

# Importance relative des réservoirs de microflore et des pratiques associées sur l'aptitude acidifiante du lait de chèvre

LAITHIER C. (1), TORMO H. (2), BONNES A. (1), DOUTART E. (3), MORGE S. (4)

(1) Institut de l'Élevage, Agrapole, 23 rue Jean Baldassini, 69364 Lyon cedex 07

(2) Université de Toulouse, Ecole d'Ingénieurs de Purpan, 75 voie du TOEC, BP 57611, 31076 Toulouse cedex 3

(3) Institut de l'Élevage, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12

(4) PEP Caprins Rhône Alpes, Le Pradel, 07170 Mirabel

## RESUME

En technologie lactique fermière, technologie très répandue en élevages caprins, de manière traditionnelle, le lactosérum (« petit lait ») de la fabrication de la veille est utilisé pour ensemercer le lait cru du jour (repiquage), permettant ainsi l'acidification par l'action des bactéries lactiques. La maîtrise de cette étape d'acidification est complexe et multifactorielle, dépendant notamment de la qualité du lactosérum utilisé, qui est elle-même liée à la qualité microbiologique et à l'aptitude acidifiante du lait mis en fabrication. En suivant 20 exploitations caprines à 2 reprises, l'objectif était alors d'évaluer l'importance relative des réservoirs de flores microbiennes (air salle de traite, trayons, machine à traire) participant à l'ensemencement, l'aptitude acidifiante des laits de chèvre et d'étudier l'impact des pratiques d'élevage associées. Grâce à une méthode d'analyse des données innovante, nous avons confirmé le rôle prépondérant de la machine à traire dans l'aptitude acidifiante du lait de traite. Les pratiques les plus influentes par rapport à l'aptitude acidifiante du réservoir machine à traire sont liées à la conception de la salle de traite et à la conception, l'entretien et dans une moindre mesure le nettoyage de la machine à traire.

## Composition and relative importance of microflora reservoirs and the associated practices on the acidifying aptitude of goat's milk

LAITHIER C. (1), TORMO H. (2), BONNES A. (1), DOUTART E. (3), MORGE S. (4)

(1) Institut de l'Élevage, Agrapole, 23 rue Jean Baldassini, 69364 Lyon cedex 07

## SUMMARY

For farm-house lactic cheese-making, a technology often used on goat farms, the whey produced the day before is traditionally used to inoculate the raw milk drawn that day, thus encouraging acidification through the action of the lactic acid bacteria. The degree of control of the acidification process is complex, contingent on the quality of the whey used, itself dependent on the microbiological quality and acidification capacity of the milk produced. The aim of this study was to assess the importance of the microbial flora reservoirs (teats, milking machine, milking air) participating in the inoculation process and the acidification capacity of goat's milk, and to study the impact of the related milk production practices, by following 20 goat farms twice. By using an innovating data analysis method, we confirmed the chief role of the milking machine on the acidification capacity of the milk produced. The main influential practices on this acidification capacity of the milking machine reservoir are linked to the design of the milking parlour, design, maintenance and a little less to the cleaning of the milking machine.

## INTRODUCTION

En technologie lactique fermière, technologie très répandue en élevages caprins, de manière traditionnelle, le lactosérum (« petit lait ») de la fabrication de la veille est utilisé pour ensemercer le lait cru du jour (repiquage), permettant ainsi l'acidification par l'action des bactéries lactiques. La maîtrise de cette étape d'acidification est complexe et multifactorielle (Dalmasso, 2009). Elle dépend notamment de la qualité du lactosérum utilisé, qui est elle-même liée à la qualité microbiologique et à l'aptitude à s'acidifier (appelée couramment aptitude acidifiante) du lait mis en fabrication. Une étude cas-témoins en lait de chèvre a permis de mettre en évidence que les exploitations ayant des difficultés à pérenniser l'utilisation de leur lactosérum présentaient des laits avec une moindre aptitude acidifiante (Laithier *et al.*, 2011). Les études sur l'aptitude acidifiante du lait de chèvre en lien avec sa composition microbiologique ont été globales sur le lait en lien avec les pratiques (Tormo, 2011) ou partielles (Laithier *et al.*, 2005). Dans le cadre de cette étude, il s'agissait d'une part d'évaluer l'importance relative des 3 principaux réservoirs de flores microbiennes (air salle de traite, trayons, machine à traire) dans l'ensemencement naturel du lait de chèvre et son aptitude acidifiante; et d'autre part d'identifier les données structurelles et les pratiques susceptibles d'influer sur la microbiologie des réservoirs et leur aptitude acidifiante.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. SELECTION ET SUIVI DES EXPLOITATIONS

