

la composante milieu physique dans l'effet terroir pour la production fromagère quelques réflexions à partir du cas des fromages des Alpes du Nord

par Jean-Marcel Dorioz^a, Philippe Fleury^b,
Jean-Baptiste Coulon^c et Bruno Martin^c

a : INRA et GIS Alpes du nord, BP 511, Thonon-les-Bains
dorioz@thonon.inra.fr

b : SUACI Montagne - GIS Alpes du Nord, 11, rue Métropole, 73000 Chambéry
fleury.gis@wanadoo.fr

c : INRA, centre de Clermont-Ferrand-Theix, unité de recherche sur les Herbivores, BP 63122 Saint-Genès-Champanelle
jbp@clermont.inra.fr - martin@clermont.inra.fr

Introduction

La production de produits du terroir n'est plus perçue comme une activité folklorique. Elle s'inscrit dans des cadres définis officiellement, en particulier au niveau européen, et qui donnent aux consommateurs la possibilité de reconnaître l'authenticité, l'origine et la spécificité de ces produits. La mise en place d'une politique des produits de terroir pourrait constituer une réponse à l'internationalisation des marchés (Lambert, 1997).

En matière de fromage, l'appellation d'origine contrôlée est le symbole, reconnu par les consommateurs, d'une démarche de qualité. Cette production fromagère AOC, bien que modeste à l'échelle de la France (16% des tonnages selon l'Institut national des appellations contrôlées - INAO), est décisive dans certaines zones difficiles et, en particulier, en zone de montagne. Ainsi, dans les hautes vallées des Alpes du Nord, les produits commercialisés avec ce signe de qualité officiel représentent plus de 50% des tonnages. Ils participent au maintien d'une agriculture dynamique basée sur l'herbe et, notamment, sur l'herbe des pâturages d'altitude ou « alpages ». Ils sont de ce fait considérés, non seulement par leurs producteurs mais également par la société locale, comme des éléments du patrimoine (INRA, 1994a).

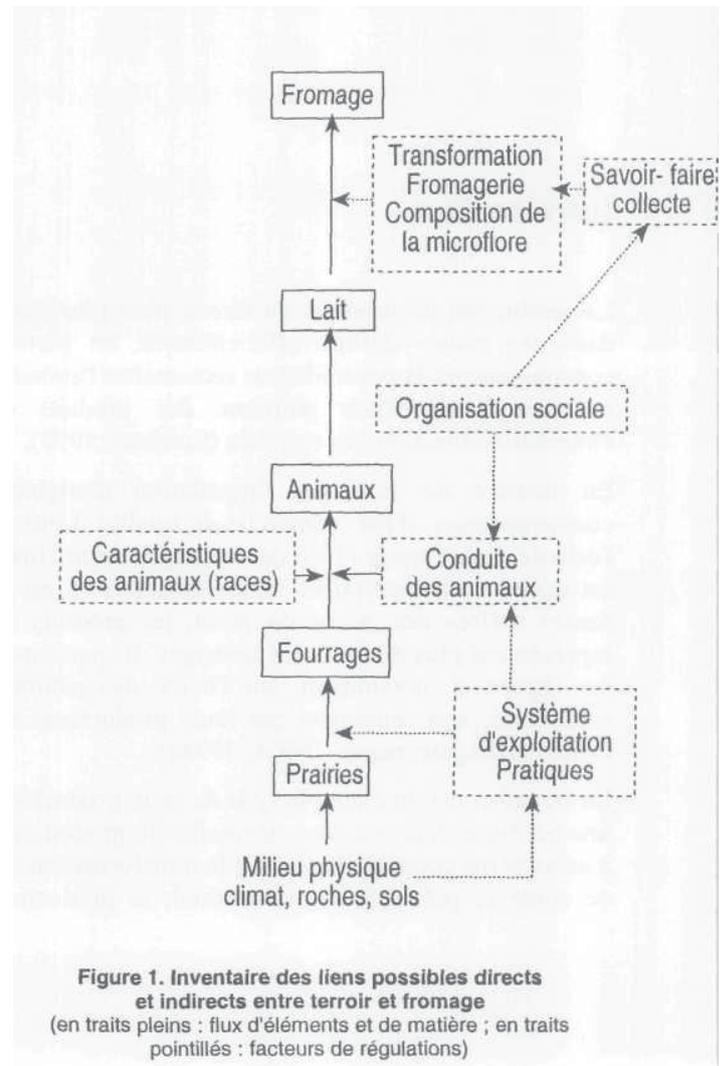
Le Beaufort est un exemple type de cette production fromagère alpine. Sa réputation doit beaucoup à une politique déjà ancienne de qualité du produit et à la maîtrise de la filière par les agriculteurs grâce à un système coopératif assurant la transformation et la commercialisation du produit. En relation avec ce contexte politique et commercial, la production (3 700 t/an, 12 000 vaches, 850 exploitations

