

# Effet de la nature des fourrages sur les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques du fromage

J.B. Coulon

La nature des fourrages est souvent invoquée comme facteur de variation de la qualité des fromages. Un certain nombre de travaux récents permettent de faire le point sur cette question, particulièrement importante dans le cas des fromages d'Appellation d'Origine Contrôlée, car elle constitue une des bases de leur relation au terroir.

## RÉSUMÉ

Ces travaux ont montré que le mode de conservation des fourrages (herbe verte, foin, ensilage) pouvait entraîner des différences de caractéristiques sensorielles des fromages (couleur, fermeté, acidité). Cependant, hormis pour la couleur, ces différences restent limitées lorsque les fourrages sont correctement récoltés et conservés et que les rations des animaux sont correctement élaborées. Des différences importantes dans les profils de composés aromatiques des fromages ont par ailleurs été mises en évidence selon leur origine (plaine ou montagne) ou la végétation des prairies (prairie naturelle ou prairie monospécifique). L'étude de ces facteurs doit être poursuivie, en intégrant en particulier leur interaction avec la technologie fromagère mise en œuvre.

## MOTS CLÉS

Conservation de la récolte, fourrage, production fromagère, qualité du lait, qualité des produits, ration de base, végétation.

## KEY-WORDS

Basic diet, cheese production, crop conservation, forage, milk quality, product quality, vegetation.

## AUTEUR

I.N.R.A., Laboratoire Adaptation des Herbivores aux Milieux, F-63122 St Genès Champanelle ; jbc@clermont.inra.fr.

**L**es caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques des fromages dépendent à la fois de la technologie de fabrication et des caractéristiques (chimiques et microbiologiques) des laits mis en œuvre. Ces dernières varient sous l'effet des caractéristiques (génétiques, physiologiques et sanitaires) des vaches et des facteurs du milieu, parmi lesquels l'alimentation joue un rôle majeur. La mise en évidence de l'effet de ces facteurs est particulièrement importante dans le cas des fromages d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) et constitue une des bases de leur relation avec le terroir. S'il est reconnu de manière empirique que **la nature de l'alimentation des vaches modifie les caractéristiques des fromages** (URBACH, 1990 ; FORSS, 1993), **peu de travaux expérimentaux ont encore été entrepris sur ce thème** en raison, entre autres, de la difficulté de séparer correctement l'effet de ces facteurs d'amont de ceux liés à la technologie fromagère proprement dite.

Parmi les travaux récemment entrepris sur ce sujet, certains relèvent d'une approche globale, mettant en évidence des associations entre les caractéristiques du milieu (dont font partie les caractéristiques de l'alimentation) prises dans leur ensemble et celles du fromage ; d'autres travaux relèvent d'une approche plus expérimentale, où l'on cherche à étudier un facteur alimentaire dans des conditions maîtrisées de production du lait et de transformation fromagère.

## **Relations entre les caractéristiques du milieu et celles du fromage : approche globale**

Depuis plusieurs années, des travaux ont été entrepris par le Comité Interprofessionnel du Gruyère de Comté (CIGC) sur la notion de "zone de cru" en fromage de Comté, avec comme objectif principal de vérifier si, au sein de la diversité existante, le goût du Comté présentait une relation plus ou moins complexe et forte avec le lieu où le fromage est produit. Vingt fruitières ont fait l'objet d'une part d'une typologie édaphique, d'autre part d'une typologie floristique et enfin d'une typologie organoleptique des fromages (MONNET, 1996). Bien que chacune de ces répartitions en zones ait été faite de façon indépendante, la confrontation des classements des fromageries à l'intérieur des différentes zones a montré une concordance de classement variant entre 70 et 85% . Ces résultats montrent qu'**il est possible d'avoir une définition objective de la notion de cru en Comté**. En effet, les fruitières peuvent être regroupées par zones de goûts proches, appelées zones de cru, qui présentent elles-mêmes des caractéristiques édaphiques et floristiques différentes et bien identifiées.

Dans une étude récente réalisée **en Suisse** (BOSSET *et al.*, 1994), des **fromages de type gruyère** provenant de différentes fromageries transformant des laits d'alpage (n=14) ou de plaine (n=20) ont fait l'objet d'une analyse de leurs composés volatils par chromatographie en phase gazeuse suivie d'une spectrométrie de masse. Les fromages d'al-

TABLEAU 1 : Exemples de composés aromatiques dont les quantités diffèrent suivant l'origine des fromages (14 fromages d'alpage et 20 fromages de plaine ont été analysés ; d'après BOSSET *et al.*, 1994).

