



HAL
open science

Conditions de production du lait et qualités sensorielles des fromages

Bruno Martin, S Buchin, Catherine Hurtaud

► **To cite this version:**

Bruno Martin, S Buchin, Catherine Hurtaud. Conditions de production du lait et qualités sensorielles des fromages. *Productions Animales*, 2003, 16 (4), pp.283-288. hal-02676772

HAL Id: hal-02676772

<https://hal.inrae.fr/hal-02676772v1>

Submitted on 31 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Conditions de production du lait et qualités sensorielles des fromages

La qualité sensorielle des fromages dépend d'un grand nombre de facteurs, liés à la fois à la technologie de fabrication et aux caractéristiques chimiques et microbiologiques de la matière première mise en œuvre. Ces dernières dépendent elles-mêmes de nombreux facteurs d'amont (d'origine génétique, physiologique, alimentaire ...). Ces facteurs d'amont sont de plus en plus pris en compte par les consommateurs qui s'interrogent en particulier sur l'alimentation offerte aux animaux. Ils revêtent une importance toute particulière dans le cas des produits marqués (Appellation d'Origine Contrôlée, Indication Géographique Protégée, labels...) pour lesquels les modifications de la matière première au moment de sa transformation sont limitées, voire interdites et qui revendiquent un lien fort avec les conditions de production du lait, dont certaines sont à la base de la notion de terroir (Grappin et Coulon 1996). Dans le domaine des productions fromagères, les relations entre ces conditions de production (alimentation et type d'animal en particulier) et les caractéristiques des fromages sont souvent mises en avant par les fromagers, sur la base d'observations empiriques. Jusqu'à récemment il n'existait cependant que peu de travaux expérimentaux sur le sujet, en raison, entre autres, de la difficulté de séparer correctement les effets propres de ces facteurs d'amont de ceux qui sont liés à la transformation fromagère proprement dite. Depuis quelques années, plusieurs études spécifiques ont été mises en œuvre pour préciser ces liaisons. Elles ont été permises par le développement des méthodes d'analyse des caractéristiques sensorielles des fromages et par la maîtrise ou le contrôle des paramètres technologiques de fabrication fromagère.

Ce texte fait le point sur les principaux résultats concernant les effets des facteurs de

production du lait sur les caractéristiques sensorielles des fromages. Il se limite donc à une partie seulement du système de production du fromage puisque, dans la majorité des études, la technologie fromagère était contrôlée et semblable entre les traitements : les fromages étaient fabriqués dans des unités expérimentales et affinés dans un même lieu permettant une maîtrise et un contrôle optimal des différents paramètres de fabrication. Les études concernent à la fois des approches réalisées en conditions expérimentales sur les laits de mélange de quelques animaux et des approches plus globales, réalisées chez des producteurs fermiers ou des transformateurs industriels. Après avoir présenté les effets des facteurs génétiques et alimentaires sur les caractéristiques sensorielles des fromages nous donnerons quelques hypothèses d'explication de ces effets.

Facteurs animaux

De nombreuses études ont été réalisées pour évaluer les effets des caractéristiques génétiques des animaux sur l'aptitude du lait à la transformation fromagère (aptitude à la coagulation, rendements fromagers). Il est en particulier bien établi que les vaches Normandes ou Montbéliardes produisent un lait plus riche en protéines et de meilleure aptitude fromagère que celui des vaches Holstein conduites dans les mêmes conditions (Vertès *et al* 1989, Macheboeuf *et al* 1993). En revanche, les effets des facteurs génétiques sur les caractéristiques sensorielles des fromages sont moins connus. Les quelques travaux entrepris sur ce thème résultent généralement d'interrogations des filières de fromages d'AOC concernant l'opportunité de restreindre, dans leur cahier des charges, la production du lait à une ou

quelques races traditionnellement exploitées dans la zone de production et considérées comme un élément important du système de production du fromage.