agricoles) est fortement encadrée en terme de pratiques d'élevage, de races et de zone géographique (Dubeufet et Burleraux, 1996). L'association, souvent évoquée, entre le Beaufort et un terroir « exceptionnel » s'étendant à proximité des plus hauts sommets des Alpes est une autre composante essentielle de la réputation de ce produit. En fait, quel que soit le fromage alpin considéré, l'étroite dépendance entre le produit et son terroir paraît tout à fait « naturelle » aussi bien aux producteurs qu'à beaucoup de consommateurs, tant les Alpes constituent une image forte et originale. Pourtant, les données concrètes disponibles pour appuyer l'idée d'une spécificité de qualités sensorielles de ces produits liée aux caractéristiques du lieu de production et particulièrement aux traits physiques et biologiques du terroir sont encore bien fragmentaires. La diversité des « terroirs » est certes reconnue, voire valorisée par les praticiens, mais contrairement au cas des vins (Riou *et al.*, 1995), peu de travaux scientifiques ont été conduits pour caractériser, comprendre et quantifier l'influence sur la qualité des fromages, du milieu physique et de la végétation du lieu de production. Ce texte a pour objectif de faire le point sur les quelques acquis et surtout d'avancer des hypothèses relatives à ce thème des relations fromage-terroir physique, dans les Alpes du Nord. La base de cette réflexion est fournie par les recherches menées au sein du « GIS Alpes du Nord » en matière d'agronomie de montagne, d'élevage et de technologie fromagère (INRA, 1994a ; GIS Alpes du Nord, 1996). En préalable, il convient de tenter de définir la notion de terroir en ce qui concerne la production fromagère.

1. L'effet terroir dans la production fromagère : définitions

Selon Grappin et Coulon (1996), on peut considérer le terroir pour le lait et le fromage, comme « une aire géographique caractérisée par des conditions de milieu et des types d'animaux qui, exploités par l'homme, conduisent à des produits spécifiques ». Par rapport à la relation terroir-production du vin (Salette, 1997) il existe, d'une part, un maillon supplémentaire, l'animal, et, d'autre part, des peuplements végétaux pluri-spécifiques. La complexité des interactions dans le système d'élaboration de la qualité s'accroît donc, notamment du fait de la variabilité des végétations, des caractéristiques des animaux et des modes de conduite des troupeaux. Finalement, quatre ensembles de « facteurs », organisés en un réseau de causes (fig. 1, ci-contre), sont associés pour générer un effet potentiel du lieu de production sur le produit :

- le milieu physique (sols, roches, climat, eau) ;
- les herbages ou fourrages (composition floristique, végétation, phénologie) ;
- les animaux (caractéristiques liées à la race, au comportement) ;
- les hommes (à travers leurs systèmes de pratiques qui définissent le mode de conduite



des animaux, la technologie utilisée - et qui résultent de traditions, de savoir-faire et d'organisation sociales spécifiques).

L'effet terroir peut, en théorie, résulter tout d'abord d'effets directs forts de l'un ou l'autre de ces facteurs. C'est ainsi que certaines caractéristiques génétiques des races locales comme le variant génétique de la caséine 8 en race Tarentaise, modifient les caractéristiques du fromages (Marie et Delacroix-Buchet, 1994). Mais l'effet terroir pourrait aussi résulter d'une combinaison originale d'un ensemble de facteurs ; il s'agit alors d'un effet global. Ces deux cas ne s'excluent pas.

On peut à nouveau se référer aux travaux sur la vigne pour soutenir ce dernier point de vue. En effet, les recherches de liens simples entre des paramètres caractérisant les sols (pH, granulométrie...) et la qualité du vin ont donné des résultats décevants ou contradictoires. Les approches se sont par conséquent orientées vers des tentatives de caractérisation plus synthétiques (Asselin *et al.*, 1999 ; Salvator *et al.*, 1997) basées sur la reconnaissance de « terroirs élémentaires » homogènes au plan du paysage, du milieu physique et de l'itinéraire de maturation du raisin.

