

Déterminants de la qualité des produits animaux

Jean-Baptiste COULON

INRA Département PHASE,
Theix,
63122 Saint-Genès-Champanelle
<jbc@clermont.inra.fr>

Abstract: The characteristics of animal products depend on a number of factors linked both to cheese-making technology and to the chemical and microbiological characteristics of the raw material used. These characteristics are themselves dependent on upstream factors (genetic, physiological, or dietary). Those upstream factors have increasingly been the focus of consumers' concern, in particular those related to animal feeding. They take special importance in the case of labelled products (Protected Designation of Origin [PDO], Protected Geographical Indication [PGI], etc.) which claim close links with production conditions. During last years, a number of works have been done to precise, in experimental conditions, the effects of each of these factors on the different dimensions of quality (sensorial, nutritional, hygienic...), as well as their integrated effects when they are observed in a more systemic approach, in the frame of farming systems. Examples from different species (poultry, pork, fish, bovine) are given to illustrate some of these effects.

Key words: animal feeding, traceability, labelled products, quality

J'ai choisi d'illustrer ce thème, relativement vaste, par des exemples issus de différentes espèces animales, et non pas de cibler sur une seule espèce. Mon propos sera donc incomplet et général ; je pourrai le préciser lors de la discussion qui suivra.

Contexte

Quelques éléments de contexte tout d'abord. C'est certainement une lapalissade de dire que la notion de qualité depuis maintenant plusieurs années est importante dans le discours, voire dans le choix des consommateurs. Ce qui est peut-être un peu plus récent, c'est qu'au-delà de la connaissance des caractéristiques d'un produit, qui participent à la définition de sa qualité, la connaissance des conditions de production, c'est-à-dire de la manière dont cette qualité est élaborée, devient incontournable. Enfin, je vous donnerai à la fin de mon exposé quelques exemples de travaux qui ont pour objectif de garantir l'origine ou/et les conditions de production des produits, ce qu'on désignera sous le terme, peut-être impropre mais pratique, de *traçabilité*.

Ce que je voudrais faire avant de commencer, c'est de préciser ce que l'entend par « qualité ». Cela me semble essentiel pour clarifier le discours. Lorsqu'on parle de qualité, on a souvent l'habitude de la séparer en trois grandes dimensions :

- une qualité dite *alimentaire*, intrinsèque, avec des aspects technologiques, hygiéniques, sensoriels ou nutritionnels ;
- une qualité dite *psychosociale* ou qualité d'image, extrinsèque ;

– une qualité *d'usage* ou *de service* dans laquelle on regroupe la manière de présenter le produit, de le distribuer, son prix, etc.

Dans le cas des produits animaux notamment, ces différentes dimensions de la qualité dépendent en partie de leur composition, qu'elle soit chimique ou microbiologique. Si l'on se place d'un point de vue purement biotechnique, ces différentes dimensions peuvent varier sous l'effet de facteurs, dits *d'aval*, technologiques qui ont souvent une place prépondérante mais

aussi de facteurs, dits *d'amont*, que l'on regroupe en deux grands thèmes d'une manière synthétique : d'une part les caractéristiques des animaux, d'autre part leur conduite, par exemple leur alimentation dont on parle beaucoup et sur laquelle on reviendra tout à l'heure (figure 1).

Le dernier élément de mon introduction vise à préciser qu'il y a plusieurs manières d'étudier ces déterminants de la qualité des produits. Il y a une approche analytique classique qui

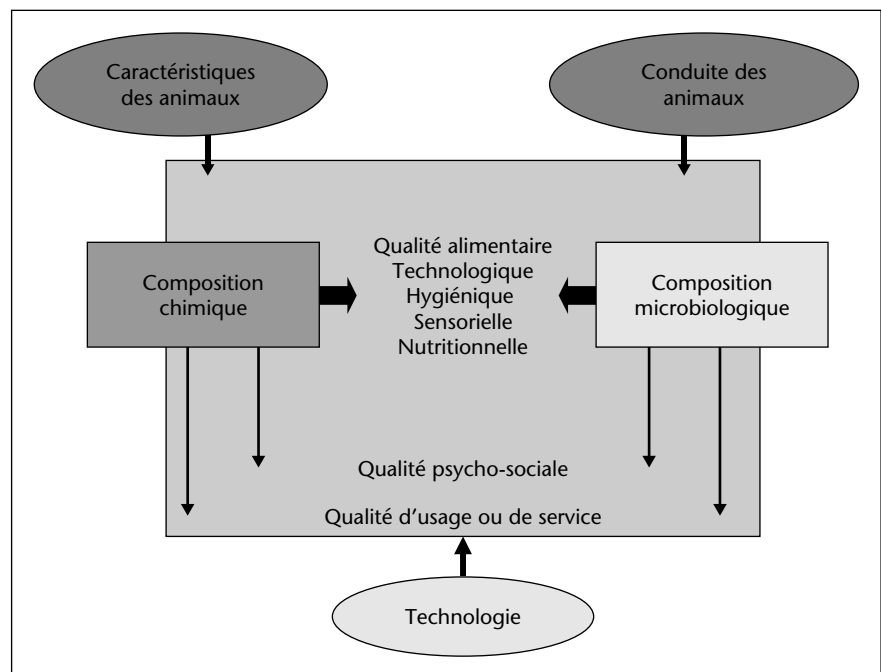


Figure 1. Déterminants de la qualité des produits animaux.

doi: 10.1684/ocl.2008.0181

consiste à étudier, dans un cadre expérimental, les effets d'un facteur donné, toutes choses étant égales par ailleurs. Il y a aussi une autre approche, globale, qui consiste, soit par expérimentation, soit par enquêtes, à étudier l'effet d'associations de facteurs, dans le cadre de comparaison de systèmes de production. Ces deux approches ne donnent pas les mêmes informations. On a eu parfois tendance à les opposer, je suis partisan de les considérer de manière complémentaire (figure 2).

Je vais donc vous donner quelques éléments pour illustrer ces aspects en commençant par des résultats obtenus avec des approches dites globales.