TABLE 1 : *Examples of differences among aromatic constituents, depending on the origin of the cheese (14 cheeses from alpine grasslands and 20 cheeses from lowland pastures ; after BOSSET et al., 1994).*

Zone	Alpage		Plaine	
	Quantité présente*	Nb de fromages concernés	Quantité présente*	Nb de fromages concernés
Nérol (terpène)	2,0	14	0,4	11
Pinène (terpène)	2,6	7	-	0
Limonène (terpène)	0,8	8	0,3	4
Décane (alcane)	0,3	4	-	0
Undécane (alcane)	1,6	14	0,9	19
Nonane (alcane)	0,3	4	-	0
Alcane non identifié	1,2	9	-	0

\* unité arbitraire : hauteur des pics des chromatogrammes

page se sont révélés différents de ceux de plaine. En particulier, **certains composés particulièrement odoriférants** (terpènes, hydrocarbures aliphatiques) **ont été absents ou présents en moindre quantité dans les fromages de plaine** (tableau 1). Il s'agit du même type de molécules que celles mises en évidence par DUMONT et ADDA (1978) et DUMONT *et al.* (1981) sur des fromages de Beaufort et de Comté élaborés à partir de lait d'alpage ou de plaine. Il est vraisemblable que ces variations proviennent de différences de végétation et de composition chimique des parcelles des régions concernées (SEHOVIC, 1991).

TABLEAU 2 : Caractéristiques des laits et pratiques d'alimentation associées à différents types de fromages de Reblochon obtenus avec des technologies de fabrication comparables (d'après MARTIN et COULON, 1995).

TABLE 2 : *Milk characteristics and feeding habits for various types of Reblochon cheese made by comparable technologies (after MARTIN and COULON, 1995).*

Type de fromage*	1	2	3	4
Nombre de cuves concernées	25	14	17	7
<b>Caractéristiques des laits</b>				
- taux butyrique (g/kg)	33,8	33,4	34,5	34,9
- taux protéique (g/kg)	31,2	31,2	31,0	31,1
- urée (mg/l sérum)	383	392	296	442
- temps de gélification (min)	14,0	14,6	14,1	13,0
- fermeté du gel (mm)	36,7	36,5	36,2	35,3
% vaches en début de lactation	33	20	21	24
<b>Répartition saisonnière (effectifs)</b>				
- hiver	7	0	8	6
- été	18	14	9	1
<b>Alimentation hivernale**</b>				
- foin grossier (%)	45	-	0	16
- foin de 2 <sup>e</sup> cycle (%)	18	-	52	39
<b>Alimentation estivale</b>				
- type de pelouse (effectifs)				
- gras	16	8	9	-
- moyen et maigre	2	6	0	-
- apport de foin (kg/l)	3,6	3,2	1,1	-

\* Types 1 et 2 : fromages " fermes " caractérisés par un extrait sec dégraissé élevé (type 1), un gras/sec et un pH faibles (types 1 et 2), et un manque d'ouverture de la pâte (type 2). Type 3 : fromages sans défaut majeur, les mieux notés en moyenne, présentant un extrait sec dégraissé faible et un gras/sec élevé. Type 4 : fromages " coullants ", caractérisés par un extrait sec dégraissé faible et un pH élevé, un goût ammoniaqué et un aspect poisseux.

\*\* % de la MS de la ration de base hivernale

Dans ces 2 études, ni l'effet des facteurs technologiques ni ceux concernant les caractéristiques des animaux n'étaient pris en compte. Dans une étude réalisée chez des **producteurs de Reblochon fermier** (MARTIN et COULON, 1995), nous avons cherché à décrire les différents facteurs de variation de la qualité des fromages affinés (n=200). La grande diversité observée pour les caractéristiques des fromages a été liée en premier lieu à des facteurs technologiques qui ont conduit à une acidification plus ou moins rapide des fromages. C'est lorsque la vitesse d'acidification était moyenne que l'on a observé la plus grande diversité sensorielle des fromages. **A technologie de fabrication comparable, les caractéristiques de l'alimentation** (nature du foin, nature des pelouses d'alpage) **ont fait partie des différents facteurs de production du lait mis en évidence** (tableau 2), sans que l'on puisse hiérarchiser leurs effets par rapport aux autres facteurs (saison, stade physiologique...).