Quel que soit le produit considéré, les liens entre celui-ci et son lieu de fabrication ne se limitent pas à des phénomènes métaboliques et chimiques pouvant se raisonner en flux d'organismes ou de molécules, reliés à la seule dimension technique des pratiques. Il existe également, dans la définition des terroirs, une très importante dimension culturelle, celle des « liens identitaires » unissant un produit, une société et un territoire (Bérard et Marchenay, 1996). Ce point de vue, malgré son importance, ne sera pas abordé dans cet article qui s'intéressera exclusivement aux dimensions physiques et biologiques de l'effet terroir.

2. Données sur les facteurs de l'effet terroir pour les fromages alpins et pour le comté (Jura)

Les données disponibles concernent toutes la mise en évidence de « crus » de fromages au sein d'un même type de produit. Elles proviennent soit d'enquêtes auprès des praticiens, soit d'études de corrélations ou d'approches analytiques.

Les praticiens reconnaissent empiriquement et de longue date, l'existence de crus du même fromage, différenciés par leurs comportements lors de la fabrication et leurs caractéristiques sensorielles, une fois affinés (goût, texture...). Ces différences sont souvent attribuées à la région géographique, à l'alimentation des animaux ou à leur race. En alpage, par exemple, il est reconnu que les conditions de fabrication et le goût du fromage varient selon la période et donc la zone pâturée (Martin, 1997). Les enquêtes font également apparaître que certaines végétations, comme les groupements de « combe à neige » caractéristiques de milieux à forte persistance de la couverture neigeuse, sont souvent et depuis longtemps, considérées comme fournissant une herbe particulièrement favorable à la qualité du fromage (Party, 1995 ; A. Bornard, comm. pers.). Ces connaissances empiriques, fondées sur la pratique et l'observation, ne permettent pas en fait de définir le rôle spécifique de la végétation en raison de l'interférence de nombreux autres facteurs importants : le quartier pâturé, la phénologie de l'herbe, le stade de lactation, la météorologie. Elles ne doivent être pour autant négligées car elles suggèrent de réfléchir à des modèles prenant en compte les effets cumulés et les combinaisons particulières de facteurs.

Les études scientifiques disponibles valident certaines de ces observations empiriques et fournissent des hypothèses sur les phénomènes impliqués. Il existe ainsi une différence bien caractérisée de goût et de composition entre « beaufort d'été » et « beaufort d'hiver », qui peut être mise en relation avec la nature du fourrage (sec ou vert). Le type de surface pastorale utilisée en été n'est pas non plus sans conséquence : certains sesquiterpènes existent seulement dans les beauforts faits à partir de lait de

vaches pâturant des pelouses d'alpage (Dumont et Adda, 1978). Un travail récent, réalisé sur 20 fruitières à comté du Jura, a montré l'existence d'une corrélation significative entre type de milieu physique (climat-sols-roches), composition floristique des parcelles exploitées par les animaux et caractéristiques sensorielles du fromage (Monnet, 1996). Ce résultat est important car il confirme objectivement la réalité et la globalité de l'effet terroir. Mais il ne permet pas de hiérarchiser les divers facteurs potentiellement en cause ni de définir la place des facteurs non liés directement et fortement au milieu et à la flore, tels que la conduite des animaux ou la technologie fromagère. Parallèlement à ces approches globales, une démarche expérimentale s'est récemment mise en place dans le Massif central et les Alpes du Nord (Grappin et Coulon, 1996 ; Martin, 1997). Dans les Alpes, les travaux ont été réalisés en alpage sur les fromages de Beaufort et d'Abondance fermier. Les résultats obtenus montrent qu'à technologie semblable, le même troupeau pâturant des versants opposés de végétations très différentes (par exemple : pelouses acidophiles/pelouses calcicoles), est à l'origine de fromages différents en terme de qualité sensorielle, texture et flaveur (Buchin *et al.*, 1999 ; Asselin *et al.*, 1999). Ces variations s'observent pour une composition semblable en macro-éléments du lait (taux butyreux et protéique).