Ces études ont montré que, chez les bovins, les facteurs génétiques peuvent modifier les caractéristiques sensorielles des fromages, et en particulier leur texture, en raison d'abord des différences de rapport taux butyreux/taux protéique du lait entre les principales races utilisées en France. Ainsi, lorsque le lait utilisé pour la fabrication est entier, les fromages Saint-Nectaire issus des vaches Holstein sont plus fondants et moins fermes que ceux issus des vaches Montbéliardes en raison de leur plus forte teneur en matières grasses, liée à un rapport taux butyreux/taux protéique plus élevé chez les vaches Holstein (Martin *et al* 2000). Lorsque la teneur du lait en matières grasses est standardisée par écrémage partiel avant la fabrication, au contraire, les fromages Saint-Nectaire issus des vaches Holstein sont plus fermes et moins fondants (Verdier *et al* 1995). Ils présentent aussi un goût moins prononcé.

Par ailleurs, certains variants génétiques des lactoprotéines sont connus pour modifier fortement l'aptitude à la coagulation du lait. C'est le cas en particulier des variants de la caséine kappa. En fabrication expérimentale de fromages Saint-Nectaire, les variants de cette caséine n'ont pas d'incidence sur les caractéristiques sensorielles des fromages (Verdier-Metz *et al* 2000). En revanche, les études faites sur le variant C de la caséine beta, qui est un variant rare que l'on rencontre essentiellement en France chez les vaches de race Tarentaise, ont montré que ce variant pouvait conférer au fromage des caractéristiques de goût et de texture particulières (Marie et Delacroix-Buchet 1994). En particulier, comparativement au variant A, le variant C de la caséine beta conduit à des fromages plus fermes et moins élastiques, ayant un goût particulier plus souvent noté piquant.

Chez la chèvre, le polymorphisme de la caséine alphaS1 est associé à des différences exceptionnelles du taux de synthèse des caséines (Grosclaude *et al* 1987). Les allèles conduisant à une augmentation de cette synthèse sont associés à des rendements plus élevés, à une texture plus ferme ainsi qu'à une flaveur chèvre moins affirmée (Pierre *et al* 1998).

Facteurs alimentaires

En dehors de l'effet bien connu de certaines plantes (crucifères, ail, oignon) consommées par les animaux sur la flaveur du lait ou du fromage (Urbach 1990), l'effet propre de la nature de l'alimentation et en particulier des fourrages (type de fourrage, mode de conservation, diversité floristique) n'a été abordé que récemment (Coulon et Priolo 2002). Pourtant, de nombreuses observations empiriques confèrent à ce facteur des effets sur les caractéristiques sensorielles des produits (Urbach 1990). Ainsi, certains fromagers observent fréquemment des différences de

qualités sensorielles des fromages selon la nature des fourrages offerts aux animaux. Ces observations ont pu être appuyées par des études globales destinées à analyser la diversité des caractéristiques sensorielles d'un type de fromage et à mettre en parallèle cette diversité avec les conditions de production du lait et des fromages. En zone de production de Comté, Monnet *et al* (2000) ont ainsi mis en évidence des associations entre compositions floristiques des pâturages et caractéristiques sensorielles des fromages et Bérodiér (1997) a montré qu'une plus grande diversité botanique pouvait être associée à des arômes plus nombreux et plus variés des fromages. Par ailleurs, chez des producteurs de reblochon fermier, Martin et Coulon (1995) ont montré que, dans certaines conditions de fabrication fromagère, des différences de caractéristiques sensorielles pouvaient être associées à des natures différentes de fourrage (foins ou pâtures). Récemment, la comparaison de fromages de Cantal, fabriqués dans une même laiterie à partir de laits prélevés dans deux groupes d'exploitations différant par l'intensification de la conduite des animaux et des surfaces a révélé un effet du système de production sur les caractéristiques sensorielles des fromages (Bonney *et al* 2002). Les exploitations se caractérisant par le système de production le plus intensif ont été globalement à l'origine des fromages les plus corsés. Cet effet a cependant été nettement moins important que celui d'un facteur technologique tel que la durée d'affinage et a pu être observé seulement en hiver et au printemps et après une durée d'affinage de 13 semaines. Il a en revanche été pratiquement nul en été et en automne ou après un affinage de 6 ou 23 semaines.

