

¹ INRA SRTAL, BP 89, 39801 Poligny
Cedex, solange.buchin@poligny.inra.fr

² INRA URH, Theix, 63122 Saint-Genès
Champanelle, jbc@clermont.inra.fr

³ GIS Alpes du Nord, SUACI, 11 rue
Métropole, 73000 Chambéry,
ahauwuy@suacigis.com

Texture et flaveur du fromage selon la nature du pâturage : cas du fromage d'Abondance

Les fromages d'appellation d'origine protégée, produits dans une même zone géographique et avec les mêmes procédés de fabrication, peuvent avoir des caractéristiques sensorielles différentes. Quel est le rôle de l'herbe consommée par les vaches dans ces variations ?

Dans le contexte actuel des produits industrialisés et standardisés, il existe un réel engouement pour les produits dits traditionnels qui s'appuient sur la notion de terroir pour affirmer leur typicité. C'est notamment le cas des fromages AOP (Appellation d'Origine Protégée) dont le concept 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 (Grappin et Coulon

1996). Parmi les éléments du terroir qui vont pouvoir jouer un rôle sur les caractéristiques des fromages, les fourrages consommés par les animaux, et dont la nature dépend du milieu physique (sol, climat) et des pratiques agricoles (fauche, fertilisation, chargement...), suscitent un intérêt grandissant. Le fourrage est en effet l'un des éléments du terroir le moins délocalisable et par conséquent le plus représentatif. Jusqu'à ces dernières années, les relations établies entre la nature des fourrages et les caractéristiques sensorielles des fromages reposaient encore très largement sur des données empiriques recueillies auprès des fromagers. Même si quelques travaux ont récemment abordé le sujet (Bosset *et al* 1999, Monnet *et al* 2000), peu de résultats scientifiques sont disponibles.

Résumé

L'influence de la nature des pâturages sur les caractéristiques des laits et des fromages a été étudiée dans la zone AOP Abondance à partir de 10 pâturages exploités par trois producteurs de lait fabriquant eux-mêmes leur fromage. L'expérimentation a débuté avant la mise à l'herbe avec une alimentation au foin commune aux trois troupeaux, afin d'estimer les variations dues au troupeau. Les caractéristiques des fourrages consommés ont été mesurées, ainsi que celles des laits et des fromages correspondants sur trois jours consécutifs. Les caractéristiques sensorielles des fromages, et en particulier leur texture, ont varié sensiblement selon la nature des fourrages consommés. La texture des fromages a pu être mise en relation avec l'activité de la plasmine et les proportions d'acides gras longs poly-insaturés, plus élevées dans les laits issus des pâturages de haute altitude (>1500 m), et avec la vitesse d'acidification sous presse, plus faible pour certains pâturages. Des différences d'arôme des fromages ont été observées en fonction des pâturages, en relation avec la protéolyse secondaire et la composition en éléments volatils de ces fromages. Un transfert direct des terpènes des fourrages vers les laits puis les fromages a été mis en évidence, avec un rôle sans doute indirect sur l'arôme des fromages, via une modification de l'activité métabolique des microorganismes au cours de l'affinage. L'amertume de certains fromages a été associée à un retard d'acidification sous presse. Les relations entre nature des pâturages et caractéristiques des fromages ont été essentiellement indirectes.

C'est dans ce contexte que, suite à des travaux ayant mis en évidence des associations entre la nature des zones de pâturage en alpage et les caractéristiques sensorielles du fromage (Martin et Coulon 1995), une étude a été mise en place afin de décrire et analyser les relations entre la nature des pâturages et les caractéristiques de texture et de flaveur des fromages. Ce travail, réalisé dans le cadre d'une thèse élaborée au sein du GIS Alpes du Nord (Bugaud 2001) sous l'impulsion des filières fromagères alpines, a fait l'objet de plusieurs publications (Bugaud *et al* 2000, 2001a, 2001b et 2001c) dont cet article présente la synthèse.

