

Etude du lien entre terroir et produit dans le cas des fromages AOC : influence de la composition floristique des fourrages sur les caractéristiques chimiques et sensorielles des fromages affinés

J.B. COULON (1), B. MARTIN (1), I. VERDIER-METZ (2), S. BUCHIN (3), C. VIALLO (4)

(1) INRA, URH, Equipe Systèmes de Production, 63122 St-Genès-Champanelle, France.

(2) INRA, LRF, 36 rue de Salers, 15000 Aurillac, France.

(3) INRA, SRTAL, 39801 Poligny, France.

(4) INRA, SRV, Flaveur, 63122 St-Genès-Champanelle, France.

RESUME – Les travaux présentés ont consisté à comparer les caractéristiques sensorielles de fromages réalisés avec le lait d'animaux utilisant des fourrages de composition floristique différente. Ils ont été réalisés sur différents fromages à pâte pressée cuite (Abondance, Beaufort et Comté) ou à pâte pressée de type Saint-Nectaire. Les essais ont été menés en conditions expérimentales ou chez des producteurs fermiers en contrôlant les facteurs de variation liés à la conduite des animaux et à la technologie fromagère. Sur le plan des caractéristiques sensorielles des fromages, les essais ont systématiquement mis en évidence des différences liées à la composition floristique des fourrages séchés ou pâturés. Les effets les plus marqués ont été observés sur les fromages alpins et sur le Comté. Sur le plan des caractéristiques biochimiques des fromages, ces essais ont montré que les profils aromatiques des fourrages issus des prairies diversifiées étaient plus riches que ceux issus de prairies peu diversifiées et que ces composés se retrouvent dans les fromages correspondants sans que leur influence sur les caractéristiques sensorielles soit démontrée.

Link between « Terroir » and product in the case of the PDO Cheeses : influence of the botanical composition of forages on chemical and sensory properties of ripened cheeses

J.B. COULON (1), B. MARTIN (1), I. VERDIER-METZ (2), S. BUCHIN (3), C. VIALLO (4)

(1) INRA, URH, Equipe Systèmes de Production, 63122 St-Genès-Champanelle, France.

(2) INRA, LRF, 36 rue de Salers, 15000 Aurillac, France.

(3) INRA, SRTAL, 39801 Poligny, France.

(4) INRA, SRV, Flaveur, 63122 St-Genès-Champanelle, France.

SUMMARY – The trials presented in this paper consisted in comparing the sensory properties of matured cheeses made with milk from cows given forages with different botanical composition. They were made with different cheeses (Abondance, Beaufort, Comté and Saint-Nectaire) in experimental conditions or in farmhouse cheese producers, while the animal management and cheese process were controlled. From a sensory view point, the trials have systematically shown cheese sensory differences linked to the botanical composition of the pastured grass or hay given to cows. The most important sensory differences have been observed with the Comté or the Northern Alps cheeses. From a bio-chemical view point, these trials have shown that the aromatic compounds of forages composed of diversified paddocks were more abundant and rich than the ones of forages from less diversified paddocks. The forage's aromatic compound were found in the corresponding cheeses, but their possible impact on cheese sensory properties have not been demonstrated.

INTRODUCTION

Dans les conditions actuelles du marché et de la réglementation relative aux signes de qualité des produits alimentaires, on fait de plus en plus appel à la notion de lien au terroir pour affirmer la typicité d'un produit. C'est particulièrement le cas des fromages d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) dont le concept même est basé sur une relation entre le fromage et le terroir dont il est issu. Cette notion de terroir recouvre des facteurs naturels et humains liés à une zone géographique ainsi que l'ensemble de leurs interactions (Grappin et Coulon, 1996). Parmi les différents éléments du terroir qui vont pouvoir jouer un rôle sur les caractéristiques des fromages, la composition floristique des fourrages utilisés par les animaux, qui dépend du milieu naturel (sols, climat) et des pratiques culturales (fertilisation...) est souvent mise en avant dans le discours des fromagers. Ces derniers 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 travaux consistant en des approches 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. Ainsi, 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). De même, en zone Comté, Monnet (1996) a mis en évidence des associations entre des typologies floristiques des pâturages et sensorielle des fromages. Plus récemment, afin de préciser et de comprendre ces associations, plusieurs essais ont été réalisés en conditions expérimentales ou chez des producteurs fermiers sur différents fromages AOC à pâte pressée cuite (Abondance, Beaufort,

Comté) et sur un fromage à pâte pressée de type Saint-Nectaire.