Parallèlement à ces approches globales, des travaux expérimentaux ont été entrepris pour analyser l'effet spécifique de la nature du fourrage, de son mode de conservation et de sa diversité botanique.

Nature de la ration et mode de conservation de l'herbe

Les questions de la nature des fourrages (maïs / herbe) ou du mode de conservation de l'herbe sous forme d'ensilage sont depuis longtemps des sujets de débat au sein des filières AOC. Comparativement à l'herbe, quel que soit son mode de conservation (foin, ensilage ou pâturage), le maïs conduit à des beurres ou des fromages plus blancs (en raison de sa très faible teneur en carotènes), plus fermes (en raison de la plus faible proportion des acides gras insaturés des laits issus du maïs) et globalement moins appréciés des dégustateurs (Verdier *et al* 1995, Toso et Stefanon 2001, Houssin *et al* 2002, Hurtaud *et al* 2002). Chez la chèvre, des résultats récents montrent que, comparativement au foin de luzerne, l'ensilage de maïs conduit à des fromages ayant une flaveur moins intense (Gaborit *et al* 2002).

Pour répondre à la question concernant l'effet du mode de conservation de l'herbe sous

forme de d'ensilage, Verdier-Metz *et al* (1998) ont comparé des fromages de Saint-Nectaire fabriqués dans une fromagerie expérimentale à partir de laits issus d'ensilage (avec un conservateur acide) ou de foin (séché en grange), tous deux bien conservés et récoltés le même jour dans une même parcelle. Les fromages ont été très semblables, à l'exception de la couleur plus jaune (en raison de la plus forte teneur en carotènes) et de la saveur légèrement plus amère des fromages issus de l'ensilage d'herbe. Ceci a pu être confirmé par des observations en fermes (Agabriel *et al* 1999). Ces travaux montrent que lorsque la conservation du fourrage est correctement réalisée, le mode de conservation au sens strict n'a qu'un effet limité sur les caractéristiques sensorielles du fromage, en dehors de la couleur de la pâte. Il est cependant possible que les effets de la conservation de l'herbe sous forme d'ensilage soient variables selon le type de fromage. Dans un essai récent (B. Martin *et al*, non publié), la distribution d'ensilage d'herbe comparativement à du foin a entraîné des différences sensorielles plus significatives sur des fromages de type Cantal que sur des fromages de type Saint-Nectaire.