Ce travail a été réalisé dans 20 exploitations fromagères fermières caprines de la région Rhône-Alpes. Les exploitations ont été sélectionnées de façon à avoir des pratiques d'élevage différenciées sur des thèmes susceptibles d'avoir un effet sur la microbiologie des réservoirs étudiés (système d'élevage, gestion des litières...). Les exploitations retenues avaient par ailleurs des systèmes de traite comparables, c'est-à-dire équipées d'un lactoduc. Celles ayant des pratiques extrêmes conduisant à une hygiène insuffisante ont également été éliminées. En effet, on sait via de précédentes études (Michel *et al.*, 2006) que les niveaux de microflore dans ces exploitations sont en général plus élevés, mais cet enrichissement en flores n'est pas sélectif, le risque étant de ne pas maîtriser le développement des flores d'altération voire potentiellement pathogènes. Deux visites ont été réalisées dans chaque ferme, entre mars et mai 2009, à six semaines d'intervalle. Lors de la visite, un questionnaire exhaustif sur les pratiques d'élevage et les données structurelles a été réalisé. Des mesures et observations approfondies ont été effectuées : suivi complet de la traite, du nettoyage des installations de traite ; mesures et observations au niveau des litières et du bâtiment d'élevage. Les microflore de la machine à traire ont été prélevées par circulation de lait UHT dans la machine à traire (MAT), introduit au niveau du faisceau trayeur le plus lointain du bocal de réception jusqu'au déclenchement automatique

de la pompe et 6 heures minimum après le nettoyage de la machine à traire. Les prélèvements d'air ont été réalisés à l'aide d'un biocollecteur (Air Test Oméga, société LCB, France) en aspirant 10 litres d'air à la hauteur des trayons. Les bactéries étaient alors collectées sur la surface d'une boîte de Petri placée à l'intérieur du biocollecteur. Les prélèvements sur trayons ont été effectués par frottis à l'aide de chiffonnettes stériles rectangulaires imprégnées de 10 ml d'eau peptonnée tamponnée à 10% de neutralisant de désinfection et sur la partie des trayons en contact avec le manchon de traite pour 10 chèvres multipares du troupeau. Le lait de traite a été collecté dans le tank après la traite et avant ensemencement.

Les échantillons de lait de traite collectés par les éleveurs la veille du suivi étaient congelés dès leur prélèvement sur l'exploitation. Les échantillons prélevés le jour du suivi (lait UHT ayant circulé dans la MAT, lait de traite dans le cas de systèmes de refroidissement autres que tank à lait) ont été transportés à +4°C puis congelés à -25°C avant d'être analysés. Les chiffonnettes stériles utilisées pour prélever les microflores des trayons ont été congelées après ajout de 90 ml de lait UHT et homogénéisation au stomacher. Lors de la décongélation, un échantillon composite de lait a été obtenu en mélangeant 20 ml de lait UHT prélevé dans chaque sachet après décrochage des microflores et homogénéisation au stomacher (2 fois 3 minutes). C'est cet échantillon qui a été utilisé pour les analyses. Concernant les prélèvements d'ambiance, les boîtes de Pétri transportées à 4°C ont été placées dans les étuves aux températures correspondantes dès le retour du préleveur au laboratoire.

## 1.2. ANALYSE DES ECHANTILLONS PRELEVES

Pour chaque échantillon prélevé, les flores suivantes ont été dénombrées : flore acidifiante mésophile (milieu Elliker modifié) ; bactéries mésophiles hétérofermentaires (milieu MRS+vancomycine) ; entérocoques (milieu BEA) ; coliformes totaux (milieu VRBL) ; *Pseudomonas* (milieu Cetrimide) ; staphylocoques à coagulase positive (SCP, milieu BP+RPF). Sur 12 exploitations sélectionnées comme présentant des niveaux de microflores différents, des colonies poussant sur les milieux Elliker modifié et MRS+Vancomycine ont été prélevées en vue d'une caractérisation.