Approche globale

Le premier exemple provient de la production laitière et des fromages. Ce sont des travaux réalisés il y a une quinzaine d'années dans des exploitations fermières de reblochon, dans les Alpes du Nord [1], où l'objectif a été, à partir d'environ 200 fromages récoltés dans six exploitations, de préciser la part respective des conditions de production du lait et des facteurs technologiques de fabrication sur les caractéristiques du fromage affiné. On s'aperçoit dans cette étude de terrain que, même quand les conditions de fabrication sont comparables, il reste des différences qui peuvent être très importantes dans le produit fini. C'est ce qu'illustrent les photos de la figure 3 qui se traduisent par des notes d'appréciation sensorielle par un jury qui varient de 8 à près de 13, ce qui est considérable. Mais cela ne renseigne pas de manière formelle sur les facteurs qui existent derrière ces différences. Tout au plus, cette étude donne des pistes de facteurs de variation potentiels à étudier dans un cadre expérimental (figure 3).

Le deuxième exemple, pris cette fois-ci dans la filière avicole, compare des systèmes de production standard et des systèmes labels se différenciant par plusieurs facteurs : génétiques (ce ne sont pas les mêmes lignées utilisées dans les 2 systèmes), alimentaires, de conduite (la durée d'élevage est deux fois plus longue dans le système « label », et les animaux doivent avoir accès à un parcours extérieur)[2-5].

Quand on compare ces deux systèmes de production on observe des différences en termes de qualité technologique (par exemple des rendements en filets plus importants chez les animaux issus d'une production de type standard), sensorielle (jutosité et tendreté) et parfois nutritionnelle (teneur en pigments un peu supérieure dans les produits labels) (figure 4).

Troisième exemple, cette fois-ci issu des filières porcines [6, 7] pour illustrer la notion d'interaction entre facteurs. Comparons des systèmes

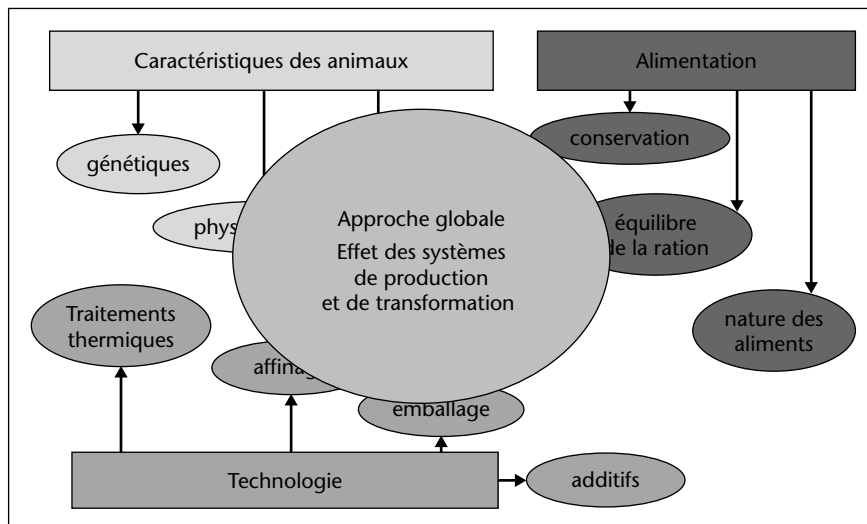


Figure 2. Déterminants de la qualité des produits : méthodes d'étude.

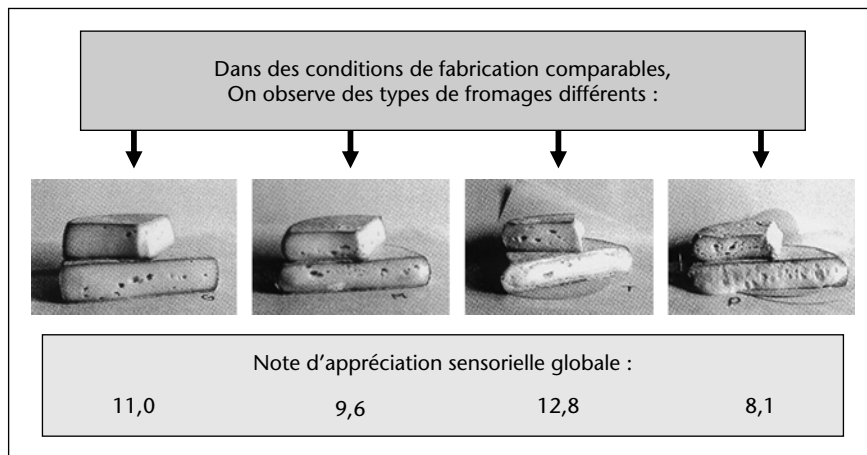


Figure 3. Caractéristiques du fromage et conditions de production. Reblochon fermier (6 exploitations, 199 fromages dont 84 à technologie comparable).

| | Standard | | Label |
|---|----------|---|-------|
| Qualité technologique | | | |
| gras abdominal (% PV) | 2,1 | | 2,1 |
| rendement en filet (% PV) | 17-20 | * | 12-15 |
| Qualité sensorielle (filet+cuisse) | | | |
| jutosité | 5,3 | * | 4,4 |
| tendreté | 7,1 | * | 5,7 |
| Qualité nutritionnelle (cuisse) | | | |
| lipides intramusculaires (%) | 1,3 | | 1,2 |
| teneurs en pigments (%) | 0,10 | * | 0,12 |

Figure 4. Système de production et qualités de la viande de poulet. D'après Culioli et al. (1990), Berri et al. (2005), Chartrin et al. (2005), données expérimentales URA non publiées.

| | Conventionnel | | Plein air |
|--|---------------|-----|-----------|
| Génotypes identiques : Peu de différences sauf sur qualité nutritionnelle | | | |
| Vitamine E (µg/g) | 2,5 | * | 3,4 |
| Génotypes spécifiques et finition adaptée : Fortes différences de qualités sensorielles | | | |
| exemple : porc ibérique, finition extensive avec glands et châtaignes | | | |
| Fermeté | 3,8 | ** | 2,8 |
| Jutosité | 4,9 | *** | 6,0 |
| Flaveur | 3,9 | *** | 5,0 |

Figure 5. Système de production et qualités de la viande de porc. D'après Nilzen et al. 2001, Cava et al. 2000.

de conduite conventionnels et en plein air, le plein air se différenciant du conventionnel par un accès à l'extérieur évidemment mais aussi parfois un accès à des surfaces en herbe, intégrant donc une dimension alimentaire. Quand on fait cette comparaison avec des génotypes identiques classiques, la majorité des travaux montrent qu'il y a assez peu de différence (parfois sur la qualité nutritionnelle, quand il y a un accès aux pâturages pour ces porcs). Par contre, quand on compare des systèmes où, au-delà de l'accès à l'extérieur, on associe des différences de génotypes très marquées (porcs large white, avec des systèmes conventionnels, porcs de races locales avec les systèmes plein air), on peut avoir des différences considérables en termes de caractéristiques sensorielles des produits. Ici l'exemple d'une étude réalisée avec des porcs ibériques conduits en plein air et finis avec une ration comprenant des glands et des châtaignes (figure 5).