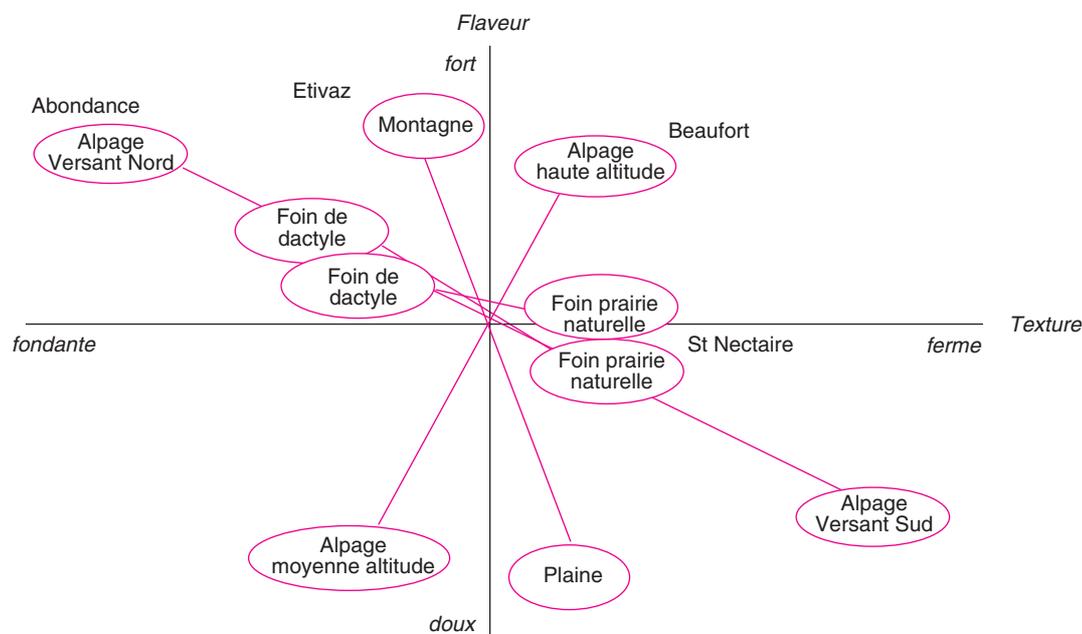
En revanche, les fromages présentent d'importantes différences de caractéristiques sensorielles selon que le lait provient de vaches recevant une ration hivernale (à base de foin et d'ensilage d'herbe) ou conduites au printemps sur un pâturage de montagne. Les fromages de Saint-Nectaire issus du lait de pâturage ont été plus jaunes, ont présenté une texture moins ferme, un goût plus intense et une odeur moins piquante, moins aigre et moins fruitée que ceux issus des laits hivernaux (Verdier-Metz *et al* 2000). Des résultats voisins ont été obtenus par Buchin *et al* (1998) dans un essai comparant des fromages de Comté réalisés à partir de lait produit par des vaches recevant des rations à base de foin

ou conduites sur un pâturage de printemps. Des résultats récents (Verdier-Metz *et al* 2002) semblent également montrer une interaction avec des facteurs technologiques. Ainsi un effet du régime (pâturage vs régime concentré + foin) a pu être mis en évidence sur la saveur des fromages dans le cas de fabrications de Cantal au lait cru contrairement à des fabrications avec du lait pasteurisé.

Composition botanique de l'herbe

Les effets de la nature botanique des prairies, en particulier des prairies permanentes de montagne, ont fait l'objet de nombreux travaux récents, aussi bien en Suisse qu'en France, sur différents fromages à pâte pressée ou à pâte pressée cuite. Ces essais, synthétisés sur la figure 1, ont consisté à comparer les caractéristiques de fromages fabriqués avec des laits d'animaux recevant des fourrages différents. Les facteurs de variation liés aux caractéristiques et à la conduite des animaux étaient contrôlés et la technologie fromagère était la même. Dans tous ces essais, des différences de texture et/ou de saveur ont pu être mises en évidence selon la composition floristique, que l'herbe soit pâturée ou conservée sous forme de foin, bien que, généralement, les différences mises en évidence aient été plus importantes avec l'herbe pâturée qu'avec le foin. Les fromages provenant des prairies d'altitude ont présenté globalement un arôme plus diversifié et plus intense. Par ailleurs, Bugaud *et al* (2002) ont clairement montré chez trois producteurs fermiers d'Abondance, qu'à côté de différences entre producteurs, il existait des écarts importants pour un même producteur selon les caractéristiques des prairies pâturées. La texture des fromages a été plus cohésive, élastique et

Figure 1. Différenciation des caractéristiques sensorielles (saveur et texture) de différents fromages selon la nature des fourrages. Représentation schématique des résultats obtenus par Bosset *et al* (1999), Buchin *et al* (1999), Verdier-Metz *et al* (2000), Martin *et al* (2001).



déformable en plaine qu'en montagne. Les fromages de montagne ont également présenté une saveur plus intense que ceux de plaine : ils ont en particulier été jugés plus « animal » et plus « piquant ». Si les écarts les plus importants opposent les prairies de plaine à celles de montagne, il subsiste aussi des différences au sein des prairies permanentes de montagne selon leur composition botanique (Bugaud *et al* 2002).

