

Effet de l'alimentation des vaches sur les caractéristiques sensorielles des fromages selon les types de technologie (pâte molle, pressée ou pressée demi-cuite)

VERDIER-METZ I. (1), BUCHIN S. (2), HURTAUD C. (3,4), BERODIER F. (2), PRADEL P. (5), MONTEL M.C. (1), MARTIN B. (6), COULON J.B. (7)

(1) INRA, UR545 fromagères, 20 côte de Reyne, F-15000 Aurillac (2) INRA, UR342 technologie et analyses laitières, F-39801 Poligny (3) INRA, UMR1080 production du lait, F-35590 Saint-Gilles (4) Agrocampus Ouest, UMR1080 production du lait, F-35000 Rennes (5) INRA, UE1296 unité expérimentale des Monts d'Auvergne, F-15190 Marcenat (6) INRA, UR1213 herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle (7) INRA, Département PHASE

RESUME – L'objectif de ce travail était de déterminer si l'effet de l'alimentation des animaux sur les caractéristiques des fromages variait selon les grandes familles de fromages (pâte molle, pâte pressée, pâte pressée demi-cuite). Le lait produit par vingt quatre vaches laitières soit conduites sur un pâturage diversifié (lot Pâturage) soit nourries à l'intérieur avec une ration à base de foin, de regain de dactyle et de concentrés (lot Foin) a été transformé à cinq reprises, en fromagerie expérimentale, en fromages à pâte molle à croûte fleurie (PM, 220 g), à pâte pressée (PP, 1,7 kg) et à pâte pressée demi-cuite (PPC, 10 kg). Les fromages affinés ont fait l'objet d'analyses chimiques, rhéologiques et sensorielles après deux durées d'affinage : quatre et six semaines pour les fromages PM, six et douze semaines pour les PP et trois et six mois pour les PPC. En moyenne, les fromages issus du lait des vaches au pâturage ont été plus secs (+0,9 %) et plus gras (+2,2 % de gras / sec). Leur pâte a été légèrement moins minéralisée et nettement plus jaune. Les laits et les fromages issus du régime « Pâturage » ont présenté de plus faibles niveaux d'entérocoques, de levures et de staphylocoques à coagulase négative. Au premier stade d'affinage, les fromages issus des animaux au pâturage ont été globalement moins fermes et plus corsés mais ces effets ont été d'autant plus forts que les fromages avaient une technologie à pâte dure (PPC>PP>PM). Au deuxième stade d'affinage, ces résultats ont été plus nets. Le nombre total de composés volatils extraits a été voisin dans les trois technologies mais la nature de ces composés a été très différente. Quels que soient les types de fromages, les quantités de composés volatils extraits des fromages ont été globalement plus importantes pour les fromages issus du pâturage comparativement à ceux issus du régime à base de foin. La proportion de composés volatils significativement influencés par le régime a été similaire pour les trois types de fromages.

Effect of the feed of cows on the sensory characteristics of cheeses according to the types of technology (soft, pressed or half-cooked pressed curd)

VERDIER-METZ I. (1), BUCHIN S. (2), HURTAUD C. (3), BERODIER F. (2), PRADEL P. (4), MONTEL M.C. (1), MARTIN B. (5), (6) COULON J.B.