NATURE DE L'HERBE ET LES CARACTERISTIQUES SENSORIELLES DES FROMAGES

Les différents essais présentés (tableau 1) ont consisté à comparer les caractéristiques sensorielles de fromages fabriqués avec du lait 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 semblable entre les traitements.

Un premier essai, réalisé chez un producteur d'Abondance fermier, a consisté à comparer les caractéristiques de fromages fabriqués lorsque son troupeau a pâture successivement les 2 versants d'un même alpage, puis est revenu sur une zone du premier versant mise en défens lors du premier passage. Sur le versant sud, la végétation était composée d'un tapis de graminées (55 %) dominées par *Festuca rubra* et *Agrostis capillaris* et clairsemé de nombreuses autres espèces (52 espèces), tandis que le versant nord était constitué de pelouses à dominante d'*Agrostis vulgaris* et de *Nardus stricta* et d'une zone humide dominée par des mousses, des carex et des renoncules. Les 2 séries de fromages réalisés lorsque les animaux pâturaient le versant sud de l'alpage s'opposent aux fromages du versant nord. Les différences les plus importantes concernent la texture : les fromages du versant nord ont été moins fermes, plus fondants et plus pâteux. Ces différences s'expliquent en partie par une protéolyse plus rapide des fromages du versant nord, due à une teneur en plasmin des laits deux fois plus élevée. Sur le plan des arômes et des saveurs, les fromages du versant nord ont été globalement plus « corsés » (plus salés et amers, avec des arômes aigre, d'étable et de sueur) et ceux du versant sud plus « doux », avec des arômes de fruits plus développés.

Un deuxième essai a été réalisé en alpage chez un producteur de Beaufort, selon le même principe que l'essai 1. Il a permis de montrer des différences concernant essentiellement la fla-

Tableau 1
Effet de la nature de l'herbe sur les caractéristiques sensorielles du fromage
(synthèse de 4 essais, d'après Buchin et al 1999, Martin et al non publié, Verdier et al non publié et Buchin et al non publié)

Type de fromage Situation géographique	Essai 1 Abondance alpage		Essai 2 Beaufort alpage		Essai 3 Saint-nectaire demi- montagne			Essai 4 Comté plaine montagne	
Nature de l'herbe	quartier Sud ¹	quartier nord ¹	pelouse moyenne ¹	pelouse alpine ¹	dactyle	prairie foin	naturelle vert	herbe pâturée	foin
pH	5.76	5.78	5.50	5.69	5.20	5.18	5.18	6.01	5.91
Gras/sec	51.8	51.0	52.1	51.5	51.5a	52.4b	52.5b	48.0a	49.0b
N soluble (% N tot)	22.1a	26.0b	26.4	28.4					
Texture									
Ferme	4.3b	3.6a	4.0	4.4	4.0	4.4	4.4	4.9a	4.7b
Adhésive	3.3a	3.8b	4.5a	4.1b				2.8	2.9
Fondante	3.8	4.2			5.4a	4.7b	4.9b	3.5	3.6
Friabilité	3.4	3.2						4.0a	3.5b
Saveur									
Salé	4.0a	4.7b	3.9a	4.7b	5.4a	5.0b	5.4a	4.0	4.0
Piquant	3.1	3.6	2.4a	3.0b	1.4	1.7	1.5	3.2	3.1
Amer	1.9a	2.6b	2.1	2.2	2.5	2.0	2.0	2.2	2.4
Odeur									
Rance					1.5a	1.2b	0.9b		
Moisi					1.6a	1.0b	0.9b		
Aigre					1.9a	2.0a	1.3b		
Arôme									
Aigre	0.8a	1.4b			1.5	1.7	1.7	1.3	1.4
Fruit	1.0	0.7			0.7	0.8	0.9	0.5	0.5
Etable	0.3	0.6						0.8a	0.6b
Epicé			1.6a	2.4b				0.3a	0.2b
Intense	3.8	4.1	4.9a	5.3b	5.4a	5.1b	5.5a	4.1	4.0
Animal	0.8	1.1	2.5a	3.1b				0.2a	0.1b

a, b : Pour un même essai, les valeurs des colonnes avec des lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 5 %.

veur : les Beaufort des pelouses « alpines » (>2200 m, 20 espèces différentes dominées par *Nardus stricta* et *Trifolium alpinum*) ont été plus salés, plus piquants et plus acides que ceux des pelouses « moyennes » (42 espèces dont 12 graminées, sans dominance marquée). Ils ont présenté des arômes plus intenses et plus épicés.