Origine des différences sensorielles

Certaines différences de texture observées avec des animaux de génotypes différents apparaissent dès la coagulation du lait. C'est le cas en particulier des différences liées au variant C de la caséine beta; ce dernier conduisant à des micelles de caséines de plus grand diamètre, plus pauvres en calcium qui, lors de la coagulation par la présure, ont un comportement atypique se traduisant par l'obtention d'un caillé moins ferme et des pertes de matières grasses importantes dans le lactosérum. Ces observations expliquent que les fromages issus de ce variant soient moins gras, plus fermes et moins élastiques (Delacroix-Buchet et Marie 1994). Le polymorphisme des lactoprotéines se traduit aussi par une modification dans la séquence des acides aminés qui peut affecter la cinétique et les produits de protéolyse des caséines et engendrer ainsi des modifications supplémentaires de la texture, de la saveur ou de l'arôme des fromages.

Une partie des différences observées selon l'alimentation des animaux est due à certains constituants des laits et des fromages qui proviennent directement des fourrages. C'est le cas de la couleur jaune des produits laitiers, liée en partie à la présence de pigments caroténoïdes provenant des fourrages. Ils sont présents en grande quantité dans les fourrages verts et sont détruits lors du séchage et de la conservation des fourrages de manière d'autant plus forte que l'exposition à la lumière est importante. Ainsi les fromages réalisés avec des laits de printemps sont-ils beaucoup plus jaunes que ceux réalisés avec des laits d'hiver. L'hiver, les fromages réalisés avec des laits issus d'ensilage d'herbe sont plus jaunes que ceux réalisés avec des laits issus de foin, surtout si ces derniers sont restés longtemps au sol. L'ensilage de maïs, très pauvre en carotènes, conduit à des fromages très blancs.

Une autre origine directe de l'effet de la composition botanique de fourrages est liée aux terpènes qui sont des molécules spécifiques du monde végétal et qui ont des propriétés odorantes reconnues à l'état concentré. Ces molécules passent très rapidement dans le lait (Viallon *et al* 2000) et se retrouvent dans le fromage. Parce que les végétaux des prairies diversifiées sont plus riches en terpènes, ils sont en quantités beaucoup plus importantes dans le fromage lorsque les fourrages proviennent de prairies diversifiées comparativement à des prairies monospécifiques (Bosset *et al* 1999, Viallon *et al* 1999, Bugaud *et al* 2001). Cependant, si ces

molécules peuvent constituer des outils efficaces de marquage de l'origine des fromages (Cornu *et al* 2002), la modification de leur concentration dans les fromages étudiés n'était pas suffisante pour s'accompagner d'effet direct important sur la saveur des fromages. L'effet de ces molécules sur la texture ou la saveur des fromages serait donc indirect, comme le suggèrent les résultats obtenus par Buchin *et al* (1999) ou Bugaud *et al* (2002) qui montrent une relation inverse entre la présence dans les fromages de terpènes et de composés volatils issus du métabolisme microbien des composés azotés. Ainsi, l'activité microbienne durant l'affinage pourrait être inhibée par la présence de terpènes dans le lait. Cette action indirecte des terpènes a pu être vérifiée très récemment sur du fromage de Cantal puisque l'addition de terpènes dans du lait a eu un effet principalement sur la protéolyse et la texture des fromages (Martin *et al*, 2002).

