

Nature des fourrages et qualité nutritionnelle de la matière grasse du lait

F. CHENAIS (1), R. RICHOUX (2), B. HOUSSIN (3),

(1) Institut de l'Élevage, BP 67, 35632 Le Rheu, France

(2) Institut Technique Français des Fromages, BP 50915, 35009 Rennes Cedex, France

(3) Chambre d'Agriculture de la Manche, 50009 SAINT LO Cedex, France

RESUME - Dans le cadre d'une étude plus globale portant sur l'incidence du régime alimentaire sur la qualité organoleptique des produits, différents régimes représentatifs du grand ouest ont été comparés. Sept séries de 2 à 3 comparaisons de régimes hivernaux ont été réalisées en station sur des lots appariés de 10 à 20 vaches laitières et 10 séries de 3 régimes hivernaux et estivaux ont été réalisées en élevages sur des groupes de 4-5 exploitations par régime. Au total 5 régimes estivaux ont été étudiés, pâturage de *ray-grass* anglais, de *ray-grass* anglais-trèfle blanc, de prairie naturelle et associations pâturage - ensilage d'herbe ou de maïs et 5 régimes hivernaux, ensilage de maïs complémenté avec du tourteau de soja ou de colza, ensilage d'herbe, foin et associations ensilage de maïs - ensilage d'herbe et ensilage de maïs - foin. Les profils en acides gras de la matière grasse du lait ont été réalisés sur les laits de mélange des différents lots appariés et sur les laits de mélange issus des groupes d'exploitations. Des profils d'acides gras ont également été faits sur différents types de fromages fabriqués à partir de ces laits. Par rapport aux régimes hivernaux, les régimes à base d'herbe pâturée donnent des laits plus riches en acides gras longs et insaturés, notamment en acide oléique et en oméga-3. Cet effet semble indépendant des espèces pâturées, mais est moins marqué lorsque l'herbe pâturée est associée à de l'ensilage d'herbe ou de maïs. La comparaison des régimes hivernaux sur des lots appariés montre que les régimes maïs complémentés avec du tourteau de soja se caractérisent également par des profils différents des régimes ensilage d'herbe, avec plus d'acides gras moyens et d'acides gras saturés. On observe un résultat inverse lorsque le tourteau de soja est remplacé par du tourteau de colza.

Quels que soient les régimes, il y a une très bonne concordance entre les profils d'acides gras des laits et ceux de la matière grasse des fromages qui en sont issus.

Ces résultats montrent que la nature du fourrage offert aux vaches laitières constitue un levier d'action efficace pour améliorer la qualité nutritionnelle de la matière grasse du lait et des produits qui en sont issus.

Nutritional quality of milk fat in relation to the type of forage

F. CHENAIS (1), R. RICHOUX (2), B. HOUSSIN (3),

(1) Institut de l'Élevage, BP 67, 35632 Le Rheu, France

SUMMARY - Various diets representing the variety of types delivered to dairy cows in western France were compared within the framework of a more global study aimed at assessing the impact of feeding choices on the organoleptic quality of dairy products. Seven series of 2 to 3 comparisons were implemented in order to compare winter diets on experimental farms (batches of 10 to 20 cows); 10 series comparing 3 winter and summer diets were also monitored on commercial farms on groups made up of 4 to 5 farms per diet. Altogether, the 5 following summer diets were studied : 3 based on grazed grass (ryegrass, ryegrass + white clover association, and meadows), added to 2 combining grazed grass and maize or grass silage. Finally, 5 winter diets were also compared : maize silage balanced either by soya meal or by rapeseed meal, grass silage, hay, and diets combining either maize silage + grass silage or maize silage + hay. The profiles in fatty acids of the milk fat were assessed on the mixed milks of the various batches (experiments) and groups of farms (study on commercial farms). Moreover, fatty acid profiles were also carried out on the cheeses made from those milks. Winter and summer diets opposed each other. Grazed grass based diets produced milks richer in long and unsaturated acids (in particular in oleic and omega3 fatty acids). The comparison led on batches underlined that these diets were also characterised by different profiles, but also by very small differences, which could easily be reversed according to the type of nitrogen concentrate delivered. Whatever the diet, the fatty acid profiles in milk and the fat profiles of the cheeses made out of these milks were completely consistent. These results clearly put forth that the type of forage delivered to the cows constitutes a major tool for the modulation of the nutritional value of the milk fat and of the dairy products made from it.

INTRODUCTION

Les produits laitiers fournissent une part importante des matières grasses consommées par l'homme, notamment des graisses saturées (25 à 35 % selon Chilliard *et al.*, 2001a). Ils sont de ce fait parfois mal considérés par les consommateurs qui les associent à tout un ensemble de troubles de la santé, maladies cardiovasculaires, cancers, obésité ...

Toutefois tous les acides gras saturés ne sont pas néfastes pour la santé humaine. Ainsi l'acide stéarique est sans effet sur le cholestérol (Bonanome et Grundy, 1988, cités par Williams, 2000). Et certains acides gras insaturés, comme l'acide linoléique conjugué (CLA) ou les acides gras à longue chaîne de type oméga 3 et oméga 6 possèdent des actions biologiques favorables à la santé. Pour obtenir ces effets bénéfiques, il peut être intéressant de chercher à moduler la composition en acides gras du lait par l'alimentation des vaches laitières. Cela est facilement réalisable par une supplémentation de la ration en matières grasses (Chilliard *et al.*, 2001b), mais le choix des fourrages et des concentrés peut également y contribuer dans une certaine mesure.

Ce texte présente les effets de la nature des fourrages sur la qualité de la matière grasse du lait observés dans la cadre d'une étude plus globale portant sur l'incidence du régime alimentaire sur la qualité organoleptique des produits.

1. MATERIEL ET METHODES

L'étude globale comprenait deux volets complémentaires, un volet en station avec la comparaison de régimes hivernaux sur des lots appariés de 10 ou 20 vaches laitières de race normande en phase descendante de lactation et un volet en élevages avec fabrication de fromages à partir des laits de mélange collectés sur 4-5 exploitations homogènes quant au système d'alimentation.

Au cours des 7 essais hivernaux réalisés en station, 5 rations ont été distribuées, de l'ensilage de maïs (EM), de l'ensilage d'herbe (EH), du foin (F), ou des rations mixtes 2/3 ensilage de maïs 1/3 ensilage d'herbe (EM-EH) ou 1/2 ensilage de maïs 1/2 foin (EM-F) complémentées avec du blé et des tourteaux de soja (s) ou de colza (c). Selon les essais, le

régime témoin était constitué d'ensilage de maïs complémenté soit avec du soja (EMs), soit avec du colza (EMc).

Dans l'étude en élevages, 6 séries de comparaisons de 3 régimes estivaux ont été réalisées, ainsi que 4 séries de comparaisons de 2 (2 séries) ou 3 (2 séries) régimes hivernaux. Le choix des élevages a été fait en fonction du(es) fourrage(s) dominant(s), pâturage de RGA (RGA), d'association RGA-trèfle blanc (RGA-TB), de prairie naturelle (PN), ou pâturage associé à de l'ensilage de maïs (Pât-EM) ou d'herbe (Pât-EH) pour les régimes estivaux, EM, EM-EH et EH pour les régimes hivernaux. Dans une série, la comparaison a porté uniquement sur la nature de la complémentation azotée, soja ou colza, sur des régimes à dominante ensilage de maïs. Ces rations étaient complémentées avec des concentrés de production et des concentrés azotés du commerce et (ou) des céréales et des tourteaux. Les quantités distribuées étaient semblables pour les exploitations d'un même groupe, respectivement 2,1 et 3,7 kg en moyenne avec les régimes estivaux et hivernaux. Les acides gras ont été dosés sur des échantillons représentatifs des laits de mélange au niveau des lots appariés (étude en station) et des laits de mélange au niveau des groupes d'élevages. Ces laits ayant été transformés en camemberts ou en emmental, les acides gras ont également été dosés sur ces produits.

2. RESULTATS

2.1. LAITS DE MELANGE DE LOTS APPARIES

Les laits du régime EHs se différencient nettement des laits issus du régime maïs complémenté avec du soja (EMs). Ils sont plus riches en acides gras longs (+3 pt), avec parallèlement une réduction des acides gras courts et surtout moyens. Ils sont par ailleurs moins riches en acides gras saturés, notamment en acide palmitique (-2,1 pt), avec en contrepartie une augmentation de la teneur en acides monoinsaturés (+2,4 pt d'acide oléique C18:1) et polyinsaturés (+0,2 pt d'acide linoléique C18:3) (tableau 1).

Tableau 1 : étude en station. Effets du régime sur le profil en acides gras (exprimés par différence par rapport au témoin)

Régimes	Témoin = EM + t. soja (EMs)			Témoin = EM + t. colza (EMc)			
	EHs	(EM-EH)c	EMc	EHc	(EM-EH)c	(EM-F)c	Fc
Nb de comparaisons	2	1	1	1	2	3	2
AG (% des AG totaux)							
AG courts	-0,6 *	-0,1	-0,4	0,4	1,1	-0,7 *	-1,1 *
AG moyens (C12-C17)	-2,4	-3,3 *	-3,9 *	1,7	0,4	-2,1 *	-2,4 *
AG longs	3,0 *	3,4 *	4,4 *	-2,0	-1,6	2,7 *	3,5 *
AG saturés	-2,7 *	-1,9 *	-3,2 *	1,3	1,6	-2,6 *	-3,4 *
dont C16:0	-2,1 *	-3,2 *	-3,5 *	0,7	-0,2	-1,8 *	-2,6 *
C18:0	0,3	1,1 *	0,9 *	-0,6	0,0	0,2	0,2
AGMI	2,6 *	1,2 *	2,6 *	-1,7	-1,6	2,3 *	3,0 *
dont C18 :1	2,4 *	1,4 *	2,6 *	-1,8	-1,5	2,1 *	2,6 *
AGPI	0,2	0,7 *	0,7 *	0,4	-0,1	0,4 *	0,5 *
dont C18 :2	0,0	0,4 *	0,5 *	0,0	-0,2	0,1	0,1
C18:3	0,2 *	0,3 *	0,2 *	0,4	0,1	0,2	0,4 *
Indice d'athérogénicité**	-0,5	-0,4	-0,6	0,3	0,3	-0,4	-0,5

* différence significative au seuil 5 %

** indice d'athérogénicité : (C12:0 + 4C14:0 + C16:0)/somme des AG insaturés

On observe par contre un effet inverse entre les laits issus des régimes ensilage d'herbe et ensilage de maïs lorsque ces rations sont complémentées avec du tourteau de colza en remplacement du tourteau de soja. Les laits EHc sont plus

riches en acides gras courts et moyens (+1,7 pt) et en acides gras saturés (+1,3 pt) et à l'inverse, sont moins riches en acides gras longs (-2 pt) et en AGMI (-1,7 pt). Ils restent toutefois plus riches en C18:3 (+0,4 pt).

Ces résultats sont à mettre en parallèle avec l'effet de la nature du tourteau apporté en complément du maïs. Par rapport au tourteau de soja, le tourteau de colza entraîne une réduction des acides gras moyens (-3,9 pt) et saturés (-3,2 pt) au profit des acides gras longs (+4,4 pt) et insaturés (+2,6 pt de C18 :1, +0,5 pt de C18 :2 et +0,2 pt de C18 :3).

La ration mixte (EM-EH)_c donne des laits dont la composition en acides gras est intermédiaire entre celle des laits EMs et EMc.

L'évolution du profil en acides gras entre les laits EMc et les laits issus des régimes à base de foin ((EM-F)_c et Fc) est tout à fait similaire à celle observée entre les laits EHs et EMc.

L'index d'athérogénicité le plus élevé est observé avec les régimes maïs complétés avec du tourteau de soja et le plus faible avec les régimes mixtes EM-F ou tout foin associés au tourteau de colza. Les régimes maïs complétés avec du tourteau de colza sont intermédiaires, ainsi que les régimes EH et EM-EH et cela quelle que soit la nature du complémentaire azoté.

2.2. LAITS DE MELANGE ISSUS DE GROUPES D'EXPLOITATIONS

Si l'on sépare les données par type de régime, hivernal à base de fourrages conservés ou estival à base d'herbe pâturée, toutes les classes d'acides gras montrent des différences significatives à l'exception des acides gras courts. Les laits d'hiver sont plus riches en acides gras moyens (+8,8 pt) et saturés (+6,5 pt). Leur rapport oméga-6 / oméga-3 est aussi significativement plus élevé (+3,3 pt) ainsi que leur index d'athérogénicité (+1 pt) (tableau 2). C'est l'inverse pour toutes les autres classes, les acides gras courts exceptés. Cette opposition entre les régimes à base d'herbe pâturée et les régimes "ensilage" est en accord avec les résultats de Martin *et al.*, (2002) et Chilliard *et al.*, (2001).

On peut noter qu'un tiers environ de la variation de la teneur en acides gras mono-insaturés peut être imputée aux isomères trans et plus spécialement à l'acide trans vaccénique (C18 :1, 11t). Par ailleurs, l'ensemble des données confirme l'étroite relation entre les teneurs en CLA et en C18 :1 trans (figure 1) déjà observée par Chilliard *et al.*, (2001a).

Les comparaisons de moyennes effectuées sur les régimes estivaux montrent des différences significatives entre les profils des laits issus des régimes pâturage seul, RGA et RGA-TB et ceux issus du régime Pât-EM. Par rapport au pâturage seul, la distribution d'un complément d'ensilage de maïs se traduit par une réduction des acides gras longs (-4,5 pt en moyenne), des acides gras mono (-3 pt) et polyinsaturés (-0,8 pt), du CLA (-0,6 pt) et des acides gras oméga-3 (-0,4 pt) (tableau 3). Seuls les acides gras courts, oméga-6 et isomères trans du C18 :1 autres que trans-vaccénique ne donnent pas de différences significatives. Les valeurs les plus faibles de l'index d'athérogénicité sont obtenues avec les régimes où l'herbe pâturée constitue le seul fourrage de la ration.

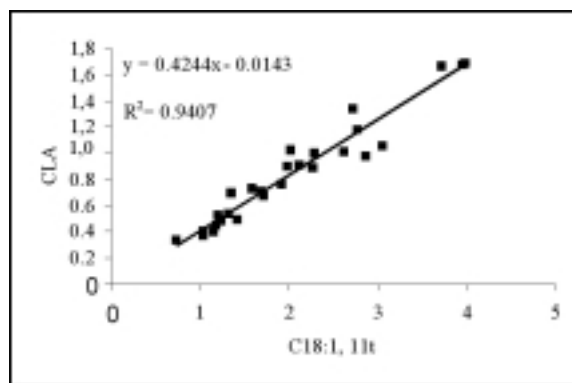
Le régime Pât-EH donne des résultats semblables à ceux du régime Pât-EM.

Tableau 2 : étude en élevages. Influence du type de régime sur la composition des laits en acides gras

Type de régime	Hivernal	Estival
Nb de séries	10	18
AG (% des AG totaux)		
AG courts	8,9	9,2
AG moyens (C12-C16)	56,2	47,4
AG longs	33,3	41,4
AG saturés	72,7	66,2
dont C16:0	35,5	28,1
C18:0	9,1	11,0
AGMI	22,8	27,6
dont C18 :1	19,8	25,0
C18 :1, t11	1,2	2,5
trans hors vacc.	0,8	1,0
AGPI	2,9	4,0
dont C18 :2	2,3	3,1
C18:3	0,4	0,7
CLA	0,5	1,0
AG oméga-3	0,4	0,8
AG oméga-6	2,1	2,3
Oméga-6/Oméga-3	6,6	3,3
Indice d'athérogénicité*	3,4	2,4

* indice d'athérogénicité : (C12:0 + 4C14:0 + C16:0) / somme des AG insaturés

Figure 1 : relations entre la teneur en C18 :1 trans et la teneur en CLA (n=28)



Aucune différence significative n'est observée entre les profils d'acides gras des laits issus des régimes hivernaux, contrairement à ce qui a été observé dans l'étude en station. Cela tient sans doute à la plus grande diversité des rations, les fourrages principaux (ensilage d'herbe ou de maïs) étant bien souvent associés à d'autres fourrages comme le foin ou des betteraves offerts en quantité plus ou moins grande. Par ailleurs, les concentrés utilisés sont différents d'une exploitation à l'autre. On retrouve toutefois les mêmes tendances que celles observées dans l'étude en station entre les laits issus des régimes EMs et EMc.

Tableau 3 : étude en élevages. Influence du régime sur la composition des laits en acides gras

Type de régime	Estival					Hivernal				
	Pât-EM	Pât-EH	RGA	RGA-TB	PN	EM	EMs	EMc	EM-EH	EH
Nb de série	7	1	3	5	2	3	1	1	2	3
AG (% des AG totaux)										
AG courts	9,3	11,1	9,8	8,7	8,7	8,7	9,1	9,5	8,8	8,9
AG moyens (C12-C16)	49,8 a	50,1	43,9 b	46,4 b	44,9 b	56,3	57,9	54,3	54,6	57,4
AG longs	39,1 a	36,8	44,4 b	42,7 b	44,2 b	33,5	31,5	34,6	35,2	32,1
AG saturés	68,2 a	69,4	63,8 b	64,4 b	65,9ab	72,4	73,1	70,9	72,7	73,4
dont C16:0	30,1 a	31,7	25,8 b	27,1 b	25,2 b	35,7	35,8	31,5	35,2	36,6
C18:0	10,4 a	8,8	11,0 b	10,8 b	14,2 c	9,0	8,8	9,5	10,0	8,6
AGMI	26,2 a	24,8	29,8 b	28,7 b	27,8ab	23,1	22,6	24,4	22,9	21,7
dont C18 :1	23,7 a	21,7	27,1 b	26,0 b	25,8ab	20,1	19,6	21,6	20,2	18,7
C18 :1, t11	2,0 a	1,6	2,9 b	3,1 b	2,6 ab	1,3	1,0	1,2	2,9	1,0
trans hors vacc.	0,9	0,9	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	1,1	0,7
AGPI	3,6 a	3,7	4,4 b	4,4 b	4,0 ab	2,9	2,7	3,1	1,0	3,0
dont C18 :2	2,8 a	2,7	3,4 b	3,5 b	2,9 a	2,4	2,2	2,6	2,3	2,2
C18:3	0,5 a	0,7	0,7 b	0,8 b	0,8 b	0,3	0,2	0,3	0,3	0,5
CLA	0,8 a	0,7	1,4 b	1,3 b	1,0 ab	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4
AG oméga-3	0,6 a	0,7	0,9 b	1,0 b	0,9 b	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5
AG oméga-6	2,3	2,2	2,1	2,5	2,0	2,1	2,1	2,3	2,1	2,1
Oméga-6/Oméga-3	4,4	2,9	2,5	2,6	2,3	7,5	8,3	8,0	5,6	5,2
Indice d'athérogénicité	2,6	2,7	2,1	2,2	2,2	3,3	3,5	3,1	3,3	3,6