## Relations entre la nature des fourrages et les caractéristiques du fromage : approche expérimentale à même technologie fromagère

### 1. Effet du mode de conservation du fourrage

Lorsque les 2 fourrages sont récoltés le même jour sur la même parcelle et conservés dans des conditions optimales, **comparativement à du foin, l'ensilage d'herbe conduit à des fromages plus jaunes et parfois moins fermes, plus collants, un peu plus amers et un peu moins appréciés** (VERDIER *et al.*, 1997). Les composés vola-

Fourrage	Ensilage de ray-grass	Foin de dactyle	Ensilage de maïs
<b>Composition du lait (après écrémage partiel)</b>			
- taux protéique (g/kg)	33,3a	33,1a	34,5b
- taux butyreux (g/kg)	35,4a	35,1a	36,8b
- calcium (g/kg)	1,30	1,31	1,33
- pH	6,73	6,72	6,72
<b>Caractéristiques du fromage</b>			
- extrait sec (%)	55,3a	54,2b	55,3a
- indice de jaune	23,8a	22,1b	19,1c
<b>Analyse Sensorielle</b>			
- texture ferme	5,1a	4,3b	5,3a
- texture collante	2,1a	3,3b	2,4c
- intensité de l'odeur	4,1	4,2	4,0
- intensité du goût	5,2	4,9	4,8
<b>Note de dégustation</b>	<b>12,6a</b>	<b>13,2b</b>	<b>12,8ab</b>

TABLEAU 3 : Effet de la nature et du mode de conservation du fourrage sur les caractéristiques du fromage de type Saint-Nectaire (d'après VERDIER *et al.*, 1995 ; sur une même ligne, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes,  $P < 0,05$ ).

TABLE 3 : *Effects of forage type and method of forage conservation on the characteristics of Saint-Nectaire cheese* (after VERDIER *et al.*, 1995 ; on a given line, values followed by a different letter are significantly different at  $p = 0.05$ ).

tils présents dans ces 2 types de fromages ont été peu différents. L'ensilage de maïs conduit à des fromages peu différents de ceux obtenus à partir de rations à base d'ensilage d'herbe ou de foin, en dehors de leur couleur beaucoup moins jaune (tableau 3 ; VERDIER *et al.*, 1995). Par ailleurs, la comparaison de fromages réalisés à partir du lait de vaches alimentées avec **de l'herbe verte ou conservée sous forme de foin** (COULON *et al.*, 1996) a montré que ces derniers étaient plus fermes et plus acides.

Ces différences, bien que significatives sur le plan statistique, peuvent apparaître faibles et peu discriminantes dans la pratique. Ces travaux montrent en fait que, **lorsque la conservation du fourrage est correctement réalisée** (ce qui relève de la maîtrise de la récolte) **et que les rations correspondantes sont correctement élaborées** (ce qui relève de la maîtrise de l'alimentation des animaux), **le mode de conservation au sens strict n'a qu'un effet limité** (en dehors de la couleur de la pâte) sur les caractéristiques des fromages. En pratique, cette maîtrise conjointe de la qualité de conservation des fourrages et du rationnement des animaux n'est cependant pas toujours réalisée.

## 2. Effet de la végétation des prairies

Des observations ont été réalisées au cours de l'été 1995, dans une exploitation privée fabriquant du **fromage d'Abondance** (MARTIN *et al.*, non publié). Neuf fromages, fabriqués dans des conditions technologiques les plus voisines possibles à partir du lait des mêmes vaches placées dans **2 quartiers d'un même alpage** exploités à 15 jours d'intervalle, ont été identifiés, analysés et soumis à une analyse sensorielle. Le premier quartier, situé sur un versant sud, était caractérisé par des " pelouses grasses " où prédominent *Dactylis glomerata* et *Festuca rubra*. Le second quartier, situé sur un versant nord, était caractérisé par des pelouses maigres (où dominant *Agrostis vul-*

TABLEAU 4 : Effet de la nature des pelouses d'alpage sur les caractéristiques du fromage d'Abondance (d'après MARTIN *et al.*, non publié).  
TABLE 4 : Effects on the nature of alpine pasture on the characteristics of Abundance cheese (after MARTIN *et al.*, unpublished).