Un premier criblage a été réalisé pour vérifier que les colonies avaient bien les caractéristiques phénotypiques des bactéries lactiques (Gram +, Catalase -). Si c'était le cas, les colonies étaient isolées puis caractérisées par PCR spécifique dans le but d'identifier les *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* et *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* sur milieu Elliker modifié (Corroler *et al.*, 1998) et les *Leuconostoc spp.* sur milieu MRS+Vancomycine (Jang *et al.*, 2003). Sur le milieu MRS+vancomycine, le faible nombre de leuconostocs identifiés par PCR a conduit à procéder également au séquençage des ADN d'une cinquantaine de souches des laits de traite, de la machine à traire et des trayons. La région V1-V4 du gène codant pour l'ARN 16 s a été amplifié par PCR selon un protocole adapté des travaux de Baker *et al.*, 2003.

Par ailleurs, pour chaque échantillon (sauf pour l'air), 20 ml de lait (lait UHT ayant circulé dans la machine à traire, lait composite de conservation des chiffonnettes, lait de traite) ont été placés dans cinq tubes stériles mis à incuber au bain-marie à 22°C et des mesures de pH ont été réalisées à 0, 8, 24, 32 et 48 heures. Pour mesurer l'aptitude acidifiante des microflores de l'air, des frottis ont été réalisés à la surface des géloses Elliker impactées par l'air en salle de traite avec 1ml d'eau stérile. Ces frottis ont ensuite été repiqués sur bouillon qui a été mélangé en proportions égales à du lait glycérolé et congelé. Après décongélation et repiquage sur bouillon Elliker, 20 ml de lait UHT ont été ensemencés avec 4ml d'une solution de bouillon+eau peptonnée dont le niveau de flores a été standardisé à 10<sup>7</sup> UFC/ml. Les mesures de pH ont été réalisées aux mêmes intervalles de temps que pour les autres échantillons.

## 1.3. TRAITEMENT DES DONNEES

La méthode statistique utilisée pour étudier l'importance de chaque réservoir sur la composition en flores et l'aptitude acidifiante du lait de traite est la MBPLS (Multi Blocks Partial Least Square) programmée dans le logiciel Scilab® (INRIA, France). Cette méthode permet l'explication d'un bloc de données (désigné par Y) par plusieurs autres blocs (désignés par X), en tenant compte de la structuration en blocs des données étudiées. Cette méthode fournit trois types de résultats: BIP (Block Importance for the Projection) ; contribution d'un bloc X à l'explication du bloc Y ; VIP (Variable Importance for the Projection) : contribution de chaque variable des blocs explicatifs à l'explication d'un bloc Y ; des coefficients de régressions entre chaque variable du bloc Y et chacune de celles du bloc X. La MBPLS a permis d'étudier d'une part le lien entre les caractéristiques des réservoirs et du lait de traite (microflores et aptitudes acidifiantes) ; et d'autre part entre les pratiques d'élevage, les données structurelles et les caractéristiques des réservoirs. Seules les pratiques d'élevage et données de structure ayant potentiellement une influence directe sur les caractéristiques du réservoir étudié ont été retenues pour l'analyse.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. MICROBIOLOGIE DES RESERVOIRS ET DU LAIT

**Tableau 1 :** Caractéristiques microbiologiques (Moyenne± écart type (fréquence de détection en %)) du lait de traite (LT), la machine à traire (MAT), de la surface des trayons (TR) et de l'ambiance de traite (AIR), n=40 sauf indication contraire

	FAM	Hétéro	ENT	PSE	Coli	SCP
LT	3,17	2,19±	1,57±	1,45±	0,82±	0,53±
Log	±0,59	0,85	0,96	1,03	0,84	0,71
UFC/ml	(100)	(97,5)	(92,5)	(75)	(65)	(37,5)
LMAT	2,95	2,51	1,40	1,34	1,04	0,40
Log	±0,75	±0,92	±1,02	±1,05	±0,93	±0,71
UFC/ml	(100)	(100)	(82,5)	(70)	(75)	(25)
TR	5,37	2,13	3,05	0,57	1,15	1,58
Log	±1,15	±1,39	±1,42	±1,38	±1,28	±1,68
UFC/2 trayons	(97,5)	(72,5)	(85)	(15)	(45)	(47,5)
AIR	3,71	1,52	2,77	ND	2,00	0,18
Log	±0,49	±1,08	±0,68		±0,84	±,49
UFC/m <sup>3</sup>	(n=23) >4,7 (n=17) (100)	(n=35) (71)	(100)		(90)	(12,5)