Facteurs technologiques

Je ne détaillerai pas l'effet des facteurs technologiques sur les qualités des produits, parce qu'ils sont bien connus et que ce n'est pas mon domaine de compétence. Je donnerai simplement deux exemples illustratifs de l'importance de ces facteurs, notamment lorsque la matière première subit une transformation importante.

Le premier concerne l'effet de la durée de maturation sur la tendreté de la viande [8]. Sur la figure 6 (où la tendreté est estimée de deux façons, biochimique ou instrumentale), vous voyez que la durée de maturation a une

influence considérable sur la tendreté : il faut attendre environ 7 jours pour obtenir une tendreté correcte.

Le second concerne des résultats très récents, obtenus par nos collègues d'Aurillac [9] qui montrent l'effet du traitement thermique du lait sur la capacité d'un lait à inhiber le déve-

loppement de germes indésirables, en l'occurrence ici *Listeria monocytogenes*. Ils suggèrent que l'écosystème microbien de certains laits crus permet d'inhiber le développement de *Listeria monocytogenes* (figure 7).

Caractéristiques de l'animal

Je vais passer maintenant à quelques exemples concernant l'effet des caractéristiques des animaux.

Je donne un premier exemple qui est très connu mais qui illustre (figure 8) l'effet de deux facteurs majeurs liés à l'animal sur la composition en macroéléments du lait, ici le taux de matières grasses. On voit l'effet de la race et l'effet du stade de lactation (Coulon, non publié). Les vaches Holstein ont un taux butyreux environ supérieur de 2 g/kg à celui des Montbéliardes (et ce serait pratiquement l'inverse si on prenait le taux protéique). Le stade de lactation a un effet majeur d'environ 7 g/kg entre le minimum et le maximum, c'est-à-dire entre le deuxième mois de lactation et le tarissement.

Un autre exemple que je vais détailler un peu plus longuement. C'est un travail qui montre l'effet d'un variant génétique de la caséine du lait [10]. Un variant génétique c'est en quelque sorte une faute d'orthographe sur une phrase d'environ 200 lettres, puisqu'une caséine c'est

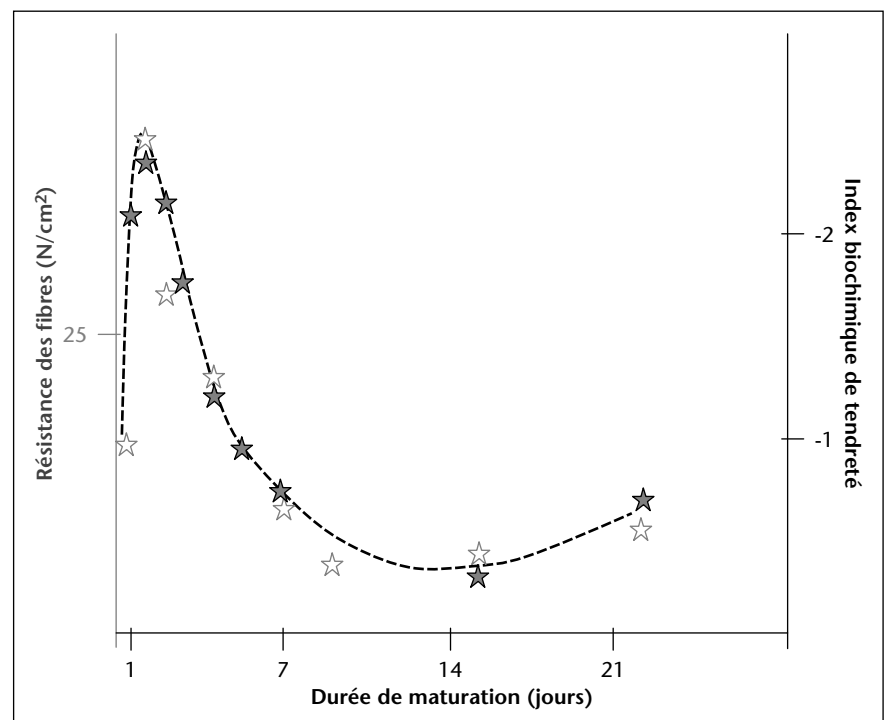


Figure 6. Durée de maturation et tendreté de la viande bovine. D'après Lepetit et al., 1986.

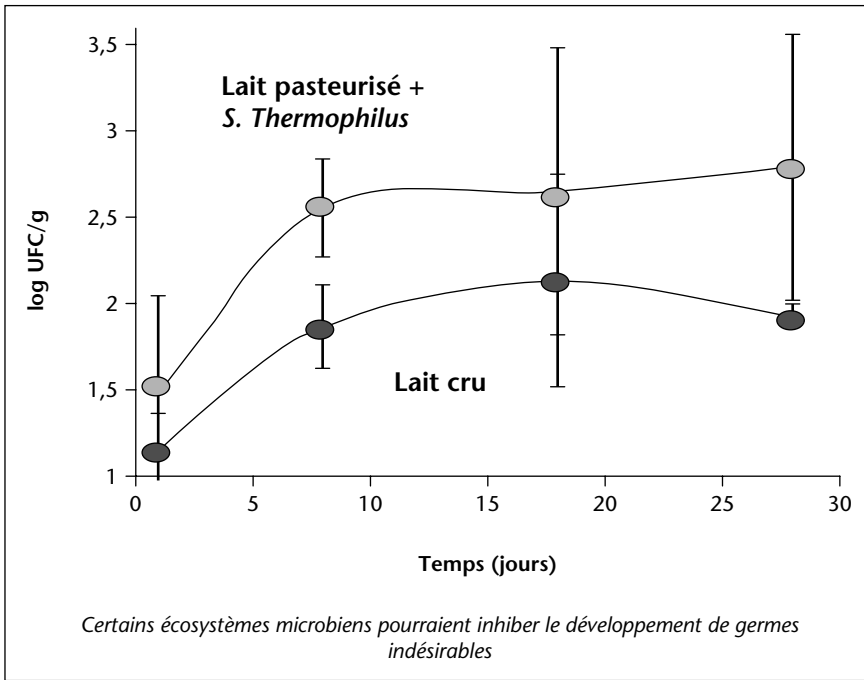


Figure 7. Lait cru et qualité sanitaire des fromages. Croissance de *L. monocytogenes* dans des fromages au lait pasteurisé ou cru. D'après Saubusse 2007.