* indice d'athérogénicité : $(C12:0 + 4C14:0 + C16:0)/\text{somme des AG insaturés}$

2.3. MATIERE GRASSE DES FROMAGES

Quel que soit le fromage fabriqué, fromage à pâte cuite de type emmental ou fromage à pâte molle de type camembert, on observe une très bonne concordance entre les profils d'acides gras de la matière grasse des fromages et ceux des laits dont ils sont issus, ce qui est en accord avec les résultats de Coulon *et al.*, (2003). Une illustration en est donnée par les profils observés sur lait et sur emmental pour deux régimes, l'un estival (pâturage de RGA), l'autre hivernal à base d'ensilage de maïs (tableau 4).

Tableau 4 : profils en acides gras des laits et des emmentals issus de ces laits.

Type de régime	RGA		EM	
	Lait	From.	Lait	From.
AG (% des AG tot.)				
AG courts	7,7	7,7	8,5	8,7
AG moyens	41,4	41,3	56,0	56,1
AG longs	49,0	48,9	34,0	33,9
AG saturés	60,8	60,8	72,4	72,5
dont C16:0	24,8	24,7	36,3	36,4
C18:0	11,7	11,6	8,9	8,9
AGMI	32,4	32,2	23,0	22,9
dont C18 :1	29,8	29,6	20,1	20,0
C18 :1, t11	4,0	4,1	1,2	1,2
trans hors vacc.	1,2	1,1	1,0	0,9
AGPI	4,8	4,8	3,0	3,0
dont C18 :2	3,7	3,7	2,5	2,5
C18:3	0,8	0,8	0,2	0,2
CLA	1,7	1,7	0,5	0,5
AG oméga-3	0,9	0,9	0,2	0,2
AG oméga-6	2,2	2,2	2,3	2,3

CONCLUSION

Ces expérimentations en station et en élevages confirment l'importance des régimes de base sur les profils d'acides gras du lait et des fromages. Les régimes étudiés peuvent schématiquement se répartir en trois classes, d'un côté les régimes hivernaux qui se caractérisent par des laits riches en acides gras moyens et saturés, de l'autre les régimes à base d'herbe pâturée donnant des laits riches en acides gras longs et insaturés et en acides gras de bonne valeur nutritionnelle. Les régimes mixtes pâturage + ensilage donnent des laits et des fromages ayant des profils intermédiaires.

Ces résultats montrent que la nature des fourrages et des concentrés offerts aux vaches laitières constitue un levier d'action efficace pour moduler la qualité nutritionnelle de la matière grasse du lait et des produits qui en sont issus.

Ces études ont bénéficié des financements de l'ACTA, de l'ACTIA, de l'ONILAIT, du SIGF, du FEOGA, du FEDER, des Chambres d'agriculture de Basse-Normandie, du FNADT, du CIRLAIT de Basse-Normandie, du syndicat AOC beurre et crème d'Isigny, du syndicat Normand des Fabricants de Camembert et de l'Union des producteurs de lait AOC de Normandie.

Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M. 2001a. INRA Prod. Anim., 14 (5), 323-335.

Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M. 2001b. Livest. Prod. Sci., 70, 31-48.

Coulon J.B., Rock E., Noël Y. 2003. INRA Prod. Anim., 16, 275-278.

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

Williams C. M. 2000. Ann. Zootech. 49, 165-180.