FAM : flore acidifiante mésophile ; Hétéro : bactéries lactiques mésophiles hétérofermentaires ; ENT : entérocoques ; PSE : *Pseudomonas* ; Coli : coliformes ; SCP : staphylocoques à coagulase positive ; ND : non détecté

Dans tous les réservoirs et le lait, les FAM étaient dominantes et leurs niveaux assez stables (tableau 1). Cependant, notre objectif n'était pas d'identifier les flores dominantes mais seulement les flores en lien avec l'acidification ou potentiellement indésirables. Ainsi, par exemple, les staphylocoques à coagulase négative ont été trouvés dominants dans les laits de chèvre par Tormo, 2011. Le profil microbien du lait de traite est similaire à celui du lait de MAT, en termes de niveaux et de profil des microflores, ce qui confirme des données antérieures sur un petit nombre d'exploitations (Laithier *et al.*, 2005). Les niveaux de flores d'altération sont très variables dans le lait et dans les réservoirs. Les *Pseudomonas* sont très rarement détectés à la surface des trayons et ne l'ont pas été dans l'air de la salle de traite, alors que leur présence n'est pas négligeable dans la machine à traire. Il semble qu'ils soient globalement moins présents qu'en exploitations bovines (RMT Fromages de terroir, 2011). Les SCP, potentiellement pathogènes, sont

rarement détectés et à des niveaux faibles, les trayons étant le principal réservoir, ce qui a été montré par ailleurs en espèce bovine (Vacheyrou *et al.*, 2011). Sur les souches isolées du milieu Elliker modifié, les tests phénotypiques et d'identification par PCR montrent que les bactéries lactiques sont effectivement dominantes dans l'air, la machine à traire et le lait de traite (tableau 2). En revanche sur les trayons, la majorité des souches isolées a un phénotype Gram+ Catalase+. Les études précédentes en bovins ou caprins ont montré une dominance des flores d'affinage au niveau des trayons (Monsallier *et al.*, 2011 ; RMT Fromages de terroir, 2011). Comme dans Tormo, (2011), la dominance des lactocoques parmi les bactéries identifiées et prélevées à partir du milieu Elliker modifié est tout à fait relative. Les résultats montrent par ailleurs que la machine à traire ainsi que les trayons véhiculeraient des *L.lactis* subsp. *lactis* qui ensemenceraient le lait. Ces deux réservoirs sont des sources de *L.lactis cremoris* mais l'ensemencement du lait n'a pas été démontré, ce qui peut être dû au faible nombre d'identifications effectuées.

**Tableau 2 :** Résultats des tests d'identification phénotypiques et génotypiques pour les souches issues du milieu Elliker modifié, dans tous les réservoirs

	LT	LMAT	TR	AIR
n	131	138	283	86
G+C-	109	138	99	86
G+C+	22	0	184	0
<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	49	21	6	7
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	3	54	23	25
% <i>L. lactis</i> parmi les bactéries lactiques	48%	54%	29%	37%

Sur le milieu MRS+Vancomycine, la majorité des souches présente les caractéristiques phénotypiques des bactéries lactiques mais par contre très peu de souches sont identifiées comme appartenant au genre *Leuconostoc*, et ce sur tous les réservoirs (4% sur la totalité des souches). Les séquençages ont permis d'identifier des lactobacilles hétérofermentaires stricts ou facultatifs, qui représentent la majorité (67%) des ADN séquencés ; ainsi que des pédiocoques et des leuconostocs. Les lactobacilles sont dominants dans le lait de traite et à la surface des trayons, alors que ce sont les pédiocoques qui sont majoritaires dans la machine à traire. Environ la moitié de la variabilité (52,2%) des microflores du lait est expliquée par la variabilité des microflores des réservoirs. Les résultats obtenus semblent indiquer que les trois réservoirs étudiés ont une importance équivalente dans l'ensemencement du lait de traite (tableau 3). Concernant l'effet des pratiques et des données structurelles sur les réservoirs, les données retenues ne permettent d'expliquer respectivement que 15,0% ; 21,9% et 33,8% de la variabilité