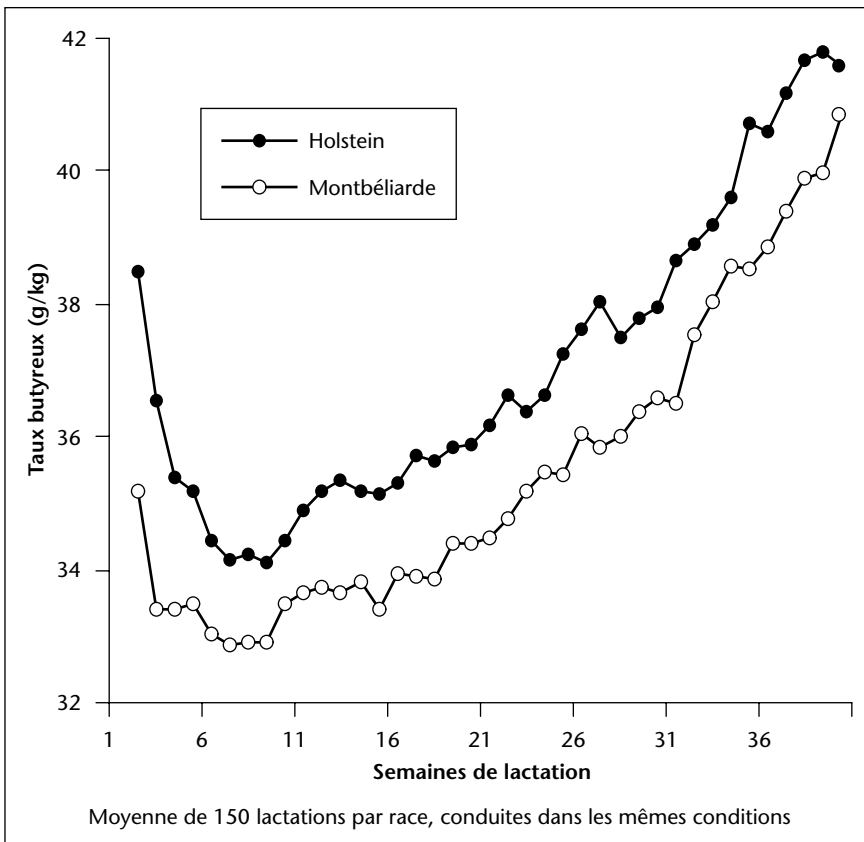


Figure 8. Effet de la race et du stade de lactation sur le taux butyreux du lait. D'après Coulon (non publié).

un assemblage d'environ 200 acides aminés. Un variant génétique est le changement d'un acide aminé sur cette chaîne. Il s'avère que la caséine bêta présente un variant génétique qui s'appelle le variant C qu'on n'a trouvé jusqu'à présent que chez les vaches de race Tarentaise, une des races rentrant dans le cahier des charges du fromage de Beaufort. Or des travaux ont montré que les vaches qui présentaient ce variant conduisaient à des fromages ayant des différences importantes de flaveur, de rendement et de texture. Les travaux de nos collègues de Jouy-en-Josas, à l'époque, ont permis de décortiquer et de comprendre l'effet de ce variant. Ce variant C de la caséine bêta conduit à des micelles très différentes qui sont à l'origine d'un caillé particulier, moins ferme et mal structuré, conduisant à des pertes en matières grasses (et donc des pertes de rendement) et à des différences de texture. Ce variant confère par ailleurs à la caséine une structure particulière qui va conduire à une dégradation plus lente au cours de l'affinage et donc à une flaveur différente. Voilà donc un exemple qui illustre des mécanismes sous-jacents aux facteurs étudiés.

Un dernier exemple concernant les facteurs animaux, celui de la tendreté de la viande. Vous savez peut-être que cela fait très longtemps que l'on essaye de comprendre ou de prévoir sa variation. Dans des travaux récents [11], là encore qui restent à valider, il semble que l'expression d'un gène qui s'appelle DNAI1 puisse être un bon marqueur de tendreté, comme vous le voyez sur la figure 9 obtenue sur une quinzaine d'animaux avec une corrélation qui, jusqu'à présent, n'avait jamais été obtenue dans d'autres études.

Alimentation

Quelques éléments maintenant concernant l'effet de l'alimentation. Je prendrai un exemple chez les poissons [12]. On pourrait trouver le même type de résultats chez le porc ou la volaille. On voit sur la figure 10 que la composition en acides gras du muscle de poisson dépend étroitement de celle des lipides de l'alimentation (ici l'huile de maïs comparée à l'huile de foie de morue), avec dans cet exemple une augmentation des acides gras en n-3, les fameux EPA et DHA, avec une alimentation à base d'huile de foie de morue.