(1)INRA, UR545 Fromagères, 20 côte de Reyne, F-15000 Aurillac

SUMMARY – The aim of this work was to determine if the effect of the animal feeding on the characteristics of cheeses varied according to the families of cheeses (soft, pressed or, half-cooked pressed). The milk produced by the cows either led on a diversified pasture (Pasture batch) or fed inside with a ration based on hay and regrowth of dactyl and on concentrate (Hay batch) was processed, in an experimental mini-cheese dairy, in soft cheese (PM = 220 g), in pressed cheese (PP = 1,7 kg) and pressed half-cooked cheese (PC = 10 kg). Chemical, rheological and sensorial analyses were realised on cheeses after 2 ripening times: 4 and 6 weeks for PM cheeses, 6 and 12 weeks for PP cheeses and 3 and 6 months for PPC cheeses. On average, the cheeses from Pasture cows were drier (0.9 %) and fatter (2.2 % of fat/dry). Their curd was slightly less mineralised and sharply more yellow and red. "Pasture" milks and cheeses had lower levels of enterococci, yeasts and negative coagulase staphylococci. At the first ripening time, Pasture cheeses were globally less firm and stronger but these effects were more important for cheeses with hard dough technology (PPC>PP>PM). At the second ripening time, these results were clearer. The total number of volatile compounds extracted was similar in the 3 types of cheeses but the composition was very different. Whatever the type of cheese, the quantities of volatile compounds was globally more important in the "Pasture" cheeses in comparison to "Hay" cheeses. The proportion of volatile compounds which was influenced by the feeding was similar for the 3 types of cheeses.

INTRODUCTION

Les caractéristiques des fromages affinés dépendent majoritairement des processus technologiques d'élaboration du fromage mais aussi en partie des facteurs de production du lait (d'origine génétique, physiologique, alimentaire). Un certain nombre de ces facteurs constituent des éléments forts du lien des produits sous indication géographique à leur terroir. Si les effets des facteurs de production sont maintenant bien documentés (Coulon *et al.*, 2005 ; Martin *et al.*, 2005), leurs interactions avec les facteurs technologiques restent un sujet de débat. Un certain nombre de travaux suggèrent ainsi que les effets des facteurs de production du lait sur les caractéristiques des fromages varient, pour un type de fromage donné, selon les paramètres technologiques mis en œuvre (traitement thermique du lait, standardisation de la matière grasse, doses et natures des levains ou durée d'affinage (Agabriel

et al., 2004 ; Verdier-Metz *et al.*, 2005 ; Martin *et al.*, 2005) et aussi selon les types de fromages (Hurtaud *et al.*, 2009). Verdier-Metz *et al.* (2005) ont en effet montré que la nature du fourrage (foin vs. ensilage d'herbe) avait un effet plus important sur les caractéristiques sensorielles des fromages de type Cantal que sur celles des fromages de type Saint-Nectaire. Mais aucune étude spécifique sur cette question n'a, à notre connaissance, été conduite jusqu'à présent. L'objectif de ce travail a donc été d'identifier la sensibilité des grandes familles fromagères aux facteurs de production du lait, c'est à dire de déterminer si le lien aux conditions de production du lait était de même nature selon les grandes familles de fromages, afin, notamment, de mieux cibler les leviers d'action biotechniques permettant de renforcer la typicité des fromages AOC. Nous avons donc comparé deux types d'alimentation des animaux, trois types de technologie fromagère et deux durées d'affinage.

Notre hypothèse sous-jacente était que dans les fromages à pâte molle, la flore de surface jouant un rôle prépondérant dans la formation des caractéristiques sensorielles des fromages, les facteurs de production du lait influeraient peu sur les caractéristiques de ces fromages, contrairement aux fromages à pâte pressée, à affinage interne plus long.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANIMAUX ET ALIMENTATION

Quarante huit vaches laitières du troupeau de l'unité expérimentale de l'INRA des Monts d'Auvergne (Marcenat) (vingt huit Holstein et vingt Montbéliardes) en huitième mois de lactation ont été réparties en deux lots équivalents de vingt quatre vaches de façon à ce que la race, le stade de lactation, la production laitière, les taux butyreux et protéiques et les variants génétiques de la caséine κ et de la β -lactoglobuline soient équivalents. Les quarante huit vaches ont été conduites ensemble au pâturage jusqu'au 7 août, date à laquelle les vaches du lot « Foin » ont été rentrées progressivement à l'étable pour recevoir une ration constituée de foin de dactyle (*ad libitum*) (0,62 UFL, 60g PDIN et 70g PDIE / kgMS), de 4 kg de regain de dactyle (0,69 UFL, 86g PDIN et 83g PDIE / kgMS) et de 4 kg d'un concentré de production (1,09 UFL et 110g PDIN et PDIE / kg MS). Les vaches du lot « Pâturage » ont pâture des parcelles de prairie permanente jusqu'au 25 août où elles sont entrées pour trois semaines sur une parcelle de prairie permanente très diversifiée conduite au fil avancé 3 fois par semaine. Les animaux produisant plus de 16 et 20 kg / jour respectivement pour les lots Foin et Pâturage ont reçu du concentré à raison de 1 kg de concentré pour 2 kg de lait supplémentaire.