Des variations dans la concentration de certains composés synthétisés par l'animal selon la nature de son alimentation permettent également d'expliquer une partie des différences observées. Il s'agit en particulier de la composition de la matière grasse du lait (longueur de la chaîne carbonée et degré d'insaturation) fortement dépendante de l'alimentation des animaux et qui explique en partie les différences de texture relevées entre les fromages de plaine et de montagne (Bugaud *et al* 2001, Collomb *et al* 1999). Il s'agit également d'enzymes comme la plasmine qui sont impliquées dans les processus biochimiques de l'affinage des fromages, en particulier à pâte pressée cuite. Dans les essais de Bugaud *et al* (2002) et de Buchin *et al* (1999) une partie des différences de texture et de saveur sont à relier à l'activité de la plasmine, très variable d'une situation à l'autre. Dans certaines situations alimentaires, l'augmentation de la teneur du lait en plasmine pourrait être due à une augmentation de la perméabilité cellulaire du tissu mammaire sous l'effet de l'ingestion de certaines espèces particulières (Renonculacées), présentes uniquement dans certains types de prairies. Par ailleurs, la composition du lait en acides gras est différente entre pâturages de plaine et de montagne (Collomb *et al* 1999, Bugaud *et al* 2002) avec des différences significatives sur la texture des fromages d'Abondance.

Conclusions

Les différents résultats présentés dans ce texte montrent que les conditions de production du lait peuvent modifier de manière sensible les caractéristiques sensorielles des fromages. Ces résultats constituent pour les filières fromagères, et en particulier pour les filières de fromages d'AOC, une démonstration de l'existence d'un lien entre les caractéristiques sensorielles du produit et quelques-unes des composantes du terroir. Ce sont également des éléments objectifs importants pour réfléchir à l'évolution des cahiers des charges en matière de conditions de production du lait. Ils renvoient aux mesures à mettre en œuvre pour faire évoluer ou main-

tenir certaines caractéristiques spécifiques des conditions de production (par exemple le maintien de la biodiversité des prairies) afin que le fromage reflète au mieux l'originalité et la richesse du territoire où il est produit. Il s'agit cependant, dans leur majorité, d'études expérimentales concernant l'effet propre d'un seul facteur. Cette approche analytique est fondamentale pour mettre en évidence et comprendre les effets, mais à terme, il faudra également mieux resituer ces facteurs dans les effets globaux des systèmes de production du lait, dans la mesure où, en pratique, les facteurs étudiés ne sont pas indépendants d'autres facteurs qui pourraient interagir à l'échelle de l'exploitation (niveau de production des animaux, etc.). Les conséquences des différentes pratiques de production sur la

pérennité des exploitations et des filières doivent également être évaluées.

Par ailleurs, la généralisation des effets mis en évidence n'est pas encore possible : ces effets semblent être variables selon les types de fromage et, pour un même type de fromage, selon les paramètres technologiques mis en œuvre. Il est vraisemblable que certaines technologies fromagères soient plus aptes à exprimer l'effet des facteurs d'amont que d'autres et que des pratiques fromagères telles que l'écrouissage partiel, la pasteurisation ou encore des paramètres technologiques jouant un rôle sur les cinétiques d'acidification ou d'égouttage puissent masquer partiellement des effets des facteurs d'amont. La quantification des interactions entre ces types de facteurs reste à faire.