Pour mettre en évidence ces relations entre pâturage et fromage, deux hypothèses ont été avancées. La première hypothèse est celle d'un transfert possible de composés de l'herbe vers le fromage, contribuant directement ou indirectement à l'arôme des fromages. La deuxième hypothèse est celle d'une influence indirecte du pâturage, entraînant, via l'animal, des modifications des constituants physico-chimiques et microbiologiques du lait et du fromage. Dans les deux cas, le rôle du lait est important : il est à la fois un indicateur de l'influence du pâturage sur l'animal et le précurseur des caractéristiques des fromages. Nous avons donc choisi, pour mettre en évidence les relations entre pâturage et fromage, d'étudier l'ensemble de la chaîne herbe - lait - fromage. En plus de la détermination de la composition chimique de ces trois éléments, les fromages ont été caractérisés du point de vue de leur texture et de leur flaveur.

Nous avons choisi comme modèle le fromage d'Abondance pour trois raisons : d'abord sa zone de production se caractérise par une diversité botanique importante due à des différences de milieux naturels et de pratiques agricoles ; ensuite une partie de sa production est fermière, ce qui a permis de suivre toute la chaîne herbe-lait-fromage ; enfin une étude préliminaire réalisée sur ce fromage avait montré la faisabilité d'une telle étude et suggéré l'existence d'un effet de la nature des pâturages sur ce type de fromage (Buchin *et al* 1999).

Le fromage d'Abondance est un fromage d'Appellation d'Origine Protégée (AOP) à pâte pressée demi-cuite (caillé chauffé à 46-49°C) fabriqué à partir de lait cru entier, d'un poids final d'environ 9 kg. Sa région de production est le nord des Alpes françaises.

1 / Schéma expérimental

L'étude a été conduite chez trois producteurs fermiers (X, Y et Z) de fromage d'Abondance

représentant une grande diversité botanique de pâturages. Au total, 10 pâturages ont été étudiés : 5 pâturages de vallée (V, situés entre 850 et 1100 m d'altitude) et 5 pâturages de montagne (M, situés entre 1500 et 1850 m d'altitude). Leurs caractéristiques botaniques sont résumées dans le tableau 1. Une description plus détaillée a été donnée par Bugaud *et al* (2000). Sur un des pâturages du producteur Z (VZ3), la ration du troupeau a été complétée avec du maïs vert (25 % de la ration). Les fromages ont été fabriqués chez les producteurs. Les facteurs de variation liés à l'animal et à la technologie fromagère ont été limités et contrôlés autant que possible (Bugaud *et al* 2001a) : période d'expérimentation courte, technologies aussi voisines que possible, suivis de fabrication. Pour estimer les effets combinés du troupeau et de la technologie fromagère, les premiers fromages ont été réalisés avec du lait provenant de vaches recevant une alimentation à base de foin (F), commune aux trois exploitations. Cette première phase de l'étude a permis d'évaluer les effets liés au type de régime alimentaire (pâturage *vs* foin). Le schéma expérimental est présenté dans la figure 1. Pour s'affranchir d'effets liés à l'affinage, tous les fromages ont été affinés dans la même cave et dans les mêmes conditions. Au cours de chacune des 13 périodes de fabrication fromagère, 3 fabrications ont été réalisées. Au total, 35 fabrications ont été finalement utilisées, 4 fabrications ayant présenté des problèmes technologiques.

Des relevés (selon la méthode des transects de Daget et Poissonnet (1969)) et des prélèvements botaniques ont été réalisés avant le passage des animaux. Pour l'analyse des composés volatils, des échantillons moyens d'herbe ont été constitués, en excluant les plantes habituellement non consommées par les vaches laitières, de manière à disposer d'un échantillon représentatif des espèces consommées. Des suivis de fabrication et des prélèvements de lait et de fromage ont été réalisés pendant les trois derniers jours de pâture sur chaque pâturage. Des analyses physico-chi-

Tableau 1. Caractéristiques botaniques des pâturages.