Ces 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. La nature des fourrages pourrait intervenir directement via des molécules aromatiques présentes dans les végétaux (terpènes, sesquiterpènes), que l'on retrouve effectivement dans les fromages (Viallon *et al.*, 1999) et qui pourraient - mais c'est encore à démontrer - se traduire en termes sensoriels. Des actions indirectes sont aussi envisageables. Ainsi, certaines enzymes provenant peut-être de microorganismes spécifiquement associés à des espèces végétales particulières se retrouvent dans le lait et seraient susceptibles de modifier les caractéristiques du fromage. Mais, à nouveau, il s'agit là de pistes de recherches.

3. Sols et milieu physique facteurs de différenciation des terroirs « prairiaux »

Puisqu'un ensemble de données convergentes suggère que la variabilité de la composition des prairies détermine l'existence de crus du même fromage, la question des relations entre le milieu physique et la végétation prairiale devient une question centrale dans l'analyse de l'effet terroir. Concrètement, il s'agit donc de s'interroger sur les particularités du milieu alpin vis-à-vis de la végétation en considérant certes la composition floristique, mais aussi les groupements végétaux et leurs fonctionnements écophysiologiques (phénologie, métabolisme). Cette analyse contribue à construire les hypothèses présentées en discussion.

Le milieu alpin se distingue avant tout par des conditions climatiques sélectives, en particulier thermiques, et par la diversité de ces biotopes. Les flores et les végétations alpines sont, de ce fait, originales et diversifiées. *L'originalité de la flore prairiale* se traduit par une forte proportion dès 800-900 m, puis une dominance, au-delà de 1 500 m, d'espèces particulières, peu représentées dans les plaines voisines et appartenant en grande majorité aux dicotylédones : *Leontodon hispidus*, *Géranium sylvaticum*, *Polygonum bistorta*, *Chaerophyllum hirsutum*, etc. De nombreux genres, parfois des familles botaniques entières, ne sont représentées qu'en altitude (Gentianacées, par exemple). Ces espèces constituent souvent une forte proportion de la biomasse prairiale et semblent avoir des conséquences importantes en matière de composition chimique de l'herbe. Ainsi, selon Mariaca *et al.* (1997), l'herbe des pâturages d'altitude suisses contient plus de métabolites secondaires de type terpénoïdes que les pâtures de faible altitude. Des analyses effectuées sur les principales espèces de

...MMM... PATURAGE À 850 MÈTRES D'ALTITUDE ...

... CONSTITUÉ À 73% DE GENTIANACÉES ...

... PRÉSENCE DE PLANTES AROMATIQUES ...

... ET FORTE TENEUR EN MÉTABOLITES SECONDAIRES ...

... ALORS ?



ces prairies permettent de mettre en relation ce phénomène avec la plus forte diversité des dicotylédones en altitude.

L'originalité taxinomique de la végétation alpine est liée à la combinaison de facteurs historiques et biogéographiques (origines et migrations des espèces) et à la sélectivité du milieu physique (Favarger, 1972 ; Richard et Pautou, 1982). Elle se retrouve dans toutes les zones d'herbages mais est nettement plus marquée dans les pâturages subalpins (« alpages ») et, en général, dans tous les secteurs ou parcelles peu intensifiés. Les prairies les plus intensifiées, à forte productivité, au dessus de 800 à 1 000 m et jusque vers 1 500 à 1 700 m, comprennent de nombreuses espèces, en particulier des graminées (Poacées), ubiquistes et banales. Elles se distinguent pourtant des prairies des plaines voisines : par l'absence de certaines graminées dominantes en plaine en conditions intensives telle que *Lolium perenne* (effet de l'altitude) et par l'exubérance corrélative de certaines dicotylédones spécifiques, *Géranium silvaticum*, *Chaerophyllum hirsutum*... En outre, les conditions de milieu régnant en montagne modifient l'état morphologique de nombreuses espèces ubiquistes (Fleury *et al.*, 1992). Les graminées, par exemple, présentent en altitude des changements physiologiques et morphologiques importants (rapport tige/feuille ; dynamique de l'épiaison et de la sénescence). Toutes ces différences influent nettement la qualité des fourrages (digestibilité, récoltabilité, appétence...) et la dynamique des végétations (Doriot *et al.*, 1987 ; Jeannin *et al.*, 1991).