Références

- Agabriel C., Coulon J.B., Journal C., Sibra C., Albouy H., 1999. Variabilité des caractéristiques des fromages saint-nectaire fermiers : relations avec la composition du lait et les conditions de production. *Lait*, 79, 291-302.
- Bérodier F., 1997. Crus de Comté, flore des prairies et pratiques agricoles, Du terroir au goût des fromages. 5^e plenary meeting AIR 2039 - COST'95, 27-28 Septembre 1997, Besançon, France, 186-189.
- Bonnefoy J.C., Sibra C., Agabriel C., Didiene R., Martin B., 2002. Effets des systèmes de production sur les caractéristiques sensorielles de fromages Cantal : étude à l'échelle d'une entreprise. *Renc. Rech. Rum.*, 9, 368.
- Bosset J.O., Jeangros B., Berger T., Bütikofer U., Collomb M., Gauch R., Lavanchy P., Scephovic J., Sieber R., 1999. Comparaison de fromages à pâte dure de type gruyère produits en région de montagne et de plaine. *Rev. Suisse Agric.*, 31, 17-22.
- Buchin S., Martin B., Dupont D., Bornard A., Achilleos C., 1999. Influence of the composition of Alpine highland pasture on the chemical, rheological and sensory properties of cheese. *J. Dairy Res.*, 66, 579-588.
- Bugaud C., Buchin S., Coulon J.B., Hauwuy A., Dupont D., 2001. Influence of the nature of alpine pastures on plasmin activity, fatty acid and volatile compound composition of milk. *Lait*, 81, 401-414.
- Bugaud C., Buchin S., Hauwuy A., Coulon J.B., 2002. Texture et flaveur du fromage selon la nature du pâturage : cas du fromage d'abondance. *INRA Prod. Anim.*, 15, 31-36.
- Collomb M., Bütikofer U., Spahni M., Jeangros B., Bosset J.O., 1999. Composition en acides gras et en glycérides de la matière grasse du lait de vache en zone de montagne et de plaine. *Sci. Aliments*, 19, 97-110.
- Cornu A., Martin B., Verdier-Metz I., Pradel P., Coulon J.B., Berdagué J.L., 2002. Use of terpene profiles in dairy produce to trace the diet of dairy cows. In : J.L. Durand, J.C. Emile, C. Huyghe and G. Lemaire (eds), Multi-function grasslands: quality forages, animal products and landscapes, 550-551. Proc. 19th General Meeting of the European Grassland Federation, La Rochelle, France, 27-30 May 2002. Diffusion British Grassland Society, Reading, UK.
- Coulon J.B., Priolo A., 2002. La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux. *INRA Prod. Anim.*, 15, 333-342.
- Gaborit P., Raynal-Ljutovac K., Lauret A., 2002. Flavour of goat milk and cheeses according to feeding: alfalfa hay or maize silage with oleic sunflower or linseed oil supplementation. In : J.L. Durand, J.C. Emile, C. Huyghe and G. Lemaire (eds), Multi-function grasslands: quality forages, animal products and landscapes, 562-563. Proc. 19th General Meeting of the European Grassland Federation, La Rochelle, France, 27-30 May 2002. Diffusion British Grassland Society, Reading, UK.
- Grappin R., Coulon J.B., 1996. Terroir, lait et fromage : éléments de réflexion. *Renc. Rech. Rum.*, 3, 21-28.
- Grosclaude F., Mahé M.F., Brignon G., Di Stasio L., Jeunet R., 1987. A mendelian polymorphism underlying quantitative variations of goat delta s1-casein. *Genet. Sel. Evol.*, 19, 399-412.
- Houssin B., Foret A., Chenais F., 2002. Effect of winter diet (corn vs. grass silage) of dairy cows on the organoleptic quality of butter and camembert cheese. In : J.L. Durand, J.C. Emile, C. Huyghe and G. Lemaire (eds), Multi-function grasslands: quality forages, animal products and landscapes, 572-573. Proc. 19th General Meeting of the European Grassland Federation, La Rochelle, France, 27-30 May 2002. Diffusion British Grassland Society, Reading, UK.
- Hurtaud C., Delaby L., Peyraud J.L., 2002. The nature of conserved forage affects milk composition and butter properties. In : J.L. Durand, J.C. Emile, C. Huyghe and G. Lemaire (eds), Multi-function grasslands: quality forages, animal products and landscapes, 576-577. Proc. 19th General Meeting of the European Grassland Federation, La Rochelle, France, 27-30 May 2002. Diffusion British Grassland Society, Reading, UK.
- Hurtaud C., Goudebranché H., Delaby L., Camier-Caudron B., Peyraud J.L., 2002. Effet de la nature du régime hivernal sur la qualité du beurre et de l'emmental. *Renc. Rech. Ruminants*, 9, 369.
- Macheboeuf D., Coulon J.B., D'Hour P., 1993. Effect of breed, protein genetic variants and feeding on cows' milk coagulation properties. *J. Dairy Res.*, 60, 43-54.
- Marie C., Delacroix-Buchet A., 1994. Comparaison des variants A et C de la caséine beta des laits de vaches Tarentaises en modèle fromager de type beaufort. 2-Protéolyse et qualité des fromages. *Lait*, 74, 443-459.
- Martin B., Coulon J.B., 1995. Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages. II. Influence des caractéristiques des laits de troupeaux et des pratiques fromagères sur les caractéristiques du reblochon de Savoie fermier. *Lait*, 75, 133-149.
- Martin B., Pradel P., Verdier-Metz I., 2000. Effet de la race (Holstein/Montbéliarde) sur les caractéristiques chimiques et sensorielles des fromages. *Renc. Rech. Rum.*, 7, 317.
- Martin B., Buchin S., Hauwuy A., 2001. Effet de la nature botanique des pâturages sur les caractéristiques sensorielles du fromage de Beaufort. In : I formaggi d'alpeggio e loro tracciabilità, ANFOSC ed. Bella, 230-237.
- Martin B., Verdier-Metz I., Cornu A., Pradel P., Hulin S., Buchin S., Dupont D., Lamaison J.L., Carnat A.P., Berdagué J.L., Coulon, J.B., 2002. Do terpenes influence the flavour of cheeses ? II. Cantal cheese. *Caseus International*, 3, 25-27.
- Monnet J.C., Bérodier F., Badot P.M., 2000. Characterization and localization of a cheese georegion using edaphic criteria (Jura Mountains, France). *J. Dairy Sci.*, 83, 1692-1704.
- Pierre A., Le Quéré J.L., Famelart M.H., Riaublanc A., Rousseau F., 1998. Composition, yield, texture and aroma compounds of goat cheeses as related to the A and O variants of alpha-s1 casein in milk. *Lait*, 78, 291-301.