**Tableau 6 :** Résultats de la MBPLS concernant les pH des laits UHT de MAT et le lien avec les pratiques, données structurelles

Bloc de pratiques (nombre de variables)	Pratiques significativement plus importantes	VIP pour l'explication du bloc « pH laits UHT de MAT »	Intervalle de confiance à 95% (%)		Variables corrélées avec l'aptitude acidifiante du lait UHT de MAT
Conception salle de traite (4)	Présence parc attente	8,5%	2,5	14,5	Nature des quais ; présence de parc d'attente
Propreté extérieure de la MAT (1)	Empoussièremment général après la traite	24,0%	9,3	38,7	Empoussièremment à la traite
Conception de la MAT (11)	Pourcentage de plastique/inox lactoduc	5,2%	2,6	7,8	% plastique/inox, longueur et dénivelé du lactoduc (traite, transfert) ; nature des manchons
Entrées d'air à la traite (8)					Entrées d'air dépose
Entretien du matériel de traite (6)	Date dernier changement manchons	7,5%	3,6	11,3	Date du dernier contrôle MAT ; âge des manchons
Efficacité du nettoyage (1)					
Nettoyage de la MAT (18)					Durée, T°C pré lavage ; Pousse à l'eau ; Delta pH eau fin de rinçage/eau réseau

des niveaux de microflores de la MAT, des trayons, et de l'air. La majeure partie de la variabilité de la microbiologie des réservoirs est donc soumise à d'autres facteurs, qui n'ont pas été mesurés ou retenus pour la construction des modèles dans notre étude.

**Tableau 3 :** Contribution des blocs « Microflores des réservoirs » au bloc « Microflore du lait de traite »  
*BIP sous l'hypothèse nulle = 33%*

	Lait de traite	Intervalle de confiance à 95%	
AIR	28,0%	15,3%	40,7%
MAT	34,9%	23,5%	46,2%
Trayons	37,2%	23,0%	51,4%

A noter que les modèles ont traité les réservoirs de manière indépendante alors qu'ils sont en fait liés et les milieux Elliker et MRS +vancomycine se sont montrés peu sélectifs. Les modèles obtenus ont des pouvoirs explicatifs trop faibles pour pouvoir formuler des recommandations.

## 2.2. APTITUDE ACIDIFIANTE DES MICROFLORES DES RESERVOIRS ET DU LAIT, FACTEURS INFLUENTS

**Tableau 4 :** pH en fin d'acidification, diminution moyenne de pH et pourcentage d'échantillons ayant atteint un pH ≤ 4,6 à 48 heures, pour les différents réservoirs, n=40 (sauf AIR, n=31)

	LT	LMAT	TR	AIR
pH 48h moyen	4,58	4,58	4,88	4,60
ΔpH moyen	-2,17	-2,16	-1,80	-2,10
% pH 48 ≤ 4,6	72,50	70,00	42,50	61,00

Les laits stériles mis au contact des 3 réservoirs ont présenté une acidification spontanée (tableau 4). L'étude des contributions des réservoirs à l'aptitude acidifiante du lait par la MBPLS donne de bons résultats : les pH mesurés sur les échantillons de lait ensemencés par les microflores de la MAT et des trayons permettent d'expliquer plus de 80% de la variabilité des pH mesurés sur les laits de traite. L'air n'a pas été pris en compte car les conditions de mesure de l'aptitude acidifiante des flores de l'air ne sont pas les mêmes que pour les autres réservoirs et le lait de traite. La machine à traire a une importance prépondérante par rapport aux trayons (tableau 5) : les pH mesurés sur les laits UHT ayant circulé dans la MAT expliquent plus de 68% des pH du lait de traite, ce qui confirme le statut de réservoir d'intérêt que constitue la machine à traire dans l'aptitude acidifiante des laits (Laithier et Talon, 2004). Les pratiques retenues dans le modèle permettent d'expliquer respectivement 24,9% et 46,0% de la variabilité des pH mesurés sur les laits ensemencés par les flores de la MAT et des trayons, ce qui est un peu plus élevé que pour la microbiologie mais reste faible vraisemblablement pour les mêmes raisons.