1.2. FABRICATIONS FROMAGERES

Au cours de cinq journées réparties entre le 28 août et le 13 septembre, des fromages à pâte molle à croûte fleurie (PM, 220g), pâte pressée (PP, 1,7 kg) et pâte pressée demi-cuite (PPC, 10 kg) ont été fabriqués avec respectivement 22, 64 et 110 kg de lait cru et entier issu de chacun des deux lots et prélevé sur la traite du soir (refroidi) et celle du matin (non refroidi). Au cours de chaque journée de fabrication, les six cuves (deux régimes x trois technologies) ont été menées en parallèle. Pour chaque type de technologie, le lait des deux lots d'animaux a été travaillé à paramètres technologiques constants. Nous avons vérifié que, intra type de technologie, les temps de prise et les cinétiques d'acidification et d'égouttage ont été identiques pour les deux laits issus des deux lots d'animaux (résultats non présentés). Les fromages ont été sortis de cave après deux durées d'affinage pour chaque type technologique : quatre et six semaines pour les PM, six et douze semaines pour les PP et trois et six mois pour les PPC.

1.3. MESURES

1.3.1. Laits

Les teneurs en matières grasses, protéines totales, protéines solubles, caséines, urée, calcium (total et soluble), la lipolyse, la composition des acides gras, la numération cellulaire, les spores butyriques et les niveaux de flores microbiennes ont été déterminés sur chacun des laits de mélange destinés aux fabrications fromagères.

1.3.2. Fromages

Le pH, la matière grasse, l'extrait sec, les taux en calcium, phosphore, azote soluble et azote total, la composition en acides gras volatils et en composés volatils ainsi que les caractéristiques rhéologiques des fromages ont été déterminés aux deux stades d'affinage. Les flores

microbiennes ont été dénombrées dans la pâte des fromages sur milieux de culture (Callon *et al.*, 2007) pour chaque type technologique au moulage, à l'entrée en cave et à la dégustation. Les caractéristiques sensorielles des fromages affinés ont été évaluées après chacun des deux stades d'affinage par trois jurys d'experts spécialistes de chaque technologie fromagère.

1.4. ANALYSE DES DONNEES

Les données ont toutes été traitées par analyse de variance (Proc GLM du logiciel SAS, 1987). Pour les données relatives au lait, l'effet du régime a été introduit dans le modèle. Pour la composition chimique des fromages, les effets du régime, de la technologie, du jour de fabrication, du stade d'affinage ainsi que les interactions régime*technologie, régime*stade, stade*technologie et régime*technologie*stade ont été introduits dans le modèle. Enfin, pour les données sensorielles et les données relatives aux composés volatils, les analyses statistiques ont été réalisées séparément pour les trois technologies. Les modèles utilisés comprenaient les effets du régime, du stade d'affinage, du jour de fabrication, du juge (pour les données sensorielles) ainsi que l'interaction régime*stade.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

Les laits issus des vaches au pâturage ont été plus riches en calcium soluble, en acides gras longs et en acides gras mono- et poly-insaturés (tableau 1). Ils ont aussi présenté une plus forte proportion de caséines dans les protéines, et un rapport TB / TP plus élevé (+0,12). Le rapport C18:1 / C16:0, qui constitue un bon indicateur du point de fusion des matières grasses a été également plus élevé.