Pâturage	V : Vallée					M : Montagne				
	VZ1	VZ2	VZ3 ⁽¹⁾	VX1	VX2	MX1	MX2	MX3	MY1	MY2
Altitude (m)	850	850	850	1060	1020	1600	1550 à 1600	1600 à 1800	1700 à 1850	1700 à 1750
Nombre d'espèces botaniques	16	12	14	29	21	23	23	25	26	25
Contribution des familles botaniques (% de la totalité des espèces observées)										
<i>Gramineae</i>	61	50	68	26	31	42	40	32	33	27
<i>Fabaceae</i>	18	32	18	21	19	3	19	2	1	8
<i>Apiaceae</i>	0	0	0	21	8	2	3	3	3	13
<i>Geraniaceae</i>	0	0	0	7	5	2	3	2	0	2
<i>Asteraceae</i>	14	15	11	9	8	6	9	9	19	9
<i>Plantaginaceae</i>	1	0	0	0	0	0	3	1	7	0
<i>Ranunculaceae</i> ^{(2) (3)}	5	2	2	5	8	4	2	8	2	10
<i>Rosaceae</i> ⁽²⁾	1	1	1	3	9	6	11	12	7	9
<i>Autres familles</i> ⁽²⁾	0	0	0	8	12	35	10	31	28	22

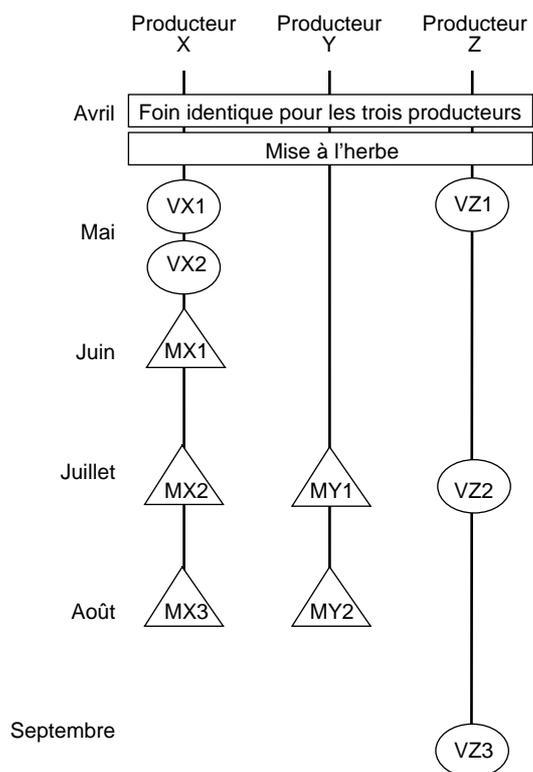
X, Y, Z : producteurs de fromages

⁽¹⁾ le troupeau a reçu, en complément de la pâture, du maïs vert représentant 25% de la ration totale.

⁽²⁾ famille botanique dont la majorité des espèces ne sont pas consommées par les vaches.

⁽³⁾ famille botanique dont la plupart des espèces sont toxiques pour les vaches.

Figure 1. Schéma expérimental.



miques ont été réalisées sur les laits et les fromages affinés, et des analyses rhéologiques et sensorielles sur les fromages affinés. Toutes ces analyses sont décrites en détail par Bugaud *et al* (2000, 2001a, 2001b et 2001c).

2 / Pâturages et texture des fromages (Bugaud *et al* 2001c)

Les différences de texture entre les fromages fabriqués par les trois producteurs

avec du lait issu d'une même ration (à base de foin) ont été inférieures aux écarts entre les fromages fabriqués par un même producteur à partir du lait produit sur différents pâturages (figure 2). Pour une même alimentation, les fromages du producteur X ont été plus fermes que ceux des autres producteurs, à cause d'un égouttage du caillé plus poussé en cours de fabrication.