**Tableau 5 :** Contribution de chaque bloc « pH des réservoirs » au bloc « pH des laits de traite »

*BIP sous l'hypothèse nulle = 50%*

	Lait de traite	Intervalle de confiance à 95%	
MAT	68,9%	56,9%	81,0%
Trayons	31,1%	19,0%	43,1%

L'examen des valeurs des VIP (tableau 6) montre que la variable décrivant l'empoussièrément général après la traite est significativement plus importante que les autres, de même que l'ancienneté des manchons trayeurs, la présence ou non d'un parc d'attente, et le pourcentage de plastique dans la machine à traire. En revanche, il s'avère que la plupart des variables décrivant les pratiques de nettoyage de la MAT sont significativement moins importantes que les autres (16 des 18 variables de ce bloc), alors que de précédentes études ont montré leur impact sur les flores acidifiantes des laits (Michel *et al.*, 2001 ; Verdier-Metz *et al.*, 2009 ; Tormo, 2011). Il est probable que les pratiques de nettoyage interviennent de façon plus atténuée dans notre étude en raison de leur moindre variabilité, en lien avec les critères de sélection des exploitations. Par ailleurs, dans les études précédentes, les liens étaient recherchés directement, et de façon descriptive sans modélisation statistique, entre les laits de traite et des combinaisons de pratique impliquant d'autres éléments que le nettoyage. L'examen des coefficients de régression montre que les variables les plus importantes sont liées à la conception de la salle de traite, la conception et l'entretien de la machine à traire (tableau 6). Les résultats concernant la longueur et le dénivelé du lactoduc, la nature des matériaux du lactoduc, la nature des manchons sont cohérents avec des observations faites par ailleurs (Laithier et Talon, 2004., Michel *et al.*, 2001 ; Lomander *et al.*, 2004 ; Teixeira *et al.*, 2005). Le microbisme ambiant pourrait être modifié en changeant la nature des quais de traite, expliquant l'impact observé mais l'étude des microflores des réservoirs et l'impact des pratiques associées, en particulier de l'air (résultats non montrés), ne nous permet pas de conforter cette hypothèse. Il peut paraître surprenant que la présence de manchons et/ou de tuyaux plus anciens soient en lien avec des laits moins acidifiants mais il a été montré que l'augmentation de l'âge des biofilms les rend plus résistants aux procédures de nettoyage/désinfection (Leriche *et al.*, 2003). On peut supposer qu'ils sont moins facilement mobilisés lors du passage du lait UHT. A l'inverse, lorsque le dernier contrôle de la MAT est plus ancien, les laits obtenus sont plus acidifiants. Cependant, pratiquement toutes les exploitations (17/20) procédaient à un contrôle annuel de la machine à traire. Même si on ne pouvait pas mesurer leur effet sur le bloc des données pH dans leur ensemble, certaines pratiques de nettoyage sont néanmoins en lien avec les pH de fin d'acidification. On note une influence positive du prélavage sur l'aptitude acidifiante du lait UHT ayant circulé dans la MAT. Pourtant, la diminution de la sensibilité des biofilms aux agents de nettoyage/désinfection peut être amplifiée par la présence de composés organiques sur les surfaces (lait, caillé) susceptibles d'interagir avec ces agents diminuant ainsi leur efficacité (Briandet et Bellonfontaine, 2000). Le delta pH plus élevé indiquant un moins bon rinçage est en lien avec une moindre aptitude acidifiante des laits, ce qui a déjà été observé (Arnal, 1999 ; Michel *et al.*, 2005). Les laits UHT passés par la MAT sont plus acidifiants lorsque les entrées d'air lors de la dépose des griffes sont plus fréquentes ce qui est cohérent avec les niveaux élevés de flore acidifiante relevés dans l'air du lieu de traite mais cette pratique peut induire aussi des problèmes d'infection mammaire (De Crémoux, 2008). Le pouvoir explicatif des facteurs d'influence autour de la traite restant faible, leur effet individuel pouvant être difficile à interpréter, rappellent qu'il est nécessaire dans une démarche de conseil d'appréhender globalement les écosystèmes microbiens et les facteurs

associés en fonction du contexte de chaque élevage pour la gestion de l'aptitude acidifiante et de la qualité sanitaire du lait (RMT Fromages de terroir, 2011).