Tableau 1 : composition chimique des laits

	Foin	Pâturage	Effet ¹
Taux butyreux (g/L)	40,3	43,4	ns
Taux protéique (g/L)	34,8	33,9	ns
TB/TP	1,16	1,28	**
Cellules (x1000/mL)	235	169	+
Lipolyse (mEq/100gMG)	0,65	0,48	ns
Caséines (% protéines)	78,4	80,3	**
Calcium total (g/kg)	1,08	1,13	ns
Calcium soluble (g/kg)	2,15	2,73	**
Urée (mg/L)	317	312	ns
AG saturés (g/100g AGT)	72,5	67,0	**
AG mono-insaturés (g/100g AGT)	23,9	28,0	*
AG poly-insaturés (g/100g AGT)	3,0	4,3	*
C18:1/C16:0	0,53	0,77	**

¹Effet : **, P<0,01 ; *, P<0,05 ; +, P<0,10 ; ns, non significatif

Ceci explique qu'en moyenne, les fromages issus des vaches au pâturage ont été plus gras et plus secs (tableau 2). Leur pâte a été légèrement moins minéralisée et nettement plus jaune. Cet effet, bien connu par ailleurs est dû à la teneur en β -carotène, supérieure dans le lait issu des animaux au pâturage (Martin *et al.*, 2005). L'effet du régime sur la teneur en matière sèche des fromages a été plus important pour les fromages à pâte molle (P < 0,05). A l'opposé, le régime a eu un effet plus important sur la teneur en calcium des fromages à pâte pressée. Mais il n'a pas influencé les indicateurs de protéolyse et de lipolyse des fromages. Entre le premier et le deuxième stade d'affinage, l'extrait sec, le gras / sec et les indicateurs de protéolyse et de lipolyse des fromages ont augmenté de manière logique.

2.2. MICROBIOLOGIE

Les laits issus des régimes Foin et Pâturation ont présenté des niveaux de flore totale semblables (4,15 et 3,92 Log UFC / mL respectivement). Par contre, les laits issus des vaches au pâturage ont été plus riches en staphylocoques à coagulase négative (+1,0 Log / mL, $P < 0,10$) et moins riches en entérocoques (-1,0 Log / mL, $P < 0,05$), *Leuconostocs* (-0,9 Log / mL, $P < 0,01$) et levures (-1,75 Log UFC / mL). La dynamique des groupes microbiens au cours de la transformation fromagère a été différente d'une technologie à l'autre. En fin d'affinage, les entérocoques, les levures et

les staphylocoques à coagulase négative ont été présents à de plus faibles niveaux au cœur des fromages « Pâturation ». En revanche les niveaux de *Leuconostocs* ont été similaires entre les régimes pour les fromages à pâte molle et à pâte pressée alors que les fromages à pâte pressée demi-cuite « Foin » ont présenté un niveau plus élevé (+0,7 Log UFC / mL, $P < 0,05$) que les PPC « Pâturation ». Les fromages à pâte pressée et pressée demi-cuite issus des animaux au foin se sont révélés plus riches en lactobacilles thermophiles, lactobacilles hétérofermentaires et lactocoques.

Tableau 2 : composition chimique et rhéologie des fromages

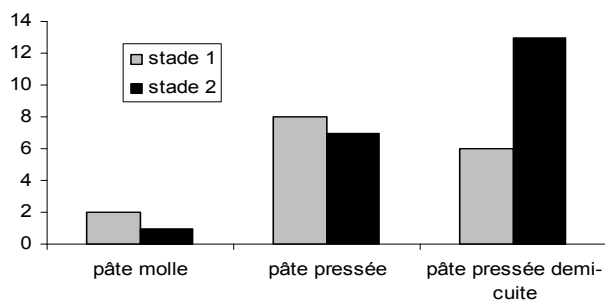
	Pâte molle		Pâte pressée		P. pressée demi-cuite		Effet ¹		
	Foin	Pâturation	Foin	Pâturation	Foin	Pâturation	Régime	Régime *techno	Stade affinage
pH	7,1	7,1	6,3	6,2	5,8	5,8	ns	ns	***
Extrait sec (%)	43,3	45,2	53,2	53,8	64,1	64,4	***	*	***
Gras/Sec (%)	58,4	60,6	52,5	54,8	53,3	55,3	***	ns	*
Calcium (%MS)	0,19	0,21	0,96	0,89	1,29	1,23	**	**	***
Phosphore (%MS)	0,32	0,31	0,66	0,64	0,74	0,70	**	ns	*
Protéolyse (Nsol/Ntot)	38,4	36,2	19,4	18,4	19,6	19,9	ns	ns	***
Indice de jaune	16,6	19,2	17,8	20,2	17,4	20,4	***	ns	ns
Pénétrabilité ² (N)	1,8	2,3	-	-	-	-	ns	/	***
Compression (kJ/m ²)	-	-	64,5	48,0	179,3	134,4	**	ns	ns