Les différences de texture les plus importantes ont été observées entre les fromages de montagne d'une part et ceux issus d'une alimentation à base de foin ou de maïs vert d'autre part, les fromages de vallée présentant des caractéristiques intermédiaires. L'analyse rhéologique des fromages affinés a montré en effet que les fromages M étaient moins élastiques, déformables et cohésifs que les fromages V et moins encore que les fromages F et Maïs. Une partie de ces différences a été attribuée à des différences d'activité de la plasmine et de composition en acides gras entre les laits M, V, F et Maïs (Bugaud *et al* 2001b). Les différences entre les laits M et V pourraient aussi être liées aux conditions de pâturage, moins favorables en montagne (altitude, plantes toxiques, augmentation des dépenses d'énergie liée aux déplacements). L'activité de la plasmine a été globalement deux fois plus élevée dans les laits M que dans les laits V et F. Elle a été reliée à la protéolyse primaire (estimée par le rapport entre produits de dégradation des caséines α_s et caséines α_s intactes) et a entraîné des différences de texture. Quant aux différences de composition en acides gras (en moyenne 35 % d'acides gras longs saturés pour les laits M contre 28 % pour les laits V sans maïs, et 25 % dans les laits F et Maïs) elles pourraient induire des différences de fluidité de la matière grasse et donc de cohésion de la pâte (figure 3).

Les fromages de montagne sont moins élastiques et cohésifs que les fromages de vallée, en liaison avec l'activité de la plasmine et la composition en acides gras du lait.

Figure 2. Caractéristiques de texture des fromages en relation avec le type de fourrage consommé. Représentation simplifiée des 2 premiers plans factoriels d'une analyse en composantes principales réalisée sur 5 variables de texture. Les caractéristiques du lait ou du fromage ont été introduites comme variables supplémentaires dans l'analyse ; les plus fortement associées à la texture sont mentionnées en italique.

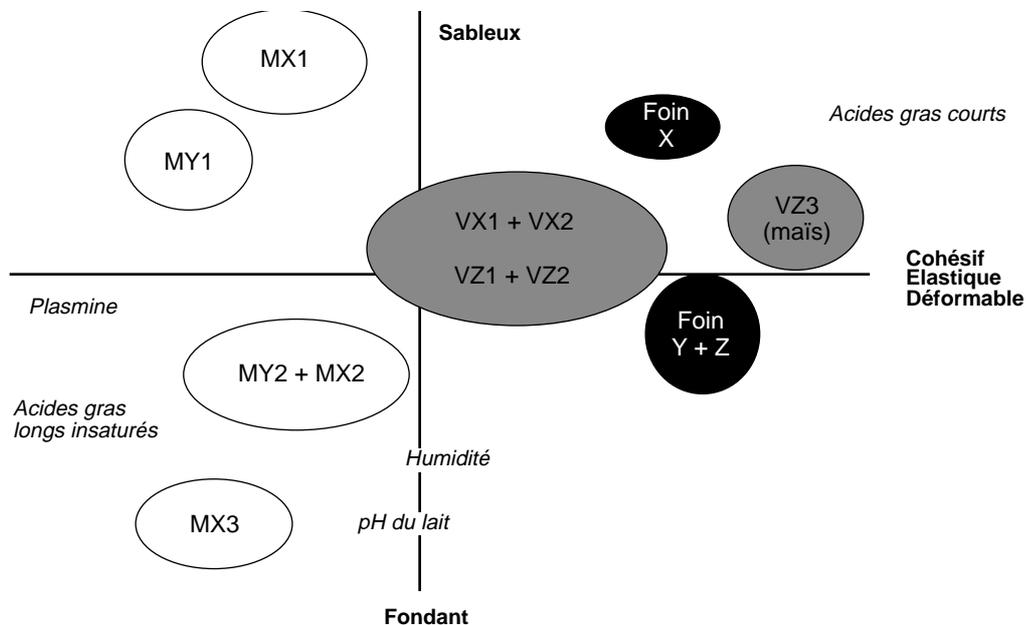
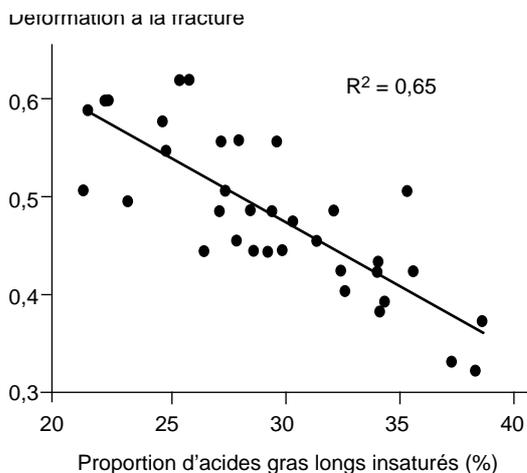


Figure 3. Relation entre les teneurs en acides gras longs insaturés du lait et la déformation à la fracture des fromages affinés (n=35).