Un troisième essai a consisté à fabriquer un fromage à pâte pressée selon une technologie Saint-Nectaire dans une fromagerie expérimentale à partir de lait de vaches conduites dans les mêmes conditions (traite, état sanitaire, apports nutritifs, logement...) mais recevant du dactyle (sous forme de foin) ou de la prairie naturelle d'Auvergne (en vert ou sous forme de foin). Comparativement aux fromages de foin de dactyle, les fromages de prairie naturelle ont été moins fondants et moins amers, avec des odeurs de rance et de moisi moins développées. Lorsque la prairie naturelle a été offerte en vert, les fromages ont été plus salés et moins aigres que lorsqu'elle était offerte sous forme de foin.

Dans l'essai 4, des fromages de Comté ont été fabriqués en conditions expérimentales, à une époque (printemps) où une partie des animaux, situés en plaine, commençait à se nourrir d'herbe, tandis que les autres, situés en zone montagnaise, continuaient à recevoir du foin. À partir d'un même lait écrémé, l'origine de la crème incorporée pour la fabrication du fromage été comparée : plaine/herbe et montagne/foin. Les fromages réalisés avec de la crème de « montagne » ont eu tendance à avoir des arômes plus doux (vanille) et les fromages de plaine des arômes plus « corsés » (poivre, fumier). Les fromages de « plaine », ont également eu tendance à être plus friables.

Ces 4 essais montrent que, dans des conditions contrôlées de conduite des animaux et de fabrication fromagère, la nature du fourrage peut avoir un effet significatif sur certaines caractéristiques sensorielles des fromages. Ces effets ont été plus marqués sur les fromages à pâte pressée cuite, soit que leur technologie soit plus favorable à l'expression de l'effet de la nature des fourrages, soit que les caractéristiques des fourrages étudiés aient été plus différentes. Il semble que ces effets de la nature des fourrages puissent avoir différentes origines : une origine directe, via des molécules aromatiques présentes dans les fourrages que l'on retrouve dans les fromages et qui pourraient se traduire en terme sensoriel. Une origine indirecte, comme le suggère l'essai 1, via l'effet de certaines espèces sur le passage dans le lait de certaines enzymes susceptibles de modifier les caractéristiques du fromage. Par ailleurs, on ne peut pas exclure que ces différences soient liées à des microorganismes associés à des localisations géographiques, comme cela a pu être mis en évidence en Normandie par Corrolier et al. (1998) sur des souches de lactococques.

LIAISONS ENTRE LES FOURRAGES ET LES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES DU LAIT ET DES FROMAGES

Un certain nombre des caractéristiques sensorielles du fromage peuvent être reliées directement à certains constituants du lait, directement issus de l'alimentation, et des fourrages en particulier. C'est le cas par exemple de la couleur. Le lait contient des quantités plus ou moins importantes de pigments. Le plus connu est le carotène, présent en grandes quantités dans les fourrages verts et qui contribue à la coloration jaune des produits laitiers. Très sensible aux ultra-violets, le carotène est détruit lors du séchage et de la conservation des fourrages de manière d'autant plus forte que l'exposition à la lumière est importante. La nature de l'alimentation a donc un effet marqué sur sa teneur dans le lait et donc sur la couleur des fromages comme nous l'avons montré au cours de différents essais (Coulon et Grolier, non publié).

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 d'ensilage d'herbe sont plus jaunes que ceux réalisés avec des laits de foin, surtout si ces derniers sont restés longtemps au sol (tableau 2). L'ensilage de maïs, très pauvre en carotènes, conduit à des fromages très blancs.