¹Effet : ***, $P < 0,001$; **, $P < 0,01$; *, $P < 0,05$; ns, non significatif ; ²Charge maximale

2.3. CARACTERISTIQUES SENSORIELLES DES FROMAGES

Au premier stade d'affinage, parmi les 21, 24 et 35 descripteurs de texture et de flaveur utilisés par les jurys pâte molle, pâte pressée et pâte pressée demi-cuite, respectivement 10 %, 33 % et 17 % ont varié en fonction du régime (figure 1). Au deuxième stade d'affinage, les effets du régime ont été plus nets en pâte pressée et pressée demi-cuite : pour les pâtes molle, pressée et pressée demi-cuite, respectivement 5 %, 29 % et 37 % des descripteurs ont varié en fonction du régime (figure 1).

Figure 1 : nombre de descripteurs significativement différents ($P < 0,10$) entre les régimes Foin et Pâturation selon le type de technologie.



2.3.1. Texture des fromages

La texture des fromages à pâte molle n'a pas varié selon le régime des animaux au premier stade d'affinage. Au deuxième stade, la pâte des fromages « Pâturation » a seulement été jugée légèrement moins « lisse » en bouche ($P < 0,1$). Les mesures de pénétrabilité (tableau 2) ont confirmé l'absence d'effet du régime sur les caractéristiques rhéologiques de la pâte. A l'opposé, la texture des fromages à pâte pressée et pressée demi-cuite a fortement varié selon le régime des animaux. Les fromages à pâte pressée issus du pâturage ont été moins fermes ($P < 0,01$) et plus fondants ($P < 0,001$) aux deux stades d'affinage et plus collants ($P < 0,05$) au premier stade seulement. Enfin, quel que soit le stade d'affinage, les fromages à pâte pressée demi-cuite issus du pâturage ont

été moins pâteux ($P < 0,001$), moins fermes ($P < 0,001$) et moins granuleux ($P < 0,01$) et plus onctueux ($P < 0,001$) et collants ($P < 0,001$). Les mesures rhéologiques effectuées aux deux stades d'affinage ont confirmé ces différences sensorielles (tableau 2).

Ces effets sont liés en partie à la plus grande insaturation des matières grasses issues des régimes à base d'herbe (Martin *et al.*, 2005). Dans cette étude, les effets du pâturage sur la texture des fromages à pâte pressée et pressée demi-cuite pourraient également être liés en partie à leur gras / sec plus élevé et à la plus faible minéralisation de la pâte. Ces effets ne se retrouvent pas sur les pâtes molles. Pour ces fromages, il semblerait que la forte protéolyse engendrée par la flore de surface déstructure rapidement le fromage au point de masquer les effets potentiels de la nature des acides gras ou de la teneur en matière sèche des fromages.