Il existe aussi des différences de texture au sein des fromages M. Cette variabilité serait due essentiellement aux teneurs en eau et en sel des fromages. Une partie de ces différences serait liée aux caractéristiques propres du lait : pH initial et vitesse d'acidification pendant la fabrication fromagère.

3 / Pâturages et flaveur des fromages (Bugaud *et al* 2001a)

La variabilité entre les fromages fabriqués par les trois producteurs avec du lait d'animaux consommant le même foin a été globalement équivalente à la variabilité entre les fromages fabriqués par un même producteur avec du lait produit sur différents pâturages (figure 4). Pour une même alimentation, la flaveur des fromages du producteur Y a été jugée plus 'crème fraîche' et 'lactée'. Ces descripteurs ont été associés à des cétones

connues pour leur odeur de beurre. L'utilisation d'un ferment particulier (une recuite) par le producteur Y pourrait être à l'origine des concentrations plus importantes de ces composés dans les fromages Y.

Certaines différences de flaveur ont été observées entre fromages M et V, mais des différences existaient aussi entre fromages issus de pâturages différents mais d'altitude proche. Les fromages M ont été jugés plus 'fruité', 'animal', 'lait cuit' et 'noisette' et moins piquants et 'propionique' que les fromages V. La plasmine et la composition en acides gras n'ont pas été prépondérants dans la discrimination de la flaveur des fromages V et M. Les caractéristiques d'arôme ont essentiellement été associées au degré de protéolyse secondaire et à certaines familles de composés volatils. Ainsi, le caractère fruité des fromages M serait associé à une protéolyse secondaire plus importante et à des quantités supérieures d'acides gras volatils ramifiés d'origine protéique (acides isobutyrique et isovalérique). L'arôme 'animal' a également été mis en liaison avec des composés issus de la protéolyse (acides gras volatils et composés soufrés). L'odeur 'chou cuit' intense des fromages issus de pâturages riches en graminées (VZ1 et VZ2) a été liée aux quantités plus importantes de composés soufrés dans ces fromages. Les autres descripteurs, comme 'lait cuit', 'noisette', 'propionique', n'ont montré de relation claire avec aucun paramètre de composition des fromages.

Les composés volatils impliqués dans l'arôme et la protéolyse secondaire étant pour la plupart d'origine microbiologique (Mietton *et al* 1994), les différences d'arôme observées entre fromages pourraient avoir leur origine dans des différences d'activité des populations microbiennes des fromages.

L'amertume des fromages MX3 et VZ3 (Maïs) a été associée à des retards d'acidification observés au cours de la fabrication de ces fromages.

L'arôme des fromages varie selon les caractéristiques du fourrage consommé par les vaches, par exemple la proportion de graminées dans la prairie pâturée.

Figure 4. Caractéristiques de flaveur des fromages en relation avec le type de fourrage consommé. Représentation simplifiée des 2 premiers plans factoriels d'une analyse en composantes principales réalisée sur 10 descripteurs sensoriels de la flaveur. Les caractéristiques du lait ou du fromage ont été introduites comme variables supplémentaires dans l'analyse ; les plus fortement associées à la flaveur sont mentionnées en italique.