Certaines molécules spécifiques du monde végétal ont des propriétés odorantes reconnues à l'état concentré. Il s'agit en par-

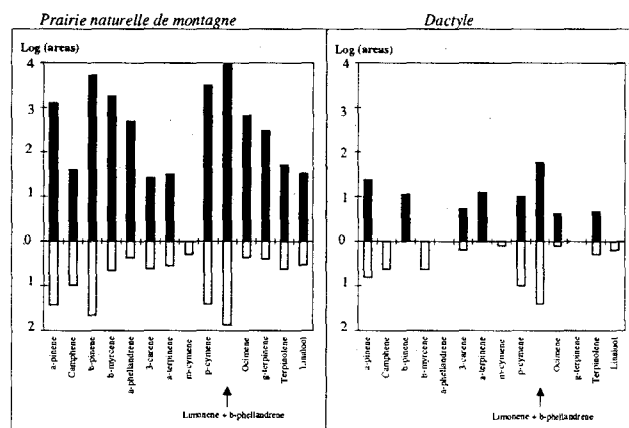
ticulier des terpènes et des sesquiterpènes. Ces molécules sont beaucoup plus abondantes dans certaines espèces, et en particulier les dicotylédones (Mariaca et al, 1997). Des travaux réalisés sur des pâtes pressées cuites (Dumont et Adda, 1978 ; Bosset et al, 1994) ont montré que selon l'origine géographique du lait (plaine ou montagne) ou le type d'alimentation (Moio et al, 1996), ces molécules étaient plus ou moins présentes dans le fromage affiné. En conditions expérimentales, nous avons mesuré la composition en terpènes de différents foin et des fromages (Saint-Nectaire) fabriqués en conditions contrôlées à partir du lait produit par des vaches alimentées avec l'un ou l'autre de ces foin (Viallon et al, 1999). Cet essai a confirmé que comparativement au foin de dactyle, les foin de prairie naturelle de montagne caractérisés par une grande diversité d'espèces composées en particulier de dicotylédones, présentaient un plus grand nombre et une abondance supérieure en terpènes. Il a montré que cette diversité et cette abondance se retrouvaient dans les fromages sans que cela se traduise par de fortes différences sensorielles en terme d'odeurs (Verdier-Metz et al, 2000). Cette absence de liaison s'explique d'une part par la relative pauvreté des descripteurs d'odeur disponibles dans la grille d'analyse sensorielle utilisée lors des essais et d'autre part par la faible proportion de composés volatils d'origine végétale par rapport à l'ensemble des composés volatils.

Tableau 2
Teneur en carotènes des fourrages, des laits correspondants et coloration jaune des fromages

	Foin 1 (1)	Foin 2 (2)	Foin + ensilage herbe	Pâture de printemps
Carotènes fourrages (g/kgMS)	10	20	45	85
Carotènes lait (mg/L)	0.075	0.080	0.130	0.220
Indice de jaune de la pâte du fromage	20	25	28	30

(1) : séché au sol ; (2) : séché en grange

Figure 1
Comparaison des profils terpéniques de fourrages (■) et de fromages (□) selon la nature du foin (d'après Viallon et al., 1999)



Des résultats obtenus dans un autre essai sur des fromages fabriqués selon une technologie Morbier (Buchin et al, 1998) ont confirmé qu'une différence d'alimentation entraîne des différences dans la teneur en molécules d'origine végétale : d'une part les fromages de « montagne » sont plus riches en terpènes que les fromages de « plaine », d'autre part, une alimentation à base d'herbe donne des fromages plus riches en hydrocarbures insaturés qu'une alimentation à base de foin. Ces molécules proviennent sans doute de la décomposition des végétaux. Malgré l'observation de quelques différences d'arôme entre fromages, la liaison entre ces molécules et l'analyse sensorielle reste à démontrer.

Dans l'étude sur le fromage d'Abondance, les différences de composition en volatils observées en fonction du versant d'al-

page pâturé portent à la fois sur des composés d'origine végétale (terpènes, xylènes, hydrocarbures), et sur des composés issus du métabolisme microbien (esters, aldéhydes, cétones, alcools). Ainsi, les fromages de l'alpage nord sont caractérisés par des quantités plus importantes en xylènes et hydrocarbures ramifiés, et moins importantes en esters. Les fromages du versant sud de la première période étaient plus riches en terpènes et en esters, ceux de la deuxième période étaient plus riches en aldéhydes. Il semble donc que les composés d'origine végétale retrouvés dans les fromages puissent être différents selon la composition floristique, mais également selon le stade de la végétation. Il semble par ailleurs qu'un changement du type de pâture puisse entraîner des différences d'activité microbienne, bien que le mécanisme en soit inconnu. Ce type d'observation n'a à notre connaissance pas encore été décrit. Il est difficile d'expliquer les différences d'arôme observées par les différences en composés volatils, bien que les esters soient connus pour leurs odeurs fruitées, ce qui est cohérent avec les résultats sensoriels.

CONCLUSIONS

Les différents exemples de résultats présentés ici montrent que les caractéristiques des fourrages utilisés par les animaux modifient les propriétés physico-chimiques et/ou sensorielles des fromages affinés. Il s'agit de l'un des effets possibles du milieu naturel puisque la composition floristique des fourrages en dépend en partie et que des différences intra-spécifiques peuvent aussi être dues aux conditions de croissance des plantes. Cet effet du milieu naturel passe par la présence dans la matière première de molécules spécifiques mais leur présence dans le produit fini, qui peut être utilisé comme marqueur de l'origine du produit, ne se traduit pas nécessairement par des différences sensorielles.

L'existence d'un lien entre milieu naturel et caractéristiques des fromages peut cependant être menacé par des pratiques culturales conduisant à une certaine uniformisation des herbages. Au regard de ces résultats, il nous semble que quels que soient les mécanismes responsables du lien fourrages-fromages, le maintien de la bio-diversité des herbages est essentiel pour que le fromage reflète au mieux l'originalité et la diversité du territoire où il est produit.

Ces résultats sont par ailleurs complémentaires d'études sur d'autres éléments du terroirs tels que les caractéristiques des animaux ou la flore native des laits. Parallèlement à ces études analytiques, il faut aussi s'interroger sur l'effet des systèmes de production, et non plus seulement des facteurs de production, sur les caractéristiques des produits et enfin étudier la faisabilité de leur mise en place et leurs conséquences sur la pérennité des exploitations et des filières concernées. Enfin, l'étude de l'effet du terroir ne se limite pas à la simple dimension biologique du milieu ; il faut aussi tenir compte des dimensions historiques, sociales et économiques, qui dépassent le cadre de ce texte mais qui ne sont pas indépendantes des facteurs biologiques.

REMERCIEMENTS

La plupart de ces travaux ont été réalisés dans le cadre du GIS Alpes du Nord ou du Pôle fromager AOC Massif Central. Nous tenons à remercier les producteurs de fromages qui ont permis la mise en œuvre de ces études.

- Bosset, J.O., Bütikofer, U., Gauch, R., Sieber, R.** 1994. Schweiz. Milchw. Forschung. 23, 37-41.
- Buchin, S., Delague, V., Bubo, G., Berdagué, J.L., Beuvier, E., Pochet, S., Grappin, R.** 1998. J. Dairy Sci, 81, 3097-3108
- Buchin, S., Martin, B., Dupont, D., Bornard, A., Achillea, C.** 1999. J. Dairy Res., 66, 579-588
- Corrolier, D., Mangin, I., Desmasure, N., Gueguen, M.** 1998. Applied Env. Microbiology, 64, 4729-4735.
- Dumont, J.P., Adda, J.** 1978. J. Agric. Food. Chem., 26, 364-367.
- Grappin, R., Coulon, J.B.** 1996. Renc. Rech. Ruminants, 3, 21-28
- Mariaca, R.G., Berger, T.F.H., Gauch, R., Imhof, M.I.** 1997. J. Agric Food Chem, 45, 4423-4434.
- Martin, B., Coulon, J.B.** 1995. Lait, 75, 133-149
- Moio, L., Rillo, L., Ledda, A., Addeo, F.** 1996. J Dairy Sci, 79, 1322-1331.
- Monnet, J.C.** 1996. Thèse Doctorat Univ. Franche-Comté.
- Verdier-Metz, I., Coulon, J.B., Pradel, P., Viallon, C., Albouy, H., Berdagué, J.L.** 2000. Lait, 80, 361-370.
- Viallon, C., Verdier-Metz, I., Denoyer, C., Pradel, P., Coulon, J.B., Berdagué, J.L.** 1999. J. Dairy Res., 66, 319-326.