## CONCLUSION

L'équilibre des microflores est à l'avantage des bactéries lactiques parmi les flores dénombrées. Les trois réservoirs semblent avoir une influence similaire sur la microflore du lait étudiée. Les microflores des réservoirs étudiés (machine à traire, trayons) sont capables de s'implanter dans le lait et d'y exercer une activité acidifiante. Grâce à une méthode d'analyse des données innovante, nous avons confirmé le rôle prépondérant de la machine à traire dans l'aptitude acidifiante du lait de traite. Nous avons pu mettre en évidence que les facteurs les plus influents par rapport à l'aptitude acidifiante du réservoir machine à traire sont liés à la conception de la salle de traite et à la conception, l'entretien et dans une moindre mesure le nettoyage de la machine à traire. Les résultats obtenus rappellent que les éventuels changements de pratique à ce niveau doivent être raisonnés en fonction du contexte de chaque élevage (ensemble de pratiques autour mais également en amont de la traite). De prochaines études permettront d'approfondir cette question pour fournir des références et aides à la décision aux producteurs soucieux de préserver la spécificité de leurs produits.

*Cette étude a bénéficié du soutien financier du CASDAR, de FranceAgriMer et du conseil régional de Rhône Alpes. Les auteurs tiennent à remercier vivement tous les éleveurs et les stagiaires qui ont contribué à la réalisation de cette étude.*

- Arnal A., 1999. Mémoire de fin d'études, ENITAC, 80 p.
- Baker G.C., Smith J.J., Cowan D.A., 2003. J. Microbiological Methods, 55, 541-555.
- Briandet R., Bellonfontaine M.N., 2000. Salles Propres, 9, 1-17.
- Corroler D., Mangin I., Desmasures N., Guéguen M., 1998. Appl. Environ. Microbiol. 64, 4729-4735.
- Dalmasso M., 2009. Thèse de doctorat de biologie appliquée, Université de Savoie, 219 p.
- De Crémoux R., 2008. CR Institut de l'Elevage n°150838016, 236 p.
- Laithier C., Doutart E., Raynaud S., Morge S., Rossignol L., Güzere Y., Lefier D., Barral J., Demarigny Y., David V., 2011. Renc. Rech. Ruminants, 18, 189-192.
- Laithier C., Chatelin Y.M., Talon R., Tormo H., Barral J., Lefrileux Y., 2005. Renc. Rech. Ruminants, 12, 367-370.
- Laithier C., Talon R., 2004. Actes colloque Food Factory.
- Leriche V., Briandet R., Carpentier B., 2003. Environ. Microbiology, 5, 64-71.
- Lomander A., Schreuders P., Russek-Cohen E., Ali L., 2004. Bioresource Technology, 94, 275-283.
- Michel V., Hauwuy A., Chamba, J.F., 2006. Renc. Rech. Ruminants, 13, 309-312.
- Michel V., Hauwuy A., Chamba J.F., 2001. Lait., 81, 575-592.
- Monsallier F., Verdier\_Metz I., Agabriel C., Martin B., Montel M.C., 2012. Dairy Sci. Technol., 92 (3), 265-278.
- RMT Fromages de Terroir, 2011. Coord. C. Laithier, Institut de l'Elevage, Ed. CNAOL-Réseau Fromages de Terroir, Paris, 129 p.
- Teixeira P., Lopez Z., Azeredo J., Oliveira R., Vieira M.J. 2005. Food Microbiol., 22, 247-251.
- Tormo H., 2011. Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier Toulouse 3, 216 p.
- Vacheyrou M., Normand A.C., Guyot P., Cassagne C., Piarroux R., Bouton Y., 2011. Int. J. Food Microbiol., 146, 253-262.
- Verdier-Metz I., Michel V., Delbès C., Montel M.C., 2009. Food Microbiol., 26, 305-310.