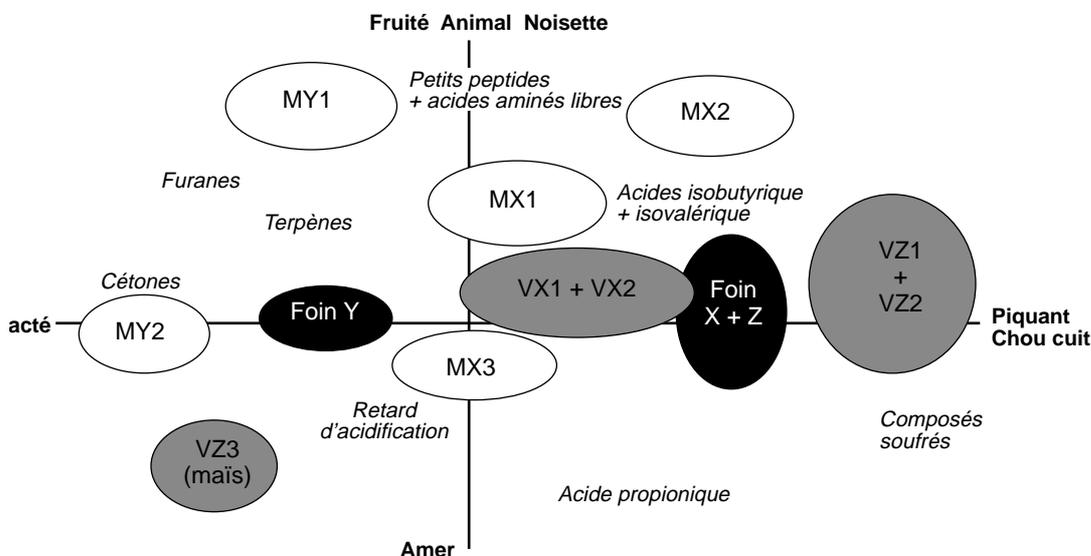
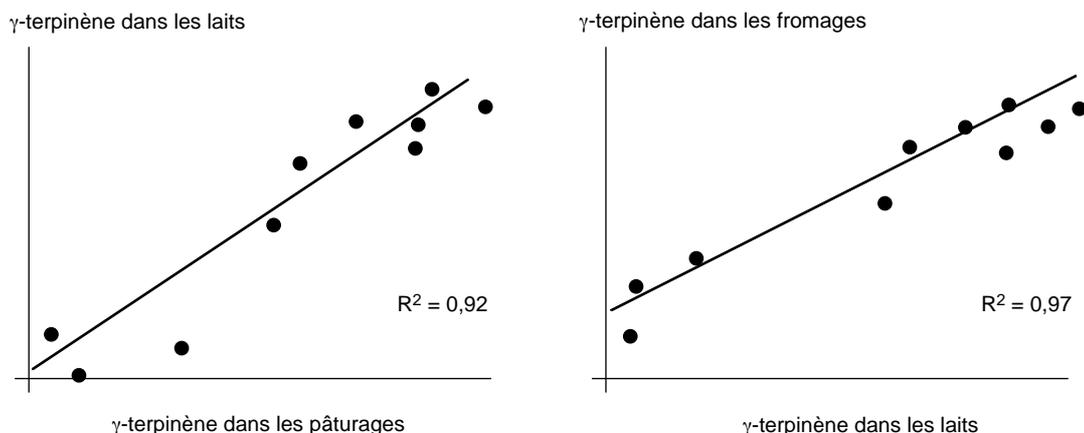


Figure 5. Relations entre l'abondance de terpènes dans les pâturages et dans les laits, dans les laits et les fromages : exemple du gamma-terpinène (unité arbitraire).



4 / Transfert des terpènes et rôle

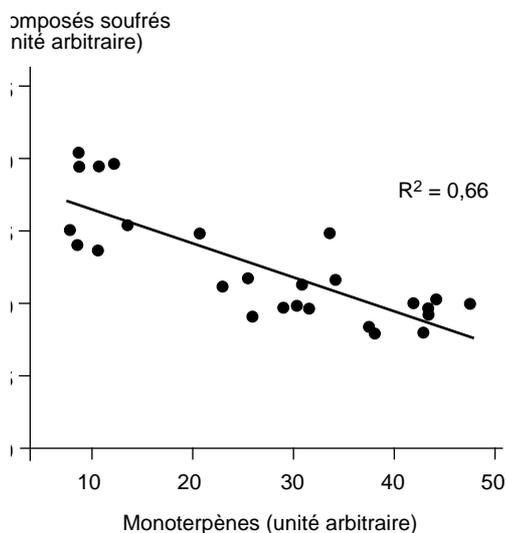
L'analyse des composés volatils de l'herbe des pâturages (Bugaud *et al* 2000), des laits (Bugaud *et al* 2001b) et des fromages a permis d'établir l'existence d'un transfert direct des terpènes de l'herbe vers le fromage via le lait (figure 5), ce qui confirme les résultats de Bosset *et al* (1994), Moio *et al* (1996) et Viallon *et al* (1999). Les fromages issus de pâturages riches en dicotylédones, comme les ombellifères, les plantaginacées ou les composées, sont riches en terpènes (mono- et sesquiterpènes), alors que les fromages issus de pâturages riches en graminées sont pauvres en terpènes, conformément aux observations de Mariaca *et al* (1997) sur les plantes et de Rubino *et al* (2000) sur le lait. Une analyse olfactométrique de quelques échantillons de fromages a montré une faible contribution aromatique des terpènes présents. Mais la contribution indirecte des terpènes à l'arôme des fromages, par effet inhibiteur sur la production de certains composés, a été envisagée : les fromages riches en terpènes (issus de pâturages pauvres en graminées) étaient pauvres en composés soufrés (figure 6).

