

L'alimentation des vaches est susceptible de modifier les caractéristiques sensorielles du lait

H. DUBROEUQ (1), B. MARTIN (1), A. FERLAY (1), Ph. PRADEL (2), I. VERDIER-METZ (3), Y. CHILLIARD (1), J. AGABRIEL (1), J.B. COULON (1)

(1) INRA Theix, Unité de Recherches sur les Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle - France

(2) INRA Domaine expérimental de la Borie, 15330 Marcenat - France

(3) INRA Laboratoire de Recherches Fromagères, 15000 Aurillac - France

RESUME – Une première approche de l'analyse sensorielle des laits de vache a été mise en œuvre à l'INRA de Theix dans le cadre de différentes expérimentations récentes afin de vérifier si la nature de l'alimentation modifiait de façon perceptible les caractéristiques sensorielles des laits. Elle a consisté à comparer 2 à 2, par des tests triangulaires de différence, des laits crus et entiers obtenus à partir de lots de vaches recevant des régimes différents. Nous avons pu mettre en évidence des différences sensorielles entre les laits obtenus au pâturage comparativement à ceux obtenus avec des régimes à base de foin ou de régimes riches en aliments concentrés (65%) ($p < 0,01$). Les dégustateurs ont par ailleurs été en mesure d'identifier les laits obtenus à partir d'ensilage d'herbe lorsqu'ils étaient comparés à ceux obtenus avec les régimes à base de foin ($p < 0,01$) ou d'ensilage de maïs ($p < 0,05$). En revanche, les dégustateurs n'ont pas différencié les laits des rations à base de foin de ceux des rations à base d'ensilage de maïs, riches en aliments concentrés (65%) ou enrichies en plantes aromatiques (achillée millefeuille –3 kg/j/vache– ou fenouil des alpes –1kg/j/vache–). En ce qui concerne les aliments complémentaires, les dégustateurs n'observent aucune différence selon la proportion d'aliments concentrés dans la ration (10 ou 45 %) ou selon la nature du concentré (orge ou pulpe de betterave déshydratée). Par ailleurs, la supplémentation de rations avec 3 % d'huile de tournesol a conduit à des différences faibles mais perceptibles avec une ration à base d'ensilage de maïs contrairement à une ration à base d'ensilage d'herbe. L'introduction de 5% d'huile de lin ou de 2,5 % d'huile de poisson dans les rations a été à l'origine de saveurs facilement perceptibles par une majorité de dégustateurs.

Ces premières approches montrent que des différences sensorielles liées à l'alimentation des vaches laitières peuvent être perçues par des dégustateurs non entraînés. Les tests triangulaires ne permettant pas de décrire la nature des différences perçues, il serait maintenant intéressant de développer d'autres méthodes d'appréciation sensorielle des laits.

Cow's feeding may modify sensory properties of milk

H.DUBROEUQ (1), B.MARTIN (1), A.FERLAY(1), Ph.PRADEL(2), I.VERDIER-METZ(3), Y. CHILLIARD(1), J. AGABRIEL(1), J.B. COULON(1)

(1)INRA Theix, Unité de Recherches sur les Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle - France

SUMMARY – Milk sensory analysis was performed in recent trials in order to verify if the diet of cows was susceptible to modify sensory properties of raw milks. This first approach consisted in discriminative tests (triangular tests) between two whole raw milks obtained from groups of cows receiving different diets. The panel was able to discriminate milk from cows fed pasture and milk from cows fed hay-based diet ($p < 0.001$) or high concentrate diet (65%). Differences were also observed between milk from cows fed grass silage and milk from cows fed hay ($p < 0.01$) or maize silage ($p < 0.05$). At the opposite, the panel was not able to discriminate the milk from cows fed hay based diets from the milk of cows fed maize silage, high concentrate diet (65%) or hay diets enriched with aromatic plants (*Achillea millefolium* –3 kg/day/cow– or *Meum athamanticum* –1kg/day/cow–). The panel did not discriminate the proportion of concentrate in the diet (10 or 45%), nor the nature of concentrates (dehydrated beet pulp or barley). The addition of 3 % oleic sunflower oil modified sensory properties of milk when diet was based on maize silage but not when diet was based on grass silage. The addition of 5 % linseed oil or 2,5 % fish oil was responsible of flavours easily recognisable by a majority of tasters. The triangular tests used in these experiments were very sensitive to discriminative milks but do not allowed us to describe the differences evidenced. It would be useful to develop now descriptive analyses to be used in future trials.

INTRODUCTION

Au cours des dernières années, de nombreuses expérimentations ont permis d'accroître considérablement les connaissances sur les effets de l'alimentation des vaches laitières sur les caractéristiques chimiques et technologiques des laits (Hurtaud *et al.*, 2001). Les travaux concernant les caractéristiques sensorielles des produits laitiers ont porté principalement sur les beurres et les fromages (Coulon *et al.*, 2000). En revanche, les travaux sur l'effet de l'alimentation des vaches laitières sur les caractéristiques sensorielles des laits sont très rares. Jusqu'à présent, l'évaluation sensorielle des laits a été développée pour révéler, dans les laits de consommation, la présence de saveurs indésirables (oxydée, rance, brûlée...) liées aux traitements technologiques (pasteurisation, traitement UHT, conditionnement, conservation) (Claassen et Lawless, 1992). Ces méthodologies (en particulier les méthodes descriptives) n'ont cependant pas été adaptées à l'identification de saveurs provenant de l'alimentation des animaux. Pourtant, certains aliments contenant des plantes particulières comme l'oignon, certaines crucifères (choux...), des sous-produits de la pêche ou plus classiquement les ensilages sont réputés conférer au lait des saveurs indésirables. Les résultats publiés sur ce thème sont pour la plupart anciens -synthèse de Urbach, (1990)- mais on ne dispose pas de résultats concernant les méthodes d'alimentation modernes.

Dans l'objectif de vérifier si différents types d'alimentation pouvaient conférer au lait des caractéristiques sensorielles perceptibles par des dégustateurs non entraînés, des analyses sensorielles sous forme de tests triangulaires ont été réalisées à l'INRA de Theix dans le cadre de différentes expérimentations récentes. Ce texte fait la synthèse des résultats obtenus sur les effets de la nature des principaux fourrages utilisés en France et sur quelques aliments concentrés ou suppléments lipidiques.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

1.1.1. Effets de la nature des fourrages

Les principales caractéristiques des essais sont décrites dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1
Caractéristiques des expérimentations et des tests triangulaires

Expérimentation	dispositif expérimental			tests triangulaires		
	Nb vaches/lot	Race ¹	Durée du traitement	jury	Nb réponses ²	T° lait
E 1	8	Mo/Ta	6 sem.	1	55	45°C
E 2	16	Mo	5 sem.	1	56	45°C
E 3	3	Ta	5 sem.	1	113	20°C
E 4	8	Mo	6 jours	1	77	45°C
E 5	8	Mo/Ta	8 sem.	1	92	20°C
E 6	2 ³	Ho	3 sem.	2	57	20°C
E 7	2 ³	Ho	3 sem.	2	63	20°C

¹Mo : Montbéliarde ; Ta : Tarentaise ; Ho : Holstein
²nombre total de réponses obtenues pour chaque test triangulaire
³ au total, respectivement 10 et 6 vaches ont reçu chacun des traitements dans les essais 6 et 7 (dispositifs en carré latin).

Dans l'expérimentation 1, 40 vaches laitières ayant un niveau de production modéré (12 à 20 kg/j en début d'essai) ont été utilisées pour comparer les 5 rations suivantes : ration riche en concentrés (CC : orge et tourteau de soja), à base d'ensilage de maïs (EM), d'ensilage de ray-grass (EH), de foin de prairie naturelle (F) et à base d'herbe de prairie naturelle pâturée (Pât). Les laits CC, EM, EH et Pât ont été comparés au lait F et le lait EM a été comparé au lait EH. Ces 5 comparaisons ont été répétées au cours de séances hebdomadaires organisées au cours de 5 semaines expérimentales.

Dans l'expérimentation 2, deux rations ont été comparées : ration constituée de 65% de concentré (orge et tourteau de soja) et 35 % de foin de prairie naturelle (CC) par rapport à un pâturage sur une prairie naturelle de montagne. Les laits de la traite du matin, prélevés lors de la dernière semaine expérimentale ont été utilisés pour un test triangulaire réalisé au cours d'une seule séance.

Dans les essais 3 et 4, 3 kg MS/j/vache d'achillée (*Achillea Millefolium*) et 1 kg MS/j/vache de fenouil des Alpes (*Meum Athamanticum*) respectivement, ont été substitués dans des rations à base de foin de graminées. Les laits correspondants ont été comparés à un lait témoin d'animaux ne recevant que le foin de graminées.

1.1.2. Effets de la nature des aliments concentrés et des suppléments lipidiques

Dans l'expérimentation 5, 2 types de concentrés énergétiques (orge ou pulpe de betterave déshydratée) ont été distribués selon 2 niveaux d'apport (10 % ou 45 % MSI) avec une ration à base de foin et d'ensilage d'herbe à 4 lots équivalents de vaches laitières. 4 comparaisons ont été réalisées : 2 concernant la proportion de concentré (10 ou 45 % des apports) et 2 concernant la nature du concentré (orge ou pulpe de betterave déshydratée).

Les expérimentations 6 et 7 avaient pour objectif d'analyser l'effet de la supplémentation des rations avec différentes huiles sur les caractéristiques des laits. Dans l'expérimentation 6, l'addition de 3 % d'huile de tournesol a été testée dans 2 carrés latins différents avec des rations de base composées soit d'ensilage d'herbe, soit d'ensilage de maïs. Dans l'expérimentation 7, 3 huiles (tournesol (5%), lin (5%) et poisson (2,5%)) étaient testées dans un carré latin 3x3 sur une ration à base d'ensilage de maïs avec des vaches primipares. Chacun des laits était ensuite prélevé à la fin de chaque période expérimentale et comparé à un lait témoin obtenu par des animaux équivalents nourris uniquement avec de l'ensilage de maïs.

1.2. ANALYSES SENSORIELLES

Les analyses sensorielles étaient des tests triangulaires réalisés au cours de séances comprenant 3 à 5 tests successifs. Pour chaque test, 3 échantillons de lait (2 identiques, 1 unique) étaient présentés simultanément aux différents dégustateurs dans 3 gobelets en plastique opaque. Chaque dégustateur devait identifier l'échantillon unique parmi les 3 et s'efforcer de décrire les différences perçues. Chaque comparaison était répétée au cours d'une même séance ou au cours de séances successives selon les expérimentations de façon à disposer de 50 réponses au moins par comparaison. Les évaluations sensorielles étaient réalisées dans un environnement en lumière rouge afin de masquer les éventuelles différences de couleur entre échantillons. Deux jury différents composés de 12 personnes non entraînées ont dégusté les laits des expérimentations 1 à 5 (jury 1) et 6 à 7 (jury 2). Les laits utilisés étaient des mélanges du lait de tous les animaux du lot. Ils étaient prélevés lors de la traite du matin, conservés à 4°C jusqu'à la séance d'analyse sensorielle qui avait lieu le plus souvent en fin de matinée. Les laits ont été servis à 20°C (expérimentations 3, 5, 6 et 7) ou à 45°C (expérimentations 1, 2 et 4) qui, dans des essais méthodologiques, semblait être une température plus propice à la mise en évidence de différences sensorielles. Les résultats sont exprimés en pourcentage de bonnes réponses. La signification statistique des différences a été testée selon la méthodologie des tests triangulaires (NF V09-013). Les laits faisaient également l'objet d'une analyse des teneurs en matière grasse et en protéines (tableau 2).

Dans les expérimentations 1 à 4 où tous les animaux avaient reçu un même régime pendant une période pré-expérimentale, des séances de tests triangulaires, organisées pour contrôler un éventuel effet du lot de vache, n'ont jamais donné de différences significatives.

Tableau 2
Rations distribuées aux vaches et composition chimique
moyenne des laits utilisés lors des tests triangulaires

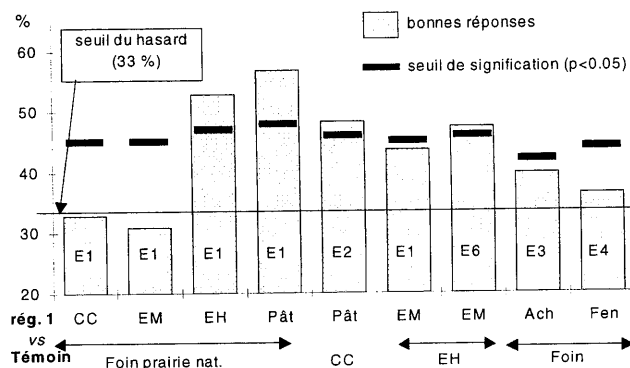
	% dans la ration	TB g/kg	TP g/kg
Expérimentation 1			
Concentré + foin – CC	65 %	38,8	32,9
Ensilage de maïs - EM	87 %	35,0	30,9
Ensilage de ray-grass anglais – EH	86 %	34,4	30,1
Foin de prairie naturelle - F	87 %	34,4	31,6
Prairie naturelle pâturée - Pât	98 %	38,4	32,3
Expérimentation 2			
Concentré - CC	65 %	40,7	
Prairie naturelle pâturée - Pât	100 %	38,3	
Expérimentation 3			
Témoin : foin de dactyle - Foin	82 %	35,7	31,1
Achillée + foin de dactyle - Ach	20 %	28,8	28,9
Expérimentation 4			
Témoin : foin de ray-grass - Foin	72 %	35,4	32,2
Fenouil + foin de ray-grass - Fen	6 %	36,1	32,3
Expérimentation 5			
Orge 10%- O10	10 %	34,5	28,0
Orge 45% - O45	45 %	35,5	29,6
Pulpe de bett. déshyd. 10% - PB10	10 %	31,6	27,7
Pulpe de bett. déshyd. 45% - PB45	45 %	32,5	28,4
Expérimentation 6			
Ensilage d'herbe seul (EH)	66 %	34,4	29,7
EH + 3% d'huile de tournesol –HT3	3 %	31,4	28,4
Ensilage de maïs seul (EM)	72 %	37,9	30,0
EM + 3% d'huile de tournesol– HT3	3 %	30,7	28,3
Expérimentation 7			
Témoin – Ensilage de Maïs (EM)	70 %	42,4	32,3
EM+5% d'huile de tournesol - HT5	5 %	27,2	32,7
EM+5% d'huile de Lin – 5% - HL5	5 %	25,0	32,3
EM+2,5% d'huile de poisson - HP2,5	2,5 %	30,9	30,5

2. RESULTATS

2.1. EFFETS DE LA NATURE DES FOURRAGES

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 1.

Figure 1
Effet de la nature des fourrages sur les caractéristiques sensorielles des laits - Proportions de bonnes réponses aux tests triangulaires



Dans les dispositifs expérimentaux où les grands types de rations ont été comparés (expérimentations 1, 2 et 6), les dégustateurs n'ont pas réussi à distinguer les laits provenant des rations riches en concentrés ou à base d'ensilage de maïs de ceux provenant d'un régime à base de foin. En revanche, respectivement 57 et 48 % des dégustateurs ont différencié les laits provenant d'un régime à base d'herbe pâturée de ceux provenant d'un régime à base de foin ou d'un régime riche en aliments concentrés ($p < 0,01$). 53 % des dégustateurs ont également distingué le régime à base d'ensilage d'herbe du

régime à base de foin. Les différences ont porté sur la texture et le goût mais les dégustateurs n'ont pas réussi à décrire clairement la nature des différences perçues. Dans les deux expérimentations au cours desquelles les laits 'ensilage d'herbe' ont été comparés aux laits 'ensilage de maïs', respectivement 45 % (ns) et 48 % ($p < 0,05$) des dégustateurs ont été capables de faire une distinction.

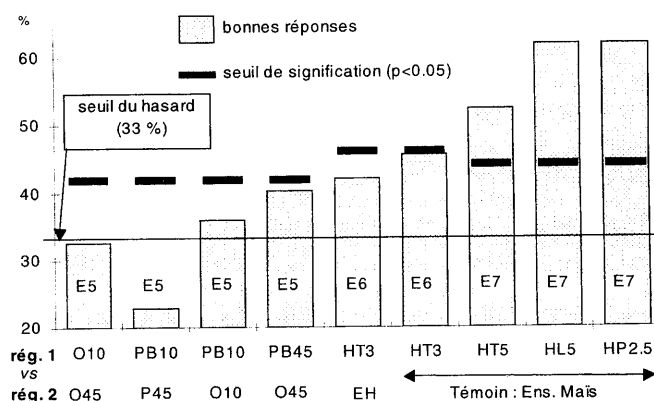
Lors d'additions de plantes aromatiques (achillée ou fenouil) fréquemment rencontrées dans les pâturages de montagne, les dégustateurs n'ont pas perçu de différences significatives par rapport au lait témoin (foin).

2.2. EFFETS DE LA NATURE DES ALIMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.2.1. Nature et proportion des aliments concentrés

Que le concentré énergétique soit de l'orge ou de la pulpe de betterave déshydratée, les dégustateurs n'ont pas distingué les laits provenant de rations comprenant 10 ou 45 % de ces concentrés. Ils n'ont pas distingué non plus les laits selon la nature de l'aliment concentré bien que le pourcentage de bonnes réponses soit plus élevé et très proche du seuil de signification dans le cas de la comparaison où le concentré représentait 45% de la ration. Pour les dégustateurs qui parviennent à différencier ces derniers laits, la présence de pulpe de betterave déshydratée en grande quantité dans la ration semble conduire à la citation plus fréquente de 'goût globalement moins sucré'.

Figure 2
Effet de la nature du concentré ou des suppléments lipidiques sur les caractéristiques sensorielles des laits - Proportions de bonnes réponses aux tests triangulaires



2.2.2. Nature des suppléments lipidiques

La supplémentation d'une ration à base d'ensilage d'herbe avec 3 % d'huile de tournesol n'a pas conduit à des différences perceptibles par les dégustateurs. En revanche, avec des rations à base d'ensilage de maïs, cette même supplémentation a pu être décelée dans deux expérimentations différentes ($p < 0,001$) : elle semble se traduire par une texture légèrement moins crémeuse et un goût plus fort. L'addition de 5 % d'huile de lin dans une ration à base d'ensilage de maïs a été facilement reconnaissable par 62% des dégustateurs qui l'ont identifié grâce à son goût différent sans pouvoir le qualifier clairement. Par ailleurs, l'addition de 2,5 % d'huile de poisson a entraîné l'apparition de défauts de goûts caractérisés par des termes proches de 'poisson' que 62 % des dégustateurs ont décelé sans difficulté.

Dans le cas des derniers essais rapportés, les additions d'huile, quelle que soit sa nature, ont également entraîné des fortes diminutions de la teneur des laits en matières grasses (-3 à -17 g/kg)

3. DISCUSSION

Les résultats obtenus au cours des différents essais montrent bien que l'alimentation des vaches laitières est susceptible de modifier de façon significative les propriétés sensorielles des

laits crus. Les différences de goût les plus facilement perceptibles et qualifiables ont été observées lors de l'addition d'huiles de lin ou de poisson dans les rations. Ces différences ne semblent pas liées directement à la teneur en matière grasse de laits, pourtant nettement plus faible lors d'addition d'huiles, dans la mesure où les différences portent essentiellement sur la flaveur, et non sur la texture. Par ailleurs, les différences de taux protéique que nous avons observées sont vraisemblablement trop faibles pour avoir un effet sur les caractéristiques sensorielles des laits (Quinones *et al.*, 1998). Des résultats similaires ont déjà été obtenus sur des laits de chèvre lors d'additions l'huile de lin (Gaborit *et al.*, 2002). Les défauts de flaveur que ces huiles de lin et de poisson semblent générer pourraient être dus à des produits d'oxydation des acides gras polyinsaturés, dont la proportion dans le lait augmente dans le cas des rations supplémentées. Les huiles de lin et de poisson, fortement aromatiques, pourraient également transférer au lait des composés volatils, comme cela a été observé dans le cas des terpènes (Viallon *et al.*, 2001) qui pourraient entraîner une modification de leur flaveur.

Des différences ont également été observées entre les laits issus de régimes à base d'ensilage d'herbe et des laits issus de régimes à base de foin ou d'ensilage de maïs. Ce résultat confirme bien que même des ensilages d'herbe correctement conservés, distribués dans de bonnes conditions et dans des locaux aérés où l'odeur d'ensilage est faiblement perceptible, peuvent être à l'origine de modifications des caractéristiques sensorielles des laits. Les différences perçues ont cependant été difficilement qualifiables par les dégustateurs qui les ont attribuées à la fois à la flaveur et à la texture alors que les laits avaient des taux de matière grasse et protéique voisins. Les différences semblent cependant plus faibles que celles relevées dans des travaux anciens qui avaient clairement montré que la présence d'ensilage d'herbe dans les rations était responsable de saveurs indésirables (Shipe *et al.*, 1962) et qui avaient identifié les composés volatils des ensilages, responsables de ces défauts (Morgan et Perreira, 1962). On peut penser que cela est dû à l'amélioration du savoir-faire des ensilages d'herbe. L'ensilage de maïs ne semble pas avoir les mêmes conséquences sur les caractéristiques sensorielles des laits que les ensilages d'herbe.