Un deuxième exemple que je donnerai a fait l'objet de nombreux travaux dans les années 90, pour répondre à la question que se posaient les producteurs de fromages AOC pour savoir si les caractéristiques sensorielles de leurs fromages étaient sous la dépendance de la composition botanique des fourrages que les vaches ingéraient [13]. Dans une étude réalisée

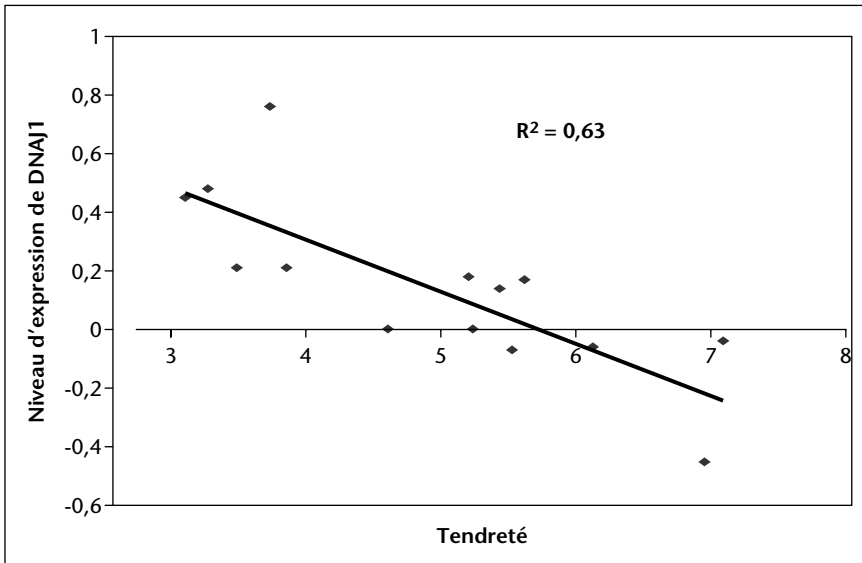


Figure 9. Caractéristiques génétiques et tendreté de la viande. D'après Bernard et al. 2007.

par nos collègues suisses sur du gruyère gras, des différences considérables de flaveur ont été obtenues selon que les animaux pâturaient des pâturages d'altitude ou de plaine très différents par leur composition floristique. Le même résultat a été obtenu en France sur le fromage de Beaufort selon que les animaux exploitaient

des alpages de haute ou de moyenne altitude. Dans un autre essai où nous avons fait pâturer deux versants du même alpage par les mêmes animaux à quelques semaines d'intervalle, deux versants qui étaient très différents en termes de composition floristique, on a obtenu des différences très importantes à la fois en

texture et en flaveur avec, dans ce cas précis, des éléments d'explication. Nous avons effectué le même type de travaux avec d'autres modèles fromagers, en l'occurrence le Saint-Nectaire, dans le Massif Central. Les résultats vont dans le même sens mais ils sont moins marqués sans que l'on sache si ce moindre marquage est lié au type de fromage utilisé qui n'est pas le même en termes de technologie ou au fait qu'il y avait moins de différence entre les fourrages utilisés (figure 11).

Le dernier exemple au niveau alimentaire concerne l'effet de l'alimentation sur les teneurs en micronutriments du fromage [14]. Dans cet essai, on a mesuré l'effet de 5 types de ration sur la composition du fromage en 4 micronutriments qui ont des effets supposés positifs en termes nutritionnels (CLA ou acide ruménique, bêta-carotène, vitamine E, vitamine A). On observe que les teneurs en CLA, bêta-carotène et vitamine E sont 2,5 à 4 fois supérieures dans les fromages affinés quand les animaux ont exploité du pâturage qu'avec des fourrages hivernaux. On ne retrouve pas ces écarts dans le cadre de la vitamine A (figure 12).

Traçabilité

Maintenant quelques éléments concernant l'authentification des lieux et des modes de production. Depuis quelques années, un certain nombre de travaux ont été réalisés dans cet objectif par analyse directe sur les tissus, fluides ou fèces des animaux. Deux grands types de méthodes analytiques ont été développés, la quantification de traceurs moléculaires ou atomiques d'une part, et des méthodes globales d'autre part (empreintes spectrales notamment).

Concernant ces méthodes globales, c'est par exemple le calcul d'un index spectrophotométrique, une sorte d'index de couleur. Dans cette étude [15] sur du lait réalisée en conditions expérimentales, nous avons six régimes différents. On s'aperçoit que cet index permet assez bien de différencier des régimes extrêmes à base de concentré ou d'ensilage de maïs et des régimes à base de pâturage, mais n'est pas très discriminante pour les régimes intermédiaires (herbe conservée sous la forme de foin ou d'ensilage) (figure 13).

Un autre exemple de méthode que vous connaissez peut-être parce qu'il a été beaucoup utilisé dans les spiritueux, dans les whisky en particulier, ce sont les isotopes de l'oxygène et en particulier le rapport entre le ^{18}O et le ^{16}O [16]. Cette approche a été utilisée sur des laits de deux régions différentes : la Bretagne et l'Auvergne, qui ont une différence d'altitude mais aussi de position par rapport à la mer. Ces méthodes permettent de bien différencier le même régime d'une région à l'autre, ou des

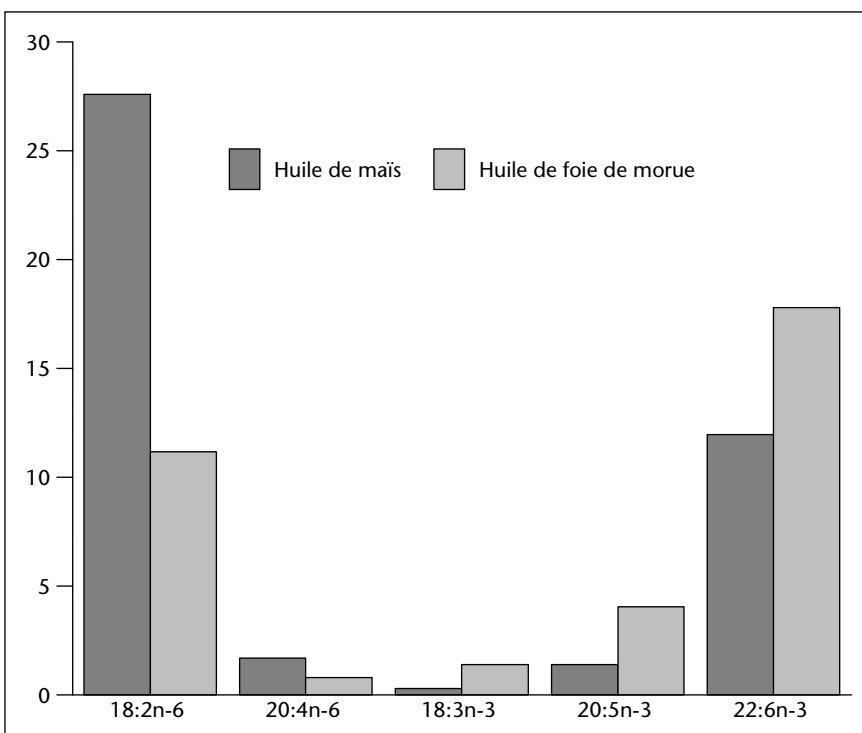


Figure 10. Nature de l'aliment et composition en AG du muscle de poisson. D'après Corraze & Kaushik, 1999.

