

## **Composés d'intérêt nutritionnel de laits de grand mélange : teneurs en acides gras et vitamines selon l'altitude et la saison**

C. AGABRIEL (1), A. FERLAY (2), C. JOURNAL (1), C. SIBRA (1), D. TEISSIER (3), P. GROLIER (4), J.C. BONNEFOY (2), E. ROCK (4), Y. CHILLIARD (2), B. MARTIN (2)

(1) *Unité Élevage et Productions des Ruminants, soutenue par l'INRA, ENITA Clermont, 63370 Lempdes*

(2) *Unité de Recherches sur les Herbivores, INRA, 63122 Saint Genès Champanelle*

(3) *Chambre d'Agriculture de Haute-Loire, 43000 Le Puy en Velay*

(4) *Unité Maladies Métaboliques et Micronutriments, INRA, 63122 Saint Genès Champanelle*

**RESUME** - Des travaux récents, menés en conditions expérimentales, ont montré que les teneurs des laits en certains constituants d'intérêt nutritionnel (acides gras, vitamines A et E, caroténoïdes) varient fortement selon les régimes alimentaires. L'objectif de cette étude était de confirmer ces résultats expérimentaux avec des laits de mélange valorisés par l'industrie laitière et produits dans 5 zones du département de Haute-Loire distinctes par l'altitude et le système fourrager.

Du lait, issu de 2 tournées délimitées au sein de chaque zone (7 à 37 troupeaux par tournée), a été collecté 2 fois en hiver (alimentation des vaches à base de fourrages conservés) et 3 fois en été (alimentation comprenant du pâturage). Les teneurs en acides gras, vitamines et caroténoïdes des 50 laits de citerne ont été mesurées. Les conditions de production du lait, enregistrées dans les 206 exploitations concernées, ont permis de constituer des indicateurs à l'échelle de la tournée, en prenant en compte la contribution relative de chaque troupeau au remplissage de la citerne. Les caractéristiques des 50 "troupeaux moyens" ainsi définis (l'altitude, la race, le stade physiologique des vaches et surtout leur alimentation) ont été mises en relation avec celles des laits de citerne.

Les caractéristiques des laits diffèrent selon la saison de production (hiver ou été) et pour chaque saison selon la provenance des laits (plaine ou montagne). Les laits produits au pâturage ont été plus jaunes et plus riches en  $\beta$ -carotène, lutéine, vitamine E et acides gras insaturés. Intra-saison, les laits de montagne se sont différenciés des laits de plaine par des teneurs en acide gras insaturés globalement plus élevées et une couleur plus soutenue. Les différences observées sont d'abord liées à la nature des fourrages consommés par les animaux, notamment à la présence en quantité significative de maïs dans les zones de plaine et à l'utilisation majoritaire d'herbe dans les zones de montagne et au pâturage. Les indicateurs relatifs à l'alimentation des "troupeaux moyens" ont permis de confirmer l'effet du mode de conservation de l'herbe et de sa composition floristique sur les teneurs en vitamine E et sur la composition en acides gras de laits de tournées.

La majorité des résultats obtenus en conditions expérimentales est ainsi confirmée par une approche multi-factorielle sur le terrain. La variabilité des constituants de ces laits de tournée a été, dans l'ensemble, aussi importante que celle observée sur des laits de lots de vaches nourries avec des régimes extrêmes.

## **Nutritional composition of great bulk milk : effects of season and altitude on Fatty Acid and Vitamin Composition**

C. AGABRIEL (1), A. FERLAY (2), C. JOURNAL (1), C. SIBRA (1), D. TEISSIER (3), P. GROLIER (4), J.C. BONNEFOY (2), E. ROCK (4), Y. CHILLIARD (2), B. MARTIN (2)

(1) *Unité Élevage et Productions des Ruminants, soutenue par l'INRA, ENITA Clermont, 63370 Lempdes*

**SUMMARY** - Recent studies, carried out in experimental conditions, showed the effect of feeding on the nutritional composition of milk (fatty acids, vitamins, carotenoids). The aim of this study was to verify these results with bulk milk marketed by the dairy industry and produced in 5 areas in the Haute-Loire and which differed mainly in altitude and forage system. Milk was collected in 2 tours delimited in each area (7 to 37 herds per tour), twice in the winter (cows diet with preserved forage) and three times in the summer (grass-based diet). Fatty acids, vitamin A and E, carotene and lutein were analysed on the 50 bulk milk samples. Indicators based on production conditions of milk on the 206 farms concerned were elaborated on a tour scale. The characteristics of the 50 "mean herds" were defined considering the milk proportion of each herd in the collection tanker. These characteristics (altitude, breed, stage of lactation and especially cow's feeding) were connected with those of collection tanker milk. The characteristics of milk differed according to the season of production (winter vs summer) and for each season according to the origin of the milk (plain vs mountain). Milks produced in the summer were more yellow and richer in  $\beta$ -carotene, lutein, vitamin E and unsaturated fatty acids than those produced in the winter. Within season, milks produced in the mountain had higher proportions of unsaturated fatty acids and a stronger colour than those produced in the plain. The differences were first linked to the nature of the forages ingested, significant maize quantities in plain areas and grass predominantly present in the mountain and at pasture. Most experimental results were confirmed in this multifactorial field study, in particular the effect of the type of forage, the grass preservation method and the grass botanical composition on the components with nutritional interest (vitamin E and fatty acids). The variability in these components in bulk milk was quite as large as that observed in the milk from the groups of cows fed with very different diets.

## INTRODUCTION

Les produits laitiers sont une source importante de composés d'intérêt nutritionnel dans l'alimentation humaine. Leur consommation apporte notamment des minéraux, des protéines de haute valeur nutritionnelle, des micronutriments et des acides gras dont certains sont potentiellement intéressants pour la santé (mono et poly-insaturés en particulier CLA et Oméga3). Malheureusement, d'autres acides gras consommés en excès, pourraient avoir des effets négatifs (acides gras saturés et insaturés de forme trans). Des travaux récents, menés en conditions expérimentales, ont montré que les teneurs de la majorité des composés de la fraction grasse du lait (en particulier les vitamines A et E, le  $\beta$ -carotène et les acides gras) varient fortement selon la nature du fourrage distribué aux animaux (Martin *et al.*, 2002). L'objectif de cette étude, est de confirmer ces résultats avec des laits de grand mélange valorisés par l'industrie laitière et produits dans 5 zones du département de Haute-Loire.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Les cinq zones de production laitière se distinguent par l'altitude et le type de système fourrager (tableau1).

**Tableau 1** : caractéristiques des différentes zones

Zone	Altitude	Système fourrager et nature de la ration principale
Montagne (2 zones)	1100 m	Systèmes herbagers basés sur la prairie permanente récoltée en foin ou en balles rondes enrubannées
	1090 m	Systèmes herbagers basés sur la prairie permanente et temporaire, récoltée en foin, enrubannage ou ensilage, avec implantation de céréales
1/2 montagne (2 zones)	960 m	Systèmes fourragers basés sur la prairie temporaire et l'ensilage de maïs.
	780 m	Systèmes fourragers basés sur la prairie temporaire et l'ensilage de maïs.
Plaine (1 zone)	450 m	Systèmes fourragers basés sur l'ensilage de maïs.

Du lait, issu de 10 tournées délimitées à dire d'experts (2 tournées homogènes au sein de chacune des 5 zones), a été collecté 5 fois au cours de l'année à des moments clés de l'alimentation des animaux (2 fois en période d'hivernage, février et mars 2003, et 3 fois en période de pâturage, mai, juillet et octobre 2003). Pour chacune de ces 50 collectes, le lait de 4 à 6 traites était prélevé dans les citernes de ramassage (contenant de 4 082 à 32 998 litres). Il était alors réfrigéré, acheminé au laboratoire et congelé avant les analyses.

Les teneurs en vitamines A et E, en caroténoïdes (extraction par méthode chromatographique) et la couleur des 50 laits de mélange ont été mesurées par spectro-colorimétrie. Le profil en acides gras de ces laits a été mesuré par chromatographie phase gazeuse sur une colonne CPSil 88 de 100 mètres.

A partir d'enquêtes réalisées pour chacune des 5 périodes de collecte, auprès des 206 producteurs concernés, les conditions de production des laits de mélange récoltés au sein des 10 tournées (10 à 37 producteurs par tournée) ont

permis de définir 50 "troupeaux moyens" (20 en période d'hivernage et 30 en période de pâturage). Les indicateurs caractérisant ces 50 "troupeaux moyens" ont été élaborés en prenant en compte la contribution relative de chaque troupeau au remplissage de la citerne (0,1 à 27,6 %). Les régimes alimentaires des "troupeaux moyens" ont été décrits par deux indicateurs relatifs à la ration de base consommée (mode de conservation et nature du fourrage) ainsi que par un indicateur décrivant l'importance des aliments concentrés. Les proportions de fourrages dans la ration ont été calculées à partir des quantités distribuées annoncées dans les enquêtes et de l'estimation de la consommation d'herbe sur pied au pâturage. Les régimes alimentaires des 20 "troupeaux moyens" de l'hivernage ont été regroupés en 4 variantes (H1 à H4) et ceux des 30 "troupeaux moyens" du pâturage en 5 variantes (E1 à E5) (tableau2).

Les données ont été traitées par deux analyses de variance successives : d'une part en introduisant dans le modèle les effets de la saison (hiver vs été), de l'altitude (plaine, demi-montagne, montagne) et leur interaction, et d'autre part selon le régime alimentaire (9 variantes). Seuls les résultats de cette dernière analyse sont présentés dans les tableaux. Pour visualiser de façon synthétique la variabilité des caractéristiques des laits présentant un intérêt potentiel sur le plan nutritionnel, une analyse en composantes principales (ACP - logiciel SPAD) a été réalisée à partir de 14 constituants (4 vitamines et caroténoïdes et 10 acides gras présentés dans le tableau3).

## 2. RESULTATS

### 2.1. LES TROUPEAUX MOYENS

Les vaches des "troupeaux moyens" étaient majoritairement de race Montbéliarde. L'alimentation des "troupeaux moyens" a été très diverse, aussi bien dans le mode de conservation des fourrages (5 à 83 % de foin, 0 à 52 % d'enrubannage, 0 à 45 % d'ensilage d'herbe, 0 à 70 % d'ensilage de maïs et 0 à 88 % d'herbe pâturée) que dans la nature du fourrage (15 à 100 % de prairie permanente, 0 à 73 % de prairie temporaire et 0 à 70 % d'ensilage de maïs). Les quantités d'aliment concentré ont varié de 1,8 à 5,5 kg par vache et par jour. Ces différences étaient liées à la saison et, au sein de chaque saison, l'importance des différents fourrages composant les rations a été très variable, en particulier en fonction de l'altitude (tableau 2). Ainsi les variantes d'alimentation, classées au sein de chaque saison selon l'importance croissante de la prairie permanente et celle décroissante de l'ensilage de maïs dans la ration, recourent en partie l'altitude de provenance du lait (tableau1). Ceci correspond au passage de systèmes alimentaires de plaine, avec une proportion un peu plus importante de lait produit par des animaux prim'holstein, à des systèmes alimentaires de montagne, associés à une part croissante de lait produit par des vaches montbéliardes. Globalement, les quantités d'aliment concentré distribuées en hiver ont été plus importantes que celles offertes en été. Pendant l'été, la complémentarité fourragère a été importante en plaine (1 / 2 de la ration dont les 2 / 3 d'ensilage de maïs). Le stade physiologique calculé pour chaque "troupeau moyen" a varié de 4,5 à 7,1 mois de lactation, avec des vêlages plus groupés en automne en zone de plaine.

**Tableau 2** : caractéristiques des "troupeaux moyens" selon les 9 variantes de régime alimentaire

Variantes d'alimentation	HIVERNAGE				PÂTURAGE					ETR	Sign. Stat. <sup>1</sup>
	H1	H2	H3	H4	E1	E2	E3	E4	E5		
Nombre de "troupeaux moyens"	n=4	n=4	n=8	n=4	n=7	n=6	n=6	n=5	n=6		
Localisation <sup>2</sup>	plaine	1/2 mont	1/2 mont + mont	mont	plaine	1/2 mont	1/2 mont + mont	1/2 mont + mont	mont		
Altitude <sup>3</sup> (m)	454	782	1024	1129	474	840	915	1019	1122		
<b>Nature des fourrages</b>											
% Prairies permanentes	19a	21a	40b	97e	34b	54c	60c	76d	96e	7	***
% Prairies temporaires	19b	43d	58e	3a	32cd	39d	40d	23bc	3a	9	***
% Maïs plante entière	62c	35b	2a	0a	33b	7a	0a	0a	1a	4	***
<b>Mode de conservation des fourrages</b>											
% Herbe	0a	0a	0a	0a	49b	71c	73c	68c	77c	8	***
% Foin	16ab	20ab	38c	65d	11a	15ab	21ab	27b	21ab	8	***
% Enrubannage	2a	4a	27b	35c	1a	2a	5a	4a	1a	6	***
% Ensilage herbe	20b	41d	33c	0a	6a	4a	3a	1a	0a	6	***
% Ensilage de maïs	62c	35b	2a	0a	33b	7a	0a	0a	1a	4	***
Aliment concentré (kg / VL / j)	4,2bc	4,5cd	5,0d	3,3ab	3,7b	3,3ab	3,4ab	3,4ab	2,6a	0,5	***
<b>Race des vaches laitières</b>											
% Montbéliardes	37a	53b	80cd	97d	55b	61bc	76c	80cd	97d	12	***
% Prim'holstein	61d	43c	18ab	2a	45c	36c	21b	17ab	2a	11	***
Stade physiologique (mois)	4,8a	5,2abc	5,1ab	5,9cd	6,2d	5,9cd	5,6bcd	5,6bcd	5,2abc	0,3	***

Les valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes entre elles au seuil de 5 % (Newman Keuls) – ETR = Ecart Type Résiduel

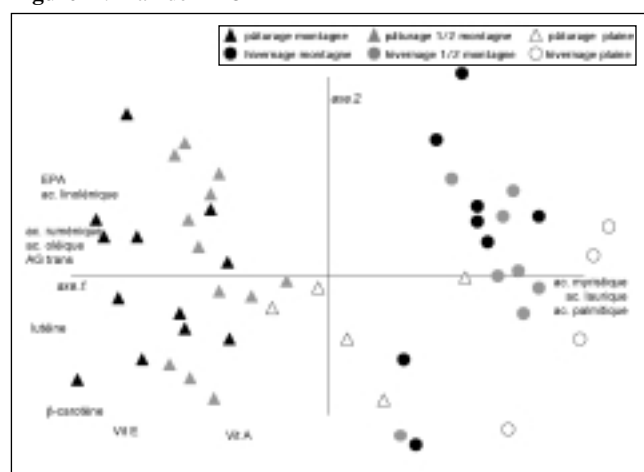
<sup>1</sup> signification statistique : NS : non significatif ; +: P ≤ 0,1 ; \*: P ≤ 0,05 ; \*\*: P ≤ 0,01 ; \*\*\*: P ≤ 0,001 <sup>2</sup> mont = montagne <sup>3</sup> altitude de localisation des vaches

## 2.2. LES LAITS DE TOURNEES

Le 1<sup>er</sup> axe de l'ACP (réalisée à partir de 14 constituants) explique 54 % de la variabilité des caractéristiques du lait. Il oppose les laits riches en acides gras moyens saturés à des laits riches en acides gras insaturés de forme trans et en acides ruménique, oléique, oméga 3 ainsi qu'en lutéine. Le 2<sup>ème</sup> axe explique 14 % de la variabilité. Il oppose les laits riches en vitamines A et E et β-carotène à des laits pauvres en ces composants (figure 1).

Sur le plan défini par ces deux axes, les laits se différencient d'abord selon la saison de production ; les laits produits au cours de la période de pâturage sont nettement plus riches en acides gras insaturés (en particulier les acides ruménique, oléique et linoléique), en acides gras mono-insaturés de forme trans (comme l'acide vaccénique), en lutéine, β-carotène et vitamine E. A l'intérieur de chaque saison, sur le premier axe de l'ACP, les laits de plaine se situent toujours à droite des laits d'altitude ; ils sont plus riches en acide myristique, laurique et palmitique.

**Figure 1** : Plan de l'ACP



Ces différences liées à la saison et à l'altitude de production sont en général associées aux régimes alimentaires des animaux (tableau 3).

**Tableau 3** : caractéristiques des des laits de citerne selon les 9 variantes de régime alimentaire

Variantes d'alimentation	HIVERNAGE				PÂTURAGE					ETR	Sign. Stat. <sup>1</sup>
	H1	H2	H3	H4	E1	E2	E3	E4	E5		
Nombre de "troupeaux moyens"	n=4	n=4	n=8	n=4	n=7	n=6	n=6	n=5	n=6		
<b>Acides gras saturés</b> (% des acides gras totaux)											
Acide butyrique (C4)	3,1a	3,1a	3,0a	3,4ab	3,1a	3,2ab	3,2ab	3,1a	3,5b	0,2	**
Acide laurique (C12)	3,8d	3,6cd	3,6cd	3,5bcd	3,3bc	3,3abc	3,0a	3,3abc	3,1ab	0,2	***
Acide myristique (C14)	11,9c	12,0c	12,3c	12,3c	11,3b	11,0ab	10,7a	10,9ab	10,8ab	0,3	***
Acide palmitique (C16)	35,3d	34,7d	34,0d	32,4c	30,4b	27,6a	27,3a	26,6a	25,8a	1,3	***
<b>Acides gras insaturés</b> (% des acides gras totaux)											
Acides gras trans <sup>4</sup>	1,9a	1,7a	1,8a	2,0a	3,0b	3,7c	4,0cd	4,4d	5,0e	0,4	***
Acide oléique (C18 : 1cis9)	16,3a	16,6ab	16,1ab	17,7b	19,1c	19,8c	20,5c	20,2c	19,6c	0,8	***
Acide ruménique (C18:2cis9tr11) <sup>5</sup>	0,3a	0,4a	0,4a	0,6ab	0,7b	1,0c	1,2c	1,2c	1,5d	0,2	***
Acide linoléique (C18:2cis9cis12)	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	0,1	*
Acide linoléique (C18 : 3n3) <sup>6</sup>	0,3a	0,6b	0,6b	0,6b	0,5b	0,8c	0,8c	0,9c	0,8c	0,1	***
EPA (C20:5n 3) <sup>6</sup>	0,04a	0,06b	0,08c	0,08c	0,06b	0,08c	0,08c	0,08c	0,08c	0,01	***
<b>Vitamines et caroténoïdes</b> (µg / g MG)											
Vitamine A	7,3	6,4	6,7	5,7	7,9	8,5	6,7	8,5	6,6	2,4	NS
β-carotène	3,4ab	3,5ab	3,3ab	2,2a	4,9bc	5,8c	5,0bc	4,8bc	4,9bc	1,2	***
Vitamine E	15,4ab	13,7ab	15,0ab	9,9a	18,9ab	21,0b	17,9ab	21,2b	20,7b	5,1	*
Lutéine	0,27a	0,27a	0,33a	0,28a	0,41ab	0,54bc	0,53bc	0,53bc	0,63c	0,1	***

Les valeurs avec des lettres différentes sont significativement différentes entre elles au seuil de 5 % (Newman Keuls) – ETR = Ecart Type Résiduel

<sup>1</sup> signification statistique : NS : non significatif ; +: P ≤ 0,1 ; \*: P ≤ 0,05 ; \*\*: P ≤ 0,01 ; \*\*\*: P ≤ 0,001 <sup>2</sup> mont = montagne <sup>3</sup> altitude de localisation des vaches

<sup>4</sup> somme C18 : 1 tr6 à tr13 + C16:1 tr <sup>5</sup> principal isomère des CLA du lait <sup>6</sup> Oméga3

En hiver, les caractéristiques des laits n'ont pas varié de façon significative selon les variantes alimentaires H1 à H4 à l'exception des proportions plus faibles d'acides palmitique en H4 (forte proportion de foin), d'EPA en H1 et H2 (fortes proportions d'ensilage de maïs) et d'acide linoléique en H1. En revanche, en été, la variabilité de la majorité des composés du lait a été fortement liée aux variantes d'alimentation et on observe généralement une progression linéaire de E1 (proche des laits d'hiver) à E5 qui a conduit aux laits les plus riches en acide butyrique, acides mono-insaturés trans et acide ruménique et les moins riches en acide palmitique. Cette progression a été en particulier associée à la part croissante de prairie permanente. Par exemple, une corrélation positive a été observée entre les teneurs des laits en acide ruménique et les proportions estimées d'herbe pâturée ( $r = 0,61$ ,  $p < 0,001$ ) ou de prairie permanente ( $r = 0,75$ ,  $p < 0,001$ ) dans la ration.

La saison ou les conditions d'alimentation n'ont pas influencé la teneur des laits en vitamine A. Par contre, les teneurs en vitamine E et caroténoïdes des laits prélevés en été étaient supérieures à celles mesurées l'hiver (respectivement 19,7 et 14,1  $\mu\text{g} / \text{g MG}$  pour la vitamine E et 5,0 et 3,2  $\mu\text{g} / \text{g MG}$  pour le  $\beta$ -carotène) ce qui s'est traduit par une couleur plus jaune des laits (indice de jaune de 8,6 en été et 7,9 en hiver). Intra-saison, pour ces micronutriments, les différences selon les variantes d'alimentation (ou l'altitude) ont été faibles.

### 3. DISCUSSION- CONCLUSION

L'importante variabilité des caractéristiques nutritionnelles des laits, observée dans cette étude, a été liée en premier lieu à la saison, et intra-saison à la provenance des laits : zone de plaine avec présence en quantité significative d'ensilage de maïs vs zone de montagne avec une utilisation majoritaire d'herbe. Ces résultats confirment ainsi des données obtenues dans d'autres régions de montagne sur des laits de troupeaux (Collomb *et al.* 1999, Martin *et al.* 2002, Lucas *et al.* 2003, Zeppa *et al.* 2003). Les particularités de ces laits de montagne sont directement liées à une alimentation à base d'herbe de prairie permanente et sans doute à sa diversité floristique, notamment à sa richesse en dicotylédones non légumineuses, comme le montrent les résultats de Collomb *et al.* (1999) et Pizzillo *et al.* (2004). La variabilité observée ne peut pas être reliée à la race des animaux compte tenu de la prédominance de la race Montbéliarde dans les troupeaux. Cette étude a en outre permis de confirmer la majorité des résultats obtenus précédemment en conditions expérimentales (Martin *et al.* 2002). La variabilité de certains constituants de ces laits de tournée, en particulier l'acide ruménique, a été aussi importante que celle observée sur des laits de lots de vaches nourries avec des régimes à base d'un seul fourrage et conduits en conditions expérimentales (Chilliard *et al.* 2001, Ferlay *et al.* 2002). Les associations entre les indicateurs relatifs à l'alimentation des "troupeaux moyens" et les proportions des différents

acides gras ont ainsi permis de confirmer l'effet de la nature du fourrage (herbe vs maïs) et pour les régimes à base d'herbe, de son mode de présentation (pâturée vs conservée) (Ferlay *et al.* 2002).