2.3.2. Goûts, odeurs et arômes des fromages

Les fromages à pâte molle « Pâturation » ont été moins salés et plus « animal » au stade 1 alors que ces différences ont disparu au stade 2 (résultat non illustré). Pour les fromages à pâte pressée, l'amplitude des différences liées au régime a été équivalente aux deux stades d'affinage. Ces différences portaient sur les saveurs au stade 1 avec des fromages « Foin » plus amers ($P < 0,001$) et des fromages « Pâturation » plus acides et piquants ($P < 0,05$) et une tendance à une flaveur plus intense ($P < 0,1$). Au stade 2, les fromages « Pâturation » ont été plus salés, piquants et ont révélé des arômes « beurre » et « lait » plus forts ($P < 0,05$). Pour les fromages à pâte pressée demi-cuite, les différences dues au régime ont été de faible amplitude au stade 1 (seul le piquant ($P < 0,1$) était plus fort dans les fromages « Pâturation ») alors qu'au stade 2, les fromages « Pâturation » ont été plus acides, métalliques, rances, avec des caractères plus « agrume », « fruit fermenté », et moins « lait cuit » et « caramel » ($P < 0,1$).

Pour les pâtes molles, il est probable que les différences de flaveur, senties à un stade jeune aient été gommées par la forte production de la flore de surface, contrairement à ce

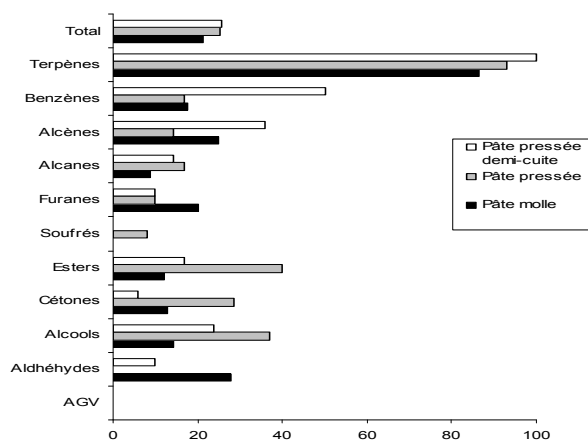
que l'on observe pour les fromages à pâte dure où l'effet de la nature du régime a augmenté au cours du temps.

2.4. COMPOSES VOLATILS DES FROMAGES

2.4.1. Effet du régime alimentaire des animaux

Quels que soient les types de fromages, les quantités de composés volatils extraits des fromages « Pâturation » ont été globalement plus importantes comparativement aux fromages issus du régime à base de foin (figure 2). Les fromages « Pâturation » ont présenté des taux élevés de terpènes, composés d'origine végétale qui proviennent des plantes aromatiques du pâturage diversifié, et de dérivés du benzène, composés largement présents dans les fromages d'alpage où la diversité botanique est importante (Bugaud *et al.*, 2001). Les proportions de composés affectés par le régime sont globalement identiques pour chaque technologie (20 % pour pâtes molles et 25 % pour les pâtes pressées et pressées demi-cuites, avec des différences qualitatives.

Figure 2 : pourcentage de composés volatils significativement différents ($P < 0,05$) entre les régimes Foin et Pâturation pour chaque type technologique

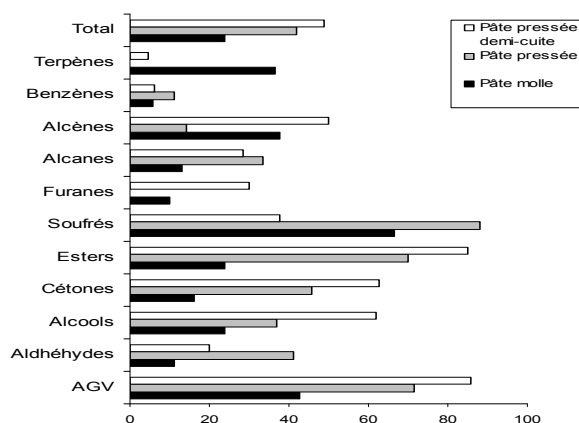


Les fromages issus du pâturage se distinguent de ceux issus du foin essentiellement par des niveaux plus forts en aldéhydes, cétones et furanes dans les pâtes molles et en alcools et esters correspondants dans les pâtes pressées et pressées demi-cuites. En outre, dans les pâtes pressées, les fromages issus des régimes à base de foin sont plus riches en cétones. On remarque donc plus de similarités sur ces critères entre pâtes pressées et pressées demi-cuites qu'avec les pâtes molles.