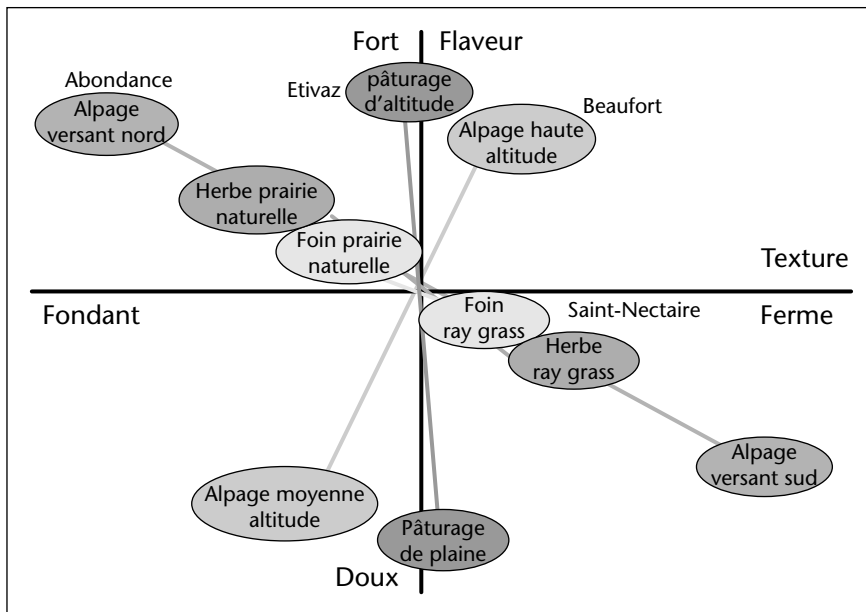


Figure 11. Nature floristique des fourrages et caractéristiques sensorielles des fromages. D'après Coulon et al. 2005.

régimes différents intrarégions, mais pas toujours des régimes différents d'une région à l'autre : sur la figure 14 on observe ainsi un même rapport isotopique pour les laits d'ensilage de maïs en Bretagne et ceux de pâturage en Auvergne.

La meilleure discrimination est actuellement obtenue en analysant simultanément plusieurs critères : dans l'exemple présenté en figure 15

[17], la prise en compte conjointe de 8 terpènes, 5 acides gras et du carotène permet une différenciation totale des 5 régimes étudiés. Mais cette démarche est coûteuse.

Conclusion

La première chose que je voudrais dire c'est qu'on est maintenant certain qu'il y a des effets

significatifs, parfois importants, des facteurs de production sur les caractéristiques des produits animaux. Ceci étant, je voudrais faire quelques remarques. La première c'est qu'il existe des effets variables selon les facteurs et le type de produit. Je rappelle simplement un exemple, l'effet des acides gras alimentaires. Ces effets ne sont pas les mêmes chez les monogastriques et les ruminants parce qu'un ruminant a un rumen et qu'il se passe des choses particulières dans le rumen en termes de modifications des acides gras issus des aliments. Deuxièmement, il existe des interactions entre ces facteurs de production, et il faut donc être prudent dans la généralisation des résultats obtenus dans des conditions particulières.

Par exemple, dans des travaux qui ont été faits il y a quelques années à propos de l'effet du mode de conservation de l'herbe sur les caractéristiques des fromages [18], plusieurs essais ont montré, sur des fromages de Saint-Nectaire, qu'à part l'indice de couleur qui était très différent selon qu'on distribuait aux vaches du foin ou de l'ensilage d'herbe, il n'y avait pratiquement aucune différence sur les autres descripteurs sensoriels. Par contre, quand on fait cet essai sur un autre type de fromage, le Cantal, qui n'est pas exactement la même technologie, on retrouve bien sûr cet effet de l'alimentation sur la couleur mais aussi des effets significatifs sur d'autres caractéristiques sensorielles, notamment la texture (figure 16).

Deuxième élément de ma conclusion : les résultats obtenus depuis maintenant une quinzaine d'années permettent de fournir aux responsables des filières professionnelles (notamment en ce qui concerne les produits AOC) des éléments objectifs pour la réflexion autour de leur cahier des charges.

Je voudrais maintenant revenir sur les différentes dimensions de la qualité dont nous avons parlé en introduction. Les résultats que je vous ai présentés concernent essentiellement la dimension intrinsèque, alimentaire, de la qualité. Il est important, quand on parle de la qualité d'un produit, de s'intéresser aussi à ses autres dimensions. Par exemple, il faut tenir compte du fait que certaines conditions d'élevage ont, auprès des consommateurs (au moins certains d'entre eux), des images positives ou négatives, qui vont influencer leur choix : je pense à l'élevage en plein air du côté positif, ou aux régimes à base d'ensilage du côté négatif.

Par ailleurs, il ne faut pas oublier la dimension économique avec deux aspects : quelle est la viabilité économique de modifications des conditions de production ayant un impact sur les caractéristiques sensorielles ou nutritionnelles d'un produit ? Comment se traduit, en termes de prix du produit, un cahier des charges

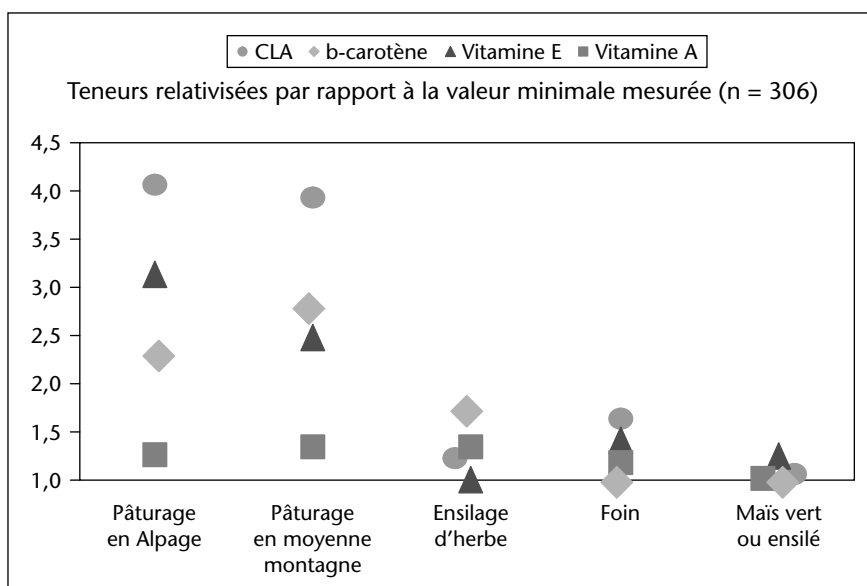


Figure 12. Nature des fourrages et teneur en micronutriments du fromage. D'après Lucas et al. 2006.