Le milieu alpin présente une autre caractéristique clé : *la diversité des espèces et des groupements végétaux* (Richard et Pautou, 1982 ; Bornard *et al.*, 1994). En prairies, ceci s'exprime par des gradients de végétation et des mosaïques contrastées, qui répondent à une forte variabilité des topoclimats, des sols et des pratiques agricoles. Le maximum de diversité s'observe à nouveau dans les pâturages d'altitude. Ainsi, un troupeau laitier au cours de sa saison d'alpage s'alimente couramment dans plus d'une dizaine d'associations végétales comprenant au total plus de 250 à 300 espèces de végétaux supérieurs (contre, au mieux, deux ou trois dizaines d'espèces en pâture intensifiée de plaine). Les contrastes édaphiques et les interactions sols-pratiques expliquent en grande partie cette forte différenciation du couvert végétal (Doriot 1995 ; EMRA, 1994b). Les sols varient très rapidement, à l'échelle décamétrique, selon la durée d'enneigement, les roches mères locales, l'amont et la circulation d'eau dans les versants et, enfin, selon le pendage des roches, d'un versant à l'autre d'une même montagne. (Doriot et Van Oort, 1991). Une telle variabilité se traduit, dans un même quartier, voire lors d'une même journée de pâture, par une offre fourragère très variée, provenant de toute une gamme de milieux, de calcicoles à acidophiles, de xérophiles à frais (Legros *et al.*, 1987 ; Doriot, 1995).

Dans le domaine des prairies de fauche, la diversité est moins grande (3 associations végétales représentant une centaine d'espèces fréquentes environ) et les variations de la végétation dépendent en premier lieu de celle des pratiques et secondairement du régime hydrique des sols (Jeannin *et al.*, 1991). Les contraintes topographiques et topoclimatiques typiques des Alpes, favorisent le maintien d'une assez grande diversité des dates de fauche et des fertilisations appliquées à ces prairies. Il en résulte des situations favorables à l'existence et à l'usage de prairies maigres dont la composition floristique est, par ailleurs, la plus originale. Au total, les foins récoltés contiennent donc plus fréquemment des lots provenant de prairies à végétation originale et sont en moyenne d'une composition botanique plus diversifiée qu'en plaine voisine. Bien évidemment, la généralisation de l'intensification conduirait à diminuer la fréquence de ces caractéristiques spécifiques liées au terroir physique.

Tableau I. Principales hypothèses de travail concernant la composante biophysique de l'effet terroir

Hypothèses	Données	Méthode de travail possible
1 Une végétation est une somme d'espèces chacune apportant sa contribution à la qualité sensorielle des fromages.	Les connaissances actuelles montrent que de nombreuses espèces (en particulier les graminées) sont très pauvres en composés aromatiques.	A abandonner dans l'état actuel des connaissances et des moyens analytiques disponibles.
2 Certaines espèces, du fait de leur teneur en métabolites secondaires ont des propriétés aromatiques spécifiques et jouent un rôle clé.	Beaucoup de ces espèces sont connues dans la bibliographie, mais il existe de nombreux facteurs de variation intra-spécifique.	Approche analytique à centrer sur les espèces réputées aromatiques afin d'aborder les facteurs de variation intra-spécifique.
3 La composition en métabolites secondaires des plantes peut s'interpréter dans le cadre du concept de stratégie adaptative : il existe un nombre limité de réponses écologiques qu'il est possible d'ordonner et de classer en prenant en compte à la fois l'appartenance botanique et les conditions de l'environnement des plantes.	Connaissances sur la répartition des plantes : par exemple, les plantes aromatiques utilisées dans l'alimentation humaine (thym, sauge, etc.) sont d'autant plus aromatiques que le milieu est sec et en montagne, les plantes riches en tanins sont des plantes issues des prairies fraîches.	Approche analytique sur des échantillons très précis (par exemple, telle espèce, dans telle condition de milieu) ou sur des échantillons globaux (par exemple, l'ensemble des dicotylédones de prairies fraîches). Approche ethnobotanique (enquête).