Toso B.; Stefanon B., 2001. Effect of ration composition on sensory properties of matured Montasio cheese (*Insilati e qualità organolettica del formaggio Montasio*). *Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia*, 52, 257-268.

Urbach G., 1990. Effect of feed on flavor in dairy foods. *J. Dairy Sci.*, 73, 3639-3650.

Verdier I., Coulon J.B., Pradel P., Berdagué J.L., 1995. Effect of forage type and cow breed on the characteristics of matured Saint-Nectaire cheeses. *Lait*, 75, 523-533.

Verdier-Metz I., Coulon J.B., Pradel P., Viallon C., Berdagué J.L., 1998. Effect of forage conservation (hay or silage) and cow breed on the coagulation properties of milks and on the characteristics of ripened cheeses. *J. Dairy Res.*, 65, 9-21.

Verdier-Metz I., Coulon J.B., Pradel P., Viallon C., Albouy H., Berdagué J.L., 2000. Effect of the botanical composition of hay and casein genetic variants on the chemical and sensory characteristics of ripened Saint-Nectaire type cheese. *Lait*, 80, 361-370.

Verdier-Metz I., Pradel P., Coulon J.B., 2002. Influence of the forage type and conservation on the cheese sensory properties. In : J.L. Durand, J.C. Emile, C. Huyghe and G. Lemaire (eds), *Multi-function grasslands: quality forages, animal products and landscapes*, 604-605. Proc. 19th General Meeting of the European Grassland Federation, La Rochelle, France, 27-30 May 2002. Diffusion British Grassland Society, Reading, UK.

Vertès C., Hoden A., Gallard Y., 1989. Effet du niveau d'alimentation sur la composition chimique et la qualité fromagère du lait de vaches Holstein et Normandes. Résultats préliminaires. *INRA Prod. Anim.*, 2, 89-96.

Viallon C., Verdier-Metz I., Denoyer C., Pradel P., Coulon J.B., Berdagué J.L., 1999. Desorbed terpenes and sesquiterpenes from forages and cheeses. *J. Dairy Res.*, 66, 319-326.

Viallon C., Martin B., Verdier-Metz I., Pradel P., Garel J.P., Coulon J.B., Berdagué J.L., 2000. Transfer of monoterpenes and sesquiterpenes from forages into milk fat. *Lait*, 80, 635-641.