Quartier de l'alpage	Sud	Nord	
<b>Composition du lait</b>			
- taux butyreux (g/kg)	38,8	37,9	
- taux protéique (g/kg)	34,6	34,6	
<b>Caractéristiques des fromages</b>			
- extrait sec (%)	65,2	64,6	NS
- matière grasse (%)	33,5	32,9	NS
<b>Analyse sensorielle</b>			
- aspect brillant	3,6	2,8	**
- couleur jaune	3,9	4,4	*
- intensité de l'odeur	4,2	4,3	NS
- texture fondante	2,4	2,3	NS
- texture ferme	4,8	4,5	NS
- texture sableuse	3,9	4,0	NS
- intensité du goût	4,7	4,3	**
- goût fruité	3,3	2,8	**
- goût piquant	3,5	2,5	**
- goût amer	1,9	2,0	NS

garis et *Nardus stricta*) ou peu productives (présence de mousses et de *Carex davalliana*). Les caractéristiques physico-chimiques des laits produits sur les 2 quartiers ont été voisines. Il en est de même pour **les caractéristiques physico-chimiques des fromages et leur texture qui n'ont pas été différentes** d'un quartier à l'autre. En revanche, **les fromages du quartier sud ont été moins jaunes et plus brillants, et leur goût a été plus intense, plus fruité et plus piquant** ( $P < 0,01$ ) que ceux du quartier nord (tableau 4). Ces différences, qui confirment les observations faites par MARTIN et COULON (1995) sur du Reblochon fermier, peuvent être attribuées à la présence dans le lait de certains composés issus de l'herbe pâturée qui pourraient jouer un rôle direct sur le goût des fromages affinés ou modifier les mécanismes d'affinage. Ainsi, dans un travail actuellement en cours (VIALON *et al.*, non publié), nous avons observé **des différences importantes dans les profils aromatiques de foins issus de prairies de végétations différentes** ; en particulier, les composés terpéniques ont été plus abondants et plus variés dans des foins de prairie d'altitude des Alpes du Nord ou de prairie naturelle peu intensifiée d'Auvergne que dans un foin de prairie monospécifique de dactyle.

Par ailleurs, dans une expérimentation récente réalisée à l'I.N.R.A. de Marcenat (VERDIER *et al.*, non publié), nous avons analysé les caractéristiques de fromages ( $n=24$ ) réalisés, dans des conditions de fabrication fromagère contrôlées et identiques d'un jour à l'autre, à partir de **lait de vaches pâturant du ray-grass anglais ou de la prairie naturelle de montagne** (composée principalement de fétuque rouge et d'agrostis). **Les caractéristiques physico-chimiques des fromages ont été identiques dans les 2 traitements. La parcelle de ray-grass a conduit à des fromages plus jaunes** ( $P < 0,01$ ) **et plus fermes** ( $P < 0,1$ ). **Leur odeur a été moins intense** ( $P < 0,05$ ) que celle des fromages de la parcelle de prairie naturelle (tableau 5). Les autres caractéristiques sensorielles ont été voisines dans les traitements.

Parcelle	Prairie naturelle	Ray-grass anglais	
<b>Production et composition du lait</b>			
- lait (kg/l)	12,6	16,4	**
- taux butyreux (g/kg)	38,8	36,4	**
- taux protéique (g/kg)	31,2	32,6	*
<b>Caractéristiques des fromages</b>			
- pH	5,49	5,46	NS
- extrait sec (%)	54,7	54,6	NS
- matière grasse (%)	29,1	29,1	NS
- indice de jaune	30,2	32,1	**
<b>Analyse sensorielle</b>			
- intensité de l'odeur	5,7	5,2	*
- texture fondante	4,1	3,8	NS
- fermeté en bouche	4,1	4,6	+
- intensité du goût	5,6	5,4	NS
- acidité	2,0	1,8	NS
- amertume	3,5	3,4	NS

TABLEAU 5 : Effet de la prairie pâturée sur les caractéristiques de fromages de type Saint-Nectaire (d'après VERDIER *et al.*, non publié).

TABLE 5 : Effects of grazed pasture on the characteristics of Saint-Nectaire cheese (after VERDIER *et al.*, unpublished).