2.4.2. Effet du stade d'affinage

L'effet du stade d'affinage sur les composés volatils a varié selon la technologie (figure 3). Dans les pâtes molles, les esters ont diminué au profit des composés soufrés qui ont pu masquer au stade 2 les différences de flaveur selon les régimes. Par ailleurs, au stade 1, les fromages « Pâturation » étaient plus riches en de nombreux aldéhydes, alcools et cétones, connus pour contribuer à l'arôme des fromages alors que les différences étaient moins nettes au stade 2, tout comme les différences de flaveur. Pour les pâtes pressées, les fromages « Pâturation » ont été légèrement plus riches aux deux stades en alcools primaires (15 %) et en esters (33%) mais les différences sensorielles selon les régimes sont difficiles à relier aux profils de composés volatils. Dans le cas des fromages à pâte pressée demi-cuite, le fort développement des esters au stade 2 dans les fromages « Pâturation » pourrait expliquer leur caractère fruité à ce stade.

Figure 3 : pourcentage de composés volatils significativement différents ($P < 0,05$) entre les stades 1 et 2 pour chaque type technologique



CONCLUSION

Ce travail a permis de mettre en évidence l'existence d'interactions fortes, notamment pour la texture, entre un facteur alimentaire et le type de fromages fabriqués. Il valide ainsi les hypothèses suggérées dans des travaux précédents (Verdier-Metz *et al.*, 2005). Ces interactions sont vraisemblablement liées en grande partie au rôle prépondérant de la flore de surface, dans la formation des caractéristiques sensorielles des fromages à pâte molle.

Sur le plan pratique, ces résultats montrent que la nature des leviers d'action biotechniques qui permettraient de renforcer la typicité des fromages via leur lien avec les conditions de production du lait est susceptible de varier selon les grandes familles de fromages : l'effet du facteur alimentaire testé dans cette étude semble ainsi jouer un rôle plus important pour les pâtes dures que pour les pâtes molles. Ces résultats ne remettent pas en cause l'inclusion de facteurs de production dans les cahiers des charges dans la mesure où le lien au terroir n'est pas lié à un facteur unique mais relève d'un système d'interactions complexe entre des facteurs de production du lait, des facteurs technologiques et des facteurs humains (Casabianca *et al.*, 2008) que cette étude n'avait pas pour objectif de prendre en compte dans leur globalité.

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet ANR-ADD « promotion du développement durable par les indications géographiques ».

Agabriel C., Martin B., Sibra C., Bonnefoy J.C., Montel M.C., Didienne R., Hulin S., 2004, *Anim. Research*, 53, 221-234.

Bugaud C., Buchin S., Hauwuy A., Coulon J.B., 2001, *Lait*, 6, 757-773.

Callon C., Duthoit F., Delbès C., Ferrand M., Le Frileux Y., De Crémoux R., Montel M.C., 2007, *Sys. Appl. Microbiol.*, 30, 547-560.

Casabianca F., Sylvander B., Béranger C., Coulon J.B., Roncin F., 2008, in « Produits agricoles et alimentaires d'origine : enjeux scientifiques », 199-213.

Coulon J.B., Delacroix-Buchet A., Martin B., Pirisi A., 2005, *Prod. Animales*, 18, 49-62.

Hurtaud C., Peyraud J.L., Michel G., Berthelot D., Delaby L., 2009, *Animal*, 3, 1327-1338.

Martin B., Verdier-Metz I., Buchin S., Hurtaud C., Coulon J.B., 2005, *Animal Sci.*, 81, 205-212.

Verdier-Metz I., Martin B., Pradel P., Albouy H., Hulin S., Montel M.C., Coulon J.B., 2005, *Lait*, 6, 469-480.