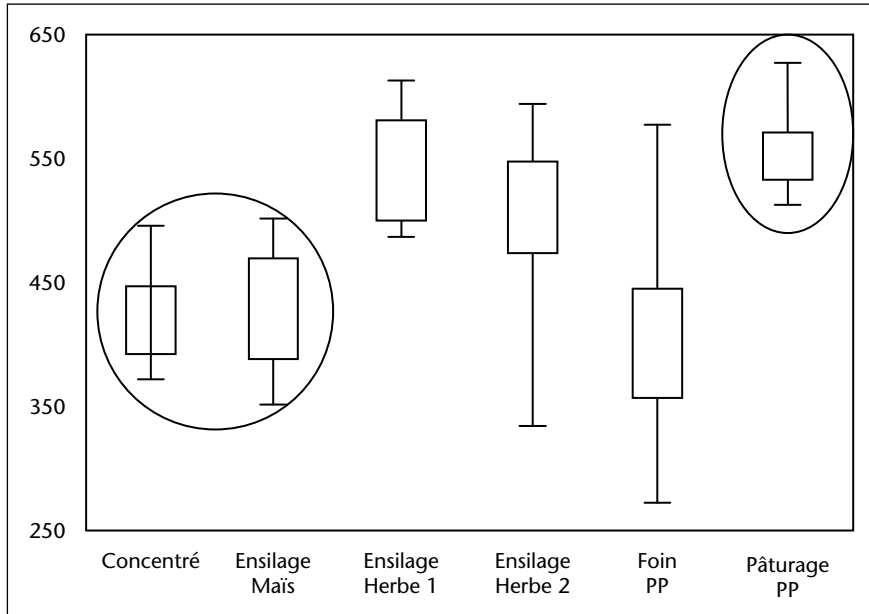


Figure 13. Méthode globale : index spectrocolorimétrique (450-530 nm). Étude sur laits individuels, conditions expérimentales, 6 régimes alimentaires. D'après Prache et al., 2002.

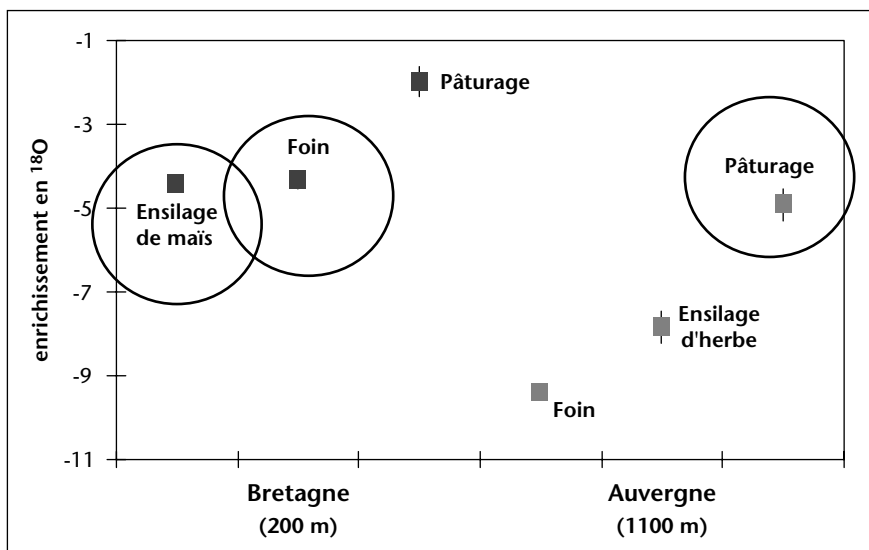


Figure 14. Isotopes de l'oxygène. Détermination de l'origine géographique et du type d'alimentation. Étude sur laits individuels, 2 régions et 6 régimes alimentaires. D'après Renou et al., 2004.

particulier ? Bien que cela ne soit pas dans mes compétences, j'ai essayé de chercher quelques données¹ que je vous soumetts pour finir cet exposé et pour illustrer la différenciation économique en termes de prix du produit fini. Par exemple, entre un poulet standard et un poulet label, l'écart de prix est de presque 50 % (don-

¹ Ces données concernent l'année 2006. Elles ont été fournies notamment par l'ITAVI, le SUACI Alpes du Nord, le Syndicat du Saint-Nectaire et le Syndicat du Beaufort que je tiens à remercier.

nées Rungis) ; entre un Saint-Nectaire Fermier et un Saint-Nectaire Laitier, l'écart est actuellement d'environ 35 %. On observe à peu près le même écart pour le Reblochon. Cet écart peut atteindre 35 % entre un Beaufort d'hiver et un Beaufort d'alpage. J'ai regardé ce qui se passait aussi dans le cadre d'un même produit, le Saint-Nectaire Fermier, selon qu'il était en vente directe, en libre-service ou à la coupe. L'écart atteint 40 % entre la coupe et la vente directe. Enfin, il existe des différences de prix sensibles pour un même produit selon son lieu

de vente : dans le cas du Beaufort ces différences peuvent atteindre 20 %.

RÉFÉRENCES

- MARTIN B, COULON JB. 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* 1995 ; 75 : 133-49.

