

Etude des laits de chèvre. I. Teneur du lait de chèvre en matière grasse, matière azotée et fractions azotées

R. Grappin, R. Jeunet, R. Pillet, A. Le Toquin

▶ To cite this version:

R. Grappin, R. Jeunet, R. Pillet, A. Le Toquin. Etude des laits de chèvre. I. Teneur du lait de chèvre en matière grasse, matière azotée et fractions azotées. Le Lait, 1981, 61 (603_604), pp.117-133. hal-00928884

HAL Id: hal-00928884

https://hal.science/hal-00928884

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers. L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Etude des laits de chèvre

I. Teneur du lait de chèvre en matière grasse, matière azotée et fractions azotées*

R. GRAPPIN**, R. JEUNET**, R. PILLET*** et A. LE TOQUIN***

L'extension et la modernisation de la production française de lait de chèvre ainsi que sa transformation par l'industrie fromagère (soit 24 000 t de fromage en 1978 auxquelles s'ajoutent 13 000 t de fabrication fermière) imposent d'organiser cette production du point de vue technique et économique à l'image de ce qui est fait pour le lait de vache.

En particulier, se fait sentir le besoin d'une meilleure connaissance et par conséquent d'un contrôle régulier de la composition du lait livré aux entreprises, de façon à améliorer la qualité du lait à la production et celle des fromages, par des actions au niveau du producteur (hygiène, alimentation, sélection) et par l'adaptation éventuelle de techniques de transformation.

Cette étude a comme objectif principal de mieux définir les variations de teneur en matière grasse et en protéines du lait livré aux entreprises françaises. Le lait de chèvre étant destiné presque uniquement à la fabrication fromagère, une partie importante de ce travail est consacrée à l'étude des principales fractions azotées : protéines coagulables par la présure et azote non protéique.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Origine des laits

Les échantillons de lait analysés, soit 382 au total, proviennent de 43 élevages situés dans les zones de collecte de trois coopératives

^{*} Cette étude fait partie d'un programme financé partiellement par un contrat DGRST ${\rm n}^{\circ}$ 77-70564.

^{**} I.N.R.A., Station Expérimentale Laitière, 39800 Poligny.

^{***} Association Centrale des Laiteries Coopératives des Charentes et du Poitou, 17700 Surgères.

 ${\it TABLEAU~1}$ Principales caractéristiques zootechniques des 43 élevages de chèvres étudiés

C	ARACTÉRISTIQUES D'ÉLEVAGE	Nombre	
Désignation	Niveaux	DE TROUPEAUX	