Conclusions et perspectives

Cette étude apporte des éléments originaux et objectifs montrant la liaison du fromage à son terroir, qui constitue un élément fondamental de la notion de produit AOP. Elle confirme et précise les résultats récents concernant l'effet de la nature floristique des fourrages sur les caractéristiques sensorielles des fromages (Bosset *et al* 1999, Buchin *et al* 1999, Verdier-Metz *et al* 2000) ainsi que le transfert direct de composés de l'herbe vers le fromage, *via* le lait (Viallon *et al* 1999 et 2000). Elle suggère des explications de ces effets et montre qu'ils sont pour l'essentiel de nature indirecte.

Il reste cependant à confirmer certains résultats par une approche plus expérimentale. Ainsi, il serait intéressant de valider les hypothèses sur l'influence du type de pâturage sur l'activité de la plasmine et l'aptitude à l'acidification des laits. Concernant le fromage, l'influence des terpènes ou d'autres facteurs chimiques ou microbiologiques présents dans

Figure 6. Relation, établie sur les 26 laits et fromages de vallée et de montagne, entre l'abondance de monoterpènes dans le lait et la présence de composés soufrés dans le fromage affiné (d'après Bugaud 2001).



les fromages sur l'activité microbienne mérite aussi des investigations supplémentaires.

En définitive, ce travail a permis de montrer qu'une variabilité des types de pâturage pouvait conduire à une variabilité des caractéristiques sensorielles des fromages. Ainsi, dans un souci de maintenir une diversité des fromages liée au terroir, les professionnels devraient s'interroger sur les mesures à mettre en œuvre pour maintenir une diversité des surfaces fourragères utilisées, en terme de localisation (altitude et exposition) et d'utilisation.

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du programme de recherche-développement du GIS Alpes du Nord et a bénéficié du soutien financier de l'INRA et du FNADT. Nous remercions toutes les personnes qui ont contribué à ce travail : B. Folliet, J.P. Grillet-Aubert et A. Gaget (producteurs d'Abondance), J.F. Chamba (ITFF, La Roche sur Foron), A. Bornard (Cemagref, Grenoble), B. Martin et C. Barraud (INRA, Theix), R. Grappin, Y. Noël, J.C. Salmon, L. Tessier, D. Dupont, S. Pochet et C. Achilleos (INRA, Poligny).

Certains composés volatils passent directement de l'herbe au fromage via le lait. Leur contribution à l'arôme du fromage pourrait être indirecte en inhibant la formation d'autres composés aromatiques.