4. Discussion - conclusion

En premier lieu, le terroir alpin est associé à la présence, dans l'herbe pâturée et récoltée, d'espèces spécifiques parmi lesquelles pourraient se trouver des espèces clés vis-à-vis des caractéristiques fromagères, du fait de leurs compositions chimiques, notamment en métabolites secondaires. Une approche analytique et systématique d'un tel phénomène promet d'être longue, vu la variabilité du comportement alimentaire des animaux, la diversité des composés chimiques impliqués et le nombre d'espèces, (tab. I, hypothèse 1). Il existe aussi une forte différenciation intra-spécifique selon le stade phénologique des plantes, selon les écotypes, ou les conditions de croissance. Tous ces facteurs ont été reconnus comme ayant une influence sur les changements intra-spécifiques de composition des végétaux en métabolites secondaires (Lebreton, 1982 ; Zucker, 1983 ; Fily et Baient, 1991 ; Mariaca *et al.*, 1997). La complexité des phénomènes à étudier est telle qu'une approche analytique nécessitera des choix et nous suggérons de concentrer les analyses sur les espèces connues dans la bibliographie pour leurs fortes teneurs en composés aromatiques (tab. I, hypothèse 2). La probabilité que de telles espèces participent à l'alimentation des animaux est plus forte en alpage et pour les fourrages provenant de milieux encore peu intensifiés.

Le milieu alpin est aussi associé à des modifications globales du fonctionnement des végétaux qui touchent de nombreuses espèces, y compris les plus courantes et souvent abondantes, comme le montrent les modifications morphologiques de plusieurs espèces ubiquistes des prairies d'altitude (telles que les très fréquentes *Dactylis glomerata*, *Dechampsia coespitosa*, *Festuca pratense*, *Géranium silvaticum*, etc.). Ces modifications affectent avec les mêmes modalités des espèces différentes (Fleury, 1994). On peut faire l'hypothèse que ceci reflète la sélection, du fait d'un milieu contraignant, de quelques grands types de "stratégies adaptatives", au sens de Jacquard (1978) et de Grime (1979). L'effet de cette sélection est relativement indépendant de l'appartenance taxinomique.

Par analogie, il paraît logique de faire l'hypothèse que des modifications globales existent également en ce qui concerne le métabolisme et, en particulier, la synthèse des métabolites secondaires impliqués

dans les variations de composition aromatique des végétations (tab. I, hypothèse 3). La gamme de ces modifications devrait être limitée et interprétable à l'aide du concept de stratégie adaptative. En effet, il est reconnu que la quantité de métabolites secondaires est physiologiquement régulée et qu'elle a un rôle primordial en matière d'adaptation des plantes à la prédation et aux contraintes physiques, notamment alpines (Favarger, 1972 ; Lebreton, 1982 ; Lachaise, 1982 ; Fily et Balent, 1991). La composition en métabolites secondaires est donc non seulement liée à la systématique végétale mais aussi aux relations entre la plante (l'individu) et son environnement (Lebreton et Touati, 1988). Gouyon *et al.*, (1979) ont, par exemple, montré qu'il existait pour le thym, une relation forte entre formes chimiques (chénotypes en relation avec un polymorphisme génétique de l'espèce) et humidité pédoclimatique.

Sur cette base, des regroupements, non pas d'espèces mais d'ensembles de plantes de même stratégie adaptative ou de même type morphologique et poussant dans un environnement particulier, sont possibles. Cette typologie pourrait constituer une base de travail réaliste pour aborder les relations entre végétation, composés aromatiques et qualité sensorielle des fromages.

Présence d'espèces spécifiques, en particulier fortement aromatiques, et réactions écophysologiques convergentes d'espèces plus banales sont des phénomènes qui ne s'excluent pas. Ils pourraient, l'un comme l'autre, expliquer la richesse particulière des foins et herbages de montagne en substances aromatiques et autres métabolites secondaires constatée globalement par Schehovic (1991). Par conséquent, il semble logique de penser que la ration alimentaire d'un troupeau alpin (en fourrages verts ou secs) comprend périodiquement une part notable de fourrages spécifiques et originaux. Ceci suggère, par précaution au moins, de maintenir la diversité floristique des végétations prairiales. L'existence d'une relation entre diversité floristique et richesse aromatique de certains fromages confirme que la diversité prairiale pourrait être une des questions clef de la problématique des terroirs en matière de fromages alpins.