Les différences observées entre des laits provenant d'animaux pâturant une prairie naturelle de montagne et ceux provenant d'animaux recevant des rations à base de foin ou de concentré ne s'expliquent pas par la couleur plus jaune des laits de pâturage (Coulon *et al.*, 2000) dans la mesure où les tests étaient réalisés dans un environnement en lumière rouge. Elles confirment les observations de Claps *et al.*, (2001) sur des laits de brebis. Elles sont vraisemblablement liées soit aux acides gras des laits de pâturage, plus riches en acides gras polyinsaturés, soit aux composés volatils du pâturage (Claps *et al.*, 2001) qui contenait de nombreuses espèces riches en terpènes. En effet, les teneurs en terpènes des laits issus de ce pâturage étaient relativement importantes (de l'ordre de 10-6 %, Cornu *et al.*, 2002). Cependant, l'addition dans la ration de vaches laitières d'achillée ou de fenouil des alpes qui sont des plantes riches en

terpènes, n'a pas eu de répercussions sur les caractéristiques sensorielles des laits contrairement aux observations de Ando *et al.*, (1999) qui avaient ajouté des plantes fortement aromatiques (cannelle-basilic ou romarin-carvi). Dans notre cas, bien qu'un passage des terpènes des plantes au lait ait été observé (Viallon *et al.*, 2000), la concentration des terpènes dans le lait était vraisemblablement trop faible (de l'ordre de 10-7 %) pour que ces composés jouent un rôle sur la flaveur. En effet, les plantes ont été distribuées sous forme séchée et le séchage semble être à l'origine d'une volatilisation importante des terpènes (Cornu *et al.*, 2002).

CONCLUSIONS PERSPECTIVES

Les résultats obtenus lors de ces essais sont originaux et montrent que des différences liées à l'alimentation des vaches laitières peuvent être perçues par des dégustateurs de lait cru. La méthodologie développée ne permet cependant pas de décrire de façon fiable les différences perçues et il serait maintenant intéressant de développer des analyses descriptives. Il faut également rester prudent pour l'extrapolation de ces résultats aux laits de consommation dans la mesure où ces derniers subissent des traitements technologiques plus ou moins poussés (pasteurisation ou traitement UHT), qui modifient leurs caractéristiques initiales. Enfin, dans les essais ultérieurs, il pourrait être intéressant de vérifier si les caractéristiques sensorielles des laits sont en relation avec celles des fromages.

Nous tenons à remercier toutes les personnes ayant participé à l'organisation des séances et aux tests sensoriels.

- Ando, R., Nishida, T., Ishida, M., Kouchi, Y., Kami, A., Se, S., 1999. S. Afr. J. Anim. Sci., 29, 272-273.
- Claassen, M., Lawless, H.T., 1992. J. Food Sci., 57, 596-600.
- Claps, S., Sepe, L., Morone, G., Fedele, V., 2001. I formaggi d'alpeggio e loro tracciabilità. Ed Alsia-Anfosc, 191-197.
- Cornu et al., 2002. Renc Rech Ruminants.
- Coulon, J.B., Martin, B., Verdier-Metz, I., Buchin, S., Viallon, C., 2000. Renc. Rech. Ruminants, 7, 304-307.
- Gaborit, P., Raynal-Ljutovac, K., Lauret, A., Chabosseau, J.M., Rouel, J., Chilliard, Y., 2002. Multifonction Grassland, Ed Durand JL, Emile JC, Huygue C, Lemaire G., 7, 562-563.
- Hurtaud, C., Buchin, S., Martin, B., Verdier-Metz, Peyraud, J.L., Noël, Y., 2001. Renc. Rech. Ruminants, 8, 35-42.
- Morgan, M.E., Pereira, R.L., 1962. J. Dairy Sci., 45, 457-471.
- Quinones, H.J., Barbano D.M., Philips, L.G., 1998. J. Dairy Sci., 81, 884-894.
- Shipe, W.F., Ledford, R.A., Peterson, R., Scanlan, R.A., Geerken, H.F., Dougherty, M.E., Morgan, M.E., 1962. J. Dairy Sci., 45, 477-480.
- Urbach, G., 1990. J. Dairy Sci., 73, 3639-3650.
- Viallon, C., Martin, B., Verdier-Metz, I., Pradel, P., Garel, J.P., Coulon, J.B., Berdagué, J.L., 2000. Lait, 80, 635-641.