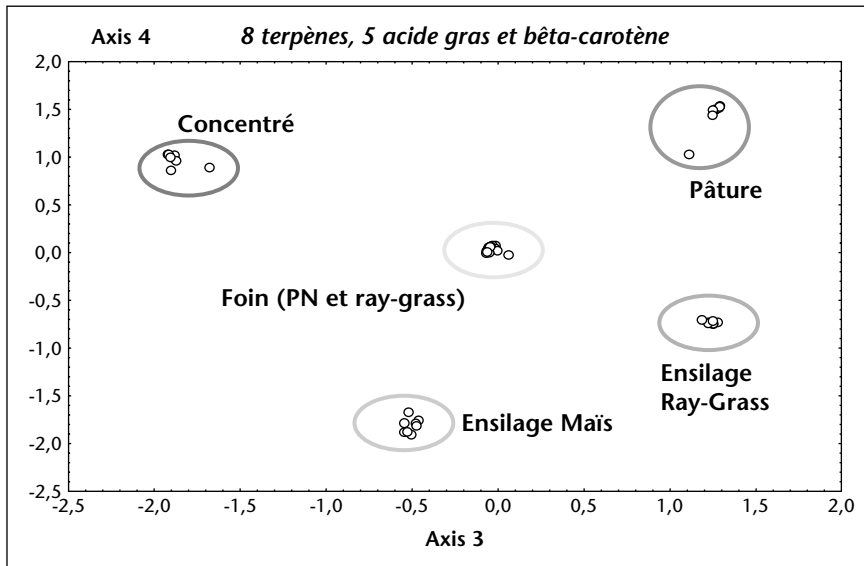


Figure 15. Analyse simultanée des terpènes, des carotènes et des acides gras. D'après Cornu et al. 2004.

| | St Nectaire | | Cantalet | |
|--------------------------|-------------|--------|----------|--------|
| | Foin | EH | Foin | EH |
| Indice de jaune | 23,6 | * 28,3 | 29,5 | * 33,4 |
| Texture fondante | 4,4 | NS 4,5 | 3,9 | * 3,2 |
| Flaveur : descripteurs ≠ | 2/34 | | 9/56 | |
| Appréciation globale | | | | |
| Pâte | 3,8 | NS 3,8 | 3,6 | * 3,3 |
| Goût | 6,7 | NS 6,8 | 7,0 | * 6,5 |

Figure 16. Mode de conservation du fourrage et caractéristiques du fromage. Interaction avec la technologie fromagère. D'après Martin et al. 2001.

- CULIOLI J, TOURAILLE C, BORDES P, GIRARD JP. Caractéristiques des carcasses et de la viande du poulet « label fermier ». *Arch Geflügelk* 1990 ; 53 : 237-45.
- BERRI C, LE BIHAN-DUVAL E, BAEZA E, ET AL. Further processing characteristics of breast and leg meat from fast-, medium- and slow-growing commercial chickens. *Anim Res* 2005 ; 54 : 123-34.
- CHARTRIN P, BERRI C, LE BIHAN-DUVAL E, QUENTIN M, BAÉZA E. Lipid and fatty acid composition of fresh and cured-cooked breast meat of standard, certified and label chickens. *Arch Geflügelk* 2005 ; 69 : 219-25.
- BERRI C, DEBUT M, SANTE-LHOUTELLIER V, ET AL. Variations in chicken breast meat quality: implications of struggle and muscle glycogen content at death. *Br Poult Sci* 2005 ; 46 : 572-9.
- CAVA R, VENTANAS J, RUIZ J, ANDRES AI, ANTEQUERA T. Sensory characteristics of iberian ham : influence of rearing system and muscle location. *Food Sci Technol Intern* 2000 ; 6 : 235-42.
- NILZEN V, BABOL J, DUTTA PC, LUNDEHEIM N, ENFÄLT AC, LUNDSTRÖM K. Free range rearing of pigs with access to pasture grazing - effect on fatty acid composition and lipid oxidation products. *Meat Sci* 2001 ; 58 : 267-75.
- LEPETIT J, SALE P, OUALI A. Post-mortem evolution of rheological properties of the myofibrillar structure. *Meat Sci* 1986 ; 16 : 161-74.
- SAUBUSSE M. Effet de barrière des populations des laits crus vis-à-vis de listeria monocytogenes dans un fromage à pâte pressée non cuite. Thèse, Université blaise Pascal, 111 pp, 2007.
- MARIE C, DELACROIX-BUCHET A. Comparaison des variants A et C de la caséine bêta des laits de vaches Tarentaises en modèle fromager de type beaufort. 2- Protéolyse et qualité des fromages. *Lait* 1994 ; 74 : 443-59.
- BERNARD C, CASSAR-MALEK I, LE CUNFF M, BUBROEUCQ H, RENAND G, HOCQUETTE JF. New indicators of beef sensory quality revealed by transcriptomic approaches. *J Agric Food Chem* 2007 ; 55 : 5229-37.
- CORRAZE G, KAUSHIK S. Les lipides des poissons marins et d'eau douce. *OCL* 1999 ; 6 : 111-5.
- COULON JB, DELACROIX-BUCHET A, MARTIN B, PIRISI A. Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages. *INRA Prod Anim* 2005 ; 18 : 49-62.
- LUCAS A, HULIN S, MICHEL V, ET AL. Relations entre les conditions de production du lait et les teneurs en composés d'intérêt nutritionnel dans le fromage : étude en conditions réelles de production. *INRA Prod Anim* 2006 ; 19 : 15-28.
- PRACHE S, MARTIN B, NOZIERE P, ET AL. Authentification de l'alimentation des ruminants à partir de la composition de leurs produits et tissus. *INRA Prod Anim* 2007 ; 20 : 295-308.
- RENOU JP, DEPONGE C, GACHON P, ET AL. Characterization of animal products according to geographic origin and feeding diet using nuclear magnetic resonance and isotope ratio mass spectrometry : cow milk. *Food Chem* 2004 ; 85 : 63-6.
- MARTIN B, CORNU A, KONDOJOYAN N, ET AL. Milk indicators for recognizing the types of forages eaten by dairy cows. In : Hocquette JF, Gigli S, eds. *Indicators of milk and beef quality*. Wageningen, The Netherlands : Wageningen Academic Publishers, 2005 : 127-36 ; (EAAP Publication 112).
- VERDIER-METZ I, MARTIN B, PRADEL P, ET AL. Effect of grass-silage vs hay diet on the characteristics of cheese : interactions with the cheese model. *Lait* 2005 ; 85 : 469-80.