Références

- Bosset J.O., Bütikofer U., Gauch R., Sieber R., 1994. Caractérisation de fromages d'alpages subalpins suisses : mise en évidence par GC-MS de terpènes et d'hydrocarbures aliphatiques lors de l'analyse par 'Purge and Trap' des arômes volatils de ces fromages. *Schweiz. Milchw. Forschung*, 23, 37-41.
- Bosset J.O., Jeangros B., Berger T., Bütikofer U., Collomb M., Gauch R., Lavanchy P., Scehovic J., Sieber R., 1999. Comparaison de fromages à pâte dure de type Gruyère produits en région de montagne et de plaine. *Revue 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., 2001. Influence de la nature des pâturages sur la texture et la flaveur des fromages : cas du fromage d'Abondance. Thèse, Université de Dijon, 120 p.
- Bugaud C., Bornard A., Hauwuy A., Martin B., Salmon J.C., Tessier L., Buchin S., 2000. Relation entre la composition botanique de végétations de montagne et leur composition en composés volatils. *Fourrages*, 162, 141-155.
- Bugaud C., Buchin S., Hauwuy A., Coulon J.B., 2001a. Relationships between flavour and chemical composition of Abundance cheese derived from different types of pastures. *Lait*, 81, 757-773.
- Bugaud C., Buchin S., Coulon J.B., Hauwuy A., Dupont D., 2001b. 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., Noël Y., Tessier L., Pochet S., Martin B., Chamba J.F., 2001c. Relationships between Abundance cheese texture, its composition and that of milk produced by cows grazing different types of pastures. *Lait*, 81, 593-607.
- Daget P., Poissonet J., 1969. Analyse phytologique des prairies, applications agronomiques. Document 48, CNRS-CEPE, Montpellier, 67p.
- Grappin R., Coulon J.B., 1996. Terroir lait et fromage : éléments de réflexion. *Renc. Rech. Ruminants*, 3, 21-28. Institut de l'Élevage, Paris.
- Mariaca R.G., Berger T.F.H., Gauch R., Imhof M.I., Jeangros B., Bosset J.O., 1997. Occurrence of volatile mono- and sesquiterpenoids in highland and lowland plant species as possible precursors for flavor compounds in milk and dairy products. *J. Agric. Food Chem.* 45, 4423-4434.
- 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.
- Mietton B., Desmazeaud M., De Roissart H., Weber F., 1994. Transformation du lait en fromage. In : *Bactéries lactiques*, vol.2, 55-133. Loriga Eds, Paris.
- Moio L., Rillo L., Ledda A., Addeo F., 1996. Odorous constituents of ovine milk in relationship to diet. *J. Dairy Sci.*, 79, 1322-1331.
- Monnet J.C., Bérodière F., Badot P.M., 2000. Characterization and localization of a cheese georegion using edaphic criteria (Jura Mountains, France). *J. Dairy Sci.*, 83, 1692-1704.
- Rubino R., Claps S., Fedele V., 2000. Herbe pâturée et qualité organoleptique-nutritionnelle du lait et du fromage de chèvre. Colloque FAO/CIHEAM 'Qualité et valorisation des productions animales de montagne', Luz St Sauveur, France, 13-17 sept.
- 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 cheeses. *Lait*, 80, 361-370.
- 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., Garel J.P., Coulon J.B., Berdagué J.L., 2000. Transfer of monoterpenes and sesquiterpenes from forages into milk fat. *Lait*, 80, 635-641.

Abstract

Flavour and texture of cheeses according to grazing type: the Abundance cheese.

The influence of the pasture type on the milk characteristics and cheeses was studied in the PDO (Protective Designation of Origin) zone of Abundance on 10 pastures managed by three milk farmers who make their own cheeses. The experiment started before grazing with the same hay diet being given to all three herds in order to estimate the herd variations. The characteristics of the ingested fodder were measured, as well as those of the corresponding milks and cheeses for three consecutive days. The sensorial characteristics of the cheeses, and in particular their texture, varied markedly according to the nature of the fodder eaten. Cheese texture was related to plasmin activity, to the amounts of long polyunsaturated fatty acids, which were higher in the milk from the cows who grazed at high altitudes (>1500 m) and to the rate of aci-

dification during cheese pressing, which was slower with milks from certain pastures. Differences in cheese flavour were observed for milks from different pastures; this was in relation to the secondary proteolysis and the composition of the volatile components of these cheeses. A direct transfer of hay terpenes to milk and then cheeses was shown, with a probably indirect role on cheese flavour via a modification of the metabolic activity of the micro-organisms during cheese ripening.

The bitterness of some cheeses was associated with a delay in acidification during cheese pressing. The relationships between the nature of the pasture and cheese characteristics were essentially indirect.

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.