## Conclusions

Ces différents travaux montrent que, pour une même technologie de fabrication, les caractéristiques des fromages dépendent aussi des caractéristiques du lait mis en œuvre, caractéristiques liées à la nature de l'alimentation des animaux. **Ces travaux sont complémentaires de ceux mettant en évidence l'effet de caractéristiques génétiques des animaux (MARIE et DELACROIX-BUCHET, 1994 ; VERDIER *et al.*, 1995) et l'effet de la nature de la flore initiale du lait (DEMARIGNY *et al.*, 1997).** Ces différents éléments participent à la liaison du produit au terroir (GRAPPIN et COULON, 1996).

Ces travaux doivent être poursuivis par des travaux complémentaires, visant d'une part à confirmer et à préciser l'effet des facteurs d'amont (nature de l'alimentation en particulier) et d'autre part à étudier les interactions entre ces facteurs d'amont et la technologie fromagère mise en œuvre.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.  
"Des prairies plus pérennes, pour des produits de qualité  
et l'entretien du territoire",  
les 1<sup>er</sup> et 2 avril 1997.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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.
- COULON J.B., VERDIER I., PRADEL P. (1996) : "Effet du mode de présentation du même fourrage (foin ou herbe pâturée) sur les caractéristiques de fromages de Saint-Nectaire affinés", *Lait*, 76, 479-486.
- DEMARIGNY Y., BEUVIER Y., BUSCAILHON S., POCHET S., GRAPPIN R. (1997) : "Influence of raw milk microflora on the characteristics of Swiss-type cheeses. II. Biochemical and sensory characteristics", *Lait*, 77, 151-167.
- DUMONT J.P., ADDA J. (1978) : "Occurrence of sesquiterpènes in mountain cheese volatiles", *J. Agric. Food. Chem.*, 26, 364-367.
- DUMONT J.P., ADDA J., ROUSSEAU P. (1981) : "Exemple de variation de l'arôme à l'intérieur d'un même type de fromage : le Comté", *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, 14, 198-202.
- FORSS D.A. (1993) : "Effects of feed on flavour of dairy products", *Milkfat flavour forum, summary of proceedings*, Ed. New Zeland Dairy Research Institute, Palmerston North, New-Zealand, 50-54.
- GRAPPIN R., COULON J.B. (1996) : "Terroir, lait et fromage : éléments de réflexion", *Renc. Rech. Ruminants*, 3, 31-28.

- MARIE C., DELACROIX-BUCHET A. (1994) : "Comparaison des variants de la caséine des laits de vaches Tarentaise en modèle fromager de type Beaufort. II. 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.
- MONNET J.C. (1996) : *Caractérisation fonctionnelle d'unités cartographiques prairiales dans le massif du Jura. Application à la définition des terroirs du Comté*, thèse Université de Franche-Comté.
- 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 I., COULON J.B., PRADEL P., VIALLOU C., BERDAGUÉ J.L. (1997) : "Effect of forage conservation (hay or silage) and cow breed on the clotting properties of milk and on the characteristics of ripened cheeses", *J. Dairy Res.*, à paraître.
- SCEHOVIC J. (1991) : "Considérations sur la composition chimique dans l'évaluation de la qualité des fourrages des prairies naturelles", *Rev. Suisse Agric.*, 23, 305-310.
- URBACH G. (1990) : "Effect of feed on flavor in dairy foods", *J. Dairy Sci.*, 73, 3639-3650.

#### SUMMARY

##### ***Effects of the nature of forages on the physico-chemical and organoleptic characteristics of cheeses***

It is often alleged that the nature of forages is one of the causes responsible for the variation in quality of cheeses. Some recent works shed light on this question, which is of particular importance in the case of cheeses with a guaranteed label, since it constitutes one of their basic links to the characteristic features of their origin ("terroir").

These works have shown that the method of forage conservation (fresh herbage, hay, silage) may lead to differences in the organoleptic characteristics of the cheeses (colour, firmness, acidity). However, except for colour, these differences remain small, provided the forage is properly harvested and conserved, and the diets of the animals are set up adequately. Important differences have also been shown to exist among the profiles of the aromatic constituents of cheese, depending on their origin (lowlands or hills) or the composition of the pasture (natural grassland or monospecific pasture). The study of these factors is to be continued, including that of interactions with the cheese-making technology involved.