexe 28). Les mesures de conductivité devront être comparées aux valeurs de pH, l'objectif étant d'étudier l'éventuelle corrélation entre ces valeurs. Ces données ne sont pas abordées ici car transmises au service « Traite » de l'Idel pour une étude plus large.

3. Les prélèvements réalisés

Ces prélèvements ont été effectués de manière à obtenir des résultats optimaux en termes de faisabilité et de limitation des risques de contamination des échantillons. Les protocoles sont inspirés des fiches rédigées dans le cadre du groupe « Ecosystèmes microbiens » du RMT Fromages de terroirs.

Par ailleurs, pour que le lait de traite soitensemencé de façon "normale" sans être biaisé par les prélèvements de lait UHT, tous les prélèvements de lait ne pouvaient être faits le même jour. De plus, il n'était pas possible de réaliser à la suite lait UHT et 1^{er} bol : les biofilms présents à la surface de la MAT pouvant être prélevés par la première technique, biaisant ainsi les résultats de la seconde. L'aide de l'éleveur a donc été sollicitée.

Les flores mobilisables dans la MAT

Deux prélèvements différents ont pour objectif de récupérer les flores mobilisables des biofilms de la MAT : le lait UHT et le lait 1^{er} bol (cf § I.C.1).

Le prélèvement de lait UHT devait refléter l'ensemencement possible par la MAT du lait du soir et être effectué au minimum 6h après la fin du nettoyage. Lors de ces suivis, le lait UHT a été récupéré à la sortie du lactoduc d'évacuation (protocole de prélèvement en **annexe 4**).

L'objectif du prélèvement de lait 1^{er} bol était de voir s'il pouvait être un indicateur du pouvoir d'ensemencement lié au réservoir MAT dans ces conditions de réalisation, c'est à dire sans désinfection des trayons. Une contamination via la peau des trayons pouvait donc se faire (protocole de prélèvement en **annexe 5**).

Le lait d'une traite

Ce prélèvement au tank (cf §I.C.1) a été prélevé par l'éleveur la veille du suivi selon le protocole présenté en **annexe 6**.

Les prélèvements microbiologiques à la surface du matériel

Certains points de la MAT (vanne du tank, raccords,...) peuvent constituer des points critiques en termes d'efficacité de nettoyage et être des zones d'encrassement à l'origine de problèmes de qualité du lait. Des prélèvements pour analyses microbiologiques ont été effectués à la surface du matériel à l'aide de frottis par chiffonnettes. Le choix des surfaces à prélever a été déterminé au cas par cas par les techniciennes selon l'installation étudiée. La description du protocole est présentée en **annexe 10**.

Les prélèvements d'eau

L'eau du réseau, les eaux résiduelles et l'eau à la purge (parfois non possible pour cette dernière, en cas de purge automatique) ont été prélevées en vue de dénombrements de *Pseudomonas*. Il est en effet connu que *Pseudomonas* est largement véhiculé par l'eau et ces bactéries ne sont actuellement pas un critère de contrôle sanitaire de l'eau potable (ANSES, 2010).

L'eau du réseau devait correspondre à celle utilisée pour le nettoyage de la MAT. Ce prélèvement a été effectué par l'éleveur le matin du suivi avant toute utilisation du réseau car elle correspond à l'eau potentiellement la plus contaminée (protocole de prélèvement en **annexe 8**).

Des prélèvements d'eaux résiduelles (eaux stagnantes, restées piégées après le nettoyage) ont aussi été prévus lors des suivis (protocole en **annexe 7**). L'idée était de récupérer des eaux pouvant contaminer le matériel de traite et par conséquent le lait et d'identifier si des *Pseudomonas* s'y développent. Ils ont été faits juste avant le passage du lait UHT (avant la traite du soir) pour obtenir des échantillons représentatifs des eaux pouvant contaminer le lait lors de la traite. Les zones de prélèvements ont été choisies au cas par cas, les installations étant toutes différentes.

III. Analyses des échantillons

A. Les échantillons de lait et chiffonnettes

Les échantillons de lait ont été placés au congélateur juste après prélèvement afin d'être envoyés à l'EI-Purpan (Toulouse) pour les analyses bactériologiques. L'expédition de ces échantillons s'est faite en Chronopost dans des Sofribox® (**annexe 11**), boîtes isothermes permettant la conservation d'échantillons congelés pendant 72h. Les échantillons ainsi congelés l'ont été au maximum un mois pour ne pas biaiser les résultats. Ces échantillons ont subi plusieurs analyses : des tests d'évaluation d'aptitude acidifiante et des dénombrements de microflores. Pour les échantillons des suivis en fermes, toutes les analyses ont été réalisées à l'EI-Purpan. Concernant les essais au Pradel, une partie des échantillons de lait a été analysée en frais : des lactofermentations effectuées sur le site de la ferme.

B. Tests d'évaluation d'aptitude acidifiante et lactofermentations

Le test d'évaluation d'aptitude acidifiante permet d'évaluer l'aptitude acidifiante des laits, paramètre essentiel en technologie lactique. Basé sur la coagulation acide du lait par floculation des protéines, ce test permet de suivre le comportement de l'écosystème microbien du lait dans des conditions de temps et de température précises (CASDAR « Contribuer à la performance technico-économique des exploitations fromagères fermières en améliorant la maîtrise technologique et la qualité des fromages », 2008-2010).

A 22°C, température utilisée en technologie lactique, le comportement des bactéries du lait est jugé en mesurant l'évolution du pH et/ou de l'acidité. L'effet de la croissance simultanée des différentes flores du lait indépendamment des autres éléments présents dans le fromage (présure,...) est ainsi évalué. Il s'agit d'incuber du lait dans un bain-marie (**figure 11**) à une température fixée (en lien avec la méthode de fabrication du fromage étudié), ici à 22°C, afin d'étudier la coagulation, l'aspect du coagulum obtenu, le pH et l'acidité Dornic. Ces paramètres ont été évalués à 0h, 24h, 32h et 48h (protocole des tests d'aptitude acidifiante en **annexe 12**).



Figure 11 : Incubation de laits dans un bain-marie thermostaté



Figure 12 : Aspect des coagulums pouvant être observés

Pour les échantillons du Pradel, ces tests ont été complétés par des lactofermentations à 37°C favorisant le développement de certains germes indésirables. Si l'un de ces germes est présent dans le lait, sa multiplication provoquera une modification du caillé obtenu (**figure 12**). Au contraire, l'obtention d'un caillé bien lisse indique a priori une quantité insuffisante de germes indésirables pour avoir des conséquences d'ordre technologique.

C. Dénombrements de microflores

Sur chaque type de prélèvement (lait tank, lait UHT, lait 1^{er} bol), les dénombrements des flores suivantes étaient prévus : flores d'intérêt technologique (Lactocoques, Entérocoques, bactéries hétérofermentaires, levures et moisissures, Staphylocoque à Coagulase Négative), flores d'altération (*Pseudomonas*, Coliformes totaux), flores potentiellement pathogènes (Staphylocoque à Coagulase Positive). Cependant les Lactocoques n'ont finalement pas pu être dénombrés car le milieu sélectif initialement prévu pour ce dénombrement, et actuellement testé dans un projet en cours, s'est avéré non sélectif. Faute de pouvoir dénombrer ces flores, les données pH

permettront d'avoir une idée de l'aptitude acidifiante des flores et donc de la présence de flores acidifiantes (tableau 3).

Tableau 3 : Flores recherchées, milieux et caractéristiques d'incubation

Flore présumée	Milieu	Température d'incubation	Temps d'incubation
Lactocoques	KCA modifié de Waes, G	30°C	48h
Entérocoques	BEA	37°C	48h
Hétérofermentaires	MRS + azide de sodium + vancomycine	30°C	48h
Coliformes	VRBL	30°C	48h
<i>Pseudomonas</i>	Cétrimide	22°C	48h
Staphylocoques à Coagulase Positive	BP + RPF	37°C	48h

D. Les échantillons d'eau

1. L'analyse des échantillons d'eau du Pradel

Ces échantillons ont été analysés par mesure de DCO. Une méthode normalisée (ISO 15705) en tube fermé a été utilisée pour la réalisation de ces mesures (protocole de mesure en **annexe 13**).

2. L'analyse des échantillons d'eau des suivis en fermes

Les prélèvements d'eau doivent être analysés moins de 24h après prélèvement. Après prélèvement, il est impératif que les flacons soient conservés au frais et expédiés le plus rapidement possible. Les échantillons d'eau ont été analysés en laboratoire selon différentes méthodes permettant un dénombrement de *Pseudomonas*.

IV. Traitement des données

A. Les données analytiques :

Les données de dénombrements microbiologiques et les résultats des aptitudes acidifiantes, des lactofermentations ont été renseignés dans un fichier Excel®. Ces données ont été traitées par des statistiques descriptives à l'aide du logiciel SPAD (SPAD®, version 7) : moyennes, écarts-types, corrélations. Ces statistiques élémentaires ainsi que des graphiques ont permis de décrire les échantillons de lait pour chaque type de lait (Pradel et suivis en fermes).

En exploitations, au niveau des données analytiques des laits UHT mis en circulation dans la MAT du premier suivi, une analyse en composantes principales (ACP) suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH), une coupure d'arbres ont permis de générer des « classes » de laits se différenciant selon les données microbiologiques et les aptitudes acidifiantes.

B. Le lien avec les données d'enquêtes en exploitations :

Des analyses bivariées (Procédure « Caractérisation d'une variable qualitative » de SPAD) permettent d'évaluer le lien entre les variables recueillies par enquêtes (variables caractérisantes) et chaque classe de laits (variable à caractériser), ainsi que d'identifier les variables susceptibles d'expliquer ces classes. Le test statistique utilisé ici est le test du χ^2 pour les variables qualitatives, et celui de Fisher pour les continues.

RESULTATS DES ESSAIS A LA FERME EXPERIMENTALE DU PRADEL

Des laits 1^{er} bol ont été prélevés en exploitations en sortie du lactoduc d'évacuation : la comparaison des résultats obtenus avec cette technique, la méthode lait UHT et les résultats obtenus au niveau du lait de traite se fera donc en poolant les données des exploitations et de la ferme du Pradel. Ces résultats sont présentés dans la dernière partie concernant les résultats.

I. Investigations méthodologiques sur le diagnostic MAT

A. Profil moyen du lait de traite en comparaison à celui de fin de traite :

Même si les essais ont été regroupés sur 4 semaines, une certaine variabilité a été mise en évidence au niveau des laits de traite (**figure 13**). Dans ce sens, il est difficile de pooler l'ensemble des résultats sur 4 semaines, sachant que les différentes modalités n'ont été étudiées que sur certaines d'entre elles. Seuls les laits de traite ont été prélevés à la même fréquence que les laits de fin de traite. Les résultats microbiologiques moyens (**figure 13**) montrent que ces derniers sont toujours plus chargés, quel que soit le type de flore mais tout particulièrement pour les flores d'altération (coliformes, *Pseudomonas*) avec une variabilité moindre. Ainsi, en termes de profil de flores, le lait de fin de traite sur-estime la présence potentielle de flore d'altération. Les résultats de la lactofermentation à 37°C confirment ce constat (**figure 14**), davantage de laits digérés voire même gonflés ayant été obtenus avec ce type de lait. Ces laits davantage chargés en microflore sont également plus acidifiants (**figure 13**).

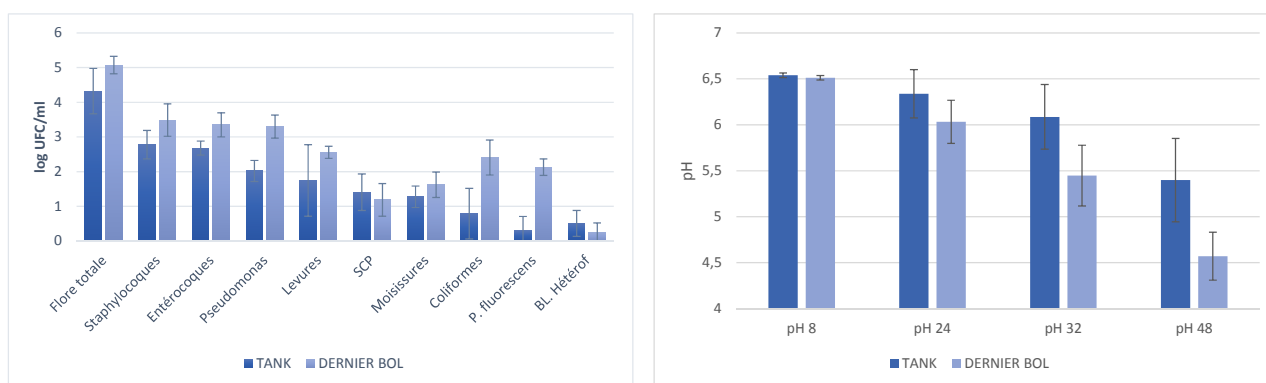


Figure 13 : Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements microbiologiques et des pH mesurés lors de l'incubation à 22°C des laits de traite et de fin de traite (n=12)

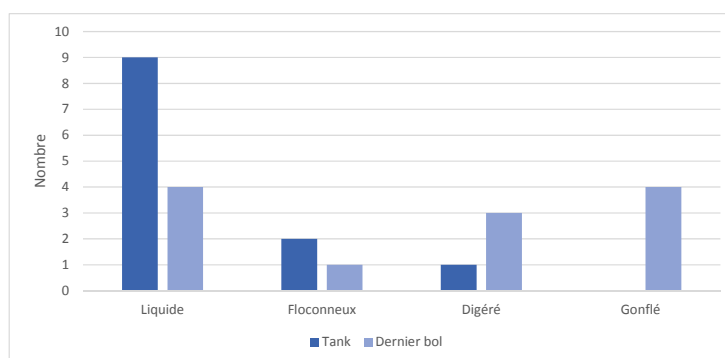


Figure 14 : Répartition en nombre des résultats de lactofermentation à 37°C (observation des gels après 24H) pour les laits de tank et de dernier bol (n=12)

B. Profil moyen du lait de fin de traite en comparaison à la technique lait UHT

Les résultats obtenus sur le lait de fin de traite ont été comparés à ceux obtenus avec la technique du lait UHT habituellement mise en œuvre (mise en circulation 6H après nettoyage) sur les semaines 1 et 4 (**figures 15 et 16**).

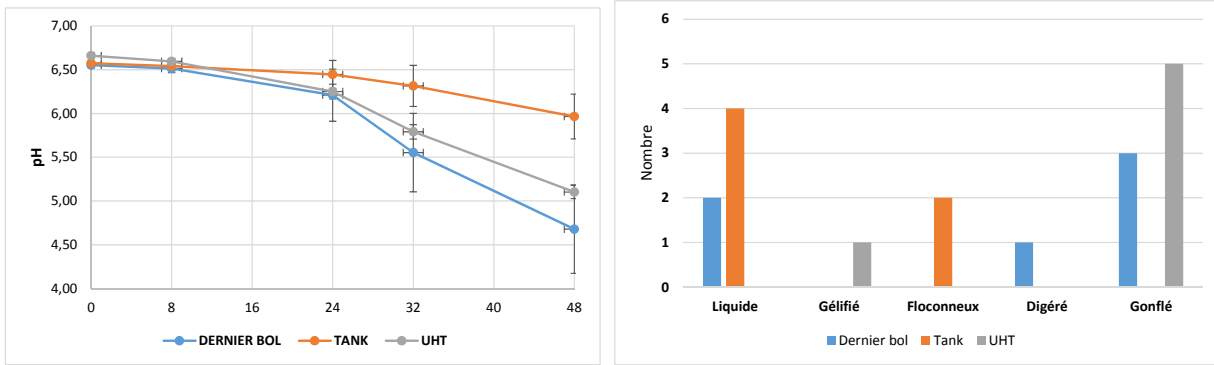


Figure 15 : Résultats du test d'aptitude acidifiante à 22°C– graphique de gauche et répartition en nombre des résultats de lactofermentation à 37°C (observation des gels après 24H)- graphique de droite pour les laits UHT, de tank et de dernier bol (n=6)

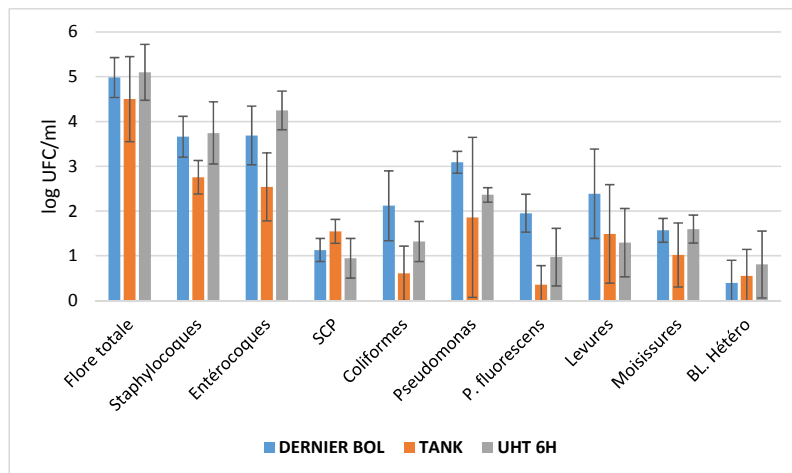


Figure 16 : Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements microbiologiques des laits UHT, des laits de traite et de fin de traite (n=6)

Alors que les laits de fin de traite ont en moyenne le même niveau de flore totale que les laits UHT ayant circulé dans la MAT, ils ont en revanche des niveaux de Pseudomonas, coliformes, levures plus élevés, moins d'entérocoques et de bactéries lactiques hétérofermentaires. Ils ont également une meilleure aptitude à l'acidification. Seuls les niveaux de moisissures, de staphylocoques sont du même ordre de grandeur que ceux des laits UHT. Les gels obtenus par lactofermentation à 37°C sont souvent gonflés, ce qui est rencontré aussi pour les laits UHT mais de façon moins systématique.

Ces premières observations, méritant d'être confirmées, semblent montrer que ce lait de fin de traite est à la fois peu représentatif des niveaux de microflores dans les laits de traite et des laits UHT circulant dans la MAT, ce dernier servant de référence pour connaître l'ensemencement apporté par la MAT.

C. Comparaison des techniques lait UHT 6H et 24H

Ces deux techniques n'ont pas pu être mises en place en même temps car cela aurait faussé les résultats. La comparaison doit donc s'effectuer avec prudence au regard des résultats obtenus en parallèle sur le lait de traite et le lait premier bol prélevé sortie lactoduc d'évacuation.

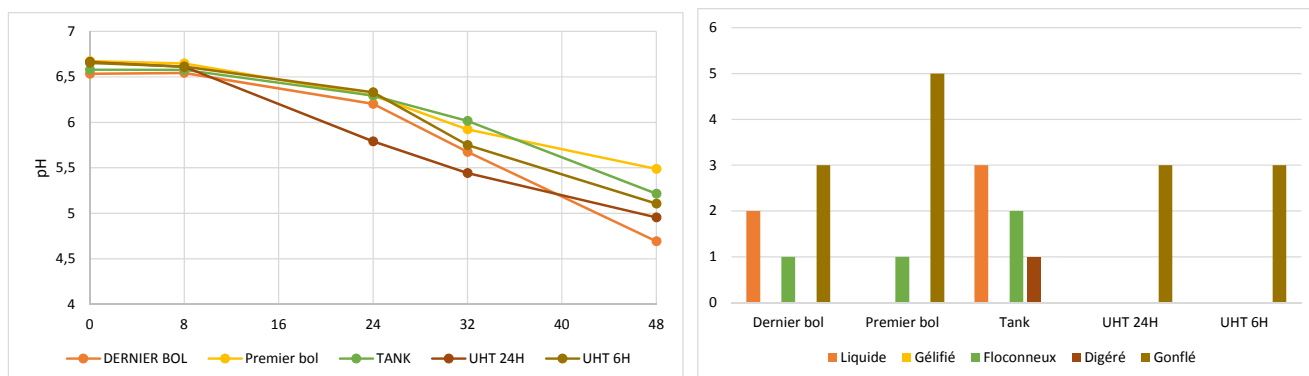


Figure 17 : Résultats du test d'aptitude acidifiante à 22°C– graphique de gauche et répartition en nombre des résultats de lactofermentation à 37°C (observation des gels après 24H)- graphique de droite (n=3 pour les laits UHT, n=6 pour les autres types de laits)

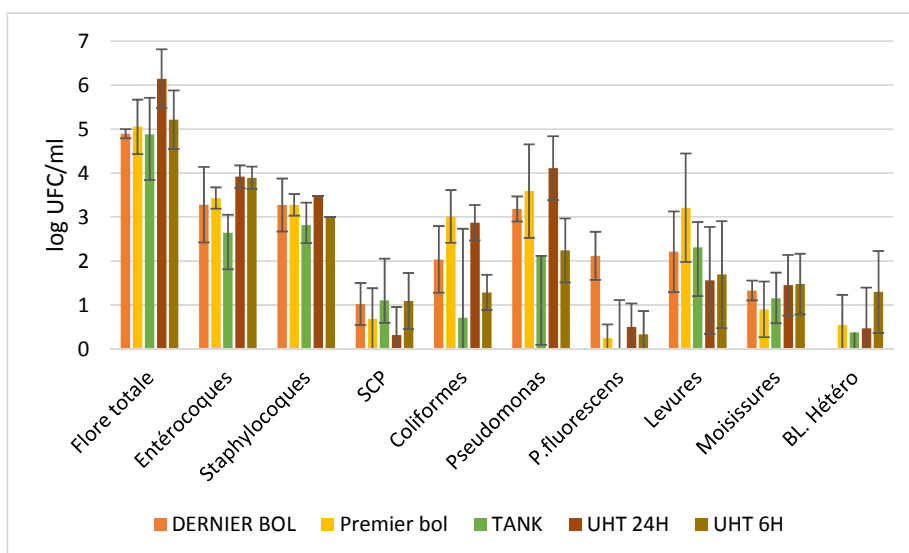


Figure 18 : Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements (n=3 pour les laits UHT, n=6 pour les autres types de laits)

Les deux types de laits UHT-MAT étudiés dans cette série donnent tous deux des laits gonflés 24 heures après incubation à 37°C (**figure 17**). La charge en microflore du lait mis en circulation 24 heures après nettoyage est plus élevée que celle 6 heures après nettoyage (**figure 18**) et cela semble être du notamment aux *Pseudomonas* qui sont également dénombrés en quantité plus élevée 24 heures après nettoyage à la différence des autres microflores. Ces laits mis en circulation 24 heures après nettoyage acidifient plus rapidement à 22°C que les laits UHT mis en circulation 6 heures après nettoyage (**figure 17**).

Ces observations réalisées en petit nombre méritent d'être confirmées mais il semble que la flore présente dans les biofilms de la MAT, notamment les *Pseudomonas spp*, se développe encore entre 6H et 24 H après le nettoyage. Il serait donc préférable, dans la mesure du possible, de diagnostiquer le pouvoir d'ensemencement de la MAT en faisant passer le lait UHT dans la MAT directement avant la traite.

D. Comparaison du lait 1^{er} bol prélevé à la purge/ lait 1^{er} bol prélevé sortie du lactoduc d'évacuation

Ces deux techniques ont pu être comparées de manière descriptive sur les deux premières semaines d'essais.

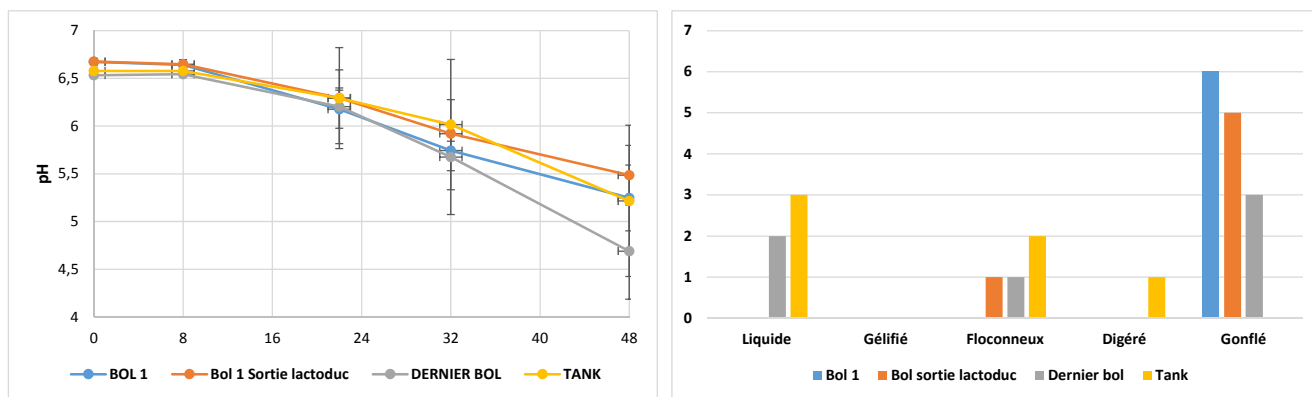


Figure 19 : Résultats du test d'aptitude acidifiante à 22°C– graphique de gauche et répartition en nombre des résultats de lactofermentation à 37°C (observation des gels après 24H)- graphique de droite (n=6 pour les laits de premier bol, dernier bol, lait de tank)

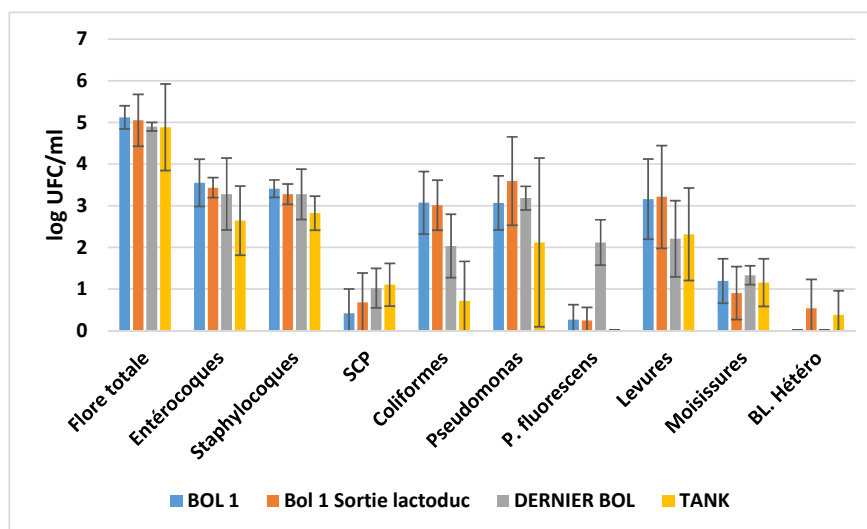


Figure 20 : Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements microbiologiques (n=6 pour les laits de premier bol, dernier bol, lait de tank)

L'analyse des résultats permet de mettre en évidence que la charge microbienne totale des laits premier bol prélevé à la purge et des laits premier bol prélevé à la sortie du lactoduc d'évacuation est globalement similaire (**figure 20**). La seule différence de dénombrement de plus de 0.5 log concerne les *Pseudomonas spp* : ils sont dénombrés en quantité plus élevée dans les laits premier bol sortie lactoduc d'évacuation. Les laits premier bol prélevés sortie lactoduc d'évacuation ont tendance à un peu moins acidifier (**figure 19**). Le comportement de ces deux types de laits est globalement similaire à 37°C : ils donnent des laits gonflés (1 seul lait est floconneux pour ce qui concerne les laits prélevés sortie lactoduc d'évacuation).

Ces premières observations semblent montrer que ces deux types de laits « premier bol » ont un comportement globalement similaires mais avec une différence néanmoins sur les *Pseudomonas spp* et l'aptitude acidifiante de ces laits. Comme on le verra dans la suite du rapport, les *Pseudomonas spp* et les flores acidifiantes sont des flores apportées majoritairement par la MAT. Sachant que le lait UHT mis en circulation est prélevé sortie lactoduc d'évacuation, il est donc préférable de se placer dans les mêmes conditions pour le lait premier bol.

E. Utilisation de la technique du lait UHT pour évaluer l'efficacité du NED

La méthode lait UHT a été mise en œuvre avant et après nettoyage sur 3 jours lors de la troisième semaine d'expérimentation.

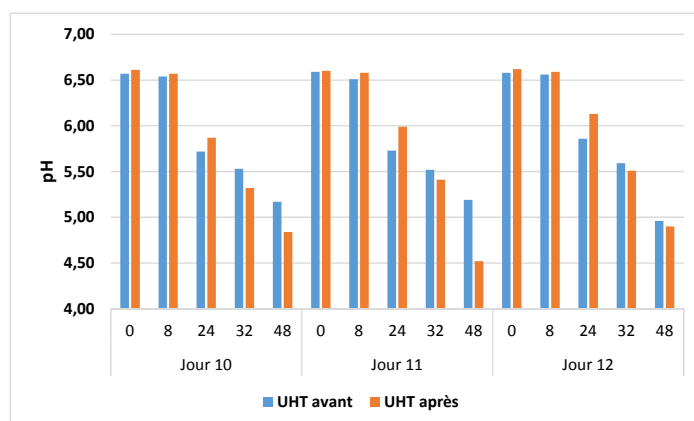


Figure 21 : Résultats du test d'aptitude acidifiante sur les laits UHT avant et après nettoyage (n=3)

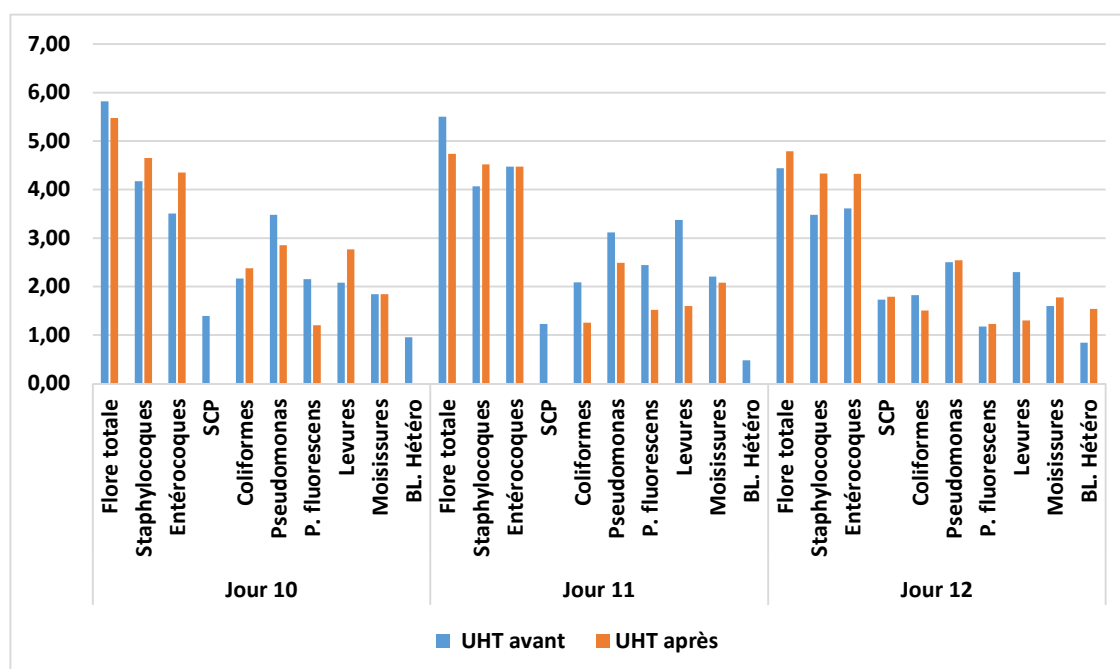


Figure 22 : Résultats des dénombrements microbiologiques sur les laits UHT avant et après nettoyage (n=3)

Tableau 4 : Résultats des tests de lactofermentation à 37°C sur les laits UHT-MAT avant/après nettoyage (n=3)

	UHT avant nettoyage	UHT après nettoyage
Jour 10	Digéré	Digéré
Jour 11	Digéré	Digéré
Jour 12	Gonflé	Gélifié

Ces résultats, méritant d'être confirmés, mettent en évidence que les résultats des dénombrements et tests effectués sur les laits UHT-MAT avant et après nettoyage sont très peu différents : selon le jour de prélèvement et la microflore dénombrée, le dénombrement est plus faible ou plus élevé après nettoyage. L'opération de nettoyage ne modifie donc pas *a priori* le profil de flores pouvant être apportées par la MAT.

F. Premières conclusions :

Les résultats, méritant d'être confirmés, montrent que la flore présente dans les biofilms de la MAT, notamment les *Pseudomonas*, se développe encore entre 6H et 24 H après nettoyage. Il serait donc préférable, dans la mesure du possible, de diagnostiquer le pouvoir d'ensemencement de la MAT en faisant passer le lait UHT dans la MAT directement avant la traite. Les résultats des dénombrements et tests effectués sur les laits UHT avant et

après nettoyage sont très peu différents : selon le jour de prélèvement et la microflore dénombrée, le dénombrement est légèrement plus faible ou plus élevé après nettoyage. L'opération de nettoyage ne modifie donc pas *a priori* le profil de flores pouvant être apportés par la MAT, ce qui mérite d'être confirmé par d'autres méthodes d'évaluation d'efficacité du nettoyage et d'autres observations.

Les deux types de laits « premier bol » ont un comportement globalement similaires mais avec une différence néanmoins sur les *Pseudomonas spp* et l'aptitude acidifiante de ces laits. Comme on le verra dans la suite du rapport, les *Pseudomonas spp* et les flores acidifiantes sont des flores apportées majoritairement par la MAT. Sachant que le lait UHT mis en circulation est prélevé sortie lactoduc d'évacuation, il est donc préférable de se placer dans les mêmes conditions pour le lait premier bol.

Ces premières observations semblent montrer que le lait de fin de traite est à la fois peu représentatif des niveaux de microflores dans les laits de traite et des laits UHT circulant dans la MAT, ce dernier servant de référence pour connaître l'ensemencement apporté par la MAT.

II. Résultats du test d'évaluation de l'élimination des souillures par mesure de la DCO

Tableau 5 : Résultats des mesures de DCO (mg/l)

Echantillon	Moyenne DCO mg/l(écart type)	Moyenne pH (écart type)
Eau de réseau	253 (93) De 180 à 400 mg/l	7,24 (0,4)
Eau de pré-lavage	2233 (1465)	7,34 (0,4)
Eau de rinçage final	274 (119)	7,25 (0,4)

Les mesures faites sur l'eau de pré-lavage mettent en évidence des valeurs élevées de DCO. Cette eau est en effet la première à circuler lors du nettoyage et est donc très chargée en lait résiduel (**tableau 5**).

Les résultats montrent aussi que l'eau récupérée en fin de nettoyage (lors du rinçage final) a un niveau de DCO du même ordre de grandeur que ceux obtenus pour l'eau du réseau. Il semble donc que peu de matières organiques soient encore présentes dans la MAT. Cependant, l'eau de rinçage final est souvent très légèrement plus chargée que l'eau de réseau mais l'écart est faible en comparaison à l'écart type et on ne sait pas si cet écart observé peut poser problème.

Les mesures comparées de DCO entre l'eau de réseau et de fin de nettoyage révèlent une faible différence, indiquant une faible quantité résiduelle de souillures organiques mais on se sait pas si c'est problématique ou non. Par ailleurs, étant donné les écarts-types de mesure, si le problème de nettoyage est minime, il sera certainement difficile de le détecter avec la DCO. Des suivis complémentaires en exploitations rencontrant des problèmes importants de nettoyage permettraient de voir si la DCO est un indicateur adapté dans ces conditions.

RESULTATS DES SUIVIS EN FERMES

I. Présentation des exploitations suivies

Suite au premier comité de pilotage de l'étude, 12 exploitations ont été choisies, initialement classées drastiques et non drastiques sur la base des critères indiqués dans la partie matériels et méthodes. Au vu du premier suivi en fermes, cette classification (**cf. annexes 15 et 16**) a été revue.

- Les exploitations **drastiques** (n=3) : ces exploitations ont des pratiques drastiques en termes de nettoyage/désinfection, d'entretien et d'état du matériel. Parmi ces exploitations, 2 livrent leur lait (une des deux transforme également) et la troisième transforme. Pour autant, la drasticit  de ces exploitations ne semble pas liée à la taille de l'exploitation ni à la productivité des chèvres.

- Les exploitations ne pratiquant qu'**un seul lavage par jour** (n=3) : dans ce groupe un rinçage est réalisé après la traite du soir et l'alternance de produits acide et alcalin est réalisée. Deux de ces élevages ont des températures finales de nettoyage comprises entre 35 et 40 C. Par ailleurs, les recommandations pour le

renouvellement des manchons sont respectées et la SDT n'est pas forcément toujours très propre selon les exploitations.

- Les exploitations **non drastiques pour le renouvellement du matériel** (n=4) : le renouvellement des manchons et tuyaux à lait n'est pas réalisé selon les recommandations. Effectivement, pour 3 de ces exploitations les manchons en caoutchouc ne sont renouvelés que tous les 2 ans (au lieu de tous les ans) et dans la 3^{ème} les tuyaux à lait ne sont remplacés que tous les 5 ans alors qu'il est préconisé de les changer tous les 3 ou 4 ans. Dans ce groupe, 2 exploitations transforment leur lait et les 2 autres le livrent.

- Les exploitations **non drastiques pour le renouvellement du matériel et la température de lavage** (n=2) : les préconisations de renouvellement des manchons et tuyaux à lait ne sont pas respectées, tout comme la température de fin de lavage. En effet, celle-ci est dans les 2 cas inférieure ou égale à 35°C. Les SDT ne sont pas forcément propres et ce sont des exploitations transformant leur lait. De plus, ces élevages pratiquent le déssaisonnement du troupeau.

II. Description de la composition microbiologique et aptitude acidifiante des différents laits (traite, 1^{er} bol, lait UHT)

Cette partie présente le profil moyen de chaque lait, en sachant que ces résultats sont basés sur les 4 suivis des 12 fermes.

A. Le lait de traite

Les résultats obtenus sur les dénombrements de flores (**figure 23**) des échantillons de lait de traite montrent un niveau de flore totale de 4,17 log UFC/ml. Le lait de traite présente une diversité importante de flores : flores d'intérêt fromager mais aussi flores d'altération et pathogènes. Les SCN constituent la flore majoritaire.

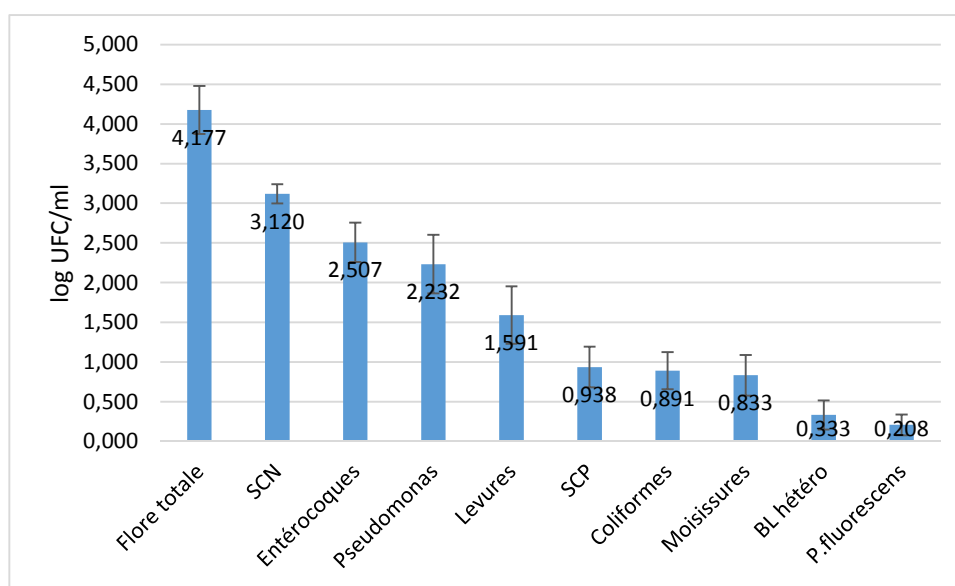


Figure 23 : Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements microbiologiques des laits de traite (n=12 fermes, 4 laits par exploitation)

Dans les sous dominants, on retrouve des entérocoques, mais également les *Pseudomonas* présents en quantité significative puis les levures. La présence de SCP, coliformes et moisissures est non négligeable alors que les bactéries hétérofermentaires et *P. fluorescens* sont en quantité faible. Il est important de rappeler que les lactocoques n'ont pu être dénombrés. Cependant, les aptitudes acidifiantes réalisées sur ces échantillons de lait de traite permettent d'avoir une idée de la capacité d'acidification de ces laits : le pH de ces laits est de 5,40 après 32h d'incubation à 22°C (**figure 24**).

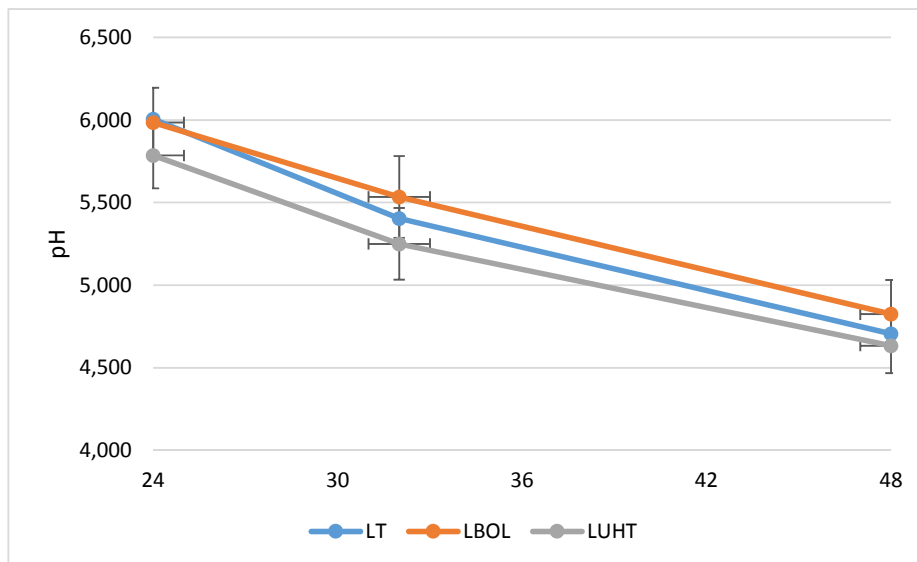


Figure 24 : Résultats des tests d'aptitude acidifiante des laits de traite, lait 1^{er} bol et lait UHT-MAT (n=12 fermes, 4 laits par exploitation)

B. Le lait UHT-MAT

Les dénombrements effectués sur les laits UHT-MAT (figure 25) montrent des similitudes et différences avec le profil des laits de traite. Les SCN, dont l'ensemencement est apporté majoritairement par les trayons, même s'ils restent dans les flores majoritaires, sont cependant au même niveau que les *Pseudomonas*, entérocoques et les levures dans une moindre mesure. On retrouve ensuite les coliformes et les moisissures alors que les SCP sont à un niveau inférieur. Les bactéries hétérofermentaires et les *P. fluorescens* sont faiblement dénombrés. Ces laits présentent en moyenne une bonne aptitude acidifiante, la meilleure des trois types de laits (figure 24).

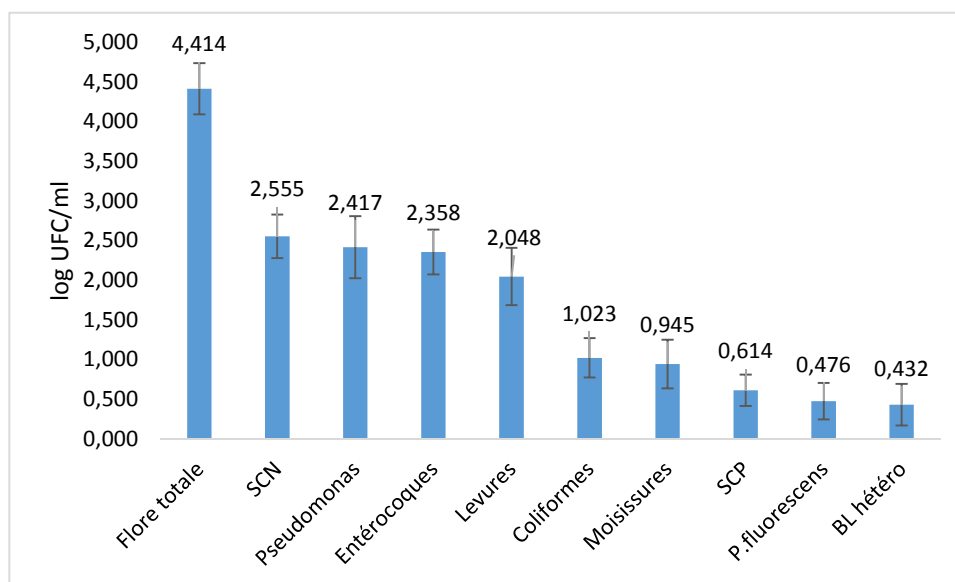


Figure 25 : Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements microbiologiques des laits UHT-MAT (n=12 fermes, 4 laits par exploitation)

C. Le lait 1^{er} bol

Dans ces échantillons de lait, le niveau en flore totale est de 4,41 log UFC/ml. Les SCN, entérocoques et *Pseudomonas* sont majoritaires (figure 26). Suivent ensuite les levures et avec un niveau inférieur les coliformes puis SCP et moisissures. Les hétérofermentaires et les *P. fluorescens* sont les moins dénombrés. Les mesures effectuées prouvent la capacité de ces laits à s'acidifier, bien que le lait 1^{er} bol ait une moins bonne capacité à s'acidifier par rapport au lait UHT et au lait de traite (figure 24).

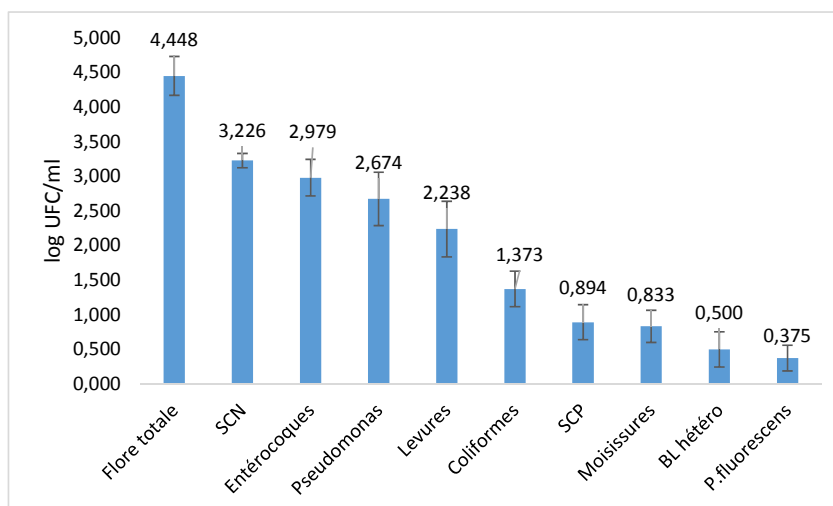


Figure 26 : Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements microbiologiques des laits 1^{er} bol (n=12 fermes, 4 laits par exploitation)

Les profils globaux des laits étudiés mettent en évidence que le lait de traite et le lait 1^{er} bol ont des profils proches bien que le lait 1^{er} bol soit un peu plus chargé avec un peu plus de levures et moins de SCP. Le profil microbiologique du lait UHT-MAT est un peu différent. Les différences observées peuvent s'expliquer par le fait que les prélèvements de lait UHT ne prennent pas en compte tous les réservoirs de microflore et surtout le réservoir trayon. Les corrélations présentées ci-après permettront d'essayer de comprendre les différences et points communs entre ces laits.

D. Les chiffonnettes

Les prélèvements réalisés sur des zones à risque (vanne tank, coudes, raccords...) montrent des niveaux de flore élevés avec une forte présence de flore d'altération, les niveaux de *Pseudomonas* étant en moyenne quasiment similaires à ceux des entérocoques (**figure 27 pour les vannes**) avec cependant une forte variabilité.

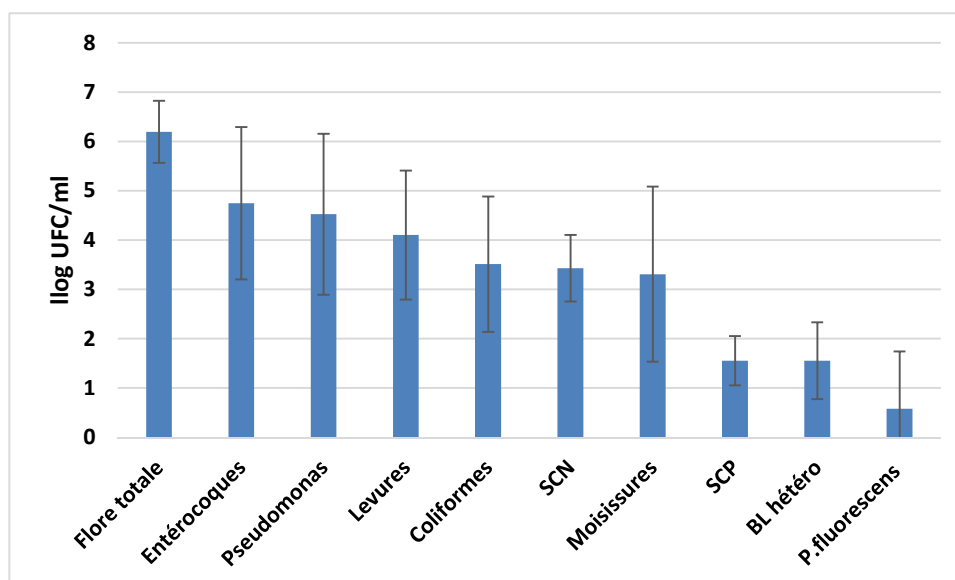


Figure 27 : Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements microbiologiques des frottis réalisés sur la vanne du tank (n=7, 5 fermes avec 1 à 3 prélèvements par ferme)

Au niveau des coupelles de lavage (**figure 28**), les dénombrements en flore totale sont également élevés avec une dominance des entérocoques. Les flores d'altération sont en moyenne en quantité plus faibles que dans les vannes de tank mais on note une forte variabilité pour *Pseudomonas spp.*

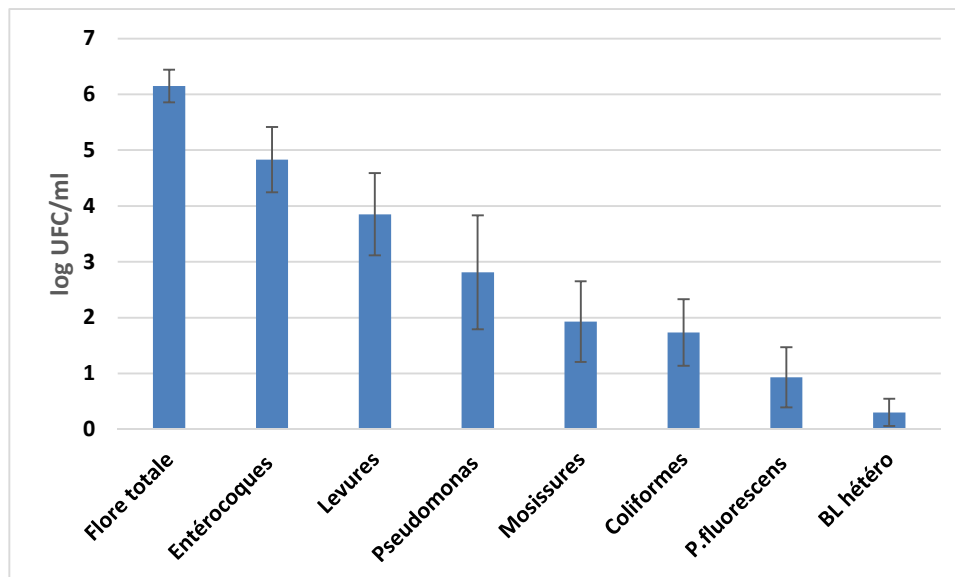


Figure 28 : Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements microbiologiques des frottis réalisés sur les coupelles de lavage (n=14, 5 fermes avec 1 à 5 prélèvements par ferme)

III. La typologie des laits UHT-MAT du premier suivi

Les résultats de la première visite (détails des résultats d'analyses microbiologiques et des tests d'aptitude acidifiante en **annexe 17**) ont été utilisés pour caractériser le pouvoir d'ensemencement de chacune des MATs étudiées. Une typologie de ces caractéristiques a été effectuée afin d'analyser ensuite les liens avec la conception, l'entretien et le nettoyage des installations de traite.

A. Les résultats de l'ACP

Les dénombrements de flores ainsi que l'évaluation de l'aptitude acidifiante des échantillons de lait UHT ont été utilisés comme variables continues actives et les dénombrements faits sur les échantillons de lait de traite et 1^{er} bol comme variables continues illustratives. L'**annexe 18** montre la part de variabilité expliquée par les cinq premiers axes factoriels et présente les corrélations des variables avec les différents axes de l'ACP. Ainsi le premier axe (29,11%) est fortement corrélé avec les levures et est corrélé avec les niveaux de SCP, SCN, moisissures et à moindre mesure avec le niveau en coliformes. Le deuxième axe (18,23%) est fortement corrélé négativement avec les SCN et les *Pseudomonas*. Le troisième axe (16,98) est, quant à lui, corrélé négativement aux dénombrements de flore totale et entérocoques, mais également au pH et SCP. Les axes 4 (10,06%) et 5 (9,62%) sont respectivement corrélés négativement au pH et aux entérocoques. La visualisation de ces corrélations entre les variables et les deux premiers axes de l'ACP est représentée dans l'**annexe 18**. Les individus apparaissent également sur le graphique, ce qui permet de visualiser les flores les caractérisant.

B. Caractérisation des profils de flore et d'aptitude acidifiante

La CAH a permis d'obtenir une typologie en 4, 7 ou 8 classes. Finalement, certaines classes ont été regroupées à dire d'expert et c'est une coupure en 5 classes qui a été retenue. Une partition en 7 ou 8 classes faisait apparaître des classes avec trop peu d'individus, et n'aurait pas permis de réaliser une caractérisation des classes par les pratiques des éleveurs. Les profils de flores mis en évidence par une partition en 5 classes présentaient des caractéristiques intéressantes pour l'étude. En outre, cette typologie a des points communs avec la classification de présentation de l'échantillon (**tableau 6**).

Tableau 6 : Comparaison des classifications

Individu	Typologie selon résultats microbiologiques	Classification présentation échantillon
1	Classe 1 : laits pauvres en flores d'altération et pathogènes tout en ayant une capacité moyenne à s'acidifier, malgré une moindre présence en levures	ND renouvellement matériel
7		ND renouvellement matériel
4	Classe 2 : laits pauvres en flores et présentent une faible capacité à s'acidifier	Drastique
6		ND renouvellement matériel
8		Drastique
2	Classe 3 : laits chargés en flores, notamment en flores indésirables	Un seul lavage par jour
5		Drastique
11		Un seul lavage par jour
12		Un seul lavage par jour
9	Classe 4 : classe intermédiaire mais un peu chargée en coliformes	ND renouvellement matériel et T° fin lavage
10		ND renouvellement matériel et T° fin lavage
3	Classe 5 : laits fortement chargés en levures, moisissures, SCP et <i>Pseudomonas</i>	ND renouvellement matériel

1. La classe 1 : les laits aux profils a priori intéressants

Les prélèvements de laits de la classe 1 (n=2) présentent un profil intéressant puisqu'ils ont des niveaux en SCP, *Pseudomonas*, et *P. fluorescens* significativement différents de la moyenne générale (**figure 29**). Les SCP ont été dénombrés à hauteur de moins d'1 log UFC/ml, les niveaux en *Pseudomonas* et levures sont inférieurs d'un peu plus d'1,2 log UFC/ml à la moyenne. Ces laits présentent tout de même une aptitude acidifiante très proche de la moyenne. Par ailleurs, ils présentent moins de levures que la moyenne des dénombrements effectués sur tous les échantillons.

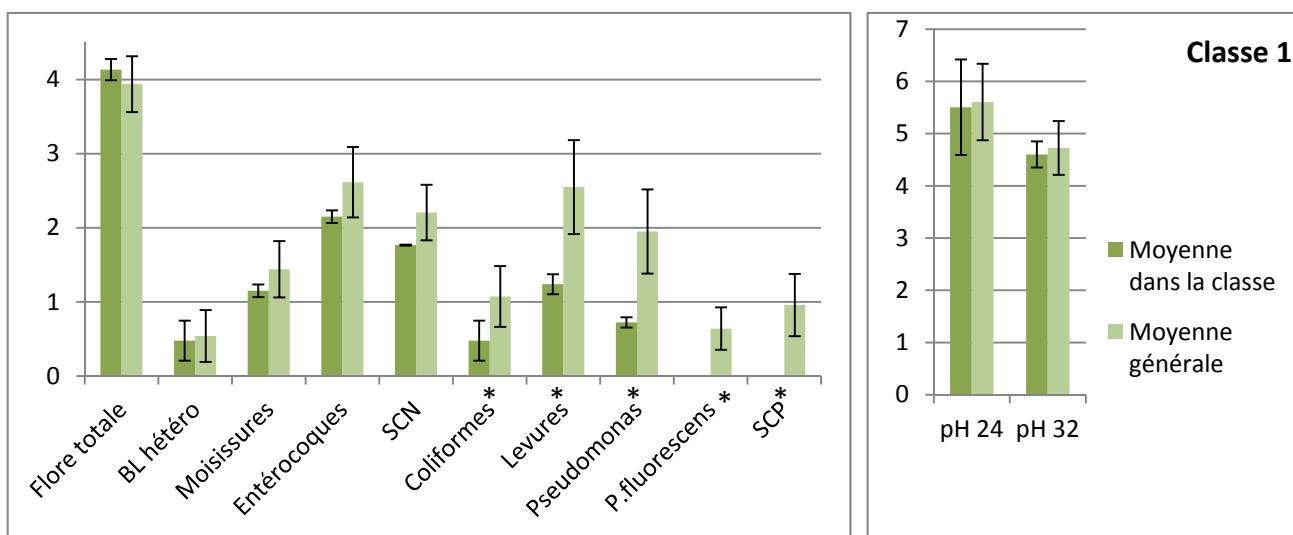


Figure 29 : Comparaison du profil microbiologique de la classe 1 à la moyenne générale

→ Cette classe constitue un profil intéressant pour l'étude car elle correspond à des laits pauvres en flores d'altération et pathogènes tout en ayant une capacité moyenne à s'acidifier, malgré une moindre présence en levures.

2. La classe 2 : les individus pauvres en flores

La classe 2 (n=3) se caractérise par des décombrements en flore totale bas (tous compris entre 0 et 3500 UFC/ml), la moyenne de cette classe étant inférieure de 0,9 log à la moyenne générale. Globalement cette classe est constituée de laits peu acidifiants, avec des niveaux en hétérofermentaires (0,318 log UFC/ml) et entérocoques (1,864 log UFC/ml) inférieurs aux niveaux moyens observés dans l'échantillon. Pour autant ces individus présentent des niveaux en *Pseudomonas* proches de la moyenne des autres individus (écart de 0,1 log), (figure 30).

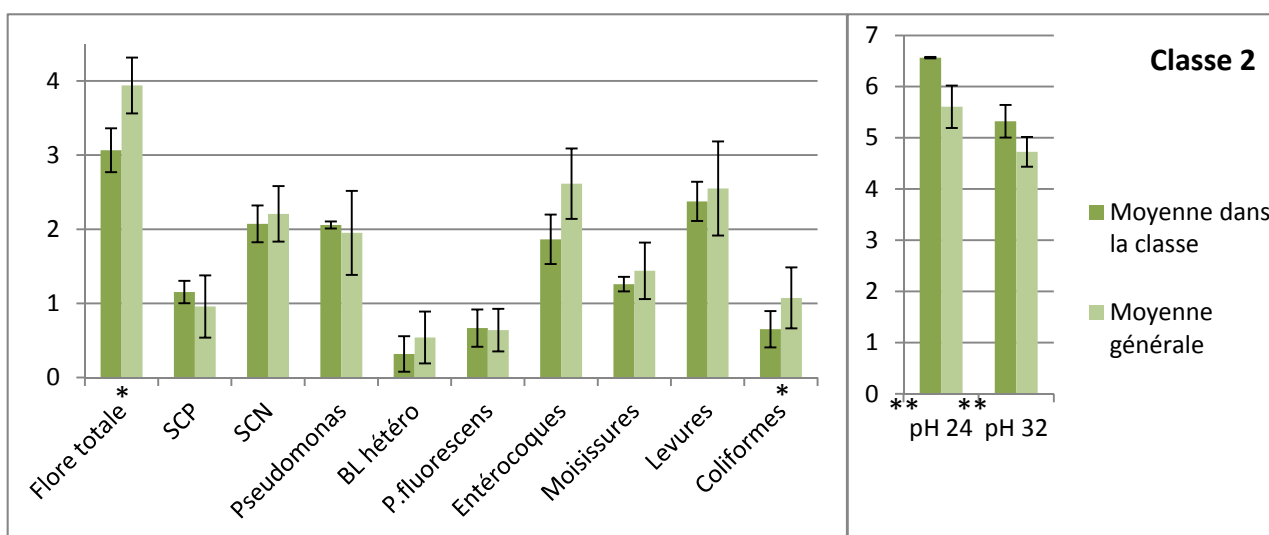


Figure 30 : Comparaison du profil microbiologique de la classe 2 à la moyenne générale

→ Les laits de la classe 2 sont pauvres en flores et présentent une faible capacité à s'acidifier.

3. La classe 3 : les individus chargés, notamment en indésirables

Les dénombrements de flore totale de la classe 3 (n=4) sont élevés, la moyenne pour cette classe étant supérieure de 0,5 log à la moyenne générale (dénombrements tous compris entre 10000 et 130000 UFC/ml). Les niveaux en flores indésirables sont également élevés : la moyenne en *Pseudomonas* est supérieure de 1,1 log à la moyenne générale et celle en bactéries coliformes dépasse la moyenne générale de 0,26 log. D'autre part, ces laits sont très légèrement plus acidifiants (**figure 31**).

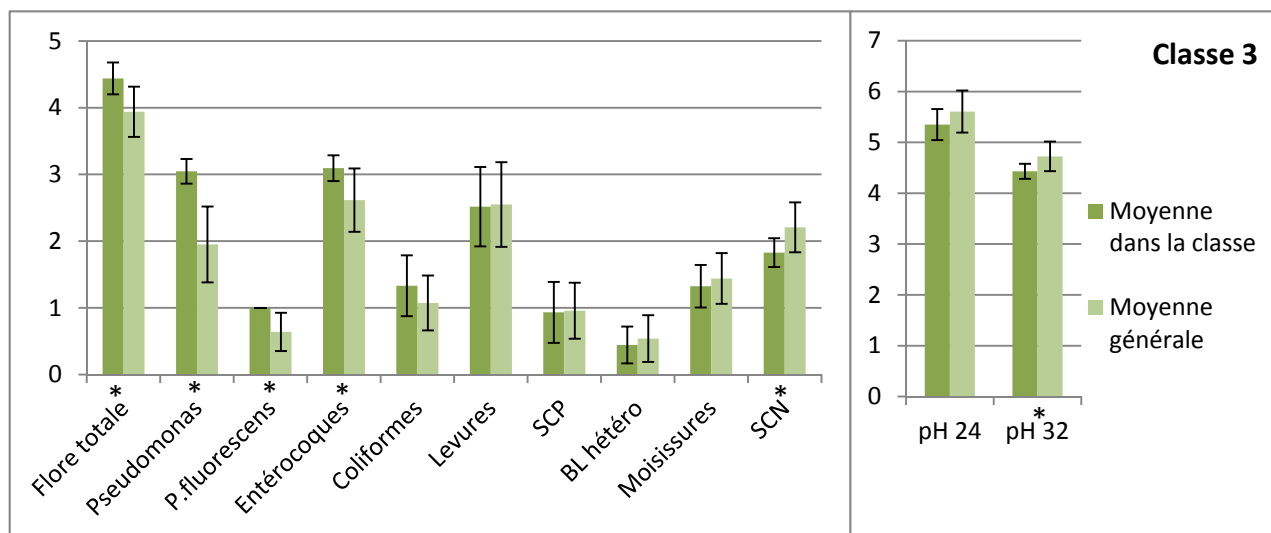


Figure 31 : Comparaison du profil microbiologique de la classe 3 à la moyenne générale

→ Les laits de la classe 3 sont chargés en flores, notamment en flores indésirables.

4. La classe 4 : la classe intermédiaire

La classe 4 (n=2) représente les profils microbiologiques des laits intermédiaires. Le niveau en flore totale est proche de celui de l'ensemble des échantillons, les moyennes en SCN et entérocoques sont tout de même très légèrement supérieures à la moyenne générale de 0,76 log et 0,94 log respectivement, de même que la moyenne en coliformes (+0,69 log). Les laits constituant cette classe présentent une aptitude acidifiante dans la moyenne (**figure 32**).

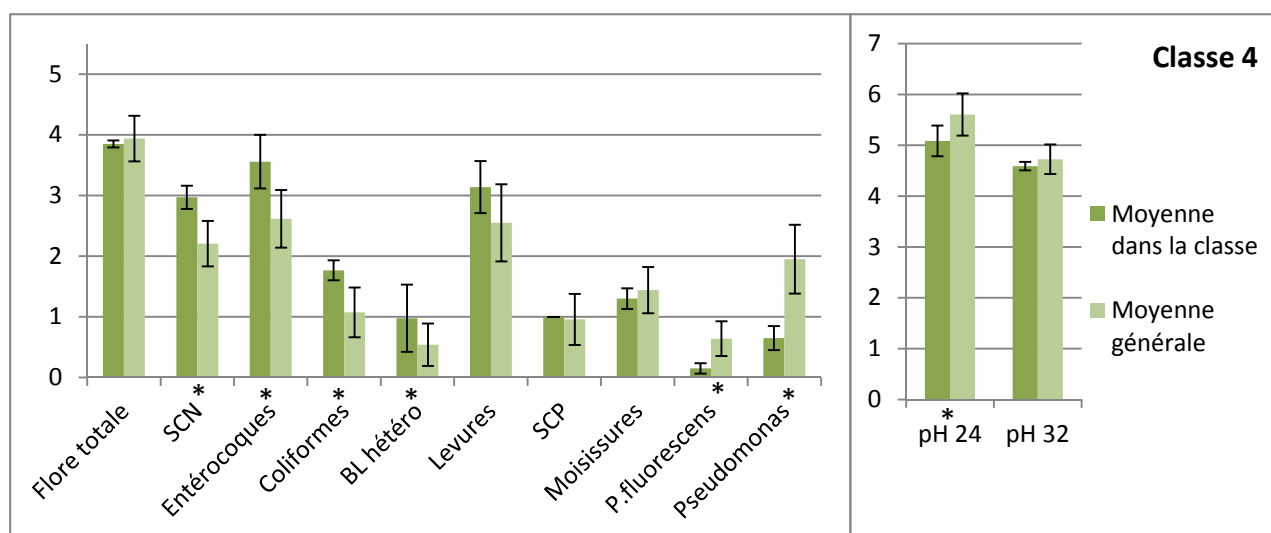


Figure 32 : Comparaison du profil microbiologique de la classe 4 à la moyenne générale

→ La classe 4 est une classe intermédiaire mais un peu chargée en coliformes.

5. La classe 5

Cette dernière classe est constituée d'un seul individu atypique. Ce lait présente un niveau en flore totale proche de la moyenne mais des niveaux de levures, moisissures, SCP et *P. fluorescens* quasiment deux fois supérieures aux niveaux moyens de l'échantillon (+2,09 log pour les levures, +1,86 log pour les moisissures, +1,34 log pour les SCP et +0,74 log pour les *Pseudomonas fluorescens*). La moyenne du dénombrement en SCN est de 3,477 log UFC/ml, valeur supérieure à la moyenne générale. De plus, ce lait a une aptitude acidifiante dans la moyenne (figure 33).

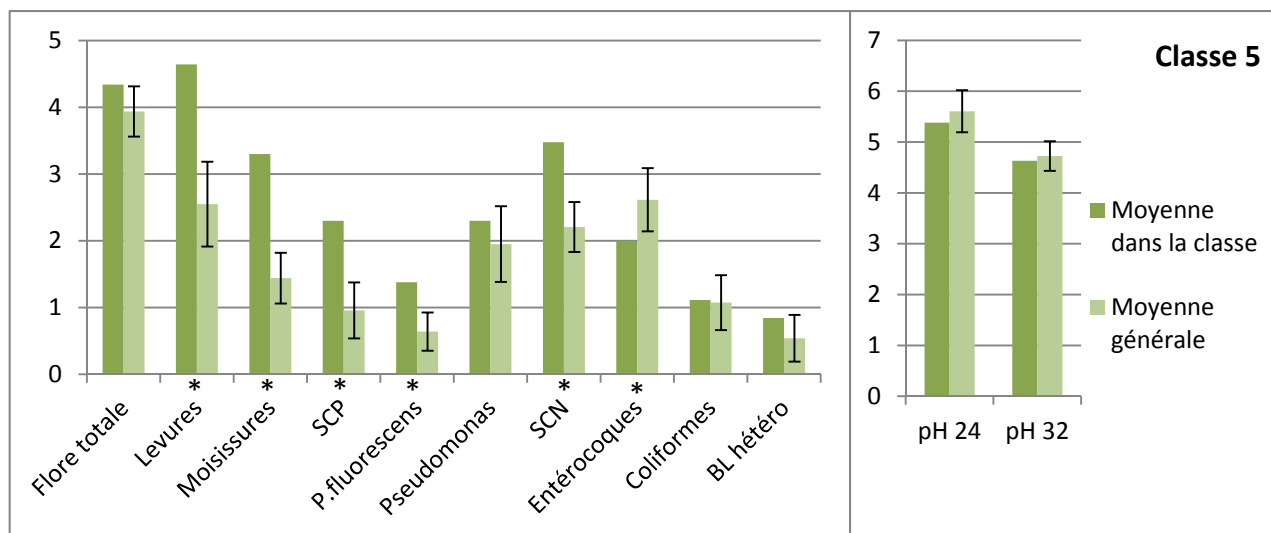


Figure 33 : Comparaison du profil microbiologique de la classe 5 à la moyenne générale

→ La classe 5 se caractérise par des laits fortement chargés en levures, moisissures, SCP et *Pseudomonas*.

IV. Caractérisation de la typologie par les pratiques d'élevage (annexe 19 et 20)

La méthode « Caractérisation d'une variable qualitative » permet de caractériser chaque profil de flores et d'aptitude acidifiante par des pratiques et données structurelles.

A. La classe 1 (n=2, classe dite intéressante)

La classe 1 (n=2) se caractérise donc principalement par une installation de traite moins grande et « simple » en termes de conception. Cette caractéristique est en accord avec une classe pauvre en flores indésirables puisque les raccords et coudes sont souvent difficilement nettoyables et donc source de flores indésirables voire pathogènes. Malgré un non-respect des recommandations de renouvellement des manchons trayeurs, ceux-ci semblent en bon état et n'ont pas de conséquence négative sur la qualité microbiologique du lait, ils pourraient même maintenir un niveau de flore acidifiante. Enfin, le respect des préconisations pour les températures de fin de lavage paraît favorable à une bonne qualité de lait. De plus, la simplification de l'installation impacte sur d'autres paramètres de l'installation : besoin en eau de la MAT, capacité du chauffe-eau, volume d'eau de nettoyage,...(annexe 21)

B. La classe 2 (n=3, pauvre en flores)

Cette classe (n=3) présente des laits pauvres en flores et peu acidifiants. Il a été mis en évidence que le lactoduc d'évacuation était uniquement constitué d'inox. Or le caoutchouc est davantage favorable à la formation de biofilms, cet élément de conception peut expliquer en partie une quantité limitée de flores dans les laits de ce groupe. De plus, le nettoyage de la MAT est parfois drastique (désinfection au peroxyde). (annexe 22)

C. La classe 3 (n=4, chargée en indésirables)

La classe 3 est donc d'abord caractérisée par sa conception notamment celle du lactoduc d'évacuation (annexe 23). La présence d'un nombre important de raccords, source d'indésirables, peut être mise en parallèle avec des

installations ayant subi des ajouts depuis l'installation. Les pratiques de simple rinçage le soir ne semblent pas adaptées à ces installations complexes difficiles à nettoyer. Le fait que les faisceaux trayeurs soient retirés du circuit de lavage seulement avant le début de la traite, a pour conséquence un contact prolongé entre le caoutchouc des faisceaux et les eaux résiduelles des coupelles et peut expliquer les dénombrements importants en *Pseudomonas*, puisque ces eaux sont très chargées en *Pseudomonas*, ce qui a été montré dans l'étude en cours à ce sujet.

D. La classe 4 (n=2, classe dite intermédiaire)

Les individus de ce groupe se distinguent via une installation complexe de grande taille. L'absence d'eaux résiduelles peut expliquer la faible présence de *Pseudomonas* dans le lait. Enfin, les suivis de nettoyage ont mis en évidence des températures de fin de lavage trop faibles ce qui pourrait entraîner une moindre efficacité du nettoyage sur ces installations grandes et complexes, favorisant l'implantation des coliformes dans la MAT. **(annexe 24)**

E. La classe 5 (n=1, chargée en levures, moisissures, SCP et *Pseudomonas*)

L'unique individu composant cette classe présente des niveaux en levures, moisissures, SCP et *Pseudomonas* importants. Les données recueillies lors des suivis en fermes montrent que la MAT est ancienne (>20 ans) et que la SDT est vétuste et empoussiérée aussi bien sur les murs qu'au plafond ou au sol. Par ailleurs, le sol est également encrassé avec des céréales et de l'herbe. De plus, la SDT, bien que fermée est située dans le même bâtiment que la chèvrerie. L'observation de la traite révèle quelques chutes et glissements de faisceaux. Les questions posées à l'éleveur révèlent, un changement peu fréquent des tuyaux à lait, puisque ceux-ci ne sont renouvelés que tous les cinq ans. Pour autant, il semble que ceux-ci ne soient pas en mauvais état bien qu'ils n'aient été remplacés qu'en 2010 pour la dernière fois. En termes de nettoyage : la dose d'acide utilisée est bien supérieure aux indications du fabricant et la dose d'alcalin trop faible par rapport aux besoins. **(annexe 25)**

→ **Les niveaux importants en levures et moisissures peuvent s'expliquer par l'empoussièrisme important de la SDT.**

V. Analyse de l'évolution des résultats au cours des suivis

Le premier suivi a servi à réaliser un diagnostic global de la machine à traire. Suite à cette première visite, selon les situations, des changements ont été préconisés par les deux techniciens enquêteurs. En fonction de la situation du producteur (problèmes de fabrication, présence ou non importante de flore d'altération), d'autres changements de pratiques ont pu être préconisés lors des autres visites, mis en place ou non.

A. Typologie des exploitations selon les résultats au cours des suivis

Une typologie d'exploitations à dire d'experts a été réalisée sur l'évolution des résultats microbiologiques des laits UHT-MAT au cours des suivis. En raison de données manquantes, seules les données de 10 exploitations ont pu être exploitées.

1. Classe 1 (n=3) : une certaine stabilité des résultats (figure 33)

Les 3 exploitations (2, 11, 12) de la classe 1 présentent une relative stabilité au niveau des résultats d'analyses microbiologiques, la différence de niveau étant en moyenne, au maximum d'un log sur les différentes flores dénombrées. Il manque par ailleurs les résultats du passage B pour vraiment analyser les résultats des tests d'aptitude acidifiante **(figure 34)** mais on note une certaine stabilité aussi au niveau des résultats de ce test. Toutes ces exploitations appartenaient à la classe 3 de la précédente typologie, qui se caractérisait par des laits chargés en flores, notamment en flores indésirables.

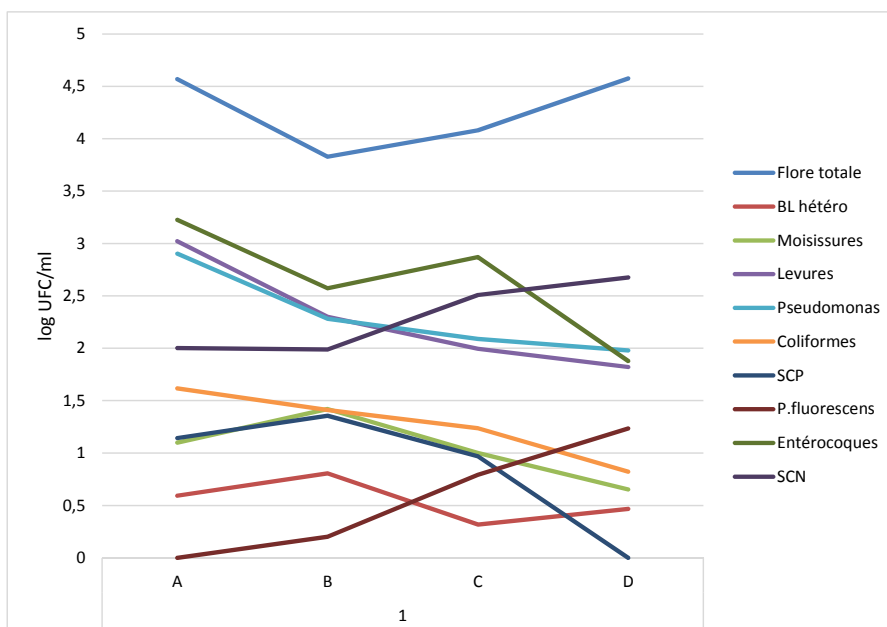


Figure 34 : Moyennes des dénombrements microbiologiques des laits UHT-MAT pour les exploitations de la classe 1 (3 exploitations, 4 passages)

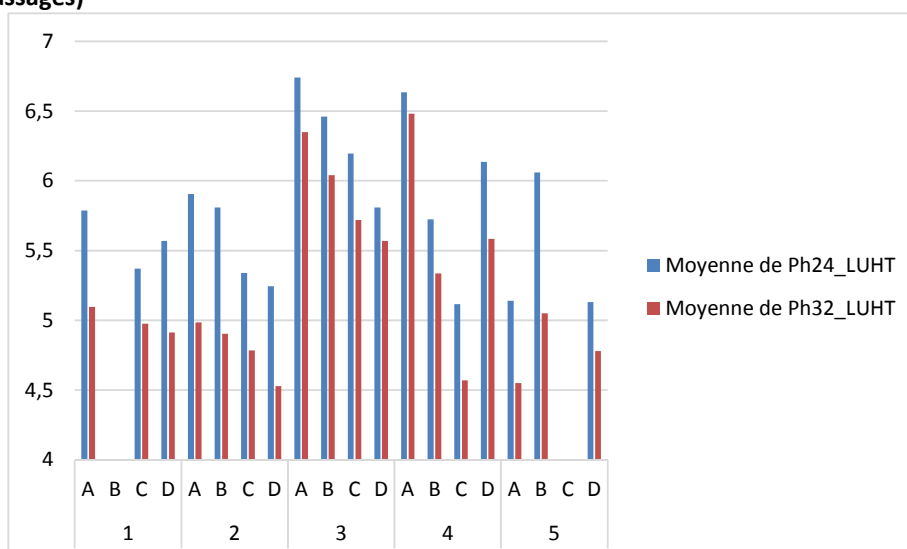


Figure 35 : Moyennes des résultats des tests d'aptitude acidifiante par classe et par passage (10 exploitations)

2. Classe 2 (n=2)

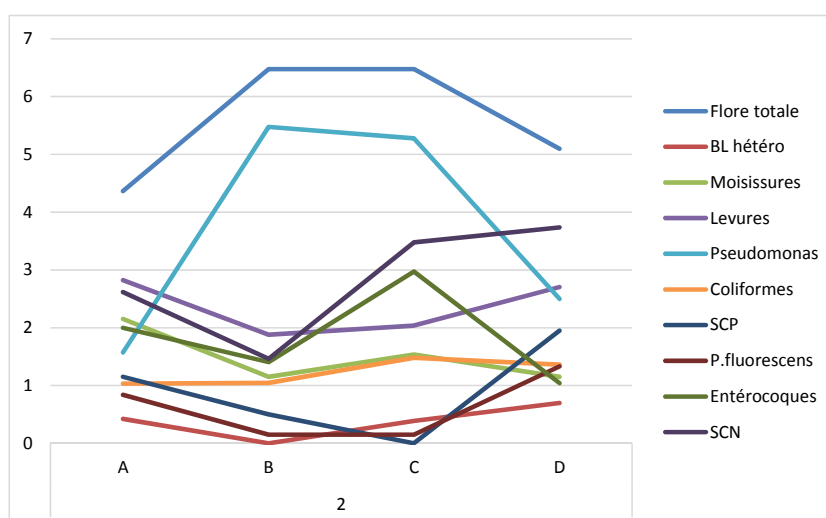


Figure 36 : Moyennes des résultats des moyennes des dénombrements microbiologiques des laits UHT-MAT pour les exploitations de la classe 2 (2 exploitations)

Les deux exploitations de la classe 2 (exploitations 1 et 3) présentent une évolution caractéristique des résultats microbiologiques (**figure 36**). On observe en moyenne une augmentation de quasiment 2 log de la flore totale entre le premier et le second passage, une stabilité en passage 3 puis une diminution. Le même type d'évolution est observé pour *Pseudomonas spp* de façon beaucoup plus marquée : on observe une augmentation moyenne sur les deux exploitations de 4 log du niveau de *Pseudomonas spp* entre le premier et le deuxième passage. Les niveaux de moisissures, levures, coliformes, entérocoques, bactéries lactiques hétérofermentaires sont relativement stables. On observe une augmentation des staphylocoques à coagulase négative à partir du second passage alors que c'est au quatrième passage pour les staphylocoques à coagulase positive. Ces deux exploitations appartiennent à deux classes très différentes de la précédente typologie : l'une de la classe 1 peu chargée en flores d'altération et potentiellement pathogènes et l'autre de la classe 5, qui se caractérisait par une charge élevée en levures/moisissures et en *Pseudomonas spp*, staphylocoques à coagulase positive. L'aptitude acidifiante de ces laits tend à s'améliorer au cours des passages (**figure 35**).

3. Classe 3 (n=2)

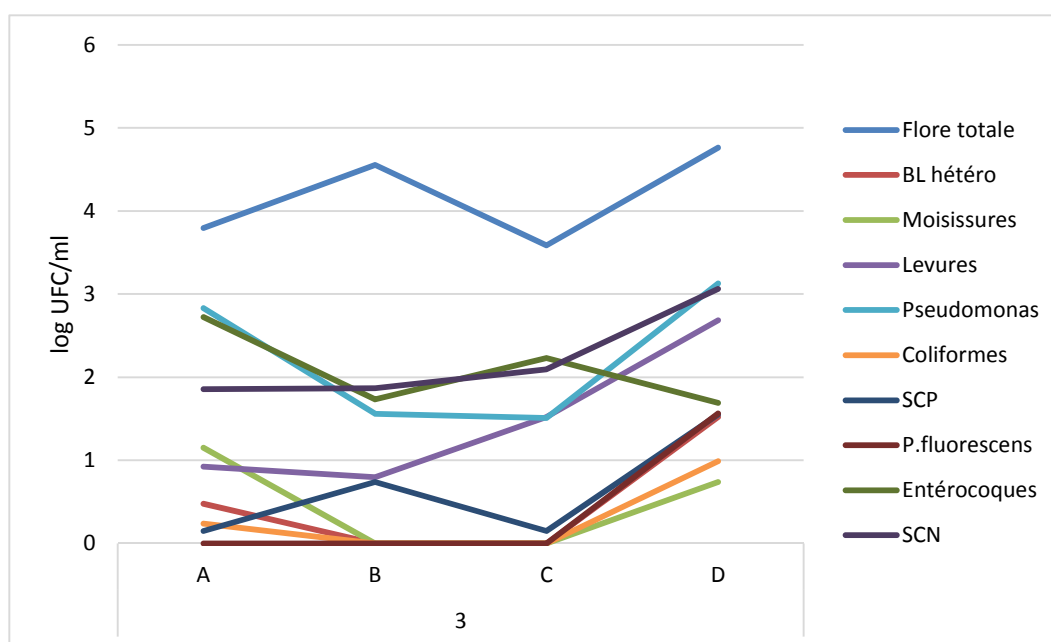


Figure 37 : Moyennes des résultats des moyennes des dénombrements microbiologiques des laits UHT-MAT pour les exploitations de la classe 3 (2 exploitations)

Ces exploitations (exploitations 4 et 5) se caractérisent essentiellement par une augmentation des niveaux de flores (excepté les entérocoques) d'un log au quatrième passage (**figure 37**). Du passage 1 au passage 2, on observe au contraire une diminution des moisissures, *Pseudomonas spp*, entérocoques, bactéries lactiques hétérofermentaires alors qu'on a en parallèle une augmentation de la flore totale d'un log également. Les levures voient leur nombre augmenter de façon linéaire du premier au dernier passage. Ces deux exploitations avaient été sélectionnées comme ayant des pratiques de nettoyage drastiques mais initialement, l'une présentait un niveau de flores élevé contrairement à l'autre.

4. Classe 4 (n=2)

Ces 2 exploitations de la classe 4 (exploitations 6 et 7) se caractérisent essentiellement par une augmentation au troisième passage puis une diminution en passage 4 du dénombrement de flores totales et des niveaux de microflore spécifiques, exceptés pour les *Pseudomonas* qui augmentent au quatrième passage et les coliformes, SCP dont le niveau est stable (**figure 38**). Si on note une amélioration des résultats de tests d'aptitude acidifiante des visites 1 à 3, on note ensuite une dégradation lors du dernier suivi.

Ces deux exploitations font partie des classes 1 et 2 initiales, classes peu chargées en microflore.

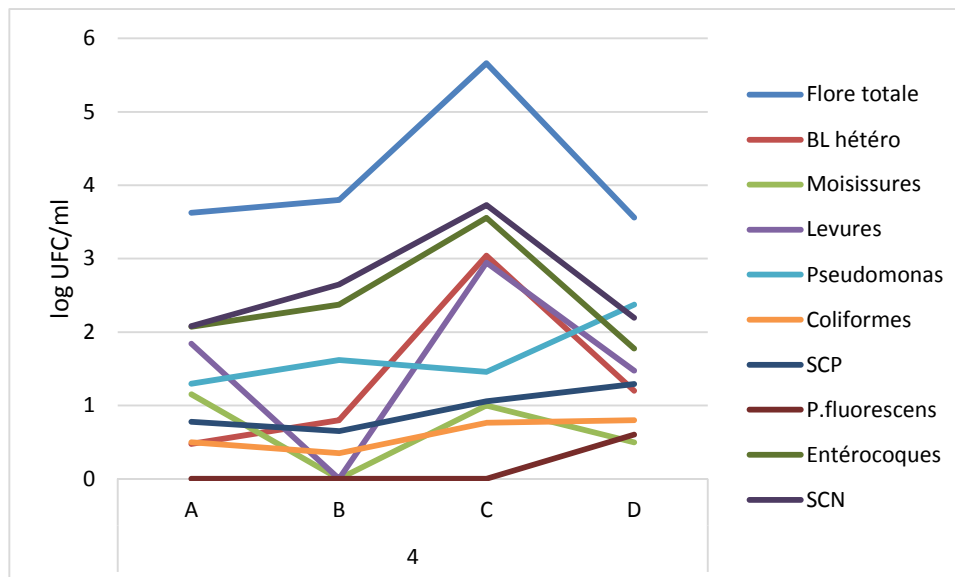


Figure 38 : Moyennes des résultats des moyennes des dénombrements microbiologiques des laits UHT-MAT pour les exploitations de la classe 4 (2 exploitations)

5. Classe 5 (n=1)

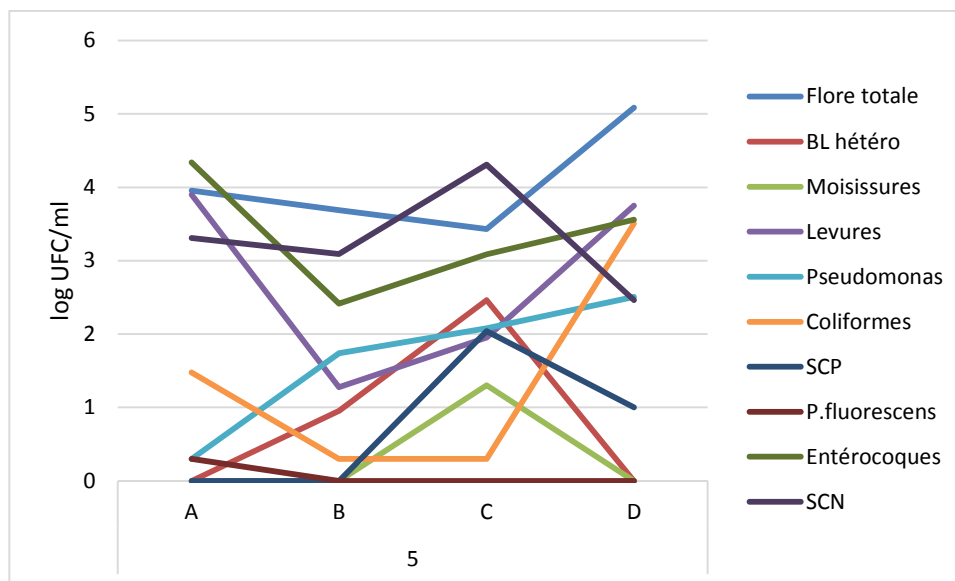


Figure 39 : Moyennes des résultats des moyennes des dénombrements microbiologiques des laits UHT-MAT pour l'exploitation de la classe 5

On observe une importante fluctuation des résultats d'analyses microbiologiques pour cette exploitation (figure 39). La caractéristique la plus marquée concerne les coliformes qui augmentent de plus de 3 log entre le troisième et quatrième suivi. On observe également une augmentation du niveau de *Pseudomonas spp* au cours des suivis. Les résultats de tests d'aptitude acidifiante sont bons au premier et dernier passage (figure 35). Les laits sont de moindre aptitude acidifiante au deuxième passage, ce qui pourrait être lié en particulier à la diminution du niveau d'entérocoques. Cette exploitation (n°10) appartenait à la classe 4, classe intermédiaire mais un peu chargée en coliformes.

B. Mise en liens de la typologie avec les pratiques recueillies

Afin d'expliquer ces évolutions de résultats, la méthode « Caractérisation d'une variable qualitative » permet de caractériser chaque profil de flores et d'aptitude acidifiante par les pratiques susceptibles d'être modifiées entre chaque passage. Ainsi, les données de conception de la MAT n'ont notamment pas été retenues dans les variables potentiellement explicatives.

Les résultats résumés classe par classe sont en **annexe 26**.

1. La classe 1 (3 exploitations)

Ces exploitations se caractérisent par une certaine stabilité des résultats. Des préconisations ont toutefois été données, appliquées ou non :

- Sur l'exploitation 2, le volume d'eau utilisé pour le nettoyage a été augmenté entre le premier et second passage. Lors du quatrième passage, l'exploitation a cessé de rincer la MAT le soir pour mettre en place une alternance acide/base systématique du fait de *E. Coli*.
- Sur l'exploitation 11, il a été jugé qu'il y avait peu de choses à revoir sur la MAT, qui est très bien suivie. Des préconisations ont toutefois été données, qui n'ont pas été appliquées : plus de lavage acide du tank du fait d'entartrage, installation de purges car eau résiduelle, changement de tuyau non effectué.
- Sur l'exploitation 12, les coupelles de lavage ont été changées entre le suivi 1 et 2. L'enquêteur a indiqué que les températures de lavage risquaient de ne pas être respectées en période froide.

Ces exploitations faisaient toutes parties de la classe chargée en flores et en indésirables et pratiquent un seul lavage par jour. Les pratiques enregistrées sont stables : absence d'empoussièrement, d'encrassement de la MAT, bon entretien du matériel, trayons un peu sales, bonne technique de traite, nettoyage peu drastique : un seul lavage par jour, entartrage du tank et températures finales de nettoyage pas toujours respectées. Ces exploitations fermières rencontrent des problèmes de fabrication. En moyenne, les laits UHT-MAT sont un peu plus chargés en coliformes et plus acidifiants.

Lors du premier suivi, la conception complexe de la MAT avait été mise en évidence pouvant être à l'origine de cette charge en microflores, notamment en indésirables : les modifications proposées et mises en place n'ont pas été suffisantes pour induire des changements importants de l'ensemencement par la MAT et ceci même avec l'alternance systématique qui a surtout conduit à une bonne aptitude à l'acidification du lait UHT-MAT et à une diminution de son niveau d'entérocoques (1 seule observation). Cela tend à confirmer le rôle important de la conception de la MAT.

2. La classe 2 (2 exploitations)

Les laits de ces exploitations sont caractérisés par une augmentation importante en suivi 2, une stabilisation puis une diminution en flore totale et *Pseudomonas spp*. Ces exploitations ont des problèmes de flores de surface sur les fromages. Du fait de ces problèmes de fabrication et de cette charge en *Pseudomonas spp*, de nombreux changements ont été préconisés au niveau du nettoyage du tank et de la MAT. Une amélioration est notée au cours du quatrième suivi mais il est difficile d'identifier ce qui en est à l'origine dans les modifications mises en place.

Dans l'exploitation 1, malgré le traitement UV mis en place en avril 2013, il y a des problèmes de *Pseudomonas* et ici en particulier entre le 1^{er} et deuxième suivi (15 jours avant deuxième suivi) : ainsi, du peroxyde a été ajouté dans la MAT au niveau de l'eau de rinçage avant la traite du matin dès le deuxième suivi de manière occasionnelle puis de manière systématique avant la traite au niveau du quatrième suivi. La quantité d'acide au niveau du tank a été augmentée dès le deuxième suivi. Au quatrième suivi, un lavage avec peroxyde sans rinçage a été pratiqué au niveau du tank. L'électrovanne du programmateur de lavage a été changée au deuxième suivi. A noter qu'en parallèle, il y a davantage d'empoussièrement et d'encrassement à partir du deuxième suivi dans cette exploitation du fait de manque de personnel.

L'exploitation 3 est également fermière et n'a pas de système de traitement de l'eau. Elle a rencontré des problèmes de bleu et de mucor entre le premier et deuxième suivi. Du désinfectant (péroxyde d'hydrogène) est ajouté occasionnellement lors du nettoyage du tank si celui-ci est jugé inefficace. L'empoussièrement du local de traite est variable selon les suivis avec une amélioration lors du dernier suivi. Davantage de chèvres présentaient des plaies et crevasses lors du premier suivi.

En moyenne, les laits MAT-UHT de ces exploitations sont plus chargés en flore totale, *Pseudomonas spp*, moisissures mais moins chargés en entérocoques. Ils sont plus acidifiants que la moyenne.

Ces exploitations confrontées à des problèmes de *Pseudomonas spp* ont des installations de traite et locaux de traite davantage empoussiérées, avec des équipements de traite entartrés. C'est surtout le cas à partir du

deuxième suivi pour l'exploitation 1 qui voit en parallèle le niveau de *Pseudomonas spp* augmenter dans les laits UHT-MAT. Les trayons des chèvres de ces exploitations sont davantage en mauvais état que dans les autres classes typologiques. Ces exploitations respectent les préconisations en termes de T°C de nettoyage. Du fait de problèmes rencontrés, elles utilisent plus souvent un désinfectant type peroxyde occasionnellement voire en routine pour le tank et la MAT avec utilisation de davantage d'acide et pratique du rinçage de la MAT avant la traite. Il semble que cela ait amélioré les résultats au quatrième suivi mais on peut s'interroger sur l'efficacité à long terme, l'exploitation 1 étant régulièrement confrontée au problème de *Pseudomonas spp*. A noter que l'eau utilisée pour le nettoyage est très dure et que le lait de la purge de la MAT est mélangé au lait de la traite. Le suivi 1 n'avait pas mis en évidence de problèmes de conception de la MAT.

3. La classe 3 (2 exploitations)

Sur ces exploitations ayant des pratiques de nettoyage très rigoureuses (locaux et équipements très propres, matériel en très bon état, absence de problèmes sur les trayons, respect scrupuleux des recommandations en termes de paramètres de nettoyage), il n'y a pas eu de préconisation particulière.

En moyenne, ces laits UHT-MAT sont moins riches en levures, moisissures, coliformes.

L'installation de l'exploitation 5 est neuve. Rien n'a été préconisé mais dans les deux cas, on a eu un changement important lors de la quatrième visite. Dans l'exploitation 4, un petit tank a été utilisé du fait de moins de chèvres en lactation et l'exploitation 5 est passée en monotraite. Ces changements pourraient expliquer cette augmentation de flores lors du quatrième suivi. On observe en parallèle une amélioration de l'aptitude acidifiante des laits UHT-MAT.

4. La classe 4 (2 exploitations)

Ces exploitations ont modifié certaines pratiques au cours des suivis et le diagnostic avait mis en évidence quelques problèmes au niveau du nettoyage. Dans l'exploitation 6, il a été diagnostiqué qu'il n'y avait pas assez de volume d'eau au nettoyage, un temps d'aspiration d'air trop long, une chute de pression trop importante au nettoyage. Lors de la deuxième visite, le volume d'eau utilisé pour le nettoyage a été augmenté et les griffes ont été décrochées juste avant la traite. Si aucun changement n'a été opéré au troisième suivi, le quatrième a été l'objet de nouveaux changements : la MAT est rincée à fin du cycle à l'eau chaude avec suppression du rinçage au désinfectant, le rinçage avant la traite a été supprimé. Si le niveau de flores tend à diminuer lors du quatrième suivi, ce n'est pas le cas des *Pseudomonas spp*.

Des fuites au niveau des raccords de la canalisation de lavage avaient été mis en évidence au niveau de l'exploitation 7. Aucun changement n'a été mis en place lors du deuxième suivi. Lors du troisième suivi, l'alternance des produits lessiviels au niveau du tank a été mise en place. Lors du quatrième suivi, la monotraite a été mise en place et le chauffe-eau a été changé.

En termes de résultats microbiologiques moyens, malgré des variations, ces exploitations présentent des niveaux faibles de *Pseudomonas spp* et de coliformes. Concernant les pratiques caractérisantes, les exploitations concernées sont plus souvent empoussiérées au niveau des locaux et installations de traite mais sans encrassement. Les pratiques de traite sont globalement respectueuses de l'état des trayons des chèvres (exceptées les entrées d'air à la pose). On peut noter l'absence d'eau résiduelle dans les manchons et coupelles de la MAT. Du désinfectant est ajouté de manière plus fréquente en routine dans la MAT et les exploitations utilisent toujours du produit dans les procédures de nettoyage. Ces exploitations utilisent plus fréquemment de l'acide pour le nettoyage et des doses de produit importantes, plus élevées que ce qui est préconisé. On note des problèmes de rinçage.

5. La classe 5

Les enquêteurs n'avaient pas noté de défaut majeur de conception mais en revanche un manque de rigueur sur l'observation et l'entretien du matériel. Au cours des suivis, différentes pièces ont été changées : manchons, tuyaux à lait, coupelles de lavage, tuyaux pour le nettoyage du piège sanitaire. Mais certains éléments restent à changer et les différents passages ont mis en évidence des dépôts de tartre importants dans et à l'extérieur du tank. Les tuyauteries inox (lactoduc, circuit de lavage) sont entartrées car jamais nettoyées à l'acide. A noter que la température de fin de nettoyage ne respecte pas les préconisations. Ainsi, ces défauts constatés sont à mettre en relation avec ces résultats microbiologiques : niveau de *Pseudomonas spp* et surtout de coliformes important, particulièrement au quatrième suivi.

C. Investigations complémentaires sur *Pseudomonas spp*

Comme on l'a vu dans les parties précédentes, *Pseudomonas spp* vient majoritairement de la MAT et son niveau dans les laits UHT ayant circulé dans la MAT a fluctué au cours des différents suivis.

Pour aller plus loin, la procédure de caractérisation d'une variable quantitative a été mise en œuvre sur Spad pour déterminer, parmi les pratiques susceptibles d'évoluer au cours des suivis celles qui sont déterminantes. Les variables de conception de MAT ne sont donc pas intégrées dans l'analyse. Les résultats (seuil de 10%) sont en **annexe 27**.

Les pratiques caractérisantes de la composition des laits UHT-MAT en *Pseudomonas spp* sont très proches de celles qui caractérisent la classe 2 puisque cette classe comprend les exploitations ayant une contamination en *Pseudomonas spp* importante et elle est d'ailleurs caractéristique des niveaux de *Pseudomonas spp* rencontrés. Il est parfois difficile de distinguer si les pratiques constituent une cause ou une conséquence (action corrective) des dénombrements élevés en *Pseudomonas spp*. On met en évidence les éléments suivants :

- L'utilisation plus fréquente et en quantité plus importante d'acide est en lien avec une quantité plus importante de *Pseudomonas spp*. Ceci est certainement une action mise en place suite à des problèmes mais qui pourrait aussi en être à l'origine en déséquilibrant les microflores présentes. Il en est de même pour l'utilisation de peroxyde d'hydrogène et le rinçage occasionnel de la machine avant la traite.
- Les dépôts de lait, l'encrassement du matériel de traite (faisceaux trayeurs, tank...) sont en lien avec des quantités plus importantes de *Pseudomonas spp*.
- De même, l'empoussièrement voire l'encrassement des installations et locaux de traite sont en relation positive avec les niveaux de *Pseudomonas spp*. La propreté du parc d'attente, de la fosse est en lien avec des niveaux plus faibles de *Pseudomonas spp*.
- La présence d'eau résiduelle dans les coupelles, tuyauteries est en lien avec des niveaux plus élevés de *Pseudomonas spp*.
- La présence d'une purge automatique est en lien avec des niveaux plus faibles de *Pseudomonas spp*.
- Les préparations, soins effectués aux trayons sont en lien avec des niveaux plus élevés de *Pseudomonas spp*, de même que la distribution d'aliments pendant la traite.
- D'autres éléments sont plus difficiles à expliquer mais les différences de niveaux sont faibles : ainsi, il est difficilement compréhensible que la porosité de certains tuyaux, l'entartrage extérieur du tank et l'encrassement du lieu de stockage du lait soient en lien avec des niveaux plus faibles en *Pseudomonas spp* dans les laits UHT-MAT.
- Il est intéressant de noter que les modifications de nettoyage mises en place au niveau du tank et de la MAT sont en lien avec des quantités plus faibles de *Pseudomonas spp*. Cela confirme que ces modifications peuvent avoir un intérêt, au moins ponctuel, mais au risque de détruire aussi les autres microflores présentes.

VI. Conclusion

Les premiers suivis ont servi à réaliser un diagnostic complet de la MAT. La conception de la MAT était déterminante dans l'explication des profils microbiologiques des laits UHT ayant circulé dans la MAT et de façon secondaire mais importante l'entretien et le nettoyage de la MAT. L'analyse de l'évolution des résultats au cours des suivis montre que les profils microbiologiques mis en évidence lors du premier suivi peuvent rester stables à l'intérieur d'une même exploitation mais ce n'est plus le cas si des changements importants sont opérés : en terme de conduite du troupeau (monotraite), de changement de tank mais aussi de nettoyage : l'utilisation de produit désinfectant (type peroxyde d'hydrogène) en plus des procédures habituelles au niveau du nettoyage du tank et de la MAT, l'utilisation de davantage d'acide, la pratique de rincer avant la traite tendent à diminuer les flores notamment en *Pseudomonas spp* mais au risque de détruire aussi les autres microflores présentes et il semble que cela favorise aussi l'irrégularité de l'ensemencement par la MAT.

UTILISATION DE TESTS SIMPLES POUR LE DIAGNOSTIC MAT

I. Comparaison des résultats lait premier bol, UHT, lait de traite

La comparaison des résultats sur les 3 types de laits a été faite en réalisant des études de corrélation des dénombrements de flores identiques entre les différents laits (**tableau 7**).

Tableau 7 : Valeurs des corrélations significatives entre dénombrements de flores et données pH pour chacun des trois laits (n=44 à 48 selon les microflores)

		LT/LBOL	LT/LUHT	LBOL/LUHT
	Flore totale	0,792 (<0.0001)	0,693 (<0.0001)	0,659 (<0.001)
Réservoir majoritaire MAT	Hétéro-fermentaires	0,622 (<0.0001)	0,348 (0.0206)	0,515 (0.0003)
	Entérocoques	0,766 (<0.001)	x	0,396 (0.0077)
	<i>Pseudomonas spp</i>	0,792 (<0.0001)	0,781 (<0.0001)	0,848 (<0.0001)
	<i>P. fluorescens</i>	0,576 (<0.0001)	0,644 (<0.0001)	0,701 (<0.0001)
	Coliformes	0,446 (0.0015)	x	0,564 (<0.0001)
Réservoir majoritaire Ambiance de traite	Levures	0,574 (<0.0001)	x	X
	Moisissures	0,399 (0.0049)	0,564 (<0.0001)	0,478 (0.0010)
Réservoir majoritaire Trayon	SCN	0,412 (0.0036)	x	0,400 (0.0072)
	SCP	0,488 (0.0005)	0,379 (0.0111)	0,381 (0.0108)
	pH 24H	0,636 (<0.0001)	0,520 (0.0006)	0,381 (0.0151)
	pH 32H	0,811 (<0.0001)	0,523 (0.0006)	0,411 (0.0084)
	pH 48 H	0,837 (<0.0001)	0,571 (0.0001)	0,375 (0.0171)

A. Corrélations entre lait de traite et lait 1^{er} bol

Toutes les flores et paramètres d'aptitude acidifiante sont corrélés entre le lait de traite et le lait 1^{er} bol, confirmant l'observation des profils de flores. De plus, ces corrélations sont pour la plupart assez fortes et très significatives, il semble donc qu'il y ait des liens relativement forts entre les niveaux de plusieurs flores dans le lait de traite et les niveaux de ces mêmes flores dans le lait 1^{er} bol (**tableau 7**).

Les plus fortes corrélations significatives sont celles de la flore totale, des résultats d'aptitude acidifiante, *Pseudomonas*, des entérocoques, hétérofermentaires et levures.

Des corrélations significatives apparaissent aussi pour les SCN, les SCP, moisissures et les coliformes, mais de façon moindre.

Ces liens importants s'expliquent par le fait que le lait 1^{er} bol prend en compte les réservoirs trayons, MAT et ambiance de traite. Par ailleurs, les corrélations ne sont pas maximales car il y a d'autres sources d'ensemencement que celles évaluées par le lait 1^{er} bol. On peut notamment penser à la zone comprise entre la chambre de réception et le tank à lait, de même que l'ensemencement apporté par les trayons d'autres chèvres. Notamment, les SCN, SCP sont issus du réservoir trayon et la relation plus limitée peut s'expliquer par le fait que l'ensemencement peut être apporté par les trayons d'autres chèvres.

B. Corrélations entre lait de traite et lait UHT

Ces résultats montrent qu'il y a un lien entre les niveaux de plusieurs groupes microbiens (*Pseudomonas*, moisissures, flore totale, hétérofermentaires, SCP) du lait UHT-MAT et les niveaux dans le lait de traite, ce lien étant très fort pour les *Pseudomonas*. Par ailleurs, puisque les données pH, représentant l'aptitude acidifiante des laits, sont également corrélées entre lait UHT et lait de traite, cela montre que la MAT est source de bactéries acidifiantes (**tableau 7**).

→ La technique du lait UHT ne prend en compte que le réservoir MAT et une partie du réservoir ambiance de traite, celui-ci étant limité en l'absence d'animaux dans la SDT. Ainsi, l'absence de corrélations pour les SCN n'est pas surprenante car ces flores proviennent essentiellement des animaux. De même, les levures sont issues de l'ambiance de traite. Aucune corrélation significative n'est révélée pour les flores entérocoques et coliformes, flores pourtant capables de coloniser la MAT ce qui tendrait à montrer que l'ensemencement du lait de traite vient davantage des trayons. Par ailleurs, l'existence d'une corrélation des niveaux en moisissures pose question puisque comme les levures, ces flores proviennent du réservoir ambiance de traite.

C. Corrélations entre lait 1^{er} bol et lait UHT

Exceptées les levures, les niveaux des flores dénombrées semblent être corrélés significativement entre le lait 1^{er} bol et le lait UHT. C'est notamment le cas des *Pseudomonas* qui sont significativement et fortement corrélés, il y a donc un lien entre le niveau de *Pseudomonas* dans le lait 1^{er} bol et le niveau de *Pseudomonas* dans le lait UHT. Etant donné que les *Pseudomonas* sont apportés majoritairement par la MAT, ces résultats sont logiques. D'autres corrélations apparaissent très significatives entre les niveaux de flores homologues : les coliformes et la flore totale. Les corrélations plus limitées des entérocoques, SCP et des SCN s'expliquent par le fait que ces flores peuvent aussi être apportées par les trayons et ne sont donc pas prises en compte dans le lait UHT. Les corrélations calculées pour les données de pH sont également significatives entre le lait UHT et le lait 1^{er} bol, il apparaît donc que ces deux laits sont liés en termes d'aptitude acidifiante mais ces corrélations ne sont pas élevées : le lait premier bol a également d'autres sources d'ensemencement pouvant influencer l'aptitude acidifiante des laits. La non corrélation des levures est justifiable par le fait que le lait UHT prend peu en compte le réservoir ambiance de traite et le lait 1^{er} bol ne le prend en compte que momentanément mais il est étonnant de noter dans ces conditions une corrélation au niveau des moisissures (**tableau 7**).

→ L'analyse des corrélations entre lait UHT et lait 1^{er} bol tend à montrer que le lait du bol pourrait être utilisé pour évaluer l'apport en *Pseudomonas*, flore totale, coliformes par la MAT. Les autres liens mis en évidence sont plus limités.

II. Utilisation des bandelettes pH

Tableau 8 : Comparaison des données obtenues par bandelettes et pH-mètre

Elevage	Suivi	pH eau nettoyage	Bandelette pH eau nettoyage	pH fin_rinçage 1	Différentiel pHréseau-pHfin rinçage_pHmètre	Bandelette pH fin_rinçage 1	Comparaison à 1 de l'écart pH eau-pH fin rinçage	Différentiel pHréseau-phfin rinçage_bandelettes
D	2	7,15	7-7,5	7,56	-0,89	7,5	<1	0
A	11	7,08	7,5	7,87	-0,79	7,5	<1	0
B	11	7,26	8	8,15	-0,89	8	<1	0
C	11	7,31	7,5	8,45	-1,14	7,5	>1	0
D	11	7,33	7,5	8,56	-1,23	8,5	>1	-1
C	3	7,3	8,5	8	-0,7	8	<1	0,5
D	3	7,3	7,5-8	7,4	-0,1	7,5	<1	0,5
A	5	7	6,5	7,33	-0,33	7	<1	-0,5
B	6	7,82	7,5	4,5	3,32	6	>1	1,5
A	8	8,15	8	8,49	-0,34	8	<1	0
A	9	7,43	7,5	8	-0,57	8	<1	-0,5
D	9	7,45	7-7,5	7,64	0	7,5	<1	-0,25
A	10	7,55	7,5	8,57	-1,02	8,5	>1	-1
B	10	6,9	7	7,8	-0,9	8	<1	-1
C	10	6,84	7,5	8,11	-1,27	8	>1	-0,5
A	12	9,9	8,5	7,93	1,97	8	>1	0,5
C	12	7,6	8	8,1	-0,5	8	<1	0
D	12	7,2	7	8,15	-0,95	8	<1	-1

Seuls 18 suivis ont pu être entièrement exploités du fait de données manquantes. La mesure du pH sert essentiellement à vérifier l'efficacité du rinçage. Pour cela, on compare le pH de fin de rinçage au pH de l'eau utilisée pour le nettoyage. Si cet écart est supérieur à 1, on peut considérer qu'il y a un problème de rinçage. Nous avons alors comparé l'écart obtenu par le pH mètre et en particulier la conclusion : écart supérieur ou non à 1 à l'écart obtenu via l'utilisation de bandelettes.

Sur les 18 données, 13 sont entièrement concordantes entre les deux types de mesures à savoir qu'on a la même conclusion concernant un éventuel problème de rinçage, à condition de prendre supérieur ou égal à 1 comme valeur seuil pour les bandelettes alors que c'est strictement supérieur à 1 pour les données pH mètre. Sur les 5 données discordantes :

- Deux indiquent une absence de problème de rinçage via le pH mètre si on s'en tient uniquement à la comparaison à la valeur seuil. Les bandelettes révèlent quant à elles un problème de rinçage. Cette discordance n'est pas problématique car l'écart enregistré par le pH mètre est d'au moins 0,9, ce qui est proche de la valeur seuil.
- Les trois autres données discordances sont plus problématiques : le pH mètre révèle un problème de rinçage alors que ce n'est pas le cas avec les bandelettes. Dans un des cas, l'écart enregistré est de 1,97 alors que les bandelettes ne révèlent pas de problème.

Sur les 6 suivis où le pH mètre révélait des problèmes de rinçage, les bandelettes n'ont permis de détecter des problèmes que dans la moitié des cas. Même si le nombre de données est limité, il semble que l'utilisation de ces bandelettes dans les conditions de l'étude n'est pas satisfaisante pour évaluer l'efficacité du rinçage en remplacement du pH mètre.

DISCUSSION ET PERSPECTIVES

I. Perspectives à l'issue de l'état des lieux bibliographique

L'état des lieux bibliographique a permis de recenser les connaissances sur le rôle de la MAT en termes d'apport de microflores en lien avec la transformation du lait cru. Il apparaît que des manques persistent. En effet, certains thèmes ne sont que peu étudiés, c'est le cas de l'aérocontamination et plus précisément de son effet sur les flores du lait. Par ailleurs, des liens sont mis en évidence entre la conception, l'entretien, les pratiques de NED et le pouvoir d'ensemencement de la MAT mais il est aujourd'hui difficile d'en extraire des recommandations.

Cette problématique est en effet complexe car les objectifs de qualité microbiologique du lait vont dépendre de la technologie mise en œuvre, de la destination du lait (transformation à la ferme ou à la laiterie). D'autres éléments sont aussi à prendre en compte : coût du nettoyage, aspects environnementaux notamment. Ainsi, en production fermière le nettoyage de la MAT est parfois problématique pour les éleveurs car il doit permettre à la fois un nettoyage efficace de l'installation et un ensemencement du lait en limitant l'apport de flores indésirables.

Pour préserver les flores, les éleveurs se tournent naturellement vers des procédures moins drastiques. Il y a quelques années, des travaux ont été menés dans ce sens sur d'autres alternatives de nettoyage (alcalins non chlorés, 1 seul nettoyage par jour,...) montrant souvent que des procédures allégées doivent être mises en œuvre au cas par cas en fonction de l'ensemble des pratiques en place en exploitations (RMT Fromages de Terroirs, 2011 ; Laithier et al., 2005 ; Corbet, 2008). Le concept d'écologie microbienne dirigée (favoriser l'implantation de biofilms positifs) investigués il y a une dizaine d'années même en milieu industriel est actuellement laissé de côté. Les travaux menés dans le secteur médical ou agro-alimentaire s'orientent surtout vers la préservation et l'élimination des biofilms, ce qui peut répondre aux objectifs de la production industrielle, mais peut et doit être discuté par rapport aux attentes de la production fermière. Si on veut travailler sur ce concept, il convient que la filière fermière engage elle-même des travaux.

Les recherches menées aujourd'hui s'intéressent aussi à de nouveaux types de produits de nettoyage essentiellement dans une logique de diminution des coûts et de préservation de l'environnement : les produits enzymatiques, les agents naturels ou encore les biosurfactants. Ces travaux peuvent être également d'intérêt dans une logique de préservation des flores. Pour autant, des recherches sont encore nécessaires pour pouvoir envisager d'utiliser certains de ces produits pour le nettoyage de la MAT. De plus, les premiers résultats obtenus ne témoignent pas de l'efficacité de ces produits pour des biofilms complexes associant plusieurs micro-organismes. Des alternatives, parfois plus naturelles, seront peut-être envisageables à plus ou moins long terme.

II. Les investigations méthodologiques au Pradel

L'objectif de ces essais était de tester la faisabilité et l'efficacité de différentes méthodes pouvant être utilisées en diagnostic MAT, l'idée étant de revisiter les procédures d'évaluation de nettoyage. Dans ce sens, il aurait été plus pertinent qu'ils aient lieu avant les suivis en fermes afin d'avoir une première idée des résultats. En effet, les mesures de DCO auraient alors pu être envisagées en exploitations, notamment dans des exploitations « à problèmes ». Les mesures comparées de DCO entre l'eau de réseau et de fin de nettoyage ne permettent pas de mettre en évidence une faible quantité résiduelle de souillures organiques. Ainsi, si le problème de nettoyage est minime, il sera certainement difficile de le détecter avec la DCO. Des suivis complémentaires en exploitations rencontrant des problèmes importants de nettoyage permettraient de voir si la DCO est un indicateur adapté dans ces conditions.

Concernant les échantillons de lait, les résultats, méritant d'être confirmés, montrent que la flore présente dans les biofilms de la MAT, notamment les *Pseudomonas spp*, se développe encore entre 6H et 24 H après nettoyage. Il serait donc préférable, dans la mesure du possible, de diagnostiquer le pouvoir d'ensemencement de la MAT en faisant passer le lait UHT dans la MAT directement avant la traite. Les résultats des dénombrements et tests effectués sur les laits UHT avant et après nettoyage sont très peu différents : selon le jour de prélèvement et la microflore dénombrée, le dénombrement est légèrement plus faible ou plus élevé après nettoyage. L'opération de nettoyage ne modifie donc pas a priori le profil de flores pouvant être apportés par la MAT, ce qui mérite d'être confirmé par d'autres méthodes d'évaluation d'efficacité du nettoyage et d'autres observations.

Les deux types de laits « premier bol » ont des comportements globalement similaires mais avec une différence néanmoins sur les *Pseudomonas spp* et l'aptitude acidifiante de ces laits. Les *Pseudomonas spp* et les flores acidifiantes sont des flores apportées majoritairement par la MAT. Sachant que le lait UHT mis en circulation est prélevé sortie lactoduc d'évacuation, il est donc préférable de se placer dans les mêmes conditions pour le lait premier bol.

Ces premières observations semblent montrer que le lait de fin de traite est à la fois peu représentatif des niveaux de microflores dans les laits de traite et des laits UHT circulant dans la MAT, ce dernier servant de référence pour connaître l'ensemencement apporté par la MAT.

Les conclusions sont formulées avec prudence du fait du faible nombre de prélèvements et l'absence de tests statistiques ayant pu être effectués. Le nombre limité de prélèvements est dû au fait qu'on a supposé que le passage de lait UHT impacte la qualité microbiologique du lait de la traite suivante, ne permettant donc pas de faire des prélèvements de lait 1^{er} bol sur cette traite en comparaison du lait UHT.

III. Les suivis en fermes

A. Le choix des exploitations

Les exploitations ont été choisies par les techniciennes selon des critères déterminés au préalable, permettant une étude comparée des exploitations. L'échantillon limité (12 élevages) ne permet pas toujours de tirer des conclusions des résultats, ainsi certains résultats restent à confirmer avec davantage de données. En outre, malgré un nombre limité d'exploitations un panel important de pratiques et d'installations a pu être étudié.

Cette étude avait néanmoins pour objectif de plutôt faire des études de cas afin d'obtenir des tendances et procéder à des compléments d'étude, par la suite.

B. Analyses microbiologiques et aptitudes acidifiantes des laits de traite, laits UHT et 1^{er} bol

La totalité des échantillons de lait ont été congelés et envoyés jusqu'à Toulouse. Malgré toutes les précautions prises (congélation le plus rapidement possible, envoi en Chronopost dans des boîtes spéciales et mise au congélateur immédiatement des échantillons reçus), ces différentes manipulations peuvent être des sources de biais.

Pour établir les profils microbiologiques des laits, plusieurs flores ont été dénombrées et pas seulement celles en lien direct avec l'acidification. Pour chacun des profils, un grand nombre de populations microbiennes peuplent les laits. Les résultats obtenus sur les dénombrements de flores des échantillons de lait de traite montrent un niveau de flore totale de 4,17 log UFC/ml. Le lait de traite présente une diversité importante de flores : flores d'intérêt fromager mais aussi flores d'altération et pathogènes. Les SCN constituent la flore majoritaire.

Dans les sous dominants, on retrouve des entérocoques, mais également les *Pseudomonas* présents en quantité significative puis les levures. La présence de SCP, coliformes et moisissures est non négligeable alors que les bactéries hétérofermentaires et *P. fluorescens* sont en quantité faible.

Ainsi, comme dans les travaux de Tormo et al. (2010), les SCN apparaissent comme la flore majoritaire. Les flores présentent une bonne aptitude acidifiante témoignant certainement de la présence importante de flores acidifiantes. Cependant, les lactocoques n'ont pu être dénombrés du fait de la non sélectivité du milieu utilisé. Ce milieu ayant donné des résultats prometteurs dans un autre programme s'avère non sélectif des lactocoques et même non sélectif vis à vis des bactéries lactiques. Des identifications complémentaires ne peuvent donc être envisagées à ce niveau. L'école de Purpan travaille actuellement sur la mise au point d'une méthode basée sur l'infra-rouge pour distinguer les lactocoques des entérocoques (Levasseur et al, 2014, en cours de publication). Les levures et moisissures apparaissent le plus souvent avec des niveaux inférieurs et sont quantitativement sous dominantes comme mis en évidence dans différents travaux (Fricker et al., 2011 ; Lavoie et al., 2012).

Les suivis réalisés ont également montré que la MAT était une source importante de flores dans les laits. Les dénombrements effectués sur les laits UHT montrent des similitudes et différences avec le profil des laits de traite. Les SCN, dont l'ensemencement est apporté majoritairement par les trayons, même s'ils restent dans les flores majoritaires des laits UHT, sont cependant au même niveau que les *Pseudomonas*, entérocoques et les levures dans une moindre mesure. On retrouve ensuite les coliformes et les moisissures alors que les SCP sont à un niveau inférieur. Les bactéries hétérofermentaires et les *P. fluorescens* sont faiblement dénombrés. Ces laits présentent en moyenne une bonne aptitude acidifiante.

Ainsi, la technique de lait UHT a permis de confirmer que la MAT apportait des bactéries acidifiantes (Laithier et al., 2012). C'est également un réservoir important de *Pseudomonas spp*, dénombrés à des niveaux plus importants que lors d'études précédentes en lait de chèvre (Tormo et al., 2010 ; Laithier et al., 2005 et 2012) mais confirmant des résultats de travaux en cours sur *Pseudomonas spp* (De Laage, 2014 ; Laithier et al., 2013). L'évolution des pratiques mais aussi le milieu utilisé ici peuvent expliquer ce résultat.

C. Les liens entre MAT et profils microbiens

L'étude a mis en évidence des profils de lait différents dans les 12 fermes, à savoir des profils pauvres à chargés en flores. Les profils chargés étant souvent de pair avec une meilleure aptitude acidifiante d'où la difficulté à trouver un bon équilibre. Les flores dominantes sont globalement les entérocoques, les SCN mais aussi les levures, les *Pseudomonas* sont également en quantité non négligeable.

De nombreuses sources peuvent être à l'origine de l'ensemencement et/ou contamination du lait, tels que les animaux, leur environnement, le matériel de traite ou encore le trayeur (Montel, Bouton, et Parguel, 2012). Ces différentes sources peuvent influencer les équilibres microbiens des laits comme le montrent les liens observés entre les caractéristiques microbiennes et certaines pratiques d'élevage (Bouton et al., 2005). La présente étude semble montrer que la conception de la MAT est déterminante concernant son apport en microflore, avant même son entretien et son nettoyage, confirmant les résultats de Laithier et al. (2012) qui s'étaient intéressés uniquement à l'aptitude acidifiante des flores.

Une installation simple est à privilégier avec le moins de coudes et raccords possibles, ceux-ci étant source de de microflore indésirables en quantité élevée. Pour autant, les installations, une fois en place, sont difficilement simplifiables et l'ajout d'éléments est souvent source de raccords. Il semble donc nécessaire à l'éleveur d'adapter l'entretien et le nettoyage à la MAT qu'il possède, sachant qu'aucune installation n'est la même. Parmi les éléments de conception, les caractéristiques du lactoduc d'évacuation sont souvent apparues comme influentes sur les profils microbiens et leur aptitude acidifiante, dans une étude précédente (Laithier et al., 2012). La longueur, le dénivelé et le pourcentage de chaque matériau étaient déjà apparus comme discriminants. Or, peu de recommandations existent vis à vis de cette partie de l'installation et le lactoduc d'évacuation est souvent laissé de côté par l'éleveur qui se préoccupe moins de son état que de celui du lactoduc de traite. La participation des maîtres d'œuvre traite s'est avérée très utile et nécessaire pour établir un bon diagnostic de conception de la MAT. Pour la suite, il serait intéressant d'aller encore plus loin dans la conception de la MAT en regardant de plus près les raccords et autres caoutchouteries parfois cachées. Pour cela, un spécialiste de la machine à traire (MOT) est indispensable.

Même si la conception de la MAT est essentielle, les conditions de nettoyage sont aussi liées à des profils de microflore caractéristiques. Il semble que la pratique de nettoyer la MAT une seule fois par jour n'est pas recommandée sur des installations complexes, difficiles à nettoyer. La présence d'eau résiduelle dans la MAT, notamment dans les coupelles de lavage et le contact prolongé entre les faisceaux et ces coupelles sont liés à des profils microbiologiques chargés en *Pseudomonas spp*. La problématique d'eau résiduelle doit davantage

être prise compte dans les diagnostics MAT. Le non- respect des recommandations sur les T°C de nettoyage et de renouvellement des caoutchouteries semblent conduire à des profils de flores pouvant être chargés en flores d'altération, notamment en coliformes. La turbulence doit être davantage prise en compte dans le diagnostic de nettoyage.

Ces éléments en lien avec l'ensemencement de la MAT sont des constats mais il nous manque des éléments de compréhension sur l'implantation, le développement des microflore, les interactions entre elles pour former des biofilms dans la MAT en lien avec la nature des matériaux en présence, en particulier de traite.

L'analyse de l'évolution des résultats au cours des suivis montre que les profils microbiologiques mis en évidence lors du premier suivi peuvent rester globalement stables, révélant la spécificité de l'écosystème MAT dans chaque ferme et l'importance de la conception de la MAT. Ils peuvent se voir modifiés si des changements importants sont opérés : en termes de conduite du troupeau (monotraite), de changement de tank mais aussi de nettoyage : l'utilisation de produit désinfectant (type peroxyde d'hydrogène) en plus des procédures habituelles au niveau du nettoyage du tank et de la MAT, l'utilisation de davantage d'acide, la pratique de rincer avant la traite tendent à diminuer les flores notamment en *Pseudomonas spp*, ce qui était le but recherché dans les exploitations concernées mais au risque de détruire aussi les autres microflore présentes. Il semble que cela favorise aussi l'irrégularité de l'ensemencement par la MAT, ce que des études anciennes (Chatelin et Richard, 1981) avaient déjà mis en évidence.

Les conclusions sur les pratiques en lien avec les dénombrements de *Pseudomonas spp* dans les laits UHT sont concordantes avec celles de l'étude en cours sur le sujet. *Pseudomonas spp* dans les laits est apporté majoritairement par la MAT avec une incidence importante de sa conception, son entretien et nettoyage et notamment aussi la présence d'eau résiduelle dans les installations de traite. La qualité de l'eau n'a pas pu être bien appréhendée en tant que facteur à risque dans l'étude car les analyses ont été faites dans différents laboratoires avec parfois une difficulté d'interprétation des résultats, comme cela a pu être montré aussi dans l'étude en cours sur le sujet (Laithier et Griveaux, 2014). Les installations empoussiérées, entartrées sont en lien avec des charges élevées de *Pseudomonas spp*. L'absence de purge automatique est un facteur de risque. A noter que l'ensemencement en *Pseudomonas spp* par les trayons ne semble pas négligeable non plus, soit de manière directe ou indirecte en ensemençant la MAT. Ainsi, dans cette étude, les pratiques mesurées autour des trayons (soins, préparation, empoussièremment des locaux...) sont en lien avec les niveaux de *Pseudomonas spp* dans les laits UHT-MAT, ce qui a été mis en évidence aussi dans les laits de traite dans le cadre de l'étude en cours (De Laage, 2014 ; Laithier et Griveaux, 2014).

Plusieurs pratiques pouvant avoir été modifiées lors d'un suivi, il a été parfois difficile d'identifier ce qui est à l'origine des évolutions de résultats d'autant plus que d'autres éléments non mesurés ont pu être modifiés, susceptibles de modifier le microbisme environnant la MAT. Dans ce sens, l'étude de changements de pratiques en conditions contrôlées permettrait véritablement de mettre en évidence les leviers d'action sur des MAT déjà conçues. Il convient néanmoins pour cela d'avoir des conditions pilote proches de la réalité pour extrapoler du mieux possible les conclusions. Ainsi, l'étude réalisée en 2005 sur des biofilms reconstitués en laboratoire avait donné des résultats très différents de ce qui avait été observé ensuite sur le terrain (Laithier et al., 2005). Il faudrait reproduire du mieux possible les conditions de la MAT avec un pilote adapté, ce sur quoi l'El-Purpan, partenaire de l'étude, se propose de travailler avec l'Institut de l'Élevage.

IV. Les nouveaux outils pour le diagnostic MAT

Il a été mis en évidence que les profils microbiens de lait 1^{er} bol et de lait de traite sont très fortement liés, de même que les laits 1^{er} bol et UHT. Les résultats tendent à montrer que le lait 1^{er} bol pourrait être un bon outil d'évaluation de l'apport par la MAT en *Pseudomonas*, coliformes, flore totale, le lait 1^{er} bol étant un outil simple à mettre en place aussi bien par les techniciens que les éleveurs. Cependant, la corrélation au niveau des *Pseudomonas spp* est très forte entre le lait 1^{er} bol et le lait UHT mais également avec le lait de traite : pour ce germe, une analyse du lait de traite en *Pseudomonas spp* pourrait donc être suffisante et encore plus simple à mettre en œuvre. Même si le nombre de données dans l'étude est limité, il semble que l'utilisation des bandelettes pH dans les conditions de l'étude n'est pas satisfaisante pour évaluer l'efficacité du rinçage sur le terrain en substitution du pH mètre.

DIFFUSION ET SUITES ENVISAGEES

I. La diffusion sur le projet

A. Rappel de l'organisation technique et de la diffusion dans la filière « Produits laitiers fermiers » au niveau national :

1. Le groupe professionnel « Produits Laitiers Fermiers » (PLF) :

Le groupe PLF étudie depuis 1996 des problématiques liées à la transformation fermière du lait (bovin, ovin, caprin). Le but du groupe PLF est de structurer et d'orienter les actions de recherche et de développement de la filière laitière fermière. Le groupe est présidé par la Fédération Nationale des Eleveurs de chèvres (FNEC) et animé par l'Institut de l'Élevage. Les projets sont financés en majorité par le ministère de l'agriculture dont le CASDAR (Compte d'Affectation Spécial pour le Développement Agricole et Rural), FranceAgriMer, l'Union européenne et les régions.

L'Institut de l'Élevage effectue la maîtrise d'œuvre de certains projets décidés dans le cadre du groupe PLF et est appuyé par ses différents partenaires (organismes professionnels, centres techniques, fermes expérimentales, laboratoires de recherche, chambres d'agriculture, associations et écoles en agroalimentaire et/ou agriculture). C'est le cas de ce projet sur la machine à traire initié dans le cadre du groupe PLF. Les représentants des éleveurs de chèvres de la FNEC (Fédération Nationale des Eleveurs Caprins) ont initié le groupe PLF en 1994 et sont donc des acteurs majeurs. En effet, la transformation fermière concerne la moitié des éleveurs de chèvres. Ils sont partie prenante des projets (partenaires pilotes). D'autres organismes professionnels qui représentent les éleveurs comme la FNPL (Fédération Nationale des Producteurs de Lait) s'impliquent aussi en tant que parties prenantes et partenaires pilotes dans les projets relatifs à leurs filières. Également, les projets du groupe naissent de l'expérience de terrain des techniciens et de leur vision experte via le réseau des techniciens PLF impliquant plus largement l'ensemble des techniciens accompagnant les producteurs laitiers fermiers. Ces personnes font le lien entre les métiers de la recherche et le métier d'éleveur laitier/fromager.

2. Le réseau Produits Laitiers Fermiers (PLF) :

Créé en 1994 par l'Institut de l'Élevage à la demande de la FNEC (Fédération Nationale des Eleveurs de Chèvres), le réseau a pour finalité de créer du lien et de favoriser les échanges entre les acteurs du développement agricole, conseillant les éleveurs-fromagers, de capitaliser leurs expériences pour transmettre les savoirs entre eux et au niveau des éleveurs. Les techniciens du réseau PLF sont un peu plus de 200 et sont répartis en France selon la densité fermière. Ils accompagnent les producteurs fermiers pour toutes les espèces animales et pour les différentes facettes du métier (sanitaire, réglementation, technologie...etc). Les techniciens réalisent de l'appui technique, prennent part aux programmes d'étude, font de la formation pour les producteurs, de l'animation de filière dans leur région...etc. L'ensemble des techniciens assurent donc plusieurs fonctions et leur rôle est donc essentiel auprès des éleveurs dans la production de fromages fermiers. La filière caprine a une place prépondérante dans le groupe PLF puisque 80% des techniciens PLF sont susceptibles d'intervenir chez des éleveurs caprins, 60% chez des éleveurs bovins et 45% chez des éleveurs ovins. Les techniciens PLF travaillent dans diverses organisations comme les centres fromagers, les chambres d'agriculture, les associations et peuvent aussi être indépendants. Une quarantaine de techniciens du réseau PLF sont spécialisés dans l'appui technique fromager et autres produits laitiers fermiers.

Le stage de perfectionnement du réseau « Produits Laitiers Fermiers »

La vie du réseau s'organise depuis sa création autour d'un stage de perfectionnement technique qui réunit une quarantaine de techniciens. Ces rencontres sont généralement structurées de la manière suivante :

- Module optionnel d'approfondissement technologique,
- Découverte d'une région fromagère/laitière fermière,
- Information sur les résultats d'études menées au sein de la filière,
- Echanges entre techniciens, notamment dans le cadre de groupes de travail.

Sur internet, un domaine technique "Produits fermiers" :

Cet espace disponible sur le site Internet de l'Institut de l'Élevage. Ce domaine est en accès libre, mais a pour cible privilégiée les intervenants techniques dans les exploitations agricoles produisant des fromages ou des

produits laitiers fermiers. On y trouve les compétences et les activités de l'Institut de l'Élevage et de ses partenaires, des notes d'information de la FNEC sur la réglementation, des résultats de travaux des centres techniques L'espace est mis à jour régulièrement.

B. La diffusion des résultats de ce projet :

Les différents moyens de diffusion disponibles dans la filière fermière sont ou seront donc utilisés pour faire part des résultats de ce projet :

- Le stage de perfectionnement annuel du réseau PLF : ce stage a eu lieu en 2013 dans le Jura du 1^{er} au 4 octobre. A cette occasion, les premiers résultats du projet ont été présentés. Les résultats finaux seront présentés lors du stage annuel 2015.
- Le groupe professionnel fermier : les premiers résultats de ce projet ont été présentés le 23 octobre 2013 et l'ensemble des résultats seront présentés le 28 mai 2015.
- Le domaine technique « Produits fermiers » sur le site web de l'Institut de l'Élevage : le rapport technique et son résumé seront mis en ligne très rapidement à ce niveau.

Les différents moyens de diffusion au niveau de la filière caprine sont ou seront également mobilisés :

- Le domaine « filière caprine sur le site web de l'Institut de l'Élevage : le rapport technique et son résumé seront mis en ligne très rapidement à ce niveau.
- Les premiers résultats du projet ont été présentés au niveau du comité de filière caprin de l'Institut de l'Élevage lors de la réunion du 14 octobre 2013. L'ensemble des résultats seront présentés dans cette même instance le 29 janvier 2015.
- Les résultats ont été présentés dans le cadre d'une journée technique régionale en Midi Pyrénées à destination des éleveurs caprins le 16 novembre 2014.

Les résultats sont et seront également diffusés dans le cadre du réseau « Fromages de terroir » au niveau du groupe de travail sur les écosystèmes microbiens. Ainsi, les premiers résultats ont été intégrés dans une présentation faite lors du stage de formation « Les flux microbiens, de la ferme au fromage affiné » ayant eu lieu du 18 au 20 juin 2014 à Iraty, dans les Pyrénées Atlantiques réunissant une quarantaine de techniciens (élevage, fromagerie) et de chercheurs.

Les résultats ont également été présentés courant octobre 2014 au niveau d'une réunion de comité de pilotage du Centre Technique Fromager de la région Centre.

Le projet et son état d'avancement ont été présentés au groupe nettoyage du COFIT. La synthèse globale des résultats y sera également présentée, ce qui pourra alimenter la réflexion sur la révision des diagnostics existants. En parallèle de ce projet est menée également une étude sur les machines à traire et la qualité des produits en élevages ovins. Cette étude en élevages caprins a alimenté la réflexion sur l'élaboration de ce projet en ovins, via des réunions de travail.

Par ailleurs, une formation spécifique est proposée dès 2015 au catalogue de l'Institut de l'Élevage sur le nettoyage de la machine à traire et son incidence sur la qualité des produits et ce pour les 3 espèces. Les enseignements de cette présente étude seront intégrés dans les supports de cette formation.

Au cours de l'année 2015, les résultats seront également présentés auprès des éleveurs dans les différentes régions ayant notamment participé à l'étude.

II. Suites envisagées

Les études réalisées montrent que la machine à traire est un réservoir majeur de microflores qui peuvent être d'intérêt fromager mais également d'altération voire potentiellement pathogènes. Pour les éleveurs dont le lait est destiné à la transformation au lait cru et en particulier pour les éleveurs transformateurs, la problématique réside de pouvoir préserver un bon « équilibre » de microflores, à savoir disposer de flores d'intérêt pour la transformation mais de limiter la présence de flores d'altération et de ne pas avoir de flores pathogènes. En technologie lactique, il s'agit donc surtout de favoriser les lactocoques, flore acidifiante apportée majoritairement par la MAT tout en limitant la présence de *Pseudomonas spp* apportés également en majorité par la MAT. Cette problématique est complexe et renvoie à la notion d'écologie microbienne dirigée. La bibliographie réalisée révèle qu'il y a actuellement peu d'études dans ce sens, les principaux travaux de recherche visant surtout à prévenir la formation de biofilms et à les éliminer. Si la filière fermière, en particulier caprine, souhaite mieux comprendre et maîtriser la formation de ces biofilms dans la MAT, il conviendrait de mettre en place tout d'abord des études spécifiques en conditions contrôlées puis des validations à l'échelle du terrain. Ainsi, l'El-Purpan a démarré à l'échelle régionale une étude pour à la fois mettre au point un pilote visant à

étudier les biofilms dans des conditions mimant celles de la MAT et utiliser ce dernier pour évaluer l'aptitude des lactocoques à l'adhésion. Une suite est envisagée, réfléchi entre El-Purpan et Idele : cette proposition d'étude sera présentée pour discussion aux présents partenaires de l'étude puis pour validation au comité de filière caprin et au groupe Produits laitiers fermiers début 2015. Il s'agirait de poursuivre ce travail en conditions laboratoires en étudiant les interactions microbiennes avec d'autres types de flores et en particulier les *Pseudomonas spp* majoritairement apportés par la MAT, posant des problèmes d'altération des fromages. Ainsi, il s'agirait d'étudier les interactions lactocoques/*Pseudomonas* lors de l'installation et pendant la formation de biofilm puis de suivre l'évolution du biofilm mixte lactocoques/*Pseudomonas* dans des conditions mimant la traite et le nettoyage en MAT afin de trouver une ou plusieurs souches de lactocoques capables de s'implanter en biofilm et empêchant l'installation de *Pseudomonas spp*. Ces manipulations devront être répétées avec des biofilms plus complexes intégrant d'autres microflores. En termes d'application, il s'agirait donc d'installer les lactocoques dans les machines à traire et d'évaluer si cela limite l'installation de flore d'altération type *Pseudomonas*. Ceci pourrait se faire via un ensemencement contrôlé, ce qui pourrait alors être aussi d'intérêt pour les élevages laitiers où les procédures de plus en plus drastiques montrent leurs limites. Dans une logique de travailler avec l'écosystème de la ferme en production fermière, il s'agirait aussi dans un deuxième temps d'étudier la possibilité de réaliser un ensemencement sous des conditions à définir avec le lactosérum de la ferme, traditionnellement utilisé comme ferment lactique en technologie lactique fermière et de fait très riche en lactocoques. L'utilisation du pilote pourrait permettre aussi d'étudier aussi de quelle manière favoriser l'implantation et le développement de biofilms à lactocoques au détriment des *Pseudomonas spp* en testant différents paramètres, procédures de nettoyage/désinfection et en fonction de la faisabilité, en faisant varier également le support des biofilms. Un certain nombre d'hypothèses ont en effet pu être mises en évidence dans la présente étude. Les expérimentations menées en conditions contrôlées, permettant de bien distinguer l'étude des différents paramètres pourront être validées ensuite via des suivis en exploitations.

CONCLUSION

Les biofilms sont présents sur tous les supports des installations de traite et les techniques de nettoyage/désinfection ne permettent pas de s'en affranchir. Dans un contexte de fabrication au lait cru cherchant à favoriser les flores utiles tout en limitant les flores d'altération et en éliminant les flores potentiellement pathogènes, la MAT est un réservoir de flores et concourt à l'ensemencement et/ou contamination du lait. La finalité de l'étude visait à évaluer et améliorer les méthodes d'intervention existantes permettant d'évaluer le pouvoir d'ensemencement et/ou contamination de la MAT et de résoudre les problèmes de qualité microbiologique du lait associés. Elle a permis aussi d'actualiser les connaissances sur le pouvoir d'ensemencement du lait par la MAT.

Les essais mis en place au Pradel ont permis de tester la faisabilité et l'efficacité de différentes méthodes pouvant être utilisées en diagnostic MAT. Concernant les échantillons de lait, les résultats, méritant d'être confirmés, montrent que la flore présente dans les biofilms de la MAT, notamment les *Pseudomonas spp*, se développe encore entre 6H et 24 H après nettoyage. Il serait donc préférable, dans la mesure du possible, de diagnostiquer le pouvoir d'ensemencement de la MAT en faisant passer le lait UHT dans la MAT directement avant la traite. Les résultats des dénombrements et tests effectués sur les laits UHT avant et après nettoyage sont très peu différents : selon le jour de prélèvement et la microflore dénombrée, le dénombrement est légèrement plus faible ou plus élevé après nettoyage. L'opération de nettoyage ne modifie donc pas *a priori* le profil de flores pouvant être apportés par la MAT, ce qui mérite d'être confirmé par d'autres méthodes d'évaluation d'efficacité du nettoyage et d'autres observations avec différentes pratiques de nettoyage. Pour le prélèvement du premier bol de traite, il est préférable de se placer dans les mêmes conditions que pour le lait UHT. Ces premières observations semblent montrer que le lait de dernière traite est à la fois peu représentatif des niveaux de microflores dans les laits de traite et des laits UHT circulant dans la MAT, ce dernier servant de référence pour connaître l'ensemencement apporté par la MAT.

Les mesures comparées de DCO entre l'eau de réseau et de fin de nettoyage ne permettent pas de mettre en évidence une faible quantité résiduelle de souillures organiques. Ainsi, si le problème de nettoyage est minime, il sera certainement difficile de le détecter avec la DCO. En revanche, une observation inverse doit permettre de se mettre en alerte. Des suivis complémentaires en exploitations rencontrant des problèmes importants de nettoyage permettraient de voir si la DCO est un indicateur adapté dans ces conditions.

Les suivis en fermes ont permis d'actualiser les connaissances sur l'ensemencement apporté par la MAT en élevages caprins en prenant en compte un grand nombre de microflores, jugées importantes pour la technologie lactique. Si la MAT est une source indéniable de flores d'intérêt fromager, en particulier en flores acidifiantes, elle peut être une source importante de flore d'altération et en particulier de *Pseudomonas spp*.

Les suivis en fermes et au Pradel ont permis de tester des outils simples utilisables à la fois par les techniciens et les éleveurs pour établir un diagnostic MAT et gérer des problèmes de qualité du lait liés à la MAT. Il en ressort que la technique du lait 1^{er} bol pourrait être un outil simple à mettre en place pour évaluer l'apport de la MAT en *Pseudomonas*, flore totale, coliformes. En revanche, si l'objectif est d'évaluer uniquement le niveau de contamination en *Pseudomonas spp*, un prélèvement sur lait de tank peut suffire, l'ensemencement par la MAT étant majoritaire. Par rapport aux autres méthodes mises en œuvre, se voulant plus simples, la technique visant à utiliser du lait UHT, si possible juste avant la traite, reste la méthode la plus complète et la plus précise pour évaluer le pouvoir d'ensemencement du lait de traite par la machine à traite. Même si le nombre de données dans l'étude est limité, il semble que l'utilisation des bandelettes pH dans les conditions de l'étude n'est pas satisfaisante pour évaluer l'efficacité du rinçage sur le terrain en substitution du pH mètre.

L'étude a permis de confirmer la primordialité d'une MAT bien conçue en amont des pratiques de nettoyage : à savoir petite et simple afin de favoriser au maximum une bonne efficacité du nettoyage, les installations plus complexes étant souvent associées à des laits riches en flores indésirables. Les zones peu accessibles au nettoyage ou difficiles à nettoyer telles que la vanne du tank, les coudes, les raccords sont souvent chargés en microflores indésirables. Le rôle particulier du lactoduc d'évacuation a notamment été mis en évidence, qu'il conviendrait de davantage prendre en compte dans les diagnostics MAT existants. Même si la conception de la MAT est essentielle, les conditions de nettoyage sont aussi liées à des profils de microflores caractéristiques. Il

semble que la pratique de nettoyer la MAT une seule fois par jour n'est pas recommandée sur des installations complexes, difficiles à nettoyer. La présence d'eau résiduelle dans la MAT, notamment dans les coupelles de lavage et les tuyauteries, le contact prolongé entre les faisceaux et ces coupelles sont liés à des profils microbiologiques chargés en *Pseudomonas spp*. La présence d'eau résiduelle doit être mieux abordée dans le Net'Traite®. Le non-respect des recommandations sur les T°C de nettoyage et de renouvellement des caoutchougeries semblent conduire à des profils de flores pouvant être chargés en flores d'altération, notamment en coliformes. La turbulence, actuellement mal évaluée dans le Net'Traite® doit être mieux prise en compte.

Des actions correctives sur le nettoyage ont été mises en place de façon variable dans les exploitations, selon les problèmes rencontrés par l'exploitation et la volonté des exploitants à modifier leurs pratiques. L'analyse de l'évolution des résultats au cours des suivis montre que les profils microbiologiques mis en évidence lors du premier suivi peuvent rester globalement stables, révélant la spécificité de l'écosystème MAT dans chaque ferme et encore une fois l'importance de la conception de l'installation de traite. Ces profils peuvent toutefois se voir modifier si des changements importants sont opérés : en terme de conduite du troupeau (monotraite), de changement de tank mais aussi de nettoyage : l'utilisation de produit désinfectant (type peroxyde d'hydrogène) en plus des procédures habituelles au niveau du nettoyage du tank et de la MAT, l'utilisation de davantage d'acide, la pratique de mise en place d'un rinçage avant la traite tendent à diminuer les flores notamment en *Pseudomonas spp*, ce qui était le but recherché dans les exploitations concernées mais au risque de détruire aussi les autres microflores présentes. Il semble que cela favorise aussi l'irrégularité de l'ensemencement par la MAT, ce que des études anciennes avaient déjà mis en évidence. Ces études en conditions terrain ne nous permettent cependant pas d'individualiser l'effet de chaque pratique et il nous manque des éléments de compréhension.

La machine à traire est un réservoir majeur de microflores qui peuvent être d'intérêt fromager mais également d'altération voire potentiellement pathogènes. Pour les éleveurs dont le lait est destiné à la transformation au lait cru et en particulier pour les éleveurs transformateurs, la problématique réside de pouvoir préserver un bon « équilibre » de microflores, à savoir disposer de flores d'intérêt pour la transformation mais de limiter la présence de flores d'altération et de ne pas avoir de flores pathogènes. En technologie lactique, il s'agit donc surtout de favoriser les lactocoques, flore acidifiante apportée majoritairement par la MAT tout en limitant la présence de *Pseudomonas spp* apportés également en majorité par la MAT. Cette problématique est complexe et renvoie à la notion d'écologie microbienne dirigée. La bibliographie réalisée révèle qu'il y a actuellement peu d'études dans ce sens, les principaux travaux de recherche visant surtout à prévenir la formation de biofilms et à les éliminer. Si la filière fermière, en particulier caprine, souhaite mieux comprendre et maîtriser la formation de ces biofilms dans la MAT, il conviendrait de mettre en place tout d'abord des études spécifiques en conditions contrôlées puis des validations à l'échelle du terrain. Ainsi, il s'agirait d'étudier les interactions lactocoques/*Pseudomonas* lors de l'installation et pendant la formation de biofilm puis de suivre l'évolution du biofilm mixte lactocoques/*Pseudomonas* dans des conditions mimant la traite et le nettoyage en MAT afin de trouver une ou plusieurs souches de lactocoques capables de s'implanter en biofilm et empêchant l'installation de *Pseudomonas spp*. En termes d'application, il s'agirait donc d'installer les lactocoques dans les machines à traire pour prévenir l'installation de flore d'altération type *Pseudomonas*. Ceci pourrait se faire via un ensemencement contrôlé, mais dans une logique de travailler avec l'écosystème de la ferme en production fermière, il s'agirait aussi dans un deuxième temps d'étudier la possibilité de réaliser un ensemencement sous des conditions à définir avec le lactosérum de la ferme, traditionnellement utilisé comme ferment lactique en technologie lactique fermière et de fait très riche en lactocoques. L'utilisation du pilote pourrait permettre aussi d'étudier aussi de quelle manière favoriser l'implantation et le développement de biofilms à lactocoques au détriment des *Pseudomonas spp* en testant différents paramètres, procédures de nettoyage/désinfection et en fonction de la faisabilité, en faisant varier également le support des biofilms. Un certain nombre d'hypothèses ont en effet pu être mises en évidence dans la présente étude. Les résultats des expérimentations menées en conditions contrôlées permettant de bien distinguer l'étude des différents paramètres, pourront être validés ensuite via des suivis en exploitations.

BIBLIOGRAPHIE

ANSES. *Evaluation des risques sanitaires liés à l'exposition par ingestion de Pseudomonades dans les eaux destinées à la consommation humaine (hors eaux conditionnées)*. Maison-Alfort, 2010.

Bae Y.-M., Baek S.-Y., Lee S.-Y. *Resistance of pathogenic bacteria on the surface of stainless steel depending on attachment form and efficacy of chemical sanitizers*. Int. J. Food Microbiol. 2012. Vol. 153, n°3, p. 465-473.

Barral J., Tormo H., Fabre E., Le Mens P. *Les facteurs de production et qualité microbiologique des laits destinés à la fabrication du Banon*. Centre Fromager de Carmejane, 2003.

Billon P., Baritoux B., Billet J. L., Bossis N., De Cremoux R., Gaildrat G., Jousset P., Lefèvre T., Marnet P. G., Moinet V., Perrin G., Vallade S. *Installations de traite pour les chèvres*. France Agricole. Paris, 2006. 156 pages.

Billon P., Sauvee O., Corbet V., Leclerc M. C., Menard J. L., Troboa D. *Traite des vaches laitières matériel, installation, entretien*. France Agricole, 2009. 555 pages.

Bouton Y., Tessier L., Guyot P., Beuvier E. *Relations entre les pratiques des producteurs et les niveaux de populations microbiennes des laits à Comté*. In : Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. Paris, 2005, 403.

Briandet R. *Maîtrise de l'hygiène des surfaces par la création de biofilms : aspects physico-chimiques*. Thèse de doctorat. Rennes : ENSAR, 1999. 170 p.

Brunet P., Centre de recherches sur l'évolution de la vie rurale (Caen). *Histoire et géographie des fromages: actes du colloque de géographie historique*. Caen : Université de Caen, 1987.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. *Détermination de la demande chimique en oxygène : méthode de reflux en système fermé suivi d'un dosage par colorimétrie avec le bichromate de potassium*. MA. 315 - DCO 1.1, Rév. 1 : Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec, 2012.

Chatelin Y. M., Richard J., Escude M.-J., Braquehay C., Chalard J. P., Lenevanen J. P. *Comparaison, dans des conditions courantes, de l'efficacité de quatre méthodes de nettoyage des machines à traire*. Le Lait., 1983. Vol. 63, n°625-626, p. 87-101.

Chatelin Y. M., Richard J. *Etude de quelques cas de contaminations microbiennes importantes du lait à la ferme*. Le Lait. 1981. Vol. 61, n°601-602, p. 80-94.

COFIT, Institut de l'Élevage. *Référentiel Net'Traite, Hygiène de la machine à traire - Recommandations*. [s.l.] : [s.n.], 2013. (Méthodes et outils).

Corbet V. *Simplification du nettoyage de la machine à traire*. novembre 2008.

De Laage M., 2014. *La maîtrise des Pseudomonas spp en technologie lactique fermière caprine*. Rapport de stage Institut de l'Élevage et École Supérieure d'Agriculture d'Angers, 53 pages.

Dubois-Brissonet F., Briandet R., Bellon-Fontaine M.-N. *Agents chimiques ou naturels: des outils de maîtrise de la contamination microbiologique des surfaces.*, 2006.

Dusan N., Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles CH-8356 Tänikon. *Recommandations pour le contrôle et l'évaluation du mécanisme de nettoyage en circuit fermé des installations de traite en lactoduc, pour les stabulations entravées et les salles de traite.*, 1996.

Fricke M., Skanseng B., Rudi K., Stessl B., Ehling-Schulz M. *Shift from farm to dairy tank microbiota revealed by a polyphasic approach is independent from geographical origin*. Int J Food Microbiol., 2011. p. 145, S24-S30.

- Hale M., Boast D., Middleton N., Ohnstad I., Hillerton E. *Variation in the surface of a milking liner after 4000 milkings*. In : Proceedings of the British Mastitis Conference. Brockworth, 2002. p. 108-109.
- Heckmann R., Noorlander D. *Scanning electron microscopy and X-Ray elemental analysis, EDAX, of milking machine inflations relative to mastitis control*. In : Internation Congress on Diseases of Cattle. Tel Aviv ;, 1980.
- Husson G. P., Lesco M., Lédion J., Feutry F. *Charges minérale et bactériologique des biofilms formés à l'intérieur des canalisations d'eau potable*. *Tech.-Sci.-Méthodes*, 2012. n°10, p. 32.
- Janek T., \Lukaszewicz M., Krasowska A. *Antiadhesive activity of the biosurfactant pseudofactin II secreted by the Arctic bacterium Pseudomonas fluorescens BD5*. *BMC Microbiol*, 2012. Vol. 12, n°1, p. 24.
- Knowles J., Roller S. *Efficacy of chitosan, carvacrol, and a hydrogen peroxide-based biocide against foodborne microorganisms in suspension and adhered to stainless steel*. *J. Food Prot*, octobre 2001. Vol. 64, n°10, p. 1542-1548.
- Laithier C., Chatelin Y. M., Talon R., Barral J. Tormo H., Morge S., Lefrileux Y. *La maîtrise de la qualité des fromages fermiers par une meilleure caractérisation des biofilms et de leur rôle: [programme 2002-2004] : dossier 02-12-2, Biofilms et qualité des produits alimentaires*. Rapport final, 2005.
- Laithier C., Chatelin Y. M., Tormo H., Lefrileux Y. *Les biofilms dans les exploitations fabriquant des fromages de chèvre à coagulation lactique : localisation, nature et rôle sur la qualité des produits*. In : Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants , 2004, 112.
- Laithier C., Chatelin Y., Talon R., Barral J., Tormo H., Lefrileux Y. *Efficacité en laboratoire puis en exploitations de procédures de nettoyage/désinfection sur la sélection positive des biofilms*. In : Rencontres Autour Rech. Sur Ruminants, 2005. p. 367-370.
- Laithier C., Tormo H., Bonnes A., Doutard E., Morge S. *Importance relative des réservoirs de microflore et des pratiques associées sur l'aptitude acidifiante du lait de chèvre*. In : Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. Paris : Institut de l'Élevage, INRA, 2012, 241-244.
- Laithier, C., Griveaux, E., 2014, *Gestion des Pseudomonas spp en technologie lactique au lait cru de chèvre Rapport intermédiaire année ½*. Institut de l'Élevage. Lyon. 201 p.
- Lavoie K., Touchette M., St-Gelais D., Labrie S. *Characterization of the fungal microflora in raw milk and specialty cheeses of the province of Quebec*. *Dairy Sci Technol*. 2012., p. 455-468.
- Lequette Y., Boels G., Clarisse M., Faille C. *Using enzymes to remove biofilms of bacterial isolates sampled in the food-industry*. *Biofouling*, mai 2010. Vol. 26, n°4, p. 421-431.
- Lerliche V., Briandet R., Carpentier B. *Ecology of mixed biofilms subjected daily to a chlorinated alkaline solution: spatial distribution of bacterial species suggests a protective effect of one species to another*. *Environ. Microbiol.*, janvier 2003. Vol. 5, n°1, p. 64-71.
- Leroy C. *Lutte contre les salissures marines: approche par procédés enzymatiques*. Toulouse : Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, 2006.
- Levasseur-Garcia C., Blanc A., Couderc C. et Tormo H., en cours de publication. *Discrimination of Acid Lactic Bacteria Enterococcus and Lactococcus by Infrared Spectroscopy and Multivariate Techniques*.
- Lomander A., Schreuders P., Russek-Cohen E., Ali L. *Evaluation of chlorines' impact on biofilms on scratched stainless steel surfaces*. *Bioresour. Technol*. 2004. Vol. 94, n°3, p. 275-283.
- Marchant R., Banat I. M. *Biosurfactants: a sustainable replacement for chemical surfactants?* *Biotechnol. Lett.*, 22 mai 2012. Vol. 34, n°9, p. 1597-1605.

- Meffe N., Billon P. *Etude du pouvoir contaminant des machines à traire nettoyées avec un nouveau concept de produits sans pré-lavage*. Paris : Institut de l'Élevage, 2006.
- Meyer B. *Approaches to prevention, removal and killing of biofilms* . Int. Biodeterior. Biodegrad., juin 2003. Vol. 51, n°4, p. 249-253.
- Meylheuc T., Renault M., Bellonfontaine M. *Adsorption of a biosurfactant on surfaces to enhance the disinfection of surfaces contaminated with Listeria monocytogenes*. Int. J. Food Microbiol., 25 mai 2006. Vol. 109, n°1-2, p. 71-78.
- Michel V., Hauwuy A., Chamba J.-F. *La flore microbienne de laits crus de vache: diversité et influence des conditions de production*. Le Lait., 2001. Vol. 81, n°5, p. 575-592.
- Michel V., Hauwuy A., Montel M., Coulon J., Chamba J. *Pratiques d'élevage et composition microbienne des laits crus*. In : Communication pour le Symposium international Territoires et Enjeux du développement régional, 9-11 mars. Lyon : 2005.
- Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt. *Les chiffres de l'agriculture, de l'agroalimentaire, et de la forêt - Édition 2012. Les productions animales*. Alim'agri. Juillet 2012. n°Hors-Série n°26,.
- Montel M., Bouton Y., Parguel P. *Ecosystèmes des laits et des fromages au lait cru - enjeux pour leur maîtrise*. In : Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. Paris : Institut de l'Élevage, INRA, 2012, 233-240.
- Raynaud S., Minard L., Lefrileux Y., Laithier C., Barral J., Cuvillier D., Chatelin Y. M., Leroux V., Wyon. *Augmenter la maîtrise de fabrication du caillé en technologie lactique tout en utilisant des flores indigènes et du lait cru.*, 2008. 60 p.
- RMT Fromages de Terroirs. Coord. C. Laithier, Institut de l'Élevage, Ed. CNAOL-Réseau Fromages de Terroir, Paris. *Microflore du lait cru - Vers une meilleure connaissance des écosystèmes microbiens du lait et de leurs facteurs de variation*. 2011. 131 p.
- Ronner A. B., Wong A. C. L. *Biofilm development and sanitizer inactivation of Listeria monocytogenes and Salmonella typhimurium on stainless steel and Buna-n rubber*. J. Food Prot., septembre 1993. Vol. 56(9), p. 750-758.
- Tormo H., Agabriel C., Lopez C., Ali Haimoud Lekhal D., Roques C. *Relationship between the production conditions of goat's milk and the microbial profiles of milk* . Int. J. Dairy Sci., 2010. n°6, p. 13-28.
- Tormo H., Ali Haimoud Lekhal D., Lopez C., Ogier J. C., Roques C. *Variabilité des flores microbiennes du lait cru selon les conditions d'élevage et de production du lait* . INRA Club Bactéries Lact. 13-15 Novembre Rennes. 2007a.
- Tormo H., Ali Haimoud Lekhal D., Lopez C. *Flore microbienne des laits crus de chèvre destinés à la transformation fromagère et pratiques des producteurs* . In : Rencontres Autour Rech. Sur Ruminants., 2007b. p. 87-90.
- Zezi do Valle Gomes M., Nitschke M. *Evaluation of rhamnolipid and surfactin to reduce the adhesion and remove biofilms of individual and mixed cultures of food pathogenic bacteria*. Food Control., juin 2012. Vol. 25, n°2, p. 441-447.

ANNEXES

PRELEVEMENT DES FLORES MOBILISABLES DANS LA MACHINE A TRAIRE

OBJECTIFS DE LA METHODE :

Récupération des flores microbiennes développées entre 2 traites dans le système de traite (lactoduc + chambre de réception + griffes à lait)

1) PROTOCOLE TECHNIQUE LAIT UHT (PROGRAMME BIOFILMS ET CASDAR ACIDIFICATION) :

Le principe est le suivant : avant la traite, du lait UHT écrémé est passé dans le circuit habituel du lait et échantillonné. Le fait d'utiliser du lait écrémé permet de limiter les dépôts éventuels dans la machine à traire, puisque seul un rinçage est réalisé entre cette manipulation et la traite. Faire aspirer 8 à 10 litres (la pompe doit se déclencher automatiquement) de lait UHT demi-écrémé (en unités de 1l avec bouchon à vis), à raison de 1 litre par manchon, en ayant la possibilité de s'organiser de 2 manières différentes (mais utiliser bien sûr toujours la même méthode) : soit on se place dans les manchons situés au bout du circuit de la machine à traire (2 manchons dans le cas où le lactoduc est linéaire, 4 manchons dans le cas où le lactoduc forme un Y) ; soit on fait le choix de répartir le lait entre les manchons de chaque côté : par exemple si on est en 2 fois 5 postes, on peut choisir 2 postes d'un côté + 2 postes de l'autre.: poste 1 manchon gauche, manchon droit puis poste 2.... Cette aspiration se fait après désinfection de la partie extérieure des manchons avec de l'alcool à 70°C. Le lait est récupéré au niveau de la canule de réception (la quantité récupérable de lait ayant circulé dans la machine est d'environ 2 litres, le reste étant évacué par gravité) dans un seau stérile (frotté à l'alcool à 70°C). Il est alors homogénéisé avec une louche désinfectée puis stocké dans des flacons stériles, tout en travaillant avec des gants stériles (ou lavage et désinfection des mains).

2) PRINCIPES DE LA METHODE NORMEE EAU STERILE :

C'est la méthode de référence utilisée pour juger de l'efficacité de procédures de nettoyage/désinfection au niveau des installations de traite. La procédure utilisée se fait selon la norme AFNOR U36-015. Juste avant la traite, le rinçage de l'installation de traite se réalise avec les pulsateurs en fonctionnement, en circuit fermé, l'eau passant aussi par le circuit de lavage. On fait circuler pendant 5 mn 30 litres d'eau préparée spécialement à cet effet. L'eau est tout d'abord stérilisée à l'aide d'une solution d'eau de javel à 36° chlorométrique (7 ml pour 30 litres d'eau) puis neutralisée à l'aide de 100 ml d'une solution tampon à pH 7,2 contenant 0,85g de phosphate monopotassique et 5 g de thiosulfate de sodium (cela permet d'inactiver le chlore résiduel). Après une première circulation de cette préparation pendant 5 mn, l'installation est complètement vidangée et l'opération est renouvelée une deuxième fois. Les prélèvements sont effectués directement dans le bac de lavage de manière aseptique dans un flacon stérile contenant 2 ml d'une solution stérile à 25 g/l de peptone.

3) PROTOCOLE TECHNIQUE BASE SUR L'EAU EMPLOYEE SUR L'EXPLOITATION (PROGRAMME GIS ALPES DU NORD) :

C'est une adaptation de la méthode de référence. Remplir avant la traite le bac de lavage du système de traite d'eau froide. Homogénéiser l'eau du bac plein et en prélever 1L dans un flacon stérile avant son aspiration par le système de lavage. Faire circuler dans le système de traite maintenu en position fermé pendant 5 minutes. Récupérer 1 L d'eau à l'évacuation dans un flacon stérile en ayant pris soin de vérifier la propreté du conduit d'éjection et de le nettoyer si besoin. Ne pas prélever les premiers litres évacués.

4) COMMENTAIRES DES AUTEURS :

CIRCULATION LAIT UHT :

Avantages	Inconvénients
Simplicité de la préparation et de la manipulation	Adapter la quantité de lait suivant les installations (être expérimenté pour en juger)
Méthode utilisée en appui technique (même si la technique peut paraître coûteuse). Utilise le circuit de traite.	Méthode publiée mais non évaluée et vraiment comparée à la méthode de référence. Elle n'utilise pas le même circuit.
Les laits peuvent être mis à incuber et on peut connaître l'aptitude acidifiante des flores en plus de leur dénombrement.	Pour l'instant, on ne dispose pas de valeurs repères permettant d'interpréter les résultats en valeur absolue. Des études en cours devront nous permettre de mieux les définir.

CIRCULATION EAU STERILE :

Avantages	Inconvénients
Méthode reconnue, de référence Protocole standardisé	Assez lourd à mettre en place mais faisable (avoir sous la main un labo interprofessionnel). Adapter aussi la quantité d'eau selon la machine (donc être expérimenté pour en juger). Attention à ce que l'eau de départ ne soit pas trop contaminée même si processus de décontamination.
D'après la norme, « le pouvoir contaminant maximal d'une installation de traite est établi à partir de dénombrements microbiens réalisés sur un échantillon d'eau du second rinçage ». Il existe des seuils « acceptables » de bactéries d'altération (déterminé à dire d'experts) : interprétation possible des résultats en valeur absolue. A noter un problème pour <i>Pseudomonas</i> , la norme se basant sur méthode de dénombrement assez ancienne. Il a alors été décidé d'augmenter le seuil.	Pour évaluer le pouvoir acidifiant des flores, il faut rajouter du lait en poudre, ce qui augmente les risques de re-contamination

PROTOCOLE TECHNIQUE BASE SUR L'EAU EMPLOYEE SUR L'EXPLOITATION :

Avantages	Inconvénients
Protocole faisable Méthode basée sur la méthode de référence	Attention à ce que l'eau de départ ne soit pas trop contaminée même si on fait ensuite le différentiel (NB : l'info « eau initiale contaminée » notamment en « <i>Pseudomonas</i> » est intéressante sur les élevages étudiés)
La flore mobilisable au niveau du système de traite en bovin s'estime en réalisant le différentiel entre charge microbienne de l'eau du bac (qui représente la charge de l'eau et la propreté du bac de lavage) et charge microbienne de l'eau évacuée après rinçage.	Pour évaluer le pouvoir acidifiant des flores, il faut rajouter du lait en poudre, ce qui augmente les risques de re-contamination

Programme(s) de recherche ayant mis en œuvre cette méthode :

Programme ACTA/ACTIA « Biofilms » et CASDAR « Acidification » (pilotes par l'Institut de l'Elevage) réalisé en élevages caprins
Programme GIS Alpes du Nord « Pratiques des producteurs et Flore microbienne des laits » réalisé en élevages bovins

Auteurs : MICHEL Valérie – GIS Alpes Jura LAITHIER Cécile – Institut de l'élevage	Crée le : Décembre 2009	Modifiée le :
--	-----------------------------------	----------------------

Pour en savoir plus :

Cécile Laithier : (Institut de l'Élevage) : cecile.laithier@inst-elevage.asso.fr

Valérie Michel (Gis Alpes Jura) : vmichel@suacigis.com

RMT filières fromagères valorisant leur terroir



Contacts :
nbalet@cniel.com
ahauwuy@suacigis.com

Appelé "Réseau fromages de terroirs", il a pour vocation de répondre aux sollicitations de filières organisées valorisant les ressources de leurs terroirs (ADP, IGP, fermiers...). Ce RMT regroupe une dizaine de partenaires professionnels, technique, de la recherche et de la formation.

Ces actions concernent les caractéristiques des fromages, la durabilité des filières, la diversité sensorielle et le marché. Des ouvrages et fiches de synthèse, des outils ou encore des journées de formation/information seront proposées aux filières valorisant leurs terroirs.

Le RMT est co animé par le CNAOL et le Suaci Alpes du Nord

PRELEVEMENTS MICROBIOLOGIQUES SUR LA SURFACE DU MATERIEL, EN PARTICULIER DE FROMAGERIE (DES MOULES) : PRESENTATION ET COMPARAISON DE 2 METHODES

1) OBJECTIF DES 2 METHODES PROPOSEES :

Pouvoir décrocher les microorganismes présents sur la surface des moules de fromagerie pour ensuite les dénombrer. Cette fiche présente et compare les deux méthodes sur la base d'études réalisées.

2) LE PRINCIPE DU BAC A ULTRASONS

En rayonnant dans le liquide contenu dans la cuve, les ultrasons (ondes sonores) émis par le transducteur engendrent une alternance de hautes et basses pressions. Pendant la phase de basse pression, des millions de bulles microscopiques se forment et grossissent. Ce processus est appelé cavitation. Pendant la phase de haute pression, les bulles s'effondrent, ou « implosent », en libérant une quantité d'énergie considérable. Ces implosions se comportent comme une armée de minuscules brosses. Elles agissent dans toutes les directions, attaquant toute la surface, et pénétrant dans tous les recoins et orifices.

3) COMMENT REALISER LES PRELEVEMENTS ?

UTILISATION DES CHIFFONNETTES

Pour tous les supports, on réalise des frottis successifs sur les surfaces.
Les chiffonnettes utilisées sont de dimensions 32 x 17,5 cm, et imbibées de 13 mL d'eau peptonée tamponnée à 10 % de neutralisant (qui neutralise les traces de désinfectants). Ces chiffonnettes sont fournies dans un emballage unitaire stérile.

- POUR LES MOULES :

Lors du prélèvement chez les producteurs, le préleveur met des gants stériles, à usage unique, puis sort la chiffonnette de son emballage et la déplie. On commence par faire cinq tours sur le fond du moule. La chiffonnette est ensuite repliée pour obtenir un côté non contaminé, et cinq tours sont faits sur la paroi du moule. La chiffonnette est ensuite remise dans son sachet et transportée dans une glacière jusqu'au laboratoire.

Dans chaque sachet 150 mL de Tryptone Sel (TS) sont ajoutés. Le Tryptone Sel est un bouillon diluant utilisé pour la préparation de divers produits alimentaires en vue de leur analyse microbiologique. Il est composé de chlorure de sodium, qui permet d'obtenir une solution isotonique, et de tryptone qui assure la revivification des microorganismes.

Après passage du sachet pendant trois minutes au Stomacher le liquide obtenu est utilisé pourensemencer les différents milieux de culture.

- POUR D'AUTRES SUPPORTS (TANK A LAIT, BAC DE CAILLAGE, ...ETC) :

-Parois facilement accessibles (parois du tank, bac de caillage) : prévoir un gabarit. 10 cm*10 cm pour délimiter la surface à prélever (20 frottis, 10 horizontaux et 10 verticaux).

-Manchons : Lingette enroulée autour d'une tige préalablement désinfectée et introduite à l'intérieur du manchon. Dix rotations successives au niveau de la paroi et de la collerette permettent de récupérer les biofilms.

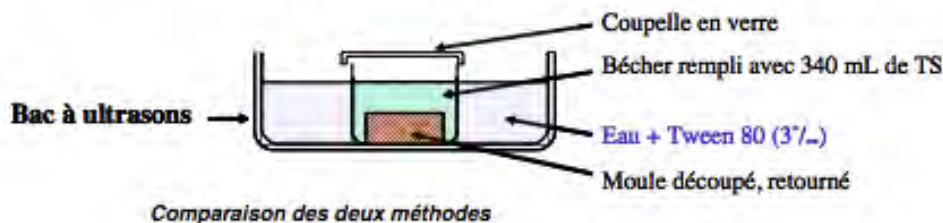
UTILISATION DES ULTRASONS

Le moule à analyser est récupéré en fromagerie et placé dans un sachet stérile. A l'arrivée au laboratoire, le moule est découpé (la hauteur à découper sera déterminée en fonction de celle du moule et des dimensions du bac à ultrason, de telle sorte que le moule soit totalement immergé dans la solution de TS) grâce à des ciseaux préalablement désinfectés à l'alcool. En effet, lorsque le haut du moule est découpé, le fond est plus proche des transducteurs générateurs d'ultrasons, ce qui facilite le décrochage des flores. Le moule ainsi découpé est placé dans un béccher d'un litre en verre (matériau qui laisse passer les ultrasons), préalablement stérilisé à l'autoclave, couvert de papier aluminium, et contenant 340 ml de TS.

A l'intérieur du béccher, le moule est posé à l'envers afin de permettre le décrochage des flores sur le fond du moule du côté intérieur, qui est a priori la partie la plus contaminée. Afin d'assurer une bonne immersion du moule, il est lesté à l'aide d'une coupelle en verre stérile.

Le bac à ultrasons (Branson 8510, Fischer Scientific) est rempli d'une solution aqueuse contenant 3% de tween 80 (tensio-actif). Le béccher est ensuite installé dans le bac à ultrasons qui fonctionne durant quinze minutes à 44 kHz.

Le liquide contenu dans le béccher peut ensuite être analysé. Le résultat final de dénombrement doit être ramené à un nombre de germes/cm² de surface. Pour le calcul de ce dernier il faut donc tenir compte du facteur de dilution (volume de TS dans lequel le moule a été immergé) ainsi que de la surface interne du moule.



Comparaison des deux méthodes

Dans le cadre du programme « Travail », ces deux méthodes ont été mises en œuvre sur des moules (type « St Marcellin », ¼ de litres, servant à la fabrication de fromages à pâte lactique) dans le but de les comparer. Les résultats microbiologiques obtenus ont été assez similaires pour les deux méthodes en terme de niveaux et de proportions des différentes flores recherchées, sachant qu'un seul préleveur a réalisé les prélèvements par chiffonettes.

Il n'y a donc pas de méthode « sélective » ou privilégiant certaines flores par rapport à d'autres.

D'un point de vue pratique, nous pouvons conseiller la méthode des chiffonettes pour sa facilité de mise en œuvre (prélèvement directement réalisables chez les producteurs, temps de mise en œuvre pour l'analyse très court). Cette méthode nécessite toutefois que la surface à échantillonnée ait été bien définie, et idéalement il faudrait que les prélèvements soient réalisés par la même personne. En effet, les études réalisées sur les biofilms et en particulier le programme ACTA « Biofilms » montrent que l'effet préleveur peut être très important malgré le respect strict de la procédure de prélèvement (force différente du préleveur notamment) et que cet effet n'est pas forcément stable dans le temps (pouvant être lié à une non reproductibilité de la façon de faire et/ou incidence différente selon l'âge des biofilms prélevés : on peut imaginer que la force appliquée aura plus d'impact sur des biofilms jeunes que sur des biofilms « vieux » où on aura plus de mal à détacher les biofilms).

Le passage aux ultrasons nécessite d'être équipé ou de pouvoir s'équiper d'un bac. De plus, cette technique peut être destructive puisqu'elle implique, selon leur format, de couper les moules.

Il existe toutefois des méthodes aux ultra-sons qui ne sont pas destructives comme celle(s) utilisée(s) pour les supports en bois (cf. fiches « Procédure de prélèvement sur les surfaces en bois »).

⇒ 2 méthodes donnant des résultats comparables en terme de quantité et de composition des biofilms analysés, à privilégier selon les conditions pratiques de l'étude envisagée :

	Avantages	Inconvénients	Quand l'utiliser ?
Chiffonnettes	Utilisable quelque soit la taille et forme du matériel à nettoyer	• Effet « préleveur » important	• Quand le matériel ne permet pas l'utilisation des ultra sons • Quand un seul préleveur est concerné
Ultra sons	• Pas d'effet « préleveur »	• Destructif pour moules de grande taille • Pas applicable à tous les matériels • Nécessite d'avoir un bac à ultra sons	• Quand matériel de petite taille ou si la destruction est sans conséquence.

Programme(s) de recherche ayant mis en œuvre ces méthodes :

Programme « Biofilms » - 2002/2004- Piloté par l'Institut de l'Elevage : utilisation de la méthode par chiffonnettes sur différents supports (manchons machine à traire, moules, bacs de caillage...)
Programme « Travail » - piloté par Actilait Centre de Carmejane : comparaison des méthodes par chiffonnettes et par passage des moules aux ultrasons (Claveyrolat E. - 2005 - « le nettoyage du matériel en fromagerie fermière » - Rapport de stage de 4ème année ISARA)

Auteurs BARRAL Julie, Actilait LAITHIER Cécile, Institut de l'Elevage	Date de mise à jour : Décembre 2009	
Ont participé à cette fiche : - Tiphaine Convert, GIS Alpes-Jura - Sabrina Raynaud, Institut de l'Elevage - Agnès Defacroy-Buchet, INRA Jouy en Josas		

Pour en savoir plus :

Julie Barral (Actilait) : j.barral@actilait.com

Cécile Laithier : (Institut de l'Elevage) : cecile.laithier@inst-elevage.asso.fr

RMT filières fromagères valorisant leur terroir



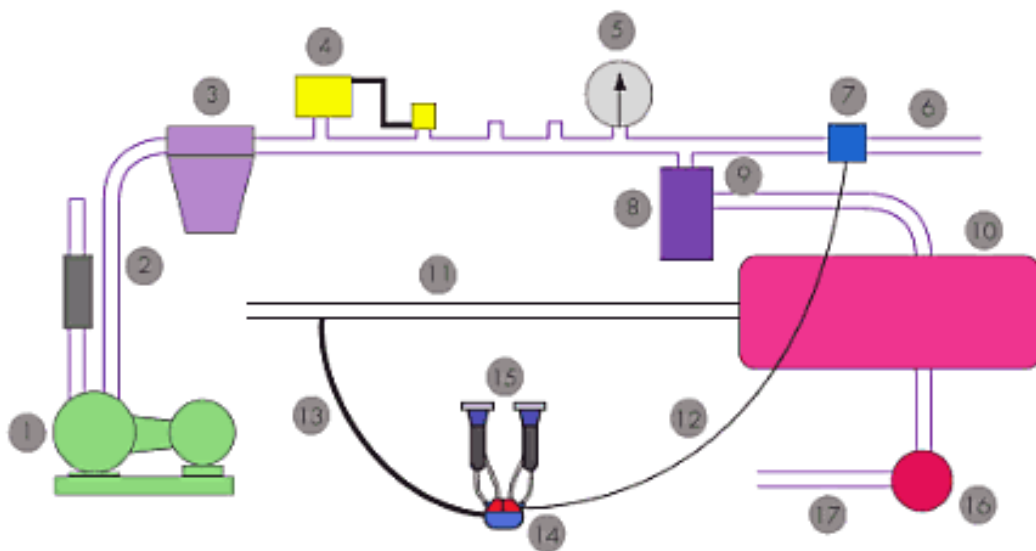
Contacts :
nballot@cniei.com
ahauwuy@suacgis.com

Appelé "Réseau fromages de terroirs", il a pour vocation de répondre aux sollicitations de filières organisées valorisant les ressources de leurs terroirs (AOP, IGP, fermiers...). Ce RMT regroupe une dizaine de partenaires professionnels, technique, de la recherche et de la formation.

Ces actions concernent les caractéristiques des fromages, la durabilité des filières, la diversité sensorielle et le marché. Des ouvrages et fiches de synthèse, des outils ou encore des journées de formation/information seront proposées aux filières valorisant leurs terroirs.

Le RMT est co animé par le CNAOL et le Suaci Alpes du Nord.

Annexe 3 : Les principaux composants d'une MAT avec lactoduc



- | | |
|---|----------------------------|
| 1 Pompe à vide | 10 Chambre de réception |
| 2 Canalisation à air principale | 11 Lactoduc |
| 3 Intercepteur | 12 Tuyau long de pulsation |
| 4 Régulateur | 13 Tuyau long à lait |
| 5 Indicateur de vide | 14 Griffe |
| 6 Canalisation à air des pulsateurs | 15 Gobelets trayeurs |
| 7 Pulsateur | 16 Pompe à lait |
| 8 Piège sanitaire | 17 Lactoduc d'évacuation |
| 9 Canalisation à air de la chambre de réception | |

PROTOCOLE DE PRELEVEMENT DU LAIT UHT

Date à laquelle faire les
prélèvements :

- suivi 1 :/...../.....
- suivi 2 :/...../.....
- suivi 3 :/...../.....
- suivi 4 :/...../.....

Numérotation des flacons :

- suivi 1 : LUHT / N° identification* / A
- suivi 2 : LUHT / N° identification* / B
- suivi 3 : LUHT / N° identification* / C
- suivi 4 : LUHT / N° identification* / D

* Voir les numéros d'identification sur le document

« Identification des échantillons »



Nous vous rappelons que ces prélèvements doivent se faire 6 heures minimum après le nettoyage du matin.

Il est impératif de connaître le volume de lait nécessaire au

Matériel fourni :

- 2 flacons de 40 ml transparents, bouchon
- 2 flacons de 180 ml transparents, bouchon rouge
- Lingettes désinfectantes



rouge

- Seau et louche désinfectés

- Lait UHT : *Candia GrandLait en brique de 1L* →



Méthode de prélèvement :



Avant tout prélèvement pensez à homogénéiser le lait à l'aide de la louche pendant quelques minutes

- Prélever 6 heures minimum après le nettoyage
- Désinfectez vos mains avec les lingettes désinfectantes
- Désinfectez la partie extérieure des manchons des 2 faisceaux trayeurs les plus éloignés (si 2 quais) ou du faisceau trayeurs le plus éloigné (si 1 seul quai) du bol de réception du lait
- Désinfectez de la même façon le seau servant à la récupération du lait, puis placez le seau au niveau de la canule de réception (sortie du lactoduc)
- Faites aspirer le lait UHT demi-écrémé à raison de 1L par manchon puis passez au manchon suivant
- Répétez cette opération jusqu'au déclenchement automatique de la pompe
- Désinfectez vous les mains à nouveau, puis désinfectez la louche soigneusement
- Homogénéisez pendant quelques minutes le lait récupéré dans le seau à l'aide de la louche
- Sortez un des flacons de son étui plastique et ouvrez le en gardant le bouchon dans la main
- Remplissez le flacon, refermez le et **identifiez le avec la même numérotation que celle du sachet dans lequel il se trouvait**
- Remettez le dans son sachet
- **Une fois les prélèvements effectués, mettez les immédiatement au congélateur (-18°C)**
- Faites de même avec tous les flacons

PROTOCOLE DE PRELEVEMENT DU LAIT 1^{er} BOL

Date à laquelle faire les
prélèvements :

- suivi 1 :/...../.....
- suivi 2 :/...../.....
- suivi 3 :/...../.....
- suivi 4 :/...../.....

Numérotation des flacons :

- suivi 1 : LBOL / N° identification / A
- suivi 2 : LBOL / N° identification / B
- suivi 3 : LBOL / N° identification / C
- suivi 4 : LBOL / N° identification / D



**Nous vous rappelons que ces prélèvements
doivent se faire sur un lait d'une traite du soir (la
veille des suivis)**

Matériel fourni :

- 2 flacons de 40 ml transparents, bouchon blanc, —————>
tige coudée cassable



- 2 flacons de 180 ml
avec tige coudée amovible * —————>



- Lingettes désinfectantes
- Seau désinfecté

Méthode de prélèvement :

- Désinfectez vous les mains avec les lingettes désinfectantes fournies
- Désinfectez soigneusement le seau avec les lingettes désinfectantes
- Récupérez dans le seau le 1^{er} bol de lait à la canne juste avant son arrivée au tank
- Sortez un des flacons à anse de son étui plastique
- Ouvrez le flacon en gardant le bouchon dans la main
- Tenez le flacon par l'anse, plongez le dans le lait 1^{er} bol et mélangez bien le lait à l'aide du flacon pour homogénéiser
- Remplissez le jusqu'au trait (un peu en dessous du bouchon) pour les petits flacons et légèrement en dessous du cerclage bleu foncé pour les gros flacons
- Refermez le flacon
- Cassez (petits flacons) ou enlevez (gros flacons) l'anse
- **Remplacez le flacon dans son sachet**
- **Une fois les prélèvements effectués, mettez les immédiatement au congélateur (-18°C)**
- Faites de même avec tous les flacons

* Pour enlever les tiges amovibles il suffit de les faire coulisser par le bas

PROTOCOLE DE PRELEVEMENT DU LAIT DU TANK

Date à laquelle faire les prélèvements :

- suivi 1 :/...../.....
- suivi 2 :/...../.....
- suivi 3 :/...../.....
- suivi 4 :/...../.....

Numérotation des flacons :

- suivi 1 : LT / N° identification / A
- suivi 2 : LT / N° identification / B
- suivi 3 : LT / N° identification / C
- suivi 4 : LT / N° identification / D



Nous vous rappelons que ces prélèvements doivent se faire sur un lait non ensemené et non emprésuré (pas un lait de report) d'une traite du soir (la veille du suivi)

Matériel fourni :

- 2 flacons de 40 ml transparents, bouchon blanc, tige coudée cassable
- 2 flacons de 180 ml avec tige coudée amovible *
- Lingettes désinfectantes



Méthode de prélèvement :



Avant tout prélèvement pensez à brasser le lait avec le brasseur pendant 5 minutes afin de l'homogénéiser

- Attendez la fin de la traite du soir
- Désinfectez vos mains avec les lingettes désinfectantes fournies
- Sortez un des flacons à anse de son étui plastique
- Ouvrez le flacon en gardant le bouchon dans la main
- Tenez le flacon par l'anse, plongez le dans le lait de tank et mélangez bien le lait à l'aide du flacon pour homogénéiser
- Remplissez le flacon jusqu'au trait (un peu en dessous du bouchon) pour les petits flacons et légèrement en dessous du cerclage bleu foncé pour les gros flacons
- Refermez le flacon
- Cassez (petits flacons) ou enlevez (gros flacons) l'anse
- **Remplacez le flacon dans son sachet**
- **Une fois les prélèvements effectués, mettez les immédiatement au congélateur (-18°C)**
- Faites de même avec tous les flacons

* Pour enlever les tiges amovibles il suffit de les faire coulisser par le bas

PROTOCOLE DE PRELEVEMENT D'EAU A LA PURGE

Date à laquelle faire les
prélèvements :

- suivi 1 :/...../.....
- suivi 2 :/...../.....
- suivi 3 :/...../.....
- suivi 4 :/...../.....



**Nous vous rappelons que ces prélèvements doivent se
faire juste avant les prélèvements de lait UHT**

**EAU A PRELEVER : EAU RESIDUELLE ET (SI POSSIBLE)
EAU DE LA PURGE DU CIRCUIT DE NETTOYAGE**

Matériel fourni :

- Flacons fournis par le laboratoire
- Lingettes désinfectantes
- Petite cuillère désinfectée

Méthode de prélèvement eau de la purge :

- Prélèvement avant le lait UHT au niveau de la purge
- Désinfectez vos mains avec les lingettes désinfectantes
- Ouvrez le flacon en gardant le bouchon dans une main
- Ouvrez la purge (si purge manuelle)
- Remplissez le flacon sans le faire déborder
- Fermez le flacon et mettez-le au réfrigérateur
- Répétez la manipulation avec l'autre flacon

Méthode de prélèvement eau résiduelle :

- Prélèvement avant le lait UHT d'eau résiduelle (manchons, coupelles,...)
- Désinfectez vos mains avec les lingettes désinfectantes
- Désinfectez une petite cuillère avec les lingettes désinfectantes
- Ouvrez le flacon en gardant le bouchon dans une main
- Récupérez l'eau (coupelles, manchons,...) à l'aide éventuellement de la petite cuillère
- Remplissez le flacon avec l'eau résiduelle sans le faire déborder
- Fermez le flacon et mettez-le au réfrigérateur
- Répétez la manipulation avec l'autre flacon

PROTOCOLE DE PRELEVEMENT D'EAU

Date à laquelle faire les
prélèvements :

- suivi 1 :/...../.....
- suivi 2 :/...../.....
- suivi 3 :/...../.....
- suivi 4 :/...../.....



Nous vous rappelons que ces prélèvements doivent se faire avant toute activité utilisant de l'eau, le matin du suivi.

EAU A PRELEVER : EAU SERVANT AU NETTOYAGE DE LA MACHINE A TRAIRE, ROBINET DE LA LAITERIE

Matériel fourni :

- Flacons fournis par la technicienne
- Lingettes désinfectantes

Méthode de prélèvement :

- Avant toute activité à l'élevage ou à la fromagerie
- Désinfectez vos mains avec les lingettes désinfectantes
- Désinfectez l'embouchure ou le robinet du point d'utilisation de l'eau avec les lingettes désinfectantes en passant votre doigt dans l'embouchure si possible
- Ouvrez le flacon en gardant le bouchon dans une main
- Ouvrez le robinet et prélevez la 1^{ère} eau sortante
- Remplissez le flacon sans le faire déborder
- Fermez le flacon et mettez-le au réfrigérateur
- Répétez la manipulation avec l'autre flacon

Annexe 9 : Document d'enquête

PROJET 2013 « MAT ET QUALITE DES PRODUITS LAITIERS FERMIERS »
Enquête approfondie sur la conception, l'entretien et le nettoyage de la MAT

N° de suivi : 1 2 3 4 5 Date de l'enquête : /..... /2013
N° de l'élevage :
Nom de l'exploitation :
Nom et prénom de l'éleveur :
Téléphone :

QUESTIONS À POSER À L'ELEVEUR

DONNEES DE L'EXPLOITATION

Destination du lait : Transformation Livraison Les deux
Nombre de chèvres laitières (moyenne sur l'année):
Nombre de chèvres en lactation le jour du suivi :
Volume de lait/an :
Volume de lait/an/chèvre (référence 2012) :
Volume de lait le jour de l'enquête (en L) :
Autres productions sur l'exploitation : Oui Non
Si oui, lesquelles :
Interruption de la production (et donc de la traite) sur l'année : Oui Non
Si oui, préciser :
Pâturage des chèvres : Oui Non
Si oui, date de sortie :
Nombre d'UTH sur l'exploitation :
Contrôle laitier : Oui Non

PERCEPTION DE L'ELEVEUR DE SON LAIT

Qu'est-ce qu'un bon lait selon vous ?
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Comment savez-vous lorsque vous avez un bon lait ?
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Comment maitrisez-vous la qualité microbiologique de votre lait tout au long de l'année ?
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Quels problèmes rencontrez-vous pour l'obtention de bon lait ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Comment y remédiez-vous ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Remarques :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

PERSONNEL DE TRAITE

Nombre de trayeurs permanents :
Alternance dans le personnel de traite : Oui Non
Tenue spécifique du trayeur : Oui Non
Lavage des mains avant le début de la traite : Oui Non
Personne s'occupant de la transformation : Trayeur Fromager
Changement récent de pratiques lors de la traite : Oui Non
 Quel(s) changement(s) ? :
 Si oui pourquoi ? :

ETAT SANITAIRE DU TROUPEAU

Récupérer historique 2012-2013
Recherche Staphylocoques dans le lait : Oui Non
Est-ce que les staphs représentent un problème pour l'éleveur ? Oui Non
Outils de détection mammites et/ou staphs :
 Test du plateau (CMT)
 Inflammation
 Visuel
 Résultats de comptage
 Autre :
Fréquence (nbre mammites cliniques/an):
Traitement au tarissement : Sélectif Systématique Au tarissement
Traitement en cours de lactation : Oui Non
Date dernière mammite :/...../.....

Traitement utilisé :

Historique des résultats d'analyse si disponibles :

Date de prélèvement	Staphylocoques dans lait	Staphylocoques sur fromages

Pour les exploitations livrant du lait, récupérer l'historique 2012/2013 des résultats cellules lait du tank

HISTORIQUE DU MATERIEL DE TRAITE

Machine achetée : Neuve Occasion

Année d'installation :

Si occasion, âge de la machine :

Ajouts au niveau de la MAT depuis son installation : Oui Non

Si oui, lesquels :

Rénovation de la MAT depuis son installation : Oui Non

Si oui, lesquelles :

Date des dernières modifications de la MAT :/...../.....

Certitraite : Oui Non

Si oui, date :/...../.....

Date du dernier contrôle Optitraite :/...../.....

Corrections préconisées :

Corrections réalisées :

CONCEPTION ET ENTRETIEN DU MATERIEL DE TRAITE

• Chauffe-eau :

Age du chauffe-eau :

T° maximum du chauffe eau :

Période de chauffe : Continue Discontinue

Période de chauffe adaptée aux besoins : Oui Non

Autre usage de l'eau chaude que la MAT : Particulier Fromagerie Aucun

Entretien du chauffe-eau : Oui Non

Si oui, date du dernier entretien du chauffe-eau :/...../.....

Maintenance du chauffe-eau : Oui Non

Si oui, date de la dernière maintenance du tank à lait :/...../.....

• Renouvellement du matériel :

Fréquence de changement des manchons trayeurs :

Renouvellement des manchons : Tous en même temps Uniquement ceux usés

Date du dernier changement des manchons trayeurs :/...../.....

Fréquence de changement des tuyaux à lait :

Renouvellement des tuyaux à lait : Tous en même temps Uniquement ceux usés

Date du dernier changement des tuyaux courts à lait :/...../.....

Date du dernier changement des tuyaux longs à lait :/...../.....

Fréquence de changement des filtres à air : Tous les 2 ans Tous les ans Tous les mois Jamais

Date du dernier changement du filtre à air :/...../.....

Fréquence de changement joint de la purge :

Date du dernier changement du joint de la purge :/...../.....

Fréquence de changement tuyau entre chambre de réception et pompe à lait :

Date du dernier changement :/...../.....

Renouvellement d'autres éléments de la MAT :

Pièces changées	Raison du renouvellement

• **Entretien du matériel :**

Si filtre à usage unique, jeté après chaque utilisation : Oui Non

Si non, date du dernier changement :/...../.....

Si filtre permanent, fréquence de lavage :

Nettoyage du filtre du régulateur : Oui Non

Si oui, fréquence :

EAU UTILISEE POUR LE NETTOYAGE

Origine de l'eau : Réseau Puits/Forage Récupération Source Autre :

Si puits, source ou forage, analyses bactériologiques : Oui Non

Date de la dernière analyse microbiologique de l'eau :/...../.....

Derniers résultats : S NS

Eau traitée : Oui Non

Si oui, de quelle façon (chloration, UV,...) :

Si oui, objectif du traitement :

NETTOYAGE DE LA MAT

Intervalle de temps entre traite du matin et nettoyage :

Intervalle de temps entre nettoyage et traite du matin :

Intervalle de temps entre traite du soir et nettoyage :

Intervalle de temps entre nettoyage et traite du soir :

Vérification par l'éleveur que le nettoyage a été effectué : Oui Non

Vérification par l'éleveur du bon fonctionnement du lavage de la MAT : Oui Non

Si oui, comment :

Si oui, problèmes observés :

Vérification par l'éleveur des paramètres de lavage (cycle,...) ? Oui Non

Mesure-t-il le volume de produit utilisé ? Oui Non

Si non, vérification du volume de produit pompé automatiquement par le programmeur ? Oui Non

Si oui, fréquence :

Jugement de l'efficacité du nettoyage par éleveur : S NS

Changements de pratiques de nettoyage de la machine :

Type (S = saisonnier, R = récent)	Préciser (date, nature du changement,...)	Raison du changement

4

--	--	--

Rinçage avant la traite : Oui Non
 Si oui, utilisation de produit : Oui Non
 Pousse à l'eau avant nettoyage : Oui Non
 Nettoyage de la canalisation à air : Oui Non
 Si oui, nettoyage au minimum 1 fois par an : Oui Non
 Si non, fréquence :
 Si oui, détailler méthode :

 Si oui, date du dernier nettoyage de cette canalisation :/...../.....
 Faisceaux trayeurs retirés du circuit de lavage : Après nettoyage Avant mise en route de la MAT Autre :
 Lavage du lactoduc d'évacuation lors du nettoyage de la MAT : Oui Non

• **Planning de nettoyage de la MAT :**

Précisez A pour acide, B pour base, RF pour rinçage, PSP pour programme sans produit

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Matin							
Soir							

Ajout d'un autre désinfectant en routine : Oui Non
 Si oui, lequel : Peroxyde d'hydrogène Acide péracétique Autre :
 Ajout d'un autre désinfectant de manière occasionnelle : Oui Non
 Si oui, mise en place de cette désinfection selon quels éléments :

QUESTIONS RELATIVES AU TANK A LAIT

Volume du contenant du lait (en L) :
 Date de mise en service :/...../.....
 Capacité de refroidissement : 2 traites 4 traites
 Fréquence de ramassage :

• **Nettoyage du tank à lait :**

Nettoyage : Manuel Automatique
 Si automatique, vérification que le nettoyage a été effectué : Oui Non
 Fréquence du nettoyage du tank :
 Rinçage : Oui Non
 Eau : Froide Tiède Chaude
 Lavage : Oui Non
 Eau : Froide Tiède Chaude
 Brossage : Oui Non
 Eau : Froide Tiède Chaude
 Rinçage : Oui Non
 Eau : Froide Tiède Chaude
 Nettoyage systématique après chaque vidange : Oui Non
 Délai d'attente entre vidange et nettoyage :
 Bonde de vidange laissée ouverte : Oui Non
 Lavage externe : Oui Non
 Tank laissé ouvert pour le séchage : Oui Non
 Nettoyage de la vanne du tank : Oui Non
 Fréquence du nettoyage de la vanne :

• **Planning de nettoyage du tank à lait :**

Précisez A pour acide, B pour base, RF pour rinçage, PSP pour programme sans produit

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche

Matin							
Soir							

Ajout d'un autre désinfectant en routine : Oui Non

Si oui, lequel : Peroxyde d'hydrogène Acide péracétique Autre :

NETTOYAGE DU PARC D'ATTENTE, DES QUAIS ET DE LA FOSSE

Cochez plusieurs cases si nécessaire

	Parc d'attente	Quais	Fosse
Fréquence de nettoyage	Pendant la traite Après chaque traite Moins souvent Si moins souvent, précisez :.....	Pendant la traite Après chaque traite Moins souvent Si moins souvent, précisez :.....	Pendant la traite Après chaque traite Moins souvent Si moins souvent, précisez :.....
Mode de nettoyage	Sec Humide Haute pression	Sec Humide Haute pression	Sec Humide Haute pression

QUALITE DES FROMAGES

Repiquage du lactosérum : Oui Non

Si non, mode d'ensemencement : Lactofermentation fermière Ferments du commerce

Ensemencement flores de surface : Oui Non

Accidents en fromagerie :

	Acidifications (caillés mous, problèmes de repiquage)	Caillés flottants ou trous précoces	Accidents flores de surface
Précisions			
Fréquence (nbre/an)			
Durée du problème (nbre de jours)			
Date du dernier accident *			
Actions correctives sur la MAT			
Efficacité des actions correctives (O/N)			
Détailler			

* jour emprésurage de la fabrication

OBSERVATIONS À FAIRE AU COURS DE LA TRAITE'

DEROULEMENT DE LA TRAITE'

Débit max de lait pendant la traite :

Distribution d'aliments à la traite : Oui Non Juste avant
 Si oui, aliments volatils : Oui Non

Préciser le type d'aliments :

Paillage pendant la traite : Oui Non Juste avant

Soins des trayons avant la traite : Oui Non
 Si oui, méthode de préparation : Massage à sec Douchettes Lavettes individuelles Trempage
 Essuyage : Oui Non

Soins des trayons avant la traite uniquement sur certaines périodes : Oui Non
 Si oui, lesquelles :

Soins des trayons après la traite : Oui Non
 Si oui, utilisation d'un produit post-trempage : Oui Non
 Si utilisation de produit post-trempage, méthode : Pulvérisation Trempage Graisse

Soins des trayons après la traite uniquement sur certaines périodes : Oui Non
 Si oui, lesquelles :

Elimination des premiers jets : Oui Non

Après la traite, système de traite : Purgé Pousse à l'eau Rien
 Si système purgé, quantité de lait restante après la traite :

 Quelle utilisation du lait de purge : Lait au tank Autre :

Point d'eau à proximité de la salle de traite : Oui Non

Utilisation d'eau pendant la traite : Oui Non
 Si oui, préciser :

Entrées d'air à la pose : Non Peu Beaucoup

Entrées d'air à la dépose : Non Peu Beaucoup

Glissements des faisceaux : Non Peu (2-3/20) Beaucoup (+ de 4/20)

Chute des faisceaux : Non Peu (1-2/20) Beaucoup (+ de 2/20)

Egouttage (à observer sur au moins quelques chèvres) : Oui Non

Repasse (à observer sur au moins quelques chèvres) : Oui Non

}

A observer sur
≈ 20 chèvres

ETAT DES TRAYONS'

Faire des croix dans les cases correspondantes (une croix != oui)!

! Choisir 10 chèvres : prendre un qui en milieu de traite, choisir 10 chèvres non primipares au hasard.!

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sale										
Crevasses										
Plaies										
Pustules										
Abcès										
Traumatismes liés à la MAT *										

* Traumatismes liés à la MAT : anneaux de compression, trayons aplatis, microhémorragies, changements de couleur des trayons (signes de congestion et/ou œdème), dureté des extrémités des trayons, hyperkératose.

;
;
;
;
;
;
;

OBSERVATIONS DE LA CONCEPTION DU MATERIEL À FAIRE AVANT LE SUIVI DE NETTOYAGE

CONCEPTION DE LA SALLE DE TRAITE

Type de salle de traite : Tunnel Epi Côte à côte Rotative Arrière
 Salle de traite : Fermée Partiellement fermée Ouverte
 Dans le même bâtiment que la chèvrerie : Oui Non
 Nombre de quais :
 Nature des quais : Bois Béton Plastique Résine Autre :
 Nombre de postes de traite :
 Nombre de places en salle de traite :
 Nombre de chèvres/quai :
 Type de déposes : Automatiques Manuelles
 Présence d'un parc d'attente : Oui Non
 Si oui, type : Sur paille Sol
 Si sol, préciser :
 Aliments stockés à proximité de la salle de traite : Oui Non
 Si oui, préciser :

CONCEPTION DES GRIFFES/MANCHONS/TUYAUX A LAIT

Nombre de griffes :
 Type de manchon : Silicone Caoutchouc
 Tous les manchons identiques : Oui Non
 Si non, préciser la raison :
 Système de protection des coupelles pendant la traite (couvercle, système de bascule,...) :
 Protégé Rabattage Couvercle Aucun
 Rebords au niveau des coupelles (entraînant rétention d'eau) : Oui Non
 Faisceaux trayeurs : Conventionnels Non conventionnels (*coupure du vide automatique quand entrée d'air*)
 Type de tuyau court à lait : Silicone Caoutchouc
 Type de tuyau long à lait : Silicone Caoutchouc

CONCEPTION DES LACTODUCS DE TRAITE

• Lactoduc de traite

Lactoduc en ligne : Basse Haute
 Lactoduc bouclé : Oui Non
 Diamètre intérieur du lactoduc de traite :
 Longueur du lactoduc de traite :
 Pente du lactoduc de traite (en %) :
 Présence de contre-pente : Oui Non
 Si oui, où ?
 Type de matériaux :
 Proportion de chacun :
 Dénombrement raccords et coudes :
Préciser pour chaque type de raccords/coudes leur nombre

	Nombre		
	Lisse	Vissé	Soudé
Raccords			
Coudes			

Débit max de lait permis par le lactoduc de traite :

• Lactoduc d'évacuation

Diamètre intérieur du lactoduc d'évacuation :
 Longueur du lactoduc d'évacuation (tuyau pour aller au tank inclus) :
 Type de matériaux :
 Proportion de chacun :

Dénombrement raccords et coudes :

Préciser pour chaque type de raccords/coudes leur nombre

	Nombre		
	Lisse	Vissé	Soudé
Raccords			
Coudes			

Purge automatique : Oui Non

Purge sous la pompe à lait : Oui Non

Purge sous les plateaux de lavage : Oui Non

Autre :

Purge au point bas : Oui Non

Présence d'un pré-refroidisseur : Oui Non

Etat de la purge : S NS

CONCEPTION DES EQUIPEMENTS DE TRAITE

• Chambre de réception

Volume de la chambre de réception (en L):

Matériau de la chambre de réception : Verre Acier inoxydable

• Filtre

Filtre pour le lait : Oui Non

Si oui, type de filtre : A usage unique Permanent

Si filtre permanent, propreté du filtre : S NS

• Extracteur

Type : Ecluse Pompe à lait centrifuge Pompe à lait volumétrique

• Stockage du lait

Réception : Tank Bidon Boule à lait Autre :

Affichage externe de la température : Oui Non

Lieu de stockage du lait séparé de la salle de traite : Oui Non

Lieu de stockage du lait bien entretenu : Oui Non

• Equipements spéciaux

Equipements spéciaux (double vide,...) : Oui Non

Si oui, préciser le(s)quel(s) :

.....

.....

CONCEPTION DU CIRCUIT DE NETTOYAGE

• Canalisation de lavage

Diamètre intérieur de la canalisation de lavage :

Nombre d'aspirations (nombre de tuyaux d'aspiration dans le bac de lavage) :

Diamètre intérieur des aspirations :

Nombre de vannes de lavage :

Place des vannes de lavage par rapport à la chambre de réception : voir schéma

Position adéquate (proche de la chambre de réception + arrivée d'eau au plus près) : Oui Non

Nombre de pontages entre lactoduc principal et canalisation de lavage :

Cas lactoduc non bouclé :

Position adéquate (à la fin du lactoduc) : Oui Non

Cas lactoduc bouclé :

Position adéquate (proche de la vanne) : Oui Non

Diamètre des pontages :

• **Piège sanitaire**

Piège sanitaire lavable : Oui Non
 Si oui, lavage automatique du piège sanitaire : Oui Non
 Si non, préciser :
 Pontage de la pompe à lait au piège sanitaire : Oui Non
 Pontage de la pompe à lait au lactoduc de lavage : Oui Non
 Etat de propreté du piège sanitaire : S NS

MATERIEL DE NETTOYAGE

Nettoyage : Manuel (l'éleveur envoie lui même l'eau dans les canalisations)
 Automatique (automate de lavage, l'éleveur a juste à lancer le nettoyage)
 Semi-automatique (l'éleveur doit suivre le nettoyage et lancer lui même les différentes phases)
 Autolaveur (dans le cas de pots trayeurs)
 Si automatique, modèle de l'automate :
 Pompe doseuse : Oui Non
 Réchauffeur d'eau : Oui Non
 Vanne d'injection : Oui Non
 Si oui, durée d'ouverture :
 Si oui, durée de fermeture :
 Capacité du ou des chauffe-eau (en L) :
 Type de chauffe-eau (gaz, électrique,...) :
 Chauffe-eau industriel : Oui Non
 Propreté du bac de lavage : S NS
 Eléments étrangers dans le bac de lavage : Oui Non
 Si oui, préciser :
 Bac fermé : Oui Non

PRODUITS DE NETTOYAGE

• **Produit de nettoyage de la MAT :**

	Nom	Type	Dose préconisée (en %)	Quantité utilisée	Quantité minimale conseillée
Produit acide		Noms des acides :			
Produit alcalin		Chloré Non chloré			
Autre produit					

• **Produit de nettoyage du tank :**

	Nom	Type	Dose préconisée (en %)	Quantité utilisée	Quantité minimale conseillée
Produit acide		Noms des acides :			
Produit alcalin		Chloré Non chloré			
Autre produit					

10

MESURES LORS DU CONTRÔLE DE NETTOYAGE

EAU

Dureté de l'eau (°TH) :
 pH eau (sortie robinet de remplissage du bac de lavage) :
 Conductivité eau (sortie robinet de remplissage du bac de lavage) :
 Bandelette pH (sortie robinet de remplissage du bac de lavage) :

SUIVI DE NETTOYAGE

Données à récupérer dans l'Optitraite.

Réserve réelle observée :
 Niveau de vide de traite :
 Besoin en eau pour le nettoyage de la MAT :
 Besoin en air pour le nettoyage de la MAT :

• Pré-lavage :

Circuit ouvert : Oui Non

		Pré-lavage 1	Pré-lavage 2
Durée			
Volume eau			
Conductivité	Eau départ bac de lavage		
	Eau fin de cycle		
	Différentiel		
pH	Eau départ bac de lavage		
	Eau fin de cycle		
	Différentiel		
Température	Eau début du pré-lavage		

• Lavage :

Circuit fermé : Oui Non

		Lavage
Durée		
Volume eau		
Produit	Type	
	Quantité	
Température	Ambiante	
	Départ bac de lavage	
	Eau 1 ^{er} retour	
	Fin de cycle	
Conductivité	Différentiel (départ-fin)	
	Départ bac de lavage	
	Fin de cycle	
pH	Différentiel	
	Départ bac de lavage	
	Fin de cycle	
Pression	Différentiel	
	Vide max (kPa)	
	Vide mini (kPa)	
Durée de l'aspiration d'air		

Volume résiduel eau (si pas de purge automatique) :

• Répartition – True test :

A réaliser si possible

N° de poste

Volume d'eau (en L)

• **Rinçage :**

Circuit ouvert : Oui Non

		Rinçage 1	Rinçage 2
Durée			
Volume eau			
Température	Départ bac de lavage		
	Fin de cycle		
	Différentiel		
Conductivité	Départ bac de lavage		
	Fin de cycle		
	Différentiel		
pH	Départ bac de lavage		
	Fin de cycle		
	Différentiel		
Papier pH	Fin de cycle		
Volume résiduel eau			

• **Séchage :**

Séchage de l'installation de traite à chaque étape : Oui Non Uniquement à la fin du nettoyage

Si oui, séchage : A l'air A l'eau bouillante

Humidité du tank : Humide Sec

OBSERVATIONS DE L'ETAT DU MATERIEL À FAIRE JUSTE AVANT LE LAIT UHT

ETAT DE LA SALLE DE TRAITE

Vétusté de la salle de traite : Oui Non

Si oui, préciser :

Etat général de la salle de traite :

Préciser O pour OUI et N pour NON

	Empoussièremment		Encrassement	
	O / N	Détailler	O / N	Détailler
Murs				
Sol				
Plafond				

Propreté des lieux avant l'entrée des chèvres (à observer avant la traite du soir) :

Faire des croix dans les cases correspondantes (une croix = oui)

	Quais	Fosse	Parc d'attente
Présence de pailles et souillures importante			
Quelques pailles et souillures			
Quasi absence de pailles et souillures			
Aucune paille et souillure			
Humidité			

ETAT GENERAL DE LA MAT

Faire des croix dans les cases correspondantes (une croix = oui)

	Encrassement	Empoussièremment	RAS
Equipements de traite			
Lactoduc			

ETAT DES GRIFFES/MANCHONS/TUYAUX A LAIT

Etat des différents éléments de la MAT :

Faire des croix dans les cases correspondantes (une croix = oui)

	Fissures	Porosité (dépôt noir)	Dépôt de lait	Eau résiduelle	RAS
Manchons					
Tuyaux courts à lait					
Tuyaux longs à lait					
Coupelles de lavage					

16

Faire des croix dans les cases correspondantes (une croix = oui)

	Encrassement des manchons intérieur	Encrassement des manchons extérieur	Empoussièremment des manchons	Propreté des tuyaux courts et longs	Empoussièremment général	RAS
Avant la traite						
Après le nettoyage						

Sentir le manchon après nettoyage, odeur désagréable ? Oui Non

Etat général des faisceaux trayeurs :

Faire des croix dans les cases correspondantes (une croix = oui)

	Encrassement	Empoussièremment	Propreté	RAS
Faisceaux trayeurs				

ETAT DES EQUIPEMENTS DE TRAITE

• Chambre de réception

Etat intérieur de la chambre de réception :

Dépôts mous

Dépôts durs et brun clair

Dépôts durs et poreux, jaunâtres quand ils sont secs mais difficilement visibles et blancs quand ils sont humides

Impossible à vérifier (aucune trappe de visite ni partie transparente)

RAS

Présence sur les caoutchouteries de réception : Fissures Porosité (dépôt noir) Dépôt de lait RAS

Etat général :

Faire des croix dans les cases correspondantes (une croix = oui)

	Encrassement	Empoussièremment	Entartrage	RAS
Etat intérieur du tank				
Etat extérieur du tank				
Lieu de stockage lait				

Stockage d'aliments ou autres produits indésirables dans ou à proximité du lieu de stockage du lait : Oui Non

Si oui, préciser :

PROTOCOLE DE PRELEVEMENT CHIFFONNETTES

* Voir les numéros d'identification sur le document « Identification des échantillons »

Date à laquelle faire les
prélèvements :

- suivi 1 :/...../.....
- suivi 2 :/...../.....
- suivi 3 :/...../.....
- suivi 4 :/...../.....

Numérotation des flacons :

- suivi 1 : LMAT / N° identification / A
- suivi 2 : LMAT / N° identification / B
- suivi 3 : LMAT / N° identification / C
- suivi 4 : LMAT / N° identification / D



Les zones de prélèvements sont à déterminer au cas par cas

Matériel fourni :

- 2 chiffonnettes dans sacs refermables →
(dimensions : 32 x 17,5 cm)
- Lingettes désinfectantes
- Eprouvette graduée désinfectée



Méthode de prélèvement :

Parois facilement accessibles (parois du tank,...):

- Désinfectez vos mains avec les lingettes désinfectantes
- Choisissez une zone de 10 cm x 10 cm pour délimiter la surface à prélever
- Sortez la chiffonnette de son sac en déchirant le haut du sac
- Faites 20 frottis : 10 horizontaux et 10 verticaux sur la zone délimitée
- Remettez la chiffonnette dans son sac refermable
- Désinfectez l'éprouvette et ajoutez 90 ml de lait dans le sachet de la chiffonnette
- Refermez le sac selon le système présenté dans l'encadré

Manchons, vanne du tank :

- Désinfectez vos mains avec les lingettes désinfectantes
- Sortez la chiffonnette en déchirant le haut du sac et introduisez la à l'intérieur du manchon
- Faites 10 rotations successives au niveau de la paroi et de la collerette
- Remettez la chiffonnette dans son sac refermable
- Désinfectez l'éprouvette et ajoutez 90 ml de lait dans le sachet de la chiffonnette
- Refermez le sac selon le système présenté dans l'encadré

Système de fermeture



Déchirez le haut du sac en tirant à la main suivant la pré-découpe



Ouverture du sac en tirant sur les 2 languettes latérales



Fermeture du sac

(Source : fiche commerciale Sofribox®)



Caractéristiques techniques

- › Durée : de 1 à 4 jours
- › Intervalle de température : +2 / +8°C, +2 / +25°C et -18°C
- › Volume : de 1 à plus de 500 litres
- › Isolant : panneaux rigides de polyuréthane haute densité ($\lambda = 0.023 \text{ W/m. K}$, densité 32 kg/m^3).
- › Suremballage extérieur : carton
- › Source du froid : plaques eutectiques utilisant un gel performant.
- › Possibilité d'aménagement intérieur
- › Design sobre pour limiter les risques de vols et par souci d'écologie, personnalisation sur demande.
- › Qualification : containers testés et qualifiés selon les normes NF S 99-700 ou ISTA

Annexe 12 : Protocole de réalisation des tests d'aptitude acidifiante

PROTOCOLE DE LACTOFERMENTATION

Avant le test :

Installer le bain-marie dans une pièce dont la température restera inférieure à 22°C pendant les 48h du suivi.

La veille au soir, soit 12h avant la mise en route de la lactofermentation : mettre en marche le thermoplongeur à 22°C (ou 37°C) +/- 1°C, vérifier le niveau de l'eau et en rajouter si nécessaire. Installer les portes-tubes dans le bain-marie.

Remise à température des laits :

Au tout début de la mise en route de la lactofermentation, mettre dans le bain-marie une bouteille de lait UHT et les flacons de lait des exploitations pour une remise en température.

Tubes à remplir :

Identifier les tubes en écrivant le code (le même que sur les flacons) au début de l'expérience.

Code tube	Contenu des tubes
LT1	3 tubes de lait du tank 1
LT2	3 tubes de lait du tank 2
LC	3 tubes de lait 1 ^{er} bol récupéré au lactoduc d'évacuation
LP	3 tubes de lait 1 ^{er} bol récupéré à la purge
LU	3 tubes de lait UHT témoin
LMAT	3 tubes de lait UHT ayant circulé dans la MAT
LE	3 tubes de lait UHT témoin de l'aérocontamination lors du prélèvement de lait UHT ayant circulé dans la MAT

Sur la feuille de suivi des mesures des lactofermentations : préciser le jour et l'heure de lancement de la lactofermentation.

Allumer le bec bunsen

Remplir des tubes les différents échantillons de lait :

- se laver soigneusement les mains et passer le plan de travail (préalablement nettoyé) à l'alcool
- approcher les supports avec les tubes stérilisés du bec bunsen
- dévisser les bouchons des tubes en les laissant posés dessus
- ouvrir le pot de lait ou la bouteille de lait Uht à proximité de la flamme
- prendre les tubes en verre les uns après les autres
- ouvrir le tube à proximité de la flamme, tenir d'une main le tube et son bouchon
- remplir le tube de 20 ml de lait à l'aide de la pipette de 25 ml, le reboucher sans serrer et le remettre sur le support. Utiliser une pipette de 25 ml par type de lait.
- Replonger les supports et les tubes dans le bain-marie

Contrôler à l'aide du thermomètre que la température soit bien à 22°C (ou 37°C) dans le tube témoin. Noter sur la feuille de contrôle l'heure de début et la température du bain-marie et de la pièce.

Pour la lecture de l'aspect des gels et les mesures de pH et d'acidité, procéder toujours dans le même ordre des tubes pour les différentes séries de mesure (24h,...)

Lecture de l'aspect des gels :

Réaliser l'observation à 24h, 32h et 48h avant la prise de pH et d'acidité.
Noter l'aspect du gel avec les codes ci dessous :

Aspect	Définition
Liquide	Absence totale de coagulation voire aspect « caillé liquide » qui colle à la paroi du tube
Géliné/Gélatineux	Gel homogène, caillé ferme, pas ou peu d'exsudation de sérum voire présence de quelques petites bulles de gaz régulières
Floconneux	Coagulum régulier, apparition de flocons ou grumeaux avec exsudation de sérum blanc laiteux
Caséeux	Coagulum contracté avec exsudation de sérum verdâtre à laiteux, parfois coagulum en forme de bâtonnet et filandreux
Gonflé/Gel à bulles	Caillé aspect spongieux dégageant de nombreuses bulles de gaz, irrégulières, avec expulsion de sérum, odeur désagréable
Digéré	Caillé digéré en forme d'éponge, avec expulsion de grande quantité de sérum, formant des poches

Mesures pH et acidité :

Faire la mesure à 0h 24h, 32h et 48h.

Pour chaque mesure :

- agiter vigoureusement tous les tubes de lait utilisés pour la mesure
- prélever 10 ml pour la mesure d'acidité dans chaque tube et mettre le prélèvement dans un flacon. Changer la pipette entre chaque prélèvement de lait.
- Sortir l'électrode du pH-mètre du KCl et la rincer à l'eau distillée
- Plonger l'électrode dans le liquide restant du tube

En attendant la stabilisation de la mesure de pH, mesurer l'acidité du lait :

- Ajouter 3 gouttes de phénolphtaléine au flacon contenant les 10 ml de gel
- Doser à la soude

Noter les résultats de l'acidité et du pH sur la feuille de mesure.

Rincer soigneusement l'électrode du pH-mètre à l'eau distillée avant la mesure suivante.

Refaire de même avec tous les autres tubes correspondant soit 24h, 32h et 48h.

A la fin d'une mesure nettoyer les flacons pour la prochaine utilisation.

Annexe 13 : Protocole de mesure de la DCO

La matière organique oxydable contenue dans l'échantillon d'effluent prélevé est oxydée par chauffage après ajout d'une quantité connue de bichromate de potassium. La consommation d'oxygène par l'échantillon provoque un changement de couleur dont l'absorbance est proportionnelle à la quantité de bichromate de potassium réduit (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2012).

Pour chaque échantillon :

- 2 tubes (0 – 15000 ou 0-1500 ppm (86% acide sulfurique, sulfate de mercure, trioxyde de chrome), marque HACH) ont été préparés afin de lisser les éventuelles erreurs de manipulation
- une fois les tubes prêts, ils sont introduits dans un réacteur céramique préchauffé à 150°C
- cuisson de 2h à 150°C
- après cuisson, les tubes sont laissés à refroidir
- Tubes introduits dans le spectromètre (DR/2000, marque HACH) pour une lecture directe en mg.L^{-1} .

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) :

Cette procédure effectue l'analyse en composantes principales d'un ensemble d'individus caractérisés par des variables continues (actives). L'ACP est une méthode particulièrement puissante pour résumer et visualiser l'ensemble des liaisons linéaires entre les variables continues actives. L'ACP peut aussi être utilisée pour l'analyse de données ordinales afin de conserver une notion d'ordre contrairement aux méthodes sur données nominales. Dans cette étude, cette méthode va permettre une analyse préalable sur les flores.

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) :

La CAH est une méthode de classification non supervisée dont le but est de former des sous-groupes composés d'individus homogènes sur les variables prises en compte dans l'étude. Les sous-groupes sont les plus différents possibles. Le nombre de classes (ou sous-groupes) formées est variable. Le pourcentage d'inertie expliquée est un indicateur important : plus ce pourcentage est grand, plus les classes sont constituées d'individus homogènes et plus elles sont différentes les unes des autres. Dans cette étude, cette méthode va permettre de regrouper les individus ayant des profils de flores similaires.

La Coupure d'arbre :

Cette procédure construit des partitions par coupures successives de l'arbre d'agrégation issu de la méthode CAH. IL est possible de spécifier le nombre de classes souhaité ou de laisser la procédure rechercher automatiquement les meilleures partitions.

La Caractérisation d'une variable qualitative :

Cet outil permet de caractériser une variable nominale, c'est à dire dans notre cas la variable dont les modalités sont les classes obtenues par CAH. Si les variables explicatives sont nominales, le test de références est le χ^2 tandis que si elles sont continues, le test utilisé est le test de Fisher (analyse de variance). Pour chacun des tests, une p-value, correspondant à la probabilité de rejeter à tort l'hypothèse nulle (indépendance) alors qu'elle est vraie, est calculée. Cette méthode permettra de décrire chaque profil de flores obtenu par des pratiques.

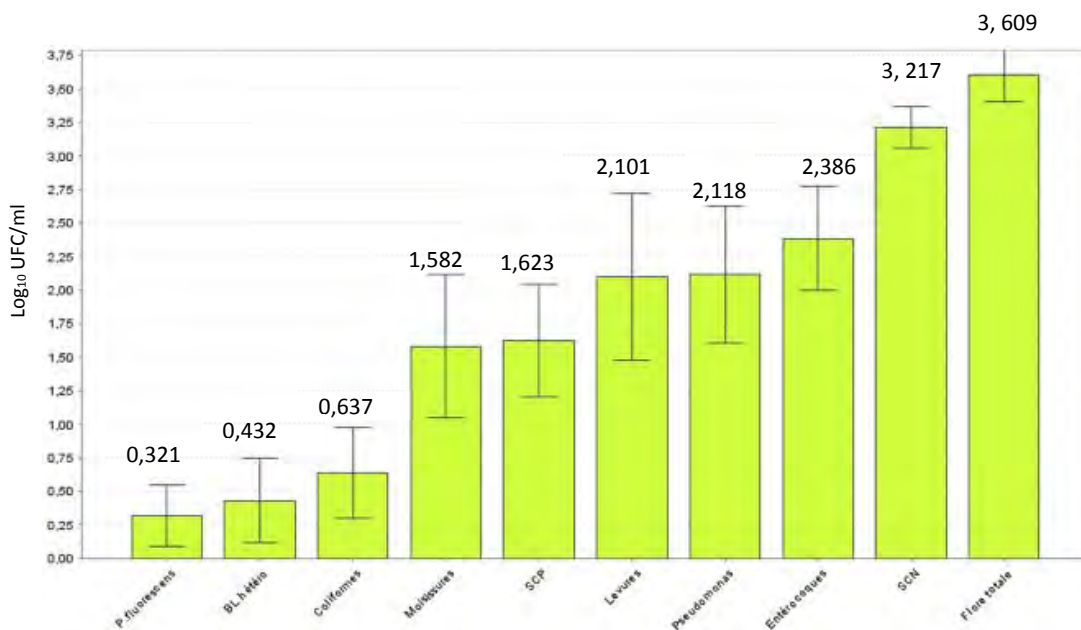
Annexe 15 : Classification des exploitations

Classification	N°	Lavage après chaque traite	Alternance A/B	T° fin lavage > 40°C	Renouvellement manchons selon recommandations	Renouvellement tuyaux lait selon recommandations	Propreté générale SDT
Drastique	4	oui	oui	Oui	oui	oui	oui
	5	oui	oui	Oui	oui	oui	oui
	8	oui	oui	Oui	oui	oui	oui
Un seul lavage par jour	2	non	oui	Non	oui	oui	moyen
	11	non	oui	Oui	oui	oui	oui
	12	non	oui	Non	oui	oui	moyen
ND renouvellement matériel	1	oui	oui	Oui	non	non	moyen
	3	oui	oui	Oui	oui	non	non
	7	oui	oui	Oui	non	non	oui
	6	oui	oui	Oui	non	oui	non
ND renouvellement matériel et T° fin lavage	9	oui	oui	Non	non	non	non
	10	oui	oui	Non	non	non	moyen

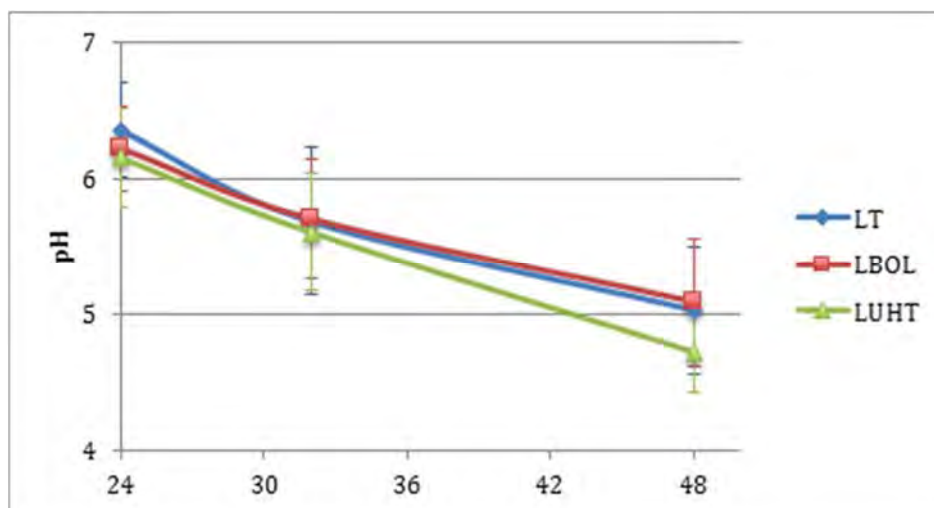
Annexe 16 : Présentation des exploitations

	N°	Nombre de chèvres laitières	Volume de lait/an	Volume lait/an/chèvre	Devenir du lait	Pâturage	Déssaisonnement
Drastique	4	160	137 000	850	livraison	non	non
	5	150			livraison + transformation	oui	non
	8	80	Installation en 2013	Installation en 2013	transformation	oui	non
Un seul lavage par jour	2	31	20 000		transformation	oui	non
	11	135	85 000	626	transformation	oui	non
	12	59	40 000	680	transformation	oui	non
ND renouvellement matériel	1	60	43 000	608	transformation	oui	non
	3	64	60 000	700	transformation	oui	non
	7	110	61 000	780	livraison	non	non
	6	240		800	livraison	non	oui
ND renouvellement matériel et T° fin lavage	9	96	80 000	750	transformation	oui	oui
	10	180	119 000	750	transformation	non	oui

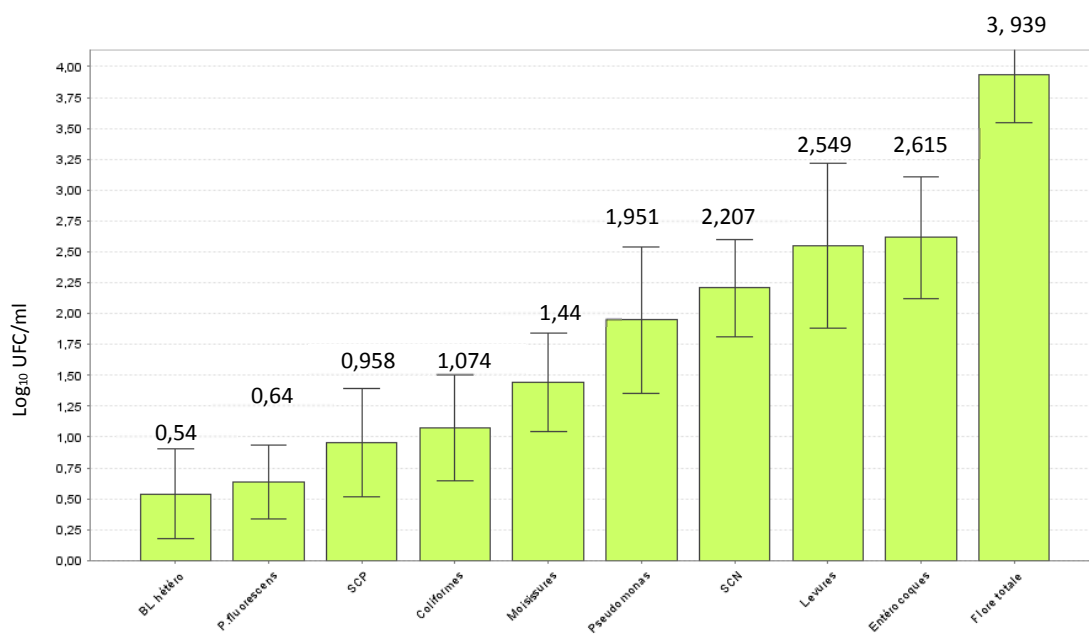
Annexe 17 : Résultats microbiologiques et des tests d'aptitude acidifiante du premier suivi



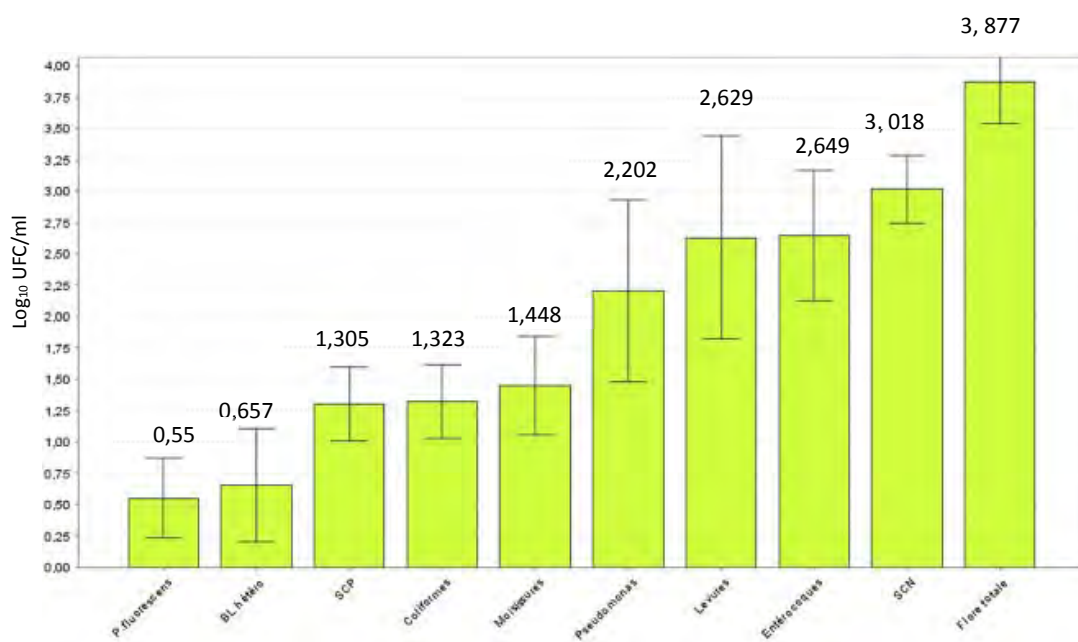
Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements microbiologiques des laits de traite (n=12, 1 lait par exploitation)



Profils moyens des aptitudes acidifiantes des laits de traite, lait 1er bol et lait UHT (n=12, 1 lait par exploitation)



Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements microbiologiques des laits UHT ayant circulés dans la machine à traire (n=12, 1 lait par exploitation)



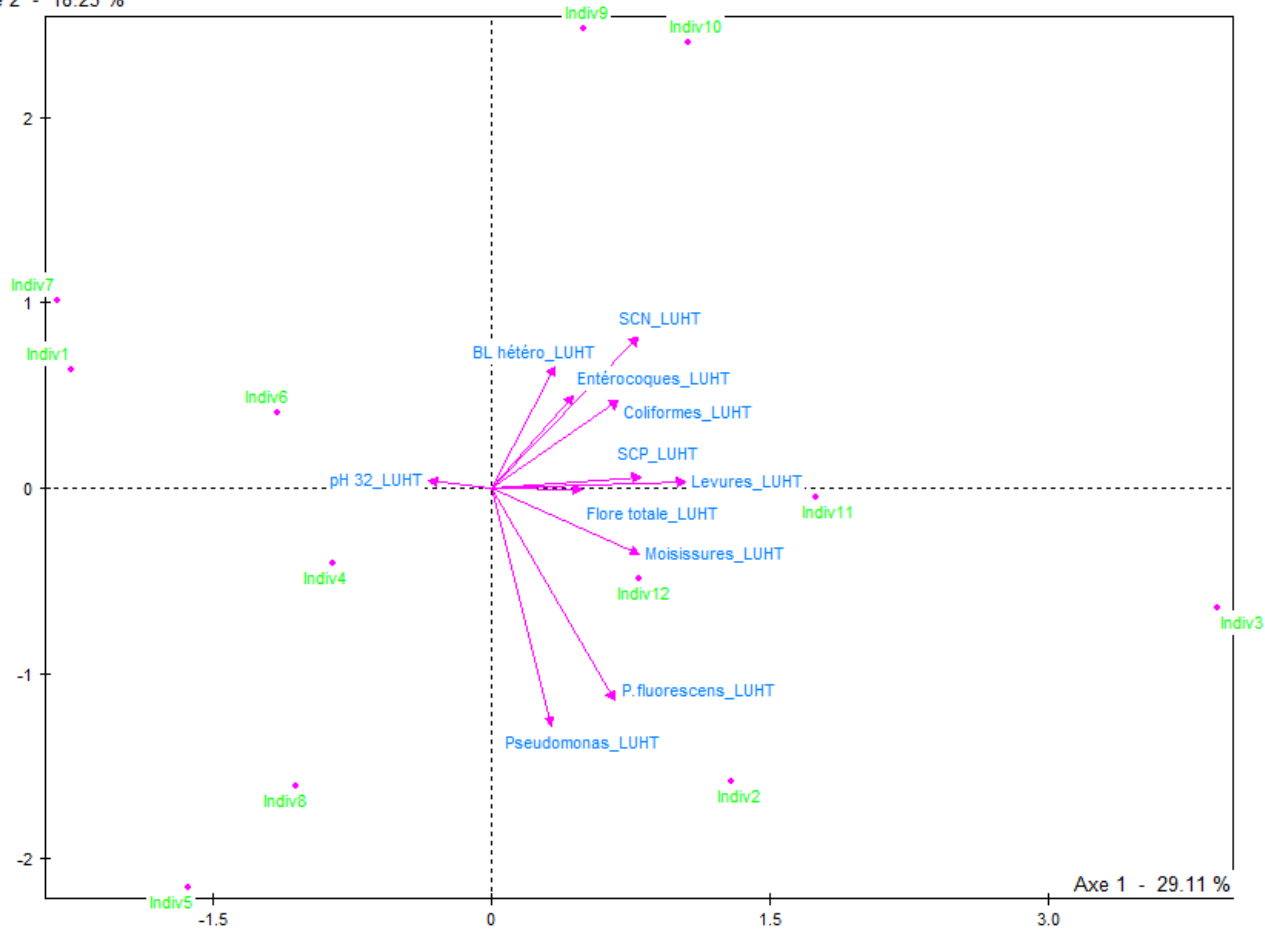
Moyennes et intervalles de confiance (à 95%) des dénombrements microbiologiques des laits 1^{er} bol (n=12, 1 lait par exploitation)

Annexe 18 : Résultats de l'ACP

NUMERO	VALEUR PROPRE	POURCENTAGE	POURCENTAGE CUMULE
1	3.2022	29.11	29.11
2	2.0055	18.23	47.34
3	1.8674	16.98	64.32
4	1.1070	10.06	74.38
5	1.0587	9.62	84.01

VARIABLES	COORDONNEES					CORRELATIONS VARIABLE-FACTEUR				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
IDEN - LIBELLE COURT										
Flor - Flore totale_LUHT	0.41	-0.01	-0.71	-0.42	0.05	0.41	-0.01	-0.71	-0.42	0.05
EntÉ - EntÉrocoques_LUHT	0.36	0.33	-0.64	-0.38	-0.06	0.36	0.33	-0.64	-0.38	-0.06
SCN_ - SCN_LUHT	0.65	0.53	0.33	-0.18	0.23	0.65	0.53	0.33	-0.18	0.23
SCP_ - SCP_LUHT	0.66	0.04	0.51	0.20	-0.27	0.66	0.04	0.51	0.20	-0.27
Coli - Coliformes_LUHT	0.57	0.31	-0.33	0.45	-0.39	0.57	0.31	-0.33	0.45	-0.39
Pseu - Pseudomonas_LUHT	0.27	-0.85	-0.14	-0.11	-0.36	0.27	-0.85	-0.14	-0.11	-0.36
P.fl - P.fluorescens_LUHT	0.55	-0.75	0.08	-0.06	-0.10	0.55	-0.75	0.08	-0.06	-0.10
Levu - Levures_LUHT	0.87	0.02	0.09	0.15	0.29	0.87	0.02	0.09	0.15	0.29
Mois - Moisissures_LUHT	0.66	-0.23	0.26	-0.20	0.41	0.66	-0.23	0.26	-0.20	0.41
BL h - BL hÉtÉro_LUHT	0.28	0.43	0.22	-0.24	-0.59	0.28	0.43	0.22	-0.24	-0.59
pH 3 - pH 32_LUHT	-0.28	0.03	0.57	-0.62	-0.20	-0.28	0.03	0.57	-0.62	-0.20

Axe 2 - 18.23 %



Annexe 19 : Caractérisation des classes 1 et 2

N° de la classe	Conception du matériel	Etat et entretien du matériel et des locaux	Déroulement de la traite	Nettoyage
Classe 1 (n=2)	Lactoduc d'évacuation : + de caoutchouc, - d'inox, - long, - de coudes	Non respect des recommandations de renouvellement des manchons	Peu de chutes de faisceaux (1-2 sur 20 chèvres)	MAT nettoyée 2 fois/jour
		Pas de renouvellement du tuyau entre chambre de réception et pompe à lait	Un peu plus de pustules sur trayons	T° départ et fin nettoyage > moyenne générale car chauffe-eau capable d'atteindre T° > 75°C T° fin de nettoyage > 40°C
	Lactoduc de traite : - long et - de coudes et raccords	Zone de stockage du lait empoussiérée	2-3 mammites/an	Durée lavage < Doses de produit > préconisations fabricants (1/2 élevages)
		Extérieur tank : empoussiéré et stockage de produits indésirables à proximité (seaux, produits nettoyage)	Paillage juste avant ou pendant la traite	Pas de purge après chaque étape (purge manuelle et pas automatique) Extérieur tank non nettoyé, bonde vidange tank fermée après nettoyage
Classe 2 (n=3)	Lactoduc d'évacuation : en inox, diamètre >	Manchons pas toujours renouvelés tous en même temps (2/3) Manchons en bon état à priori	Aucune plaie sur les trayons	Souvent nettoyage semi-automatique
	Lactoduc de traite : bouclé, - de coudes et raccords (notamment raccords vissés)			Volumes d'eau de pré-lavage et rinçage >
	Tuyaux courts à lait surtout en silicone (2/3)	Zone de stockage du lait mal entretenue et empoussiérée	Nbre de mammites cliniques/an > 5	Doses de produit utilisées > préconisations fabricants (1/3 élevages)
	Pas de purge au point bas			Désinfection au peroxyde d'hydrogène 1 fois/semaine (2/3 élevages)
	1/3 avec point d'eau dans SDT	Quais de traite entretenus régulièrement, nettoyés 1 fois/jour	2/3 installations purgent lait résiduel après traite Quantité lait purgé > Lait purgé mélangé au tank	Nettoyage intérieur tank automatique (2/3 élevages concernés) utilise produits avec phase acide + phase basique 1/2 Vanne du tank nettoyée pour (1/2 élevages)
	Pas de Certi'Traite®	Filtre du régulateur souvent rarement nettoyé		Tank fermé pour séchage
Eléments étrangers dans bac de lavage				
			Fonctionnement du chauffe-eau discontinu	

Annexe 20 : Caractérisation des classes 3, 4

N° de la classe	Conception du matériel	Etat et entretien du matériel et des locaux	Déroulement de la traite	Nettoyage
Classe 3 (n=4)	Lactoduc d'évacuation : diamètre <, caoutchouc et inox (- de plastique), + de coudes et raccords (notamment lisses), + long	Lieu de stockage du lait et extérieur tank non empoussiérés	Faisceaux trayeurs retirés du circuit de lavage juste avant traite	Simple rinçage après traite soir (3/4 éleveurs)
			Lavage des mains avant traite	Pas d'utilisation d'acide mélangeant acide phosphorique et nitrique Doses produits respectent recommandations fabricants
	Lactoduc de traite : + de raccords (notamment vissés)	Respect des recommandations pour renouvellement des manchons	Pas ou peu de glissements de faisceaux Pas ou peu d'entrées d'air au cours de la dépose Pas d'égouttage	T° départ lavage > (souvent > 70°C) Durée de lavage >
			Soin systématique aux trayons après traite par pulvérisation de produit post-trempeage	Chaque étape de nettoyage suivie d'une purge (3/4 avec purge automatique) Purge au point bas d'un état satisfaisant
	Equipements complémentaires (chauffeur d'eau, double vide,...)	Parc d'attente : aire paillée, non nettoyée tous les jours	Nbre de chèvres avec plaies sur trayons > (tout de même faible : 0-1/10 chèvres) Nbre de mammites/an < 1	Tank nettoyé tous les jours intérieurement et extérieurement
			Staphylocoques recherchés dans lait	Nettoyage avec produits acides, bonde de vidange ouverte après nettoyage
			Traitement mammite rarement effectué en cours de lactation Lait résiduel souvent purgé, rarement mélangé au lait de tank	Chauffe-eau non entretenu régulièrement
Classe 4 (n=2)	Grosses installations	Non respect des recommandations de renouvellement des manchons (changés tous les 2-3 ans)	Alternance des trayeurs	2 pré-lavages
	Lactoduc de traite : bouclé, + long, + de raccords et coudes, Inox et davantage de caoutchouc	Absence d'eaux résiduelles dans les coupelles		
	Lactoduc d'évacuation : + de plastique	Etat non satisfaisant de la purge	Egouttage des trayons	T° fin lavage <40°C voire <35°C
	2 quais en béton Nbre de postes de traite >			
	Tuyaux longs à lait en silicone	Tank toujours sec		
Pontage entre pompe à lait et piège sanitaire				

Annexe 21 : DEMOD classe 1

	Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Conception matériel	Lactoduc d'évacuation_Proportion inox	17,000	64,917	17,000	27,948	-2,54	0,005
	Lactoduc d'évacuation_Proportion caoutchouc	50,000	17,000	50,000	29,138	1,68	0,046
	Lactoduc d'évacuation_Nbre coudes	0,500	3,273	0,500	2,831	-1,46	0,072
	Lactoduc d'évacuation_Longueur	3,700	8,800	0,700	6,288	-1,20	0,114
	Lactoduc de traite_Nbre coudes	1,000	3,167	0,000	2,154	-1,49	0,068
	Lactoduc de traite_nbrc raccords	1,500	4,833	0,500	3,312	-1,49	0,068
	Lactoduc de traite_Longueur	7,000	11,333	0,000	5,359	-1,20	0,115
	Lactoduc de traite_Débit max de lait	8,000	12,182	1,000	5,374	-1,16	0,123
	Nbre chèvres max/quais	21,500	16,167	3,500	5,429	1,46	0,073
Déroulement de la traite	Nombre de chèvres avec pustules sur trayons	1,000	0,250	1,000	0,595	1,87	0,031
Nettoyage	Température début_pré-lavage 1	42,950	30,608	2,250	15,549	1,18	0,120
	T° eau fin_lavage	46,500	42,167	0,500	5,490	1,17	0,121
	Durée_lavage	480,000	618,333	60,000	180,316	-1,14	0,128
	Volume eau_rinçage 1	34,500	46,917	0,500	17,514	-1,05	0,147
	pH eau nettoyage	6,930	7,534	0,280	0,814	-1,10	0,136
	Réserve réelle observée	713,000	1057,640	187,000	296,272	-1,73	0,041
	Besoin eau nettoyage MAT	25,000	45,100	2,000	15,508	-1,94	0,026
	Intervalle tps entre traite soir/nettoyage	7,500	4,091	2,500	3,579	1,42	0,078
	Intervalle tps entre traite matin/nettoyage	7,500	5,000	2,500	2,887	1,28	0,099
	Différence dose utilisée-dose préconisée	0,960	0,210	0,750	0,544	2,04	0,021
	Chauffe-eau_T° max	75,000	67,833	5,000	6,466	1,64	0,050
	Capacité chauffe-eau	175,000	237,500	25,000	68,084	-1,36	0,087

	Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Conception matériel	Nombre quais	1	100,00	33,33	50,00	1,34	0,091	4
Etat et entretien du matériel	Empoussièremement lieu stockage lait	Oui	100,00	25,00	66,67	1,69	0,045	3
	Empoussièremement lieu stockage lait	Non	0,00	66,67	0,00	-1,34	0,091	8
	Empoussièremement extérieur tank	Oui	100,00	33,33	50,00	1,34	0,091	4
	Empoussièremement extérieur tank	Non	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7
	Stockage aliments/produits indésirables à proximité lieu stockage	Oui	100,00	33,33	50,00	1,34	0,091	4
	Stockage aliments/produits indésirables à proximité lieu stockage	Non	0,00	66,67	0,00	-1,34	0,091	8
	Fréquence changement tuyau entre chambre de réception et pompe à lait	Jamais	100,00	25,00	66,67	1,69	0,045	3
	Changement manchons_respect recommandations	Non	100,00	41,67	40,00	1,03	0,152	5
	Changement manchons_respect recommandations	Oui	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7
Déroulement de la traite	Paillage pendant traite	Non	0,00	75,00	0,00	-1,69	0,045	9
	Chute faisceaux	Peu	100,00	41,67	40,00	1,03	0,152	5
	Chute faisceaux	Non	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7
	Lavage mains avant début traite	Oui	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7
	Mammites cliniques/an_fréquence	entre 2 et 3	100,00	33,33	50,00	1,34	0,091	4
Nettoyage	Bonde vidange tank laissée ouverte	Non	100,00	25,00	66,67	1,69	0,045	3
	Bonde vidange tank laissée ouverte	Oui	0,00	66,67	0,00	-1,34	0,091	8
	Lavage externe tank	Non	100,00	25,00	66,67	1,69	0,045	3
	Lavage externe tank	Oui	0,00	66,67	0,00	-1,34	0,091	8
	Purge après chaque étape de nettoyage	Non	100,00	41,67	40,00	1,03	0,152	5
	Purge après chaque étape de nettoyage	Oui	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7

Annexe 22 : DEMOD classe 2

	Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Conception matériel	Lactoduc d'évacuation_Diamètre intérieur	38,667	31,083	0,943	6,538	2,22	0,013
	Lactoduc d'évacuation_Proportion caoutchouc	0,000	17,000	0,000	29,138	-1,12	0,132
	Lactoduc d'évacuation_Proportion inox	85,000	64,917	12,247	27,948	1,38	0,084
	Lactoduc de traite_nbrc raccords	2,333	4,833	2,055	3,312	-1,45	0,074
	Lactoduc de traite_Nbre raccords vissés	0,667	2,750	0,943	3,269	-1,22	0,111
	Lactoduc de traite_Nbre coudes	2,000	3,167	0,000	2,154	-1,04	0,150
	Volume contenant à lait	1223,330	605,833	904,298	590,275	2,00	0,023
Déroulement de la traite	Quantité de lait purgé	5,000	2,582	1,500	1,875	1,92	0,027
	Nbre de chèvres avec plaies sur trayons	0,000	0,250	0,000	0,433	-1,11	0,134
Nettoyage	Différentiel pHréseau-pHfin rinçage_pHmètre	1,150	0,013	1,981	1,451	1,50	0,067
	Volume eau_rinçage 1	60,000	46,917	18,673	17,514	1,43	0,076
	Volume eau_pré-lavage 1	57,667	46,750	20,950	18,121	1,15	0,124
	Différence dose utilisée-dose préconisée	-0,100	0,210	0,248	0,544	-1,09	0,138
	pH départ_lavage	4,550	7,103	3,988	4,290	-1,15	0,125
	pH fin_rinçage 1	6,667	7,522	1,977	1,172	-1,40	0,081
	Intervalle tps entre traite soir/nettoyage	7,500	4,091	2,500	3,579	1,42	0,078
	Intervalle tps entre nettoyage/traite matin	14,333	12,250	6,128	3,467	1,15	0,125
	Intervalle tps entre traite matin/nettoyage	6,667	5,000	2,357	2,887	1,11	0,134
	Intervalle tps entre nettoyage/traite soir	8,000	8,727	0,000	0,862	-1,26	0,104
Capacité chauffe-eau	200,000	237,500	81,650	68,084	-1,05	0,146	

	Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Conception matériel	Purge au point bas	Non	100,00	41,67	60,00	1,69	0,045	5
	Purge au point bas	Oui	0,00	58,33	0,00	-1,69	0,045	7
	Bon entretien lieu de stockage lait	Oui	0,00	66,67	0,00	-2,09	0,018	8
	Bon entretien lieu de stockage lait	Non	66,67	25,00	66,67	1,14	0,127	3
	Type tuyaux courts à lait	Silicone	66,67	25,00	66,67	1,14	0,127	3
	Type tuyaux courts à lait	Caoutchouc	33,33	75,00	11,11	-1,14	0,127	9
	Lactoduc de traite_Bouclage	Non	100,00	58,33	42,86	1,00	0,159	7
Etat et entretien du matériel	Encrassement extérieur tank	Non	33,33	75,00	11,11	-1,14	0,127	9
	Encrassement lieu stockage lait	Non	33,33	83,33	10,00	-1,69	0,045	10
	Empoussièrement extérieur tank	Non	0,00	58,33	0,00	-1,69	0,045	7
	Nettoyage filtre régulateur	Non	66,67	25,00	66,67	1,14	0,127	3
	Nettoyage filtre régulateur	Oui	33,33	75,00	11,11	-1,14	0,127	9
	Fréquence nettoyage quais	1 fois/jour	66,67	25,00	66,67	1,14	0,127	3
	Renouvellement manchons	En même temps	33,33	75,00	11,11	-1,14	0,127	9
Déroulement de la traite	Point d'eau proche salle de traite	Non	66,67	25,00	66,67	1,14	0,127	3
	Point d'eau proche salle de traite	Oui	33,33	75,00	11,11	-1,14	0,127	9
	Mammites cliniques/an_fréquence	>5	100,00	25,00	100,00	2,61	0,005	3

	Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Nettoyage	Type nettoyage_circuit de nettoyage	Semi-automatique	66,67	16,67	100,00	1,69	0,045	2
	Type nettoyage_circuit de nettoyage	Automatique	33,33	83,33	10,00	-1,69	0,045	10
	Type autre produit 1 _nettoyage MAT	acide acétique +acide péricétique+péroxyde d'hydrogène	66,67	16,67	100,00	1,69	0,045	2
	Type autre produit 1 _nettoyage MAT	Aucun	33,33	83,33	10,00	-1,69	0,045	10
	Dose alcalin utilisée respecte recommandations	Oui	100,00	41,67	60,00	1,69	0,045	5
	Nettoyage tank	Automatique	66,67	16,67	100,00	1,69	0,045	2
	Nettoyage tank	Manuel	33,33	83,33	10,00	-1,69	0,045	10
	Nettoyage tank_Brossage	Non	66,67	16,67	100,00	1,69	0,045	2
	Nettoyage tank_Brossage	Oui	33,33	83,33	10,00	-1,69	0,045	10
	Fréquence nettoyage tank	Tous les jours	0,00	66,67	0,00	-2,09	0,018	8
	Fréquence nettoyage tank	Tous les 2 jours	66,67	25,00	66,67	1,14	0,127	3
	Nettoyage vanne tank	Oui	33,33	83,33	10,00	-1,69	0,045	10
	Tank laissé ouvert pour le séchage	Oui	0,00	50,00	0,00	-1,34	0,091	6
	Nettoyage tank_Eau brossage	B avec eau chaude	33,33	75,00	11,11	-1,14	0,127	9
	Type produit alcalin_nettoyage tank	Aucun produit alcalin	66,67	25,00	66,67	1,14	0,127	3
	Type produit alcalin_nettoyage tank	Chloré	33,33	75,00	11,11	-1,14	0,127	9
	Eléments étrangers bac de lavage	Oui	66,67	25,00	66,67	1,14	0,127	3
	Eléments étrangers bac de lavage	Non	33,33	75,00	11,11	-1,14	0,127	9
	Piège sanitaire lavable automatiquement	Oui	33,33	75,00	11,11	-1,14	0,127	9
	Chauffe-eau_période de chauffe	Discontinue	100,00	25,00	100,00	2,61	0,005	3
Chauffe-eau_période de chauffe	Continue	0,00	66,67	0,00	-2,09	0,018	8	
Chauffe-eau_Age	entre 1 et 5 ans	66,67	16,67	100,00	1,69	0,045	2	

Annexe 23 : DEMOD classe 3

	Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur -Test	Probabilité
Conception matériel	Lactoduc d'évacuation_Diamètre intérieur	24,500	31,083	2,291	6,538	-2,36	0,009
	Lactoduc d'évacuation_Proportion plastique	1,250	18,083	2,165	23,386	-1,69	0,046
	Lactoduc d'évacuation_Nbre coudes	5,000	3,273	2,915	2,831	1,46	0,072
	Lactoduc d'évacuation_Nbre raccords lisses	1,000	0,364	1,732	1,150	1,32	0,093
	Lactoduc d'évacuation_Longueur	12,075	8,800	7,603	6,288	1,22	0,111
	Lactoduc d'évacuation_nbre raccords	8,500	6,182	5,766	4,969	1,12	0,132
	Lactoduc de traite_nbre raccords	6,750	4,833	2,947	3,312	1,36	0,087
	Lactoduc de traite_Nbre raccords vissés	4,250	2,750	3,345	3,269	1,08	0,141
	Nbre vannes de lavage	0,750	0,333	0,829	0,624	1,57	0,059
Déroulement de la traite	Nbre de chèvres avec plaies sur trayons	0,500	0,250	0,500	0,433	1,35	0,088
	Quantité de lait purgé	1,725	2,582	1,645	1,875	-1,09	0,137
Nettoyage	Vide max_lavage	46,000	41,300	7,760	5,660	1,95	0,026
	Vide mini_lavage	43,733	34,646	3,447	9,459	1,86	0,031
	T° départ_lavage	69,825	65,767	6,304	6,556	1,45	0,073
	pH départ_lavage	10,243	7,103	0,447	4,290	1,42	0,078
	Différentiel T°départ-T°fin_lavage	27,325	23,475	9,966	7,032	1,28	0,100
	Durée_lavage	707,500	618,333	176,263	180,316	1,16	0,123
	Besoin air nettoyage MAT	466,750	518,900	84,945	70,293	-1,82	0,035
	Intervalle tps entre nettoyage/traite soir	9,250	8,727	0,829	0,862	1,45	0,074
	Intervalle tps entre traite soir/nettoyage	1,250	4,091	2,165	3,579	-1,90	0,029

	Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Conception matériel	Equipements spéciaux MAT	Oui	75,00	33,33	75,00	1,50	0,067	4
	Equipements spéciaux MAT	Non	25,00	66,67	12,50	-1,50	0,067	8
	Lactoduc d'évacuation_Type matériau	Inox + Caoutchouc	75,00	33,33	75,00	1,50	0,067	4
	Purge au point bas	Oui	100,00	58,33	57,14	1,47	0,071	7
	Purge au point bas	Non	0,00	41,67	0,00	-1,47	0,071	5
	Purge automatique	Oui	75,00	41,67	60,00	1,03	0,152	5
	Purge automatique	Non	25,00	58,33	14,29	-1,03	0,152	7
	Présence réchauffeur d'eau	Oui	50,00	16,67	100,00	1,34	0,091	2
	Présence réchauffeur d'eau	Non	50,00	83,33	20,00	-1,34	0,091	10
	Ajouts sur MAT depuis installation	Oui	50,00	16,67	100,00	1,34	0,091	2
	Ajouts sur MAT depuis installation	Non	50,00	83,33	20,00	-1,34	0,091	10
	Lactoduc de traite_Bouclage	Oui	75,00	41,67	60,00	1,03	0,152	5
	Lactoduc de traite_Bouclage	Non	25,00	58,33	14,29	-1,03	0,152	7
	Rénovation MAT depuis installation	Non	100,00	66,67	50,00	1,07	0,141	8
	Rénovation MAT depuis installation	Oui	0,00	33,33	0,00	-1,07	0,141	4
	Capacité de refroidissement tank à lait	4 traites	0,00	33,33	0,00	-1,07	0,141	4
	Capacité de refroidissement tank à lait	2 traites	75,00	41,67	60,00	1,03	0,152	5
Etat et entretien du matériel	Empoussièrément extérieur tank	Non	100,00	58,33	57,14	1,47	0,071	7
	Empoussièrément extérieur tank	Oui	0,00	33,33	0,00	-1,07	0,141	4
	Empoussièrément lieu stockage lait	Non	100,00	66,67	50,00	1,07	0,141	8
	Fréquence nettoyage parc d'attente	Moins d'1 fois/jour	75,00	33,33	75,00	1,50	0,067	4
	Changement manchons_respect recommandations	Oui	100,00	58,33	57,14	1,47	0,071	7
	Changement manchons_respect recommandations	Non	0,00	41,67	0,00	-1,47	0,071	5
	Fréquence changement tuyau entre chambre de réception et pompe à lait	Tous les 2 ans	75,00	41,67	60,00	1,03	0,152	5

	Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Nettoyage	Nettoyage MAT_nombre de RF par semaine	7	75,00	25,00	100,00	2,09	0,018	3
	Nettoyage MAT_nombre de RF par semaine	0	25,00	75,00	11,11	-2,09	0,018	9
	Nettoyage MAT_nombre d'acide par semaine	7	25,00	58,33	14,29	-1,03	0,152	7
	Nettoyage MAT_nombre d'alcalin par semaine	7	25,00	58,33	14,29	-1,03	0,152	7
	Acides dans produit_nettoyage MAT	phosphorique+nitrique	0,00	41,67	0,00	-1,47	0,071	5
	Acides dans produit_nettoyage MAT	sulfurique+phosphorique	50,00	16,67	100,00	1,34	0,091	2
	Dose acide utilisée respecte recommandations	Oui	50,00	16,67	100,00	1,34	0,091	2
	Dose acide utilisée respecte recommandations	dose utilisée > reco	25,00	58,33	14,29	-1,03	0,152	7
	Retrait faisceaux trayeurs du circuit de lavage_soir	Non	100,00	58,33	57,14	1,47	0,071	7
	Retrait faisceaux trayeurs du circuit de lavage_matin	Non	100,00	66,67	50,00	1,07	0,141	8
	Fréquence nettoyage tank	Tous les jours	100,00	66,67	50,00	1,07	0,141	8
	Bonde vidange tank laissée ouverte	Oui	100,00	66,67	50,00	1,07	0,141	8
	Lavage externe tank	Oui	100,00	66,67	50,00	1,07	0,141	8
	Purge après chaque étape de nettoyage	Oui	100,00	58,33	57,14	1,47	0,071	7
	Purge après chaque étape de nettoyage	Non	0,00	41,67	0,00	-1,47	0,071	5
	Acides dans produit_nettoyage tank	sulfurique+phosphori	50,00	16,67	100,00	1,34	0,091	2
	Acides dans produit_nettoyage tank	phosphorique+nitriqu	0,00	33,33	0,00	-1,07	0,141	4
	Acides dans produit_nettoyage tank	Aucun produit acide	0,00	33,33	0,00	-1,07	0,141	4
	Chauffe-eau_Age	<1 an	50,00	16,67	100,00	1,34	0,091	2
	Chauffe-eau_période de chauffe	Continue	100,00	66,67	50,00	1,07	0,141	8
Chauffe-eau_entretien	Non	100,00	66,67	50,00	1,07	0,141	8	
Chauffe-eau_entretien	Oui	0,00	33,33	0,00	-1,07	0,141	4	
Sensibilité éleveur technique nettoyage	Raisonné	75,00	41,67	60,00	1,03	0,152	5	

	Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Déroulement de la traite	Glissement faisceaux	Non	75,00	33,33	75,00	1,50	0,067	4
	Glissement faisceaux	Peu	25,00	58,33	14,29	-1,03	0,152	7
	Egouttage	Non	100,00	58,33	57,14	1,47	0,071	7
	Egouttage	Oui	0,00	41,67	0,00	-1,47	0,071	5
	Lavage mains avant début traite	Oui	100,00	58,33	57,14	1,47	0,071	7
	Lavage mains avant début traite	Non	0,00	33,33	0,00	-1,07	0,141	4
	Soins trayons_ après traite	Systématique	50,00	16,67	100,00	1,34	0,091	2
	Méthode utilisation produit post-trempage	Post trempage en pulvérisation	50,00	16,67	100,00	1,34	0,091	2
	Entrées d'air à la dépose	Non	75,00	41,67	60,00	1,03	0,152	5
	Entrées d'air à la dépose	Peu	25,00	58,33	14,29	-1,03	0,152	7
	Mammites cliniques/an_ fréquence	<=1	75,00	41,67	60,00	1,03	0,152	5

Annexe 24 : DEMOD classe 4

	Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Conception matériel	Lactoduc de traite_Nbre coudes	7,000	3,167	1,000	2,154	2,64	0,004
	Lactoduc de traite_Proportion caoutchouc	2,500	0,417	2,500	1,382	2,24	0,013
	Lactoduc de traite_Proportion inox	97,500	99,583	2,500	1,382	-2,24	0,013
	Lactoduc de traite_Nbre raccords vissés	6,500	2,750	2,500	3,269	1,70	0,044
	Lactoduc de traite_nbre raccords	8,500	4,833	0,500	3,312	1,64	0,050
	Lactoduc de traite_Longueur	16,000	11,333	1,000	5,359	1,29	0,098
	Lactoduc d'évacuation_Proportion plastique	40,500	18,083	25,500	23,386	1,42	0,078
	Nbre postes de traite	14,000	10,500	2,000	3,753	1,38	0,083
	Nbre quais	2,000	1,667	0,000	0,471	1,05	0,147
Déroulement de la traite	Débit max lait pendant la traite	13,050	8,517	2,550	3,021	2,23	0,013
Nettoyage	Différentiel pression_lavage	16,450	6,955	14,650	8,668	1,63	0,051
	pH départ_rinçage 1	8,410	7,326	0,260	0,996	1,61	0,053
	pH fin_lavage	11,080	6,868	0,280	4,489	1,39	0,082
	pH départ_lavage	10,660	7,103	0,360	4,290	1,24	0,108
	Niveau de vide de traite	39,150	38,442	1,150	1,021	1,03	0,152
	Température début_pré-lavage 1	14,800	30,608	1,200	15,549	-1,51	0,066
	Vide mini_lavage	23,700	34,646	13,700	9,459	-1,72	0,042
	T°eau 1er retour_lavage	45,000	54,083	2,000	7,477	-1,80	0,036
	T° départ_lavage	56,950	65,767	5,550	6,556	-1,99	0,023
	T° ambiante_lavage	9,500	14,583	2,500	3,616	-2,09	0,019
	T° eau fin_lavage	34,000	42,167	1,000	5,490	-2,21	0,014
	Intervalle tps entre nettoyage/traité soir	8,000	8,727	1,000	0,862	-1,26	0,104
	Capacité chauffe-eau	300,000	237,500	0,000	68,084	1,36	0,087
Chauffe-eau_T° max	60,000	67,833	5,000	6,466	-1,80	0,036	

	Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Conception matériel	Type tuyaux longs à lait	Silicone	100,00	25,00	66,67	1,69	0,045	3
	Type tuyaux longs à lait	Caoutchouc	0,00	75,00	0,00	-1,69	0,045	9
	Pontage pompe à lait/piège sanitaire	Oui	100,00	33,33	50,00	1,34	0,091	4
	Pontage pompe à lait/piège sanitaire	Non	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7
	Lactoduc de traite_Bouclage	Oui	100,00	41,67	40,00	1,03	0,152	5
	Lactoduc de traite_Bouclage	Non	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7
	Nature quais	Béton	100,00	41,67	40,00	1,03	0,152	5
	Capacité de refroidissement tank à lait	2 traites	100,00	41,67	40,00	1,03	0,152	5
Etat et entretien du matériel	Fréquence changement filtre à air	Jamais	0,00	66,67	0,00	-1,34	0,091	8
	Eau résiduelle coupelles	Non	100,00	41,67	40,00	1,03	0,152	5
	Eau résiduelle coupelles	Oui	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7
	Changement manchons_respect recommandations	Non	100,00	41,67	40,00	1,03	0,152	5
	Changement manchons_respect recommandations	Oui	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7
Déroulement de la traite	Egouttage	Oui	100,00	41,67	40,00	1,03	0,152	5
	Egouttage	Non	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7
	Alternance personnel de traite	Oui	100,00	41,67	40,00	1,03	0,152	5
	Alternance personnel de traite	Non	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7
Nettoyage	Nbre pré-lavage	2	100,00	16,67	100,00	2,17	0,015	2
	Nbre pré-lavage	1	0,00	83,33	0,00	-2,17	0,015	10
	Température fin lavage respecte réglementation	<40°C	100,00	33,33	50,00	1,34	0,091	4
	Température fin lavage respecte réglementation	>40°C	0,00	66,67	0,00	-1,34	0,091	8
	Humidité tank	Sec	100,00	41,67	40,00	1,03	0,152	5
	Délai attente vidange/nettoyage tank	Aucun délai	0,00	58,33	0,00	-1,03	0,152	7

Annexe 25 : DEMOD classe 5

	Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Conception matériel	Manchons identiques	Oui	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Lactoduc de traite_Type matériau	Inox	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Propreté bac de lavage	S	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Présence vanne d'injection	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Salle de traite dans même bâtiment que chèvrerie	Oui	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Etat propreté piège sanitaire	S	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Autre nature des quais	6	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Piège sanitaire lavable	Oui	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Type chauffe-eau	électrique	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Chauffe-eau industriel	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Séparation lieu stockage lait/SDT	Oui	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Purge sous la pompe à lait	Non	100,00	8,33	100,00	1,38	0,083	1
	Purge sous la pompe à lait	Oui	0,00	91,67	0,00	-1,38	0,083	11
	Etat purge	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Modèle automate de lavage	Circomat A2	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Modèle automate de lavage	Westfalia Circomat	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Type extracteur	Ecluse	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Modèle automate de lavage	DN 20	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Type chauffe-eau	électrique + solaire	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Lactoduc d'évacuation_Type matériau	Plastique	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Etat propreté piège sanitaire	NS	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Lactoduc de traite_Type matériau	Inox + Caoutchouc	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Propreté bac de lavage	NS	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Séparation lieu stockage lait/SDT	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Manchons identiques	Non	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Pontage pompe à lait/piège sanitaire	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Type récepteur lait	Tank + Bidons	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Sensibilité éleveur technique nettoyage	pas d'attention part	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Piège sanitaire lavable automatiquement	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Chauffe-eau industriel	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Type autre produit 2 nettoyage tank	Produit vaisselle	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Piège sanitaire lavable	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Type autre produit 2 nettoyage tank	acide nitrique+perox	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
Présence vanne d'injection	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1	

	Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
	Lactoduc d'évacuation_Type matériau	Caoutchouc	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Acides dans produit_nettoyage tank	sulfurique+phospho_1	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Bon entretien lieu de stockage lait	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Pontage pompe à lait/lacto lavage	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Autre nature des quais	2	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Nature quais	Lino	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Nature quais	Bois + Béton	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Dose autre produit utilisée respecte recommandations_1	3	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Dose autre produit utilisée respecte recommandations_1	2	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Modèle automate de lavage	Delaval C250	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Salle de traite dans même bâtiment que chèvrerie	Non	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Type récepteur lait	Bidons	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Modèle automate de lavage	Boumatic GARDIAN	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Modèle automate de lavage	Alpha Laval - Delava	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Type salle de traite	Tunnel	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Acides dans produit_nettoyage tank	nitrique	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Système protection coupelles pendant la traite	Rabattage	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Acides dans produit_nettoyage MAT	sulfurique+phospho_1	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
Etat et entretien du matériel	Eau résiduelle tuyaux longs lait	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Dépôts lait tuyaux longs lait	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Entartrage lieu stockage lait	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Dépôts lait tuyaux courts lait	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Empoussièrement général_avant traite	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Odeur désagréable manchon	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Propreté tuyaux lait_après nettoyage	Oui	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Encrassement intérieur tank	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Empoussièrement intérieur tank	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Encrassement manchons extérieur_après nettoyage	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Empoussièrement manchons_après nettoyage	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Encrassement manchons extérieur_avant traite	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Propreté tuyaux lait_avant traite	Oui	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11

	Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
	Fissures coupelles	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Empoussièrement général_ après nettoyage	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Empoussièrement manchons_ avant traite	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Dépôts lait coupelles	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Humidité fosse	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Encrassement plafonds SDT	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Encrassement extérieur tank	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Encrassement lieu stockage lait	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Encrassement lieu stockage lait	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Empoussièrement manchons_ avant traite	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Eau résiduelle tuyaux longs lait	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Empoussièrement extérieur tank	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Empoussièrement manchons_ après nettoyage	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Humidité fosse	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Encrassement manchons extérieur_ après nettoyage	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Propreté tuyaux lait_ avant traite	Non	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Entartrage intérieur tank	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Entartrage intérieur tank	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Propreté tuyaux lait_ après nettoyage	Non	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Empoussièrement intérieur tank	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Dépôts lait coupelles	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Encrassement plafonds SDT	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Encrassement intérieur tank	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Entartrage extérieur tank	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Fissures coupelles	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Empoussièrement général_ avant traite	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Etat intérieur chambre de réception	Impossible à vérifier	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Etat intérieur chambre de réception	Dépôts durs et brun	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Dépôts lait tuyaux longs lait	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Entartrage lieu stockage lait	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Dépôts lait tuyaux courts lait	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Encrassement manchons extérieur_ avant traite	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Odeur désagréable manchon	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Empoussièrement lieu stockage lait	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1

	Libellés des variables	Modalités caractéristiques	% de la modalité dans la classe	% de la modalité dans l'échantillon	% de la classe dans la modalité	Valeur-Test	Probabilité	Poids
	Empoussièrement général_ après nettoyage	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
Déroulement de la traite	Distribution aliments volatils pendant traite	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Utilisation eau pendant traite	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Elimination 1ers jets	Non	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Elimination 1ers jets	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Méthode utilisation produit post-trempage	Poste trempage en tr	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Méthode préparation trayons_ avant traite	Douchettes	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Méthode d'élimination du lait de la MAT après traite	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Paillage pendant traite	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Glissement faisceaux	Beaucoup	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Méthode utilisation produit post-trempage	Post trempage graiss	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Distribution aliments volatils pendant traite	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Soins trayons_ avant traite	Systématique	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Méthode d'élimination du lait de la MAT après traite	Pousse à l'eau	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Utilisation eau pendant traite	Oui	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
Distribution d'aliments pendant traite	Juste avant	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1	
Nettoyage	Fermeture circuit lavage	Oui	100,00	91,67	9,09	1,38	0,083	11
	Temps d'aspiration air_ lavage	1 min	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Séchage MAT après chaque étape	Uniquement en fin de	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Séchage MAT après chaque étape	Non	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Humidité tank	Non concerné	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Fermeture circuit lavage	Non	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Temps d'aspiration air_ lavage	en continu	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Dureté eau nettoyage	>25	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1
	Temps d'aspiration air_ lavage	<5 sec	0,00	8,33	0,00	-1,38	0,083	1

Annexe 26 : Caractérisation des classes typologiques par les pratiques

N° de la classe	Entretien du matériel et des locaux	Déroulement de la traite	Nettoyage	Accidents de fabrication (ceux concernés)	Caractéristiques microbiologiques	Autres
<p>Classe 1 (n=12)</p> <p>Exploitations E2, E11, E12</p>	<p>Matériel et locaux (traite (manchons, équipements, chambre de réception), stockage du lait) non empoussiérés et non encrassés, non entartrés</p> <p>Quais plus souvent avec aucune paille/souillure</p> <p>Pas de stockage d'aliments/produits indésirables à proximité du lieu de stockage du lait</p> <p>Absence (100%) de fissures sur coupelles, manchons, tuyaux à lait</p> <p>Coupelles un peu plus souvent jugées poreuses mais pas les tuyaux à lait et manchons</p>	<p>Soins des trayons après traite plus souvent systématique avec post-trempage en pulvérisation</p> <p>Pas de pratique d'égouttage</p> <p>Elimination des 1 ers jets plus fréquente</p> <p>Pas d'entrées d'air à la dépose et pose plus fréquente</p> <p>Pas ou peu de glissements de faisceaux</p> <p>Absence de pratique de la repasse le plus souvent</p> <p>Pas de paillage pendant la traite</p> <p>Utilisation plus fréquente d'eau pendant la traite</p> <p>Nombre de chèvres avec trayons sales un peu plus important</p> <p>Nombre de chèvres avec abcès moins important</p> <p>Moins de traumatismes liés à la MAT</p>	<p>Utilisation alcalin chloré (100%)</p> <p>Pratique du simple rinçage le soir (100%)</p> <p>Pas d'ajout (100%) de désinfectant en routine ou occasionnellement sur MAT et tank</p> <p>Dose de produit respecte les recommandations, plus souvent en dessous dose maxi recommandée</p> <p>Eau souvent moyenne à très dure</p> <p>Pas d'eau résiduelle dans les manchons plus fréquente et absence dans les tuyaux (100%)</p> <p>Pas de tank (1 exploitation); Tank nettoyé tous les jours, systématique après vidange à la brosse avec eau chaude et rinçage plus souvent à l'eau chaude</p> <p>Tank plus souvent humide</p> <p>Pas de rinçage avant la traite (100%)</p> <p>Pas de tank dans une exploitation</p> <p>Temps aspiration air au lavage plus long</p> <p>Durée de lavage plus longue, durée de rinçage plus courte</p> <p>Volume eau résiduel de rinçage moins important</p> <p>Différentiel T°C départ-fin lavage plus important en moyenne</p> <p>T°C eau début, 1 er retour lavage plus élevées mais T°C fin nettoyage moins élevée (<40°C) en moyenne</p>	<p>Plus souvent des problèmes d'acidification, caillés flottants/trous précoces mais moins souvent de problèmes de flores de surface</p>	<p>Laits MAT-UHT un peu plus chargés en coliformes et laits UHT plus acidifiants</p>	<p>Pâturage des chèvres (100%)</p> <p>Moins de chèvres en lactation</p> <p>Volume de lait moins important</p>

N° de la classe	Entretien du matériel et des locaux	Déroulement de la traite	Nettoyage	Accidents de fabrication (ceux concernés)	Caractéristiques microbiologiques	Autres
Classe 2 (n=8)	Empoussièrément équipements de traite, lactoduc, manchons avant/après nettoyage et avant traite, murs/plafonds/sol SDT plus fréquent ; encrassement manchons extérieur avant traite et après nettoyage, faisceaux trayeurs, sol SDT plus fréquent	Soins des trayons après la traite périodique (100%)	Acide phosphorique+nitrique pour nettoyage tank et MAT (100%)	Moins souvent des problèmes d'acidification, caillés flottants/trous précoces mais plus souvent des problèmes de flores de surface	Laits MAT-UHT plus chargés en flore totale, Pseudomonas spp, moisissures mais moins chargés en entérocoques. Laits UHT6MAT et de traite plus acidifiants que la moyenne	Pâturage des chèvres (100%)
Exploitations E1, E3	<p>Plus souvent odeur désagréable manchons</p> <p>Caoutchouteries de réception jamais jugées poreuses Faisceaux trayeurs, tuyaux à lait jugés propres plus souvent Quais plus souvent avec quelques pailles/souillures</p> <p>Stockage d'aliments/produits indésirables à proximité du lieu de stockage du lait plus souvent</p>	<p>Soins des trayons avant la traite non pratiqué ou périodique (100%)</p> <p>Plus souvent peu de chute de faisceaux Distribution d'aliments pendant la traite (100%)</p> <p>Plus souvent pratique de l'égouttage</p> <p>Pas d'élimination des 1ers jets (100%)</p> <p>Plus souvent entrées d'air à la dépose Plus souvent de glissements de faisceaux Préparation des trayons avant la traite plus fréquente</p> <p>Paillage juste avant la traite ou bien en décalé</p> <p>Plus de chèvres avec traumatismes liés à la MAT et plaies sur trayons</p>	<p>Plus souvent ajout de désinfectant occasionnellement pour MAT</p> <p>Pas de délai entre vidange et nettoyage tank Eau très dure (100%), pH eau plus acide que moyenne</p> <p>Plus souvent d'eau résiduelle dans tuyaux courts et longs à lait Tank nettoyé tous les jours et systématiquement après vidange (100%) Tank plus souvent sec Tank non nettoyé à l'extérieur (50%)</p> <p>Plus souvent ajout de désinfectant en routine (péroxyde) pour le tank Nettoyage du tank avec brossage à l'eau tiède, pas de pré-lavage plus fréquent Rinçage avant la traite occasionnellement plus souvent</p> <p>Tank laissé ouvert pour le séchage (100%) Temps aspiration air au lavage</p> <p>Moins souvent d'utilisation d'alcalin pour le tank Utilisation du lait purgé pour le tank (100%), moins de lait purgé que la moyenne Durées de pré-lavage et de rinçage en moyenne plus importantes Nombre d'utilisations d'acide pour le tank et la MAT plus important par semaine Nombre d'utilisations d'alcalin pour MAT plus important (pas de pratique du nettoyage sans produit) Dose d'alcalin utilisée supérieure en moyenne à la dose mini recommandée Dose d'acide supérieure à la dose maxi recommandée en moyenne T°C eau fin lavage et 1er retour plus élevées Modifs nettoyage MAT et tank plus fréquentes Durée de lavage plus courte</p>			Moins de chèvres en lactation, volume de lait moins important

N° de la classe	Entretien du matériel et des locaux	Déroulement de la traite	Nettoyage	Accidents de fabrication (ceux concernés)	Caractéristiques microbiologiques	Autres
<p>Classe 3 (n=8)</p> <p>Exploitations E4, E5</p>	<p>Pas de dépôts de lait coupelles, manchons, tuyaux courts et longs à lait (100%)</p> <p>Absence empoussièrement en général et en particulier équipements de traite, faisceaux trayeurs, intérieur tank, lactoduc, manchons, murs/sols SDT (100%)</p> <p>Absence encrassement lactoduc, faisceaux trayeurs, manchons, extérieur et intérieur tank, lieu stockage lait</p> <p>Etat intérieur chambre de réception RAS (100%)</p> <p>Absence de fissures coupelles, manchons, tuyaux courts et longs à lait (100%)</p> <p>Pas d'odeur désagréable manchons (100%)</p> <p>Pas de porosité caoutchouterie réception, coupelles, manchons, tuyaux courts et longs à lait (100%)</p> <p>Fosse, quais avec aucune paille/souillures (100%)</p> <p>Tuyaux courts et longs à lait propres (100%)</p> <p>Parc d'attente avec quantité importante de paille/souillures de manière plus fréquente</p>	<p>Pas de chute de faisceaux (100%)</p> <p>Pas de distribution d'aliments volatils pendant la traite (100%)</p> <p>Distribution d'aliments pendant la traite plus fréquente</p> <p>Entrées d'air à la pose et dépose moins fréquentes</p> <p>Pas de soins des trayons après la traite, de post-trempage (100%)</p> <p>Pas de paillage pendant la traite (100%)</p> <p>Nombre de chèvres avec plaies sur trayons moins important</p>	<p>Tank non laissé ouvert pour le séchage (100%)</p> <p>Bonde vidange tank laissée ouverte (100%), délai attente vidange/nettoyage tank nul ou moins de 2H</p> <p>Acides phosphorique+nitrique pour tank et MAT</p> <p>Dose d'acide plus souvent inférieure aux recommandations</p> <p>Eau peu ou moyennement dure</p> <p>Eau résiduelle dans les coupelles de nettoyage (100%) et manchons mais absence dans tuyaux à lait (100%)</p> <p>Nettoyage de la vanne du tank plus fréquente que moyenne</p> <p>Lavage externe du tank (100%)</p> <p>Lait MAT après la traite éliminé par la purge (100%)</p> <p>Nettoyage du tank avec brossage plus fréquent</p> <p>Pré-lavage du tank avec eau froide plus fréquent</p> <p>Pas de rinçage avant la traite (100%)</p> <p>Séchage MAT après chaque étape (100%)</p> <p>T°C fin lavage >40°C (100%), très supérieure à la moyenne</p> <p>Pas d'aspiration d'air pendant le lavage (100%)</p> <p>Utilisation d'alcalin chloré pour le nettoyage du tank</p> <p>Utilisation d'acide pour la MAT plus fréquente par semaine</p> <p>Durées de pré-lavage et de rinçage plus courtes</p> <p>pratique de nettoyage sans produit dans MAT plus fréquente</p> <p>Différentiel T°C départ-fin lavage moins important en moyenne</p> <p>Volume résiduel eau fin lavage plus important</p>		<p>Laits UHT-MAT, bol et de traite en moyenne moins acidifiants</p> <p>LUHT-MAT moins riches en levures, moisissures, coliformes</p>	

N° de la classe	Entretien du matériel et des locaux	Déroulement de la traite	Nettoyage	Accidents de fabrication (ceux concernés)	Caractéristiques microbiologiques	Autres
<p>Classe 4 (n=8)</p> <p>Exploitations E6, E7</p>	<p>Encrassement lieu stockage lait plus fréquent</p> <p>Absence de dépôts manchons, tuyaux courts et longs à lait (100%)</p> <p>Empoussièrément plus fréquent des équipements de traite, lactoduc, extérieur tank, lieu stockage lait</p> <p>Absence d'empoussièrément général, manchons après nettoyage, murs/sols SDT et intérieur tank (100%)</p> <p>Absence encrassement équipements de traite (100%)</p> <p>Encrassement extérieur tank, lactoduc, lieu stockage lait, murs/plafonds SDT plus fréquent</p> <p>Entartrage extérieur tank plus fréquent</p> <p>Pas d'entartrage intérieur tank et lieu de stockage du lait (100%)</p> <p>Etat intérieur chambre réception impossible à vérifier ou dépôts plus fréquent</p> <p>Fosse humide plus fréquemment</p> <p>Pas d'odeur désagréable manchons (100%)</p> <p>Faisceaux trayeurs propres (100%)</p> <p>Quantité importante de pailles/souillures parc d'attente</p> <p>Quais plus souvent avec pailles/souillures</p>	<p>Pas de distribution d'aliments pendant la traite (100%)</p> <p>Pratique absence d'égouttage plus fréquente</p> <p>Pas d'élimination des 1ers jets (100%)</p> <p>Entrées d'air à la pose plus souvent</p> <p>Post-trempage plus souvent avec trempage</p> <p>Pas de préparation des trayons avant traite plus fréquente</p> <p>Paillage plus fréquent pendant la traite</p> <p>Pas de soins des trayons avant la traite (100%)</p> <p>Pas d'utilisation d'eau pendant la traite (100%)</p> <p>Nb chèvres avec pustules sur trayons plus important</p> <p>Nb chèvres avec abcès sur trayons plus élevé</p> <p>Moins de chèvres avec traumatismes liés à MAT</p>	<p>Utilisation mélange acide/base pour le tank plus fréquente</p> <p>Acide sulfurique+phosphorique utilisé plus fréquemment pour MAT</p> <p>Ajout plus fréquent de désinfectant en routine dans la MAT, et en particulier de peroxyde d'hydrogène</p> <p>Bonde vidange tank laissée ouverte plus fréquemment</p> <p>Délai attente vidange/nettoyage tank max de 4H</p> <p>Dose alcalin supérieure aux recommandations de manière plus fréquente</p> <p>Absence d'eau résiduelle dans les manchons plus fréquente et absence dans tuyaux courts et longs à lait (100%)</p> <p>Nettoyage du tank tous les deux jours, systématique après vidange (100%)</p> <p>Nettoyage du tank avec brosse moins fréquemment</p> <p>Nettoyage vanne du tank plus fréquemment 1 fois/mois</p> <p>Tank humide (100%)</p> <p>Lait MAT après la traite éliminé par la purge (100%)</p> <p>Rinçage avant la traite plus fréquent</p> <p>Tank moins souvent laissé ouvert pour séchage</p> <p>Aspiration d'air en continu pendant le lavage (50%)</p> <p>Pas d'ajout de désinfectant en routine pour nettoyage tank (100%)</p> <p>Alcalin non chloré pour nettoyage tank (50%)</p> <p>Mélanges acide/base pour le tank</p> <p>Différence pH réseau-fin rinçage supérieur à la moyenne (=1,21)</p> <p>Quantité de lait purgé plus importante que la moyenne</p> <p>T°C départ, fin rinçage plus élevées que moyenne</p> <p>Nombre d'utilisation d'acide/semaine dans MAT plus élevé et alcalin moins élevé</p> <p>Pas de pratique nettoyage sans produit dans MAT</p> <p>Durée de pré-lavage et de lavage moins élevées</p> <p>Dose utilisée plus élevée en moyenne que dose préconisée</p>	<p>Non concerné par problèmes de fabrication (100%)</p>	<p>Lait UHT-MAT plus riche en BL-hétéro, moins riches en levures, coliformes et Pseudomonas</p> <p>Laits boi plus acidifiants que la moyenne</p>	<p>Pas de pâturage des chèvres (100%)</p> <p>Plus de chèvres en lactation, plus de volume de lait</p>

Annexe 27 : Caractérisation *Pseudomonas spp* dans les laits UHT-MAT par les pratiques susceptibles d'être modifiées au cours des suivis

Individus actifs (44.000)						
Libellé de la variable	Modalité caractéristique	Moyenne	Ecart-type	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Acides dans produit_nettoyage tank	phosphorique+nitrique	2,76	1,62	1,69	0,045	21,00
Acides dans produit_nettoyage tank	nitrique	2,58	0,20	0,35	0,363	7,00
Acides dans produit_nettoyage tank	sulfurique+phosphori	3,20	0,00	0,00	0,500	1,00
Acides dans produit_nettoyage tank	phosphorique+sulfuri	2,51	0,00	0,00	0,500	1,00
Acides dans produit_nettoyage tank	Mélange A/B	2,05	0,29	-0,60	0,274	4,00
Acides dans produit_nettoyage tank	sulfurique+phospho_1	1,63	0,64	-1,27	0,102	4,00
Acides dans produit_nettoyage tank	Aucun produit acide	1,64	0,95	-1,57	0,058	6,00
Acides dans produit_nettoyage MAT	phosphorique+nitrique	2,64	1,61	1,17	0,121	23,00
Acides dans produit_nettoyage MAT	nitrique	2,58	0,20	0,35	0,363	7,00
Acides dans produit_nettoyage MAT	sulfurique+nitrique	2,53	0,00	0,00	0,500	1,00
Acides dans produit_nettoyage MAT	sulfurique+phosphori	2,29	0,65	-0,18	0,430	3,00
Acides dans produit_nettoyage MAT	phosphorique+sulfuri	1,96	0,87	-0,92	0,178	6,00
Acides dans produit_nettoyage MAT	sulfurique+phospho_1	1,63	0,64	-1,27	0,102	4,00
Bonde vidange tank laissée ouverte	Oui	2,55	1,33	1,03	0,151	31,00
Bonde vidange tank laissée ouverte	Pas de tank	2,61	0,36	0,31	0,380	4,00
Bonde vidange tank laissée ouverte	Non concerné	2,57	0,57	0,17	0,431	2,00
Bonde vidange tank laissée ouverte	Non	1,68	1,30	-1,63	0,052	7,00
Délai attente vidange/nettoyage tank	Aucun délai	2,73	1,32	1,94	0,026	26,00
Délai attente vidange/nettoyage tank	Moins de 2h	2,23	0,95	-0,46	0,322	8,00
Délai attente vidange/nettoyage tank	Rinçage en suivant	2,03	1,30	-0,79	0,214	6,00
Délai attente vidange/nettoyage tank	4H max	1,33	0,60	-1,76	0,039	4,00
Dépôts lait coupelles	Oui	2,56	0,34	0,16	0,437	2,00
Dépôts lait coupelles	Non	2,34	1,24	-1,54	0,062	41,00
Dépôts lait manchons	Oui	2,48	0,00	0,00	0,500	1,00
Dépôts lait manchons	Non	2,34	1,22	-1,74	0,041	42,00
Dépôts lait tuyaux courts lait	Oui	3,20	0,00	0,00	0,500	1,00
Dépôts lait tuyaux courts lait	Non	2,33	1,22	-2,14	0,016	42,00
Dépôts lait tuyaux longs lait	Oui	3,20	0,00	0,00	0,500	1,00
Dépôts lait tuyaux longs lait	Non	2,33	1,22	-2,14	0,016	42,00
Distribution d'aliments pendant traite	Oui	2,86	1,22	1,96	0,025	19,00
Distribution d'aliments pendant traite	Juste avant	1,56	1,31	-1,18	0,119	3,00
Distribution d'aliments pendant traite	Non	1,76	0,70	-2,78	0,003	18,00
Dose acide utilisée respecte	Oui	2,88	0,98	1,80	0,036	16,00
Dose acide utilisée respecte	dose utilisée < reco	2,20	0,90	-0,56	0,287	9,00
Dose acide utilisée respecte	dose utilisée > reco	2,13	1,53	-1,29	0,099	19,00
Dose alcalin utilisée respecte	dose utilisée < reco	2,80	1,43	1,19	0,117	12,00
Dose alcalin utilisée respecte	Oui	2,42	1,22	0,01	0,495	25,00
Dose alcalin utilisée respecte	dose utilisée > reco	1,76	0,92	-1,46	0,072	7,00
Eau résiduelle coupelles	Oui	2,61	1,21	1,24	0,108	27,00
Eau résiduelle coupelles	Non	1,90	1,07	-1,99	0,023	16,00
Eau résiduelle tuyaux courts lait	Oui	4,35	1,32	2,67	0,004	3,00
Eau résiduelle tuyaux courts lait	Non	2,20	1,06	-3,58	0,000	40,00
Eau résiduelle tuyaux longs lait	Oui	3,53	1,63	2,26	0,012	6,00
Eau résiduelle tuyaux longs lait	Non	2,15	1,00	-3,09	0,001	37,00
Empoussièrement équipements de traite	Oui	2,94	1,41	1,55	0,061	11,00
Empoussièrement équipements de traite	Non	2,14	1,06	-2,30	0,011	32,00

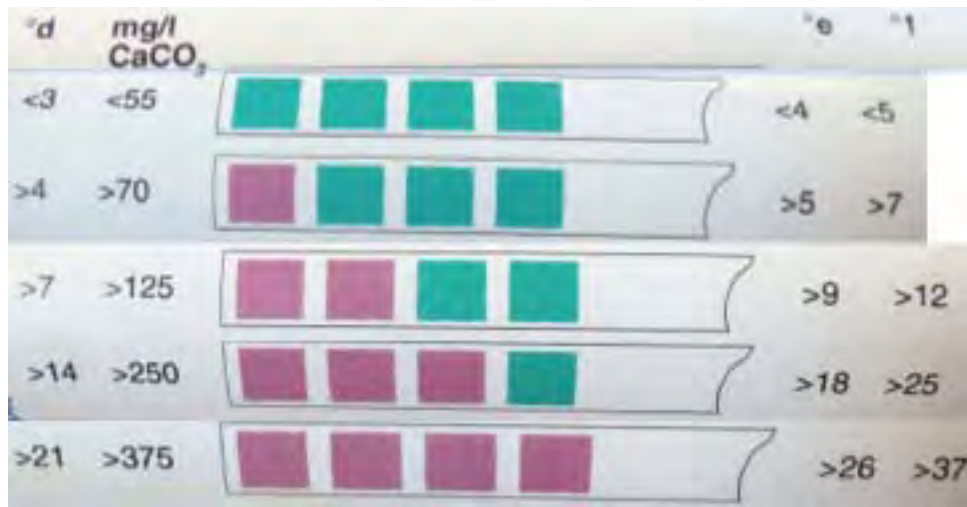
Libellé de la variable	Modalité caractéristique	Moyenne	Ecart-type	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Empoussièrement faisceaux trayeurs	Oui	2,70	1,18	0,89	0,186	12,00
Empoussièrement faisceaux trayeurs	Non	2,21	1,19	-1,65	0,049	31,00
Empoussièrement général_ après	Oui	3,92	0,71	1,67	0,047	2,00
Empoussièrement général_ après	Non	2,19	1,07	-3,68	0,000	40,00
Empoussièrement général_ avant traite	Oui	4,44	0,94	2,79	0,003	3,00
Empoussièrement général_ avant traite	Non	2,19	1,07	-3,68	0,000	40,00
Empoussièrement intérieur tank	Non concerné	2,57	0,57	0,17	0,431	2,00
Empoussièrement intérieur tank	Non	2,33	1,23	-1,55	0,060	41,00
Empoussièrement lactoduc traite	Oui	2,78	1,49	0,94	0,173	9,00
Empoussièrement lactoduc traite	Non	2,23	1,09	-1,76	0,040	34,00
Empoussièrement manchons_ après	Oui	3,95	1,17	2,48	0,007	4,00
Empoussièrement manchons_ après	Non	2,18	1,09	-3,36	0,000	39,00
Empoussièrement manchons_ avant traite	Oui	3,24	1,38	1,68	0,047	6,00
Empoussièrement manchons_ avant traite	Non	2,20	1,11	-2,55	0,005	37,00
Empoussièrement murs SDT	Oui	3,41	1,85	2,40	0,008	8,00
Empoussièrement murs SDT	Non	2,10	0,84	-3,17	0,001	35,00
Encrassement équipements de traite	Oui	3,56	1,08	1,27	0,102	2,00
Encrassement équipements de traite	Non	2,29	1,18	-2,46	0,007	41,00
Encrassement faisceaux trayeurs	Oui	2,70	1,71	0,45	0,326	4,00
Encrassement faisceaux trayeurs	Non	2,31	1,14	-1,53	0,063	39,00
Encrassement intérieur tank	Non concerné	2,57	0,57	0,17	0,431	2,00
Encrassement intérieur tank	Non	2,33	1,23	-1,55	0,060	41,00
Encrassement lieu stockage lait	Non	2,44	1,31	0,18	0,427	34,00
Encrassement lieu stockage lait	Non concerné	2,57	0,57	0,17	0,431	2,00
Encrassement lieu stockage lait	Oui	1,84	0,46	-1,28	0,100	7,00
Encrassement sol SDT	Oui	2,69	1,68	0,44	0,329	4,00
Encrassement sol SDT	Non	2,31	1,15	-1,52	0,064	39,00
Entartrage extérieur tank	Non	2,48	1,24	0,67	0,252	35,00
Entartrage extérieur tank	Non concerné	2,57	0,57	0,17	0,431	2,00
Entartrage extérieur tank	Oui	1,47	0,69	-1,92	0,027	6,00
Entartrage lieu stockage lait	Non concerné	2,57	0,57	0,17	0,431	2,00
Entartrage lieu stockage lait	Non	2,33	1,23	-1,55	0,060	41,00
Entrées d'air à la dépose	Beaucoup	5,28	0,20	3,19	0,001	2,00
Entrées d'air à la dépose	Non	2,26	0,83	-0,71	0,238	20,00
Entrées d'air à la dépose	Peu	2,24	1,24	-0,79	0,214	19,00
Entrées d'air à la pose	Peu	2,88	1,53	1,46	0,072	12,00
Entrées d'air à la pose	Non	2,27	1,07	-0,81	0,208	23,00
Entrées d'air à la pose	Beaucoup	1,95	0,51	-0,96	0,169	6,00
Fissures manchons	Oui	2,21	0,00	0,00	0,500	1,00
Fissures manchons	Non	2,35	1,22	-1,59	0,056	42,00
Fissures tuyaux courts lait	Oui	2,21	0,00	0,00	0,500	1,00
Fissures tuyaux courts lait	Non	2,35	1,22	-1,59	0,056	42,00
Fissures tuyaux longs lait	Oui	2,21	0,00	0,00	0,500	1,00
Fissures tuyaux longs lait	Non	2,35	1,22	-1,59	0,056	42,00
Fréquence nettoyage tank	Tous les jours	2,69	1,35	2,08	0,019	30,00
Fréquence nettoyage tank	Tous les 3 jours	2,57	0,57	0,17	0,431	2,00
Fréquence nettoyage tank	Tous les 2 jours	1,70	0,83	-2,25	0,012	12,00

Libellé de la variable	Modalité caractéristique	Moyenne	Ecart-type	Valeur-Test	Probabilité	Poids
Fréquence_Nettoyage vanne tank	1 fois/semaine	2,81	1,50	1,17	0,122	11,00
Fréquence_Nettoyage vanne tank	Pas de tank	2,61	0,36	0,31	0,380	4,00
Fréquence_Nettoyage vanne tank	Non concerné	2,57	0,57	0,17	0,431	2,00
Fréquence_Nettoyage vanne tank	Non	1,99	0,00	0,00	0,500	1,00
Fréquence_Nettoyage vanne tank	2 fois/semaine	2,51	0,00	0,00	0,500	1,00
Fréquence_Nettoyage vanne tank	A chaque lavage	2,36	1,46	-0,23	0,409	18,00
Fréquence_Nettoyage vanne tank	1 fois/mois	1,83	0,69	-1,30	0,097	7,00
gel 48_LT	D	3,79	1,29	1,53	0,063	2,00
gel 48_LT	HT	2,80	1,51	0,70	0,243	5,00
gel 48_LT	H	2,40	1,32	-0,12	0,453	24,00
gel 48_LT	HL	2,04	1,02	-0,98	0,164	9,00
Humidité fosse	Non	2,45	1,23	0,42	0,339	38,00
Humidité fosse	Oui	1,56	0,68	-1,57	0,058	5,00
Humidité tank	Sec	2,98	1,47	2,17	0,015	16,00
Humidité tank	Non concerné	2,00	0,00	0,00	0,500	1,00
Humidité tank	Humide	1,98	0,63	-1,69	0,046	16,00
Méthode d'élimination du lait de la MAT	Purge	2,59	1,35	1,63	0,052	34,00
Méthode d'élimination du lait de la MAT	Non concerné	2,57	0,57	0,17	0,431	2,00
Méthode d'élimination du lait de la MAT	Pousse à l'eau	1,64	0,74	-1,86	0,031	8,00
Méthode préparation trayons_ avant traite	Essuyage	3,07	1,28	2,28	0,011	14,00
Méthode préparation trayons_ avant traite	Lavettes individuell	2,49	0,00	0,00	0,500	1,00
Méthode préparation trayons_ avant traite	Aucun préparation	1,90	0,83	-3,16	0,001	26,00
Méthode utilisation produit post-trempage	Post trempage graiss	3,47	1,90	1,70	0,044	4,00
Méthode utilisation produit post-trempage	Post trempage en pul	2,65	0,28	0,57	0,284	8,00
Méthode utilisation produit post-trempage	Poste trempage en tr	2,05	0,29	-0,60	0,274	4,00
Méthode utilisation produit post-trempage	Pas de post trempage	2,25	1,35	-1,12	0,132	28,00
N° suivi	D	2,68	0,81	0,84	0,201	12,00
N° suivi	B	2,59	1,49	0,48	0,316	10,00
N° suivi	C	2,48	1,63	0,18	0,428	10,00
N° suivi	A	1,95	1,00	-1,46	0,072	12,00
Nettoyage tank_Ajout désinfectant en	Peroxyde d'hydrogène	3,65	1,49	2,26	0,012	5,00
Nettoyage tank_Ajout désinfectant en	Non	2,26	1,16	-2,26	0,012	39,00
Nettoyage tank_Brossage	Oui	2,54	1,33	1,29	0,099	36,00
Nettoyage tank_Brossage	Non	1,88	0,87	-1,29	0,099	8,00
Nettoyage tank_Eau brossage	B avec eau tiède	3,94	1,54	2,46	0,007	4,00
Nettoyage tank_Eau brossage	B avec eau chaude	2,36	1,19	-0,47	0,319	32,00
Nettoyage tank_Eau brossage	Pas de brossage	1,88	0,87	-1,29	0,099	8,00
Nettoyage tank_Eau pré-lavage 1 avant	Pas de PL	3,94	1,54	2,46	0,007	4,00
Nettoyage tank_Eau pré-lavage 1 avant	PL avec eau tiède	3,04	1,43	1,50	0,067	8,00
Nettoyage tank_Eau pré-lavage 1 avant	PL avec eau chaude	2,70	0,16	0,46	0,323	4,00
Nettoyage tank_Eau pré-lavage 1 avant	PL avec eau froide	1,98	1,01	-2,95	0,002	28,00
Paillage pendant traite	Juste avant	3,07	1,66	1,32	0,093	6,00
Paillage pendant traite	Non	2,40	1,20	-0,17	0,431	34,00
Paillage pendant traite	Oui	1,60	0,64	-1,32	0,093	4,00
Pâturage chèvres	Oui	2,83	1,33	2,64	0,004	27,00
Pâturage chèvres	Non	1,77	0,87	-2,64	0,004	17,00
Pb acidification	Non	2,92	1,28	2,33	0,010	20,00
Pb acidification	Oui	1,81	0,91	-1,46	0,072	8,00
Pb acidification	Non concerné	1,70	0,83	-2,25	0,012	12,00
pb caillée flottants/trous précoces	Non	2,80	1,32	1,56	0,060	17,00
pb caillée flottants/trous précoces	Oui	2,29	1,17	-0,38	0,353	11,00
pb caillée flottants/trous précoces	Non concerné	1,70	0,83	-2,25	0,012	12,00

Libellé de la variable	Modalité caractéristique	Moyenne	Ecart-type	Valeur-Test	Probabilité	Poids
pb flores de surface	Non	2,68	1,24	1,06	0,144	17,00
pb flores de surface	Oui	2,48	1,34	0,18	0,428	11,00
pb flores de surface	Non concerné	1,70	0,83	-2,25	0,012	12,00
Porosité caoutchouteries de réception	Non	2,57	1,22	1,14	0,127	30,00
Porosité caoutchouteries de réception	Oui	1,83	1,01	-1,94	0,026	13,00
Porosité manchons	Oui	2,21	0,00	0,00	0,500	1,00
Porosité manchons	Non	2,35	1,22	-1,59	0,056	42,00
Porosité tuyaux courts lait	Oui	2,21	0,00	0,00	0,500	1,00
Porosité tuyaux courts lait	Non	2,35	1,22	-1,59	0,056	42,00
Porosité tuyaux longs lait	Oui	2,21	0,00	0,00	0,500	1,00
Porosité tuyaux longs lait	Non	2,35	1,22	-1,59	0,056	42,00
Pousse à l'eau avant nettoyage	Non	2,59	1,32	1,86	0,031	36,00
Pousse à l'eau avant nettoyage	Oui	1,64	0,74	-1,86	0,031	8,00
Propreté faisceaux trayeurs	Non	3,98	1,50	1,74	0,041	2,00
Propreté faisceaux trayeurs	Oui	2,27	1,14	-2,85	0,002	41,00
Propreté fosse	Quasi absence paille	3,25	0,93	1,34	0,090	4,00
Propreté fosse	Quelques pailles/sou	2,38	1,33	-0,08	0,469	8,00
Propreté fosse	Aucune paille/souill	2,22	1,16	-1,56	0,060	31,00
Propreté parc d'attente	Aire paillée	2,99	1,52	1,60	0,055	10,00
Propreté parc d'attente	Non concerné	2,92	0,96	1,29	0,099	9,00
Propreté parc d'attente	Quelques pailles/sou	2,21	0,00	0,00	0,500	1,00
Propreté parc d'attente	Quantité importante	2,04	0,85	-1,11	0,134	11,00
Propreté parc d'attente	Aucune paille/souill	1,67	0,91	-2,34	0,010	12,00
Propreté quais	Quelques pailles/sou	2,76	1,45	0,94	0,173	10,00
Propreté quais	Quasi absence paille	2,36	1,11	-0,14	0,446	9,00
Propreté quais	Aucune paille/souill	2,17	1,09	-1,40	0,081	24,00
Propreté tuyaux lait_avant traite	Non	3,24	2,24	0,92	0,180	2,00
Propreté tuyaux lait_avant traite	Oui	2,30	1,12	-2,17	0,015	41,00
Rinçage avant traite	Oui, occasionnelleme	4,35	1,32	2,67	0,004	3,00
Rinçage avant traite	Oui	1,88	0,10	-0,74	0,230	3,00
Rinçage avant traite	Non	2,31	1,20	-1,42	0,078	38,00
Soins trayons_ après traite	Périodique	3,15	1,63	2,30	0,011	12,00
Soins trayons_ après traite	Systématique	2,65	0,28	0,57	0,284	8,00
Soins trayons_ après traite	Non	1,97	1,08	-2,50	0,006	24,00
Soins trayons_ avant traite	Périodique	3,03	1,24	2,26	0,012	15,00
Soins trayons_ avant traite	non	3,80	2,10	1,91	0,028	3,00
Soins trayons_ avant traite	Non	1,90	0,83	-3,16	0,001	26,00
Tank laissé ouvert pour le séchage	Oui	2,69	1,54	1,41	0,080	22,00
Tank laissé ouvert pour le séchage	Pas de tank	2,61	0,36	0,31	0,380	4,00
Tank laissé ouvert pour le séchage	Non concerné	2,57	0,57	0,17	0,431	2,00
Tank laissé ouvert pour le séchage	Non	2,19	0,92	-0,72	0,235	12,00
Tank laissé ouvert pour le séchage	Dépend du moment de	1,33	0,60	-1,76	0,039	4,00
Temps d'aspiration air_lavage	entre 5 et 10 sec	2,77	1,38	1,42	0,078	17,00
Temps d'aspiration air_lavage	1 min	2,82	1,82	0,45	0,328	2,00
Temps d'aspiration air_lavage	en continu	2,05	0,29	-0,60	0,274	4,00
Temps d'aspiration air_lavage	<5 sec	1,81	0,67	-1,12	0,132	5,00
Temps d'aspiration air_lavage	pas d'aspiration d'a	2,04	1,03	-1,33	0,092	14,00
Type autre produit 2 _nettoyage tank	acide nitrique+perox	2,99	1,46	1,39	0,083	8,00
Type autre produit 2 _nettoyage tank	Produit vaisselle	2,57	0,57	0,17	0,431	2,00
Type autre produit 2 _nettoyage tank	Péroxyde hydrogène	2,49	0,00	0,00	0,500	1,00
Type autre produit 2 _nettoyage tank	Aucun autre produit	2,27	1,25	-1,34	0,090	33,00
Type produit alcalin _nettoyage tank	Aucun produit alcali	3,48	1,45	2,17	0,015	6,00
Type produit alcalin _nettoyage tank	Mélange A/B	2,05	0,29	-0,60	0,274	4,00
Type produit alcalin _nettoyage tank	Chloré	2,27	1,23	-1,36	0,087	34,00
Type produit_lavage	Alcalin	2,56	1,36	0,82	0,207	25,00
Type produit_lavage	Acide	2,05	0,88	-1,55	0,061	18,00
typo	2	3,71	1,75	3,10	0,001	8,00
typo	4	1,69	0,59	-1,76	0,039	8,00
Utilisation eau pendant traite	Non	2,47	1,32	0,56	0,288	36,00
Utilisation eau pendant traite	Oui	1,63	0,64	-1,27	0,102	4,00
Utilisation lait purgé	Lait au tank	2,78	1,51	1,85	0,032	22,00
Utilisation lait purgé	Autre que tank	2,24	0,86	-0,55	0,293	12,00
Utilisation lait purgé	Non concerné	1,83	0,80	-1,63	0,052	10,00
	Ensemble	2,42	1,28			44,00

Libellé de la variable	Corrélation	Valeur-Test	Probabilité	Poids
LUHT-Pseudo	1,000	99,90	0,000	44,0
LUHT-FT	0,572	4,16	0,000	44,0
Nettoyage tank_nombre d'acide par semaine	0,468	3,21	0,001	43,0
Différence dose préconisée mini-dose utilisée_alcalin_nettoy	0,456	3,15	0,001	44,0
T° ambiante_lavage	0,444	2,82	0,002	38,0
Différence dose préconisée-dose utilisée	0,418	2,81	0,002	43,0
Durée_pré-lavage 1	0,392	2,48	0,006	39,0
LUHT-Coli	0,288	1,90	0,029	44,0
LUHT-Moisissures	0,286	1,88	0,030	44,0
Température début_pré-lavage 1	0,254	1,64	0,050	43,0
Durée_rinçage 1	0,244	1,54	0,062	41,0
LUHT-P_fluo	0,231	1,51	0,066	44,0
Durée aspiration air_lavage	0,219	1,34	0,091	39,0
Ph32_LT	-0,204	-1,24	0,107	39,0
Ph32_LUHT	-0,219	-1,36	0,088	40,0
Nettoyage tank_nombre d'alcalin par semaine	-0,236	-1,54	0,062	44,0
Dose produit utilisé respecte recommandations	-0,258	-1,59	0,056	39,0
Quantité de lait purgé	-0,321	-1,66	0,048	28,0
Ph48_LT	-0,282	-1,76	0,039	40,0
Modifications nettoyage tank depuis précédent suivi	-0,344	-1,79	0,037	28,0
Ph48_LBOL	-0,291	-1,82	0,034	40,0
Modifications nettoyage MAT depuis précédent suivi	-0,463	-2,61	0,005	30,0

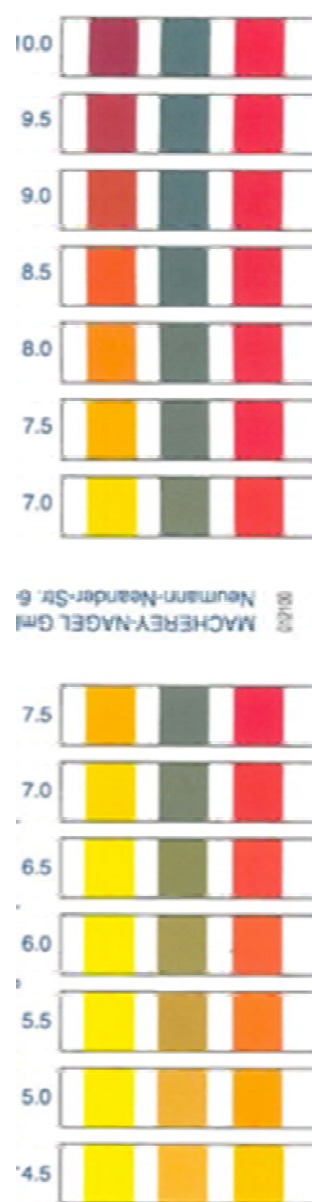
Référentiel bandelettes dures



Référentiel bandelettes pH acide



Référentiel bandelettes pH basique

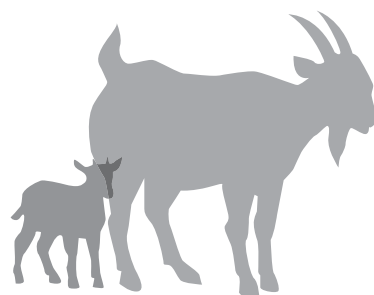


Matériel de traite et aptitude du lait cru à la transformation en technologie lactique caprine : étude des outils de diagnostic

Les biofilms sont présents sur tous les supports des installations de traite caprines étudiées et les techniques de nettoyage/désinfection ne permettent pas de s'en affranchir. Dans un contexte de fabrication au lait cru en technologie lactique, les MAT (machine à traire) caprines étudiées constituent un réservoir de flores d'intérêt fromager, en particulier de flores acidifiantes mais aussi de flores d'altération, surtout de *Pseudomonas spp.* Par rapport aux autres méthodes mises en œuvre dans l'étude, se voulant plus simples, la technique visant à mettre en circulation du lait UHT dans la MAT, si possible juste avant la traite, reste la méthode la plus adéquate pour évaluer le pouvoir d'ensemencement du lait de traite par la machine à traire. Même si le nombre de données est limité, il semble que l'utilisation des bandelettes pH dans les conditions de l'étude n'est pas satisfaisante pour évaluer l'efficacité du rinçage sur le terrain en substitution du pH mètre. L'étude a permis de confirmer la primordialité d'une MAT bien conçue en amont des pratiques de nettoyage : à savoir petite et simple afin de favoriser au maximum une bonne efficacité du nettoyage, les installations plus complexes étant souvent associées à des laits riches en flores indésirables. Il est alors difficile de corriger la situation, sauf via des pratiques de nettoyage très drastiques au risque de détruire aussi les autres microflores et de favoriser l'irrégularité de l'ensemencement par la MAT. Ces références acquises doivent permettre de faire évoluer les diagnostics MAT existants. Les travaux doivent être poursuivis pour mieux comprendre et maîtriser la formation des biofilms dans la MAT.



INSTITUT DE
L'ÉLEVAGE



Édité par :
l'Institut de l'Élevage
www.idele.fr

Dépôt légal :
4^e trimestre 2014
© Tous droits réservés à l'Institut de l'Élevage
Décembre 2014
Réf. 00 14 403 050
ISBN 978-2-36343-540-8
ISSN 1773-4738

EN COLLABORATION AVEC :



AVEC LE SOUTIEN FINANCIER DE :