A l'inverse, les plus fortes teneurs en vitamine A des laits issus du pâturage observées par de nombreux auteurs (Hartman *et al.*, 1965 ; Martin *et al.* 2002) n'ont pas été relevées dans cette étude sur des laits de grand mélange où l'influence de la nature des fourrages a pu être masquée d'une part par l'apport de compléments riches en céréales ou en oléagineux et d'autre part, par l'utilisation de suppléments vitaminiques dont nous ne connaissons pas la nature dans cette étude. L'effet du mode de présentation de l'herbe (foin vs pâturage ou ensilage) sur les teneurs en vitamine E et  $\beta$ -carotène noté par Martin *et al.* (2002) a été confirmé par des valeurs hivernales moyennes plus faibles que celles observées en été et par les valeurs les plus faibles observées en hiver avec les régimes sans ensilage d'herbe.

Ces résultats montrent ainsi que l'alimentation des troupeaux pourrait constituer un levier d'action rapide et efficace pour modifier la qualité nutritionnelle des produits laitiers, y compris lorsqu'ils sont issus de laits de grand mélange. A l'échelle des laits de grand mélange, les particularités des laits de montagne sont liées à l'absence de maïs dans l'alimentation et il serait maintenant intéressant de compléter ces résultats par l'étude de la composition de laits provenant de tournées de zones herbagères de plaine à très basse altitude qui présentent une forte diversité floristique, par exemple la prairie permanente de Normandie (612 espèces prairiales d'après Diquélou *et al.* 2003).

*Les auteurs remercient le Syndicat de Contrôle Laitier de la Haute-Loire ainsi que les laiteries et les agriculteurs qui ont participé à cette étude réalisée avec le soutien financier du FEOGA et du Conseil Général de Haute-Loire.*

**Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M., 2001.** Liv. Prod. Sci., 70 : 31-48.  
**Collomb M., Büttikofer U., Spahni M. Jenagros B., Bosset J.O., 1999.** Sci. Aliments 19 : 97-110.

**Diquélou S., Leconte D., Simon J.C., 2003.** Fourrages 173, 3-22.  
**Ferlay A., Martin B., Pradel P., Capitan P., Coulon J.B., Chilliard Y., 2002.** In Multi-fonction grasslands : quality forages, animal products and landscapes. Durand J.L., Emile J.C., Huyghe C., Lemaire G. (Editor) Grassland Science in Europe, Vol 7, (Br. Grassland Soc., Reading, UK) 556-557.

**Hartman A.M., Dryden L.P., 1965.** In Vitamins in milk and milk products. American Dairy Science Association (Editor), 1-121.

**Lucas A., Michel V., Ballot N., Rock E., Coulon J.B., 2003.** 5<sup>th</sup> Int. Meeting on Mountain Cheeses, Arèches, 34.

**Martin B., Ferlay A., Pradel P., Rock E., Grolier P., Dupont D., Gruffat D., Besle J.M., Ballot N., Chilliard Y., Coulon J.B., 2002.** Renc. Rech. Ruminants 9 : 347-350.

**Pizzillo M., Claps S., Drozd A., Cifuni G.F., Rubino R., Fedele V., 2004.** 6<sup>th</sup> International Meeting on Mountain Cheese, Ragusa, Italie. 6p.

**Zeppa G., Giordano M., Gerbi V., Arlorio M., 2003.** Lait, 83 : 167-173.