Si les composantes milieu physique et végétation de l'effet terroir en matière de fromages alpins sont liées avant tout à l'originalité et à la diversité des milieux exploités, l'alpage constituerait alors un lieu privilégié de cet effet terroir. Ce point de vue est séduisant car l'alpage constitue le berceau historique de plusieurs fromages (beaufort, reblochon...). En outre, c'est ce mode d'occupation des sols qui caractérise et différencie le mieux le territoire agricole alpin (Dorioz, 1995). Pourtant, le terroir en matière de fromage alpin ne saurait être considéré uniquement comme un ensemble complexe de relations biologiques et chimiques entre milieu-végétation-animal et produit. L'identité d'un fromage repose aussi sur des processus sociaux, des manières de produire, des savoirs et des pratiques. Il serait donc sage de ne pas focaliser les recherches à venir uniquement sur la vocation fromagère « naturelle » des montagnes et de considérer aussi la contribution des hommes et de leur culture à l'identité des fromages ■

Remerciements

Ce texte résulte d'une réflexion interdisciplinaire menée dans le cadre du GIS « Alpes du Nord » sur le thème « qualité des produits et environnement ». Il a fait l'objet d'une présentation au Congrès du COMIFER (Blois, 1997 « Qualité des sols et qualité des productions agricoles ») et au colloque du Salon de l'agriculture (1998). Les auteurs remercient D. Roybin (INRA SAD), A. Bornard (CEMAGREF) et A. Hauwuy (GIS Alpes du Nord - SUACI) pour leurs remarques et critiques.

Références bibliographiques

- ASSELIN C., COULON J.B., BARBEAU G., MORLAT R., BUCHIN S., PRADEL P., BRUNSCHWIG G., VERDIER I., VAILLON C., 1999. Étude des liens entre terroir et produit dans le cas de la vigne et des vins. *Signes officiels de qualité et développement agricole*. Tec &-Doc, Paris, pp. 65-90.
- BERARD I., MARCHENAY P., 1996. La reconnaissance juridique des productions de terroir. In F. CASABIANCA & E. VALCHESCHINI : *La qualité dans l'agro-alimentaire : émergence d'un champ de recherches*. Rapport final de l'AIP « construction sociale de la qualité », pp. 138-141.

- BOMARD A., COZIC P., BRAU-NOGUE C., 1994. Diversité spécifique et écologique des végétations des alpages laitiers des Alpes françaises du nord. 8th meeting of the FAO Working group for Mountain PASTURE.
- BUCHIN S., MARTIN B., DUPONT D., BOMARD 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.
- DORIOZ J.M., 1995. Alpages, prairies d'altitude et pâturages. *Le Jura - Rencontres Jurassiennes*, oct. 1994. Réserve nat. du Jura, 145-155.
- DORIOZ J.M., FLEURY P., JEANNIN B., 1987. Impacts des facteurs pédoclimatiques sur les prairies de montagne. *Agrométéorologie des moyennes montagnes*. Coll. INRA, INRA Éditions, Paris, 233-248.
- DORIOZ J.M., VAN OORT F., 1991. Approche agropédologique des zones pastorales sur calcschistes sédimentaires. 2 : Répartition des sols et des valeurs d'usage pastoral. *Agronomie*, 11, 395-409.
- DUBEUF B., BURLERAUX G., 1996. De la qualification des systèmes de production laitière à la qualification d un territoire : témoignage sur le cas du Beaufort. *Renc. Rech. Ruminants*, 3, 59-52.
- DUMONT J.P., ADDA J., 1978. Occurrence of sesquiterpenes in mountain cheese volatiles. *J. Agric. Food Chem.*, 26, 364-367.
- FAVERGER C., 1972. *Guide du naturaliste dans les Alpes. La flore*. Delachaux et Niestlé, Paris, pp. 114-183.
- FILY M., BALENT G., 1991. Les interactions entre la végétation herbacée et les grands vertébrés herbivores : le pâturage considéré comme un facteur évolutif pour les plantes. *Études et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, INRA, Versailles, 24, 42 p.
- FLEURY P., DORIOZ J.M., JEANNIN B., 1992. Changes in structural aspects, morphogenic features and nutritive value of *Dactylis glomerata* L. and *Festuca pratensis* H. in relationship with trophic state and altitude. *Congrès de la Féd. eur. des herbages* (FEH), juin 1990, vol. 1, pp. 242-245.
- FLEURY P., 1994. *Le diagnostic agronomique des végétations prairiales et son utilisation dans la gestion des exploitations agricoles. Typologies fondées sur les aptitudes des prairies à remplir des fonctions. Méthode et applications dans les Alpes du Nord*. Thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Lorraine, Sciences agronomiques, 139 p. + ann. GIS Alpes du Nord, 1996. Qualité du lait et fromages. Chambéry, 88 p.
- GOUYON P., VALDEYRON G., VERNET P., 1979. Sélection naturelle et niche écologique chez les végétaux supérieurs. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 126 ; *Actual. bot.*, 2, 87-95.
- GRAPPIN R., COULON J.B., 1996. Terroir, lait et fromage : éléments de réflexion. *Renc. Rech. Ruminants* 1996, 3, 21-28.
- GRIME J.P., 1986. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley and Sons, Chichester, 222 p.
- INRA, 1994a. *Un fromage de terroir : le beaufort*. INRA-DIC, Paris, 2 p.
- INRA, 1994b. *Typologie de sols et relations sols - paysages dans les zones fourragères des Alpes du Nord*. INRA-DIC Paris, 2 p.
- JACQUARD P., 1978. Stratégies adaptatives chez les végétaux : aspects démographiques et niveau d'étude (organe, individu, population, espèce). In P. BLANDIN & J.A. MEYER : *Recherche d'écologie théorique : les stratégies adaptatives*, Maloine, Paris, 159-191.
- JEANNIN B., FLEURY P., DORIOZ J.M., 1991. Typologie des prairies de fauche des Alpes du Nord méthode et réalisation. *Fourrage*, 128, 379-396.
- LACHAISE D., 1982. Comment les peuplements de plantes et d'insectes phytophages se façonnent mutuellement : la théorie coévolutive de la structure des peuplements. *Revue d'écologie*, 36, 481- 537.
- LAMBERT C., 1997. Qualité et avenir de l'agriculture. In G.THEVENET & P. RIOU : *Qualité des sols et qualité des productions agricoles*. Actes Comifer Gemas, 11-20.
- LEBRETON P., 1982. Tannins ou alcaloïdes: deux tactiques phytochimiques de dissuasion des herbivores. *Revue d'écologie*, 36, 539-572.
- LEBRETON P., TOUATI D., 1988. Profil biochimique de végétaux rutescents méditerranéens : essai d'interprétation écologique. *Acta Oecologica, Oecol. Gener.*, 9(2), 197-209.
- LEGROS J.P., PARTY J.P., DORIOZ J.M., 1987. *Répartition des milieux calcaires, calciques et acidifiés en haute montagne humide. Conséquences agronomiques et écologiques*. Doc. Carto. Ecol., 30.
- MARIE C., DELACROIX-BUCHET A., 1994. Comparaison des variants de caséine (des laits de vache Tarentaise en modèle fromager de type beaufort). II. Protéolyse et qualité des fromages. *Lait*, 74, 443-459.
- 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., 1997. L'herbe de l'alpage influe sur le goût des fromages. *Altitude. Notre terroir*, 844, 10.
- MONNET J.C., 1996. *Caractérisation fonctionnelle d'unités cartographiques prairiales dans le massif du Jura. Application à la définition des terroirs du comté*. Thèse de doctorat de l'université de Franche-Comté, UFR des sciences et techniques, mention Sciences de la vie, 141 p.
- PARTY J.P., 1995. *Les alpages des réserves naturelles de Haute-Savoie*. Rapport d'étude. APEGE, Annecy, 63 p.
- RICHARD L., PAUTOU G., 1982. *Carte de la végétation de la France au 1/200 000 : Alpes du Nord et Jura méridional. Notice des feuilles 48, Annecy et 54, Grenoble*. CNRS Éditions, Paris, 315 p.
- RIOU C., MORLAT R., ASSELIN C., 1995. Une approche intégrée des terroirs viticoles. Discussion sur les critères de caractérisation accessibles. *Bull. OIV*, 68, 767-768, 93-106.
- SALETTE J., 1997. Le sol, la terre, le terroir : d'une définition à une réalité opérationnelle. In G. THEVENET & P. RIOU : *Qualité des sols et qualité des productions agricoles*. Actes Comifer Gemas.
- SALVATOR S., LAGACHERIE P., MORLAT R., 1997. Zonage prédictif des terroirs viticoles à partir de secteurs pris comme secteurs de références. *Étude et gestion des sols*, 4(3), 175-190.
- SCHEHOVIC J., 1991. *Revue Suisse Agric.* 23, 305-310.
- VIALON C., VERDIER-METZ I., DENOYER C., PRADEL P., COULON J.B., BERDAGUE J.L., 1999. Desorbed terpenes ans sesquiterpenes from forages and cheeses. *Dairy Res*, 66, 319-326.
- ZUCKER W.V., 1983. Tannins: does structure determine function ? An ecological perspective. *American Naturalist*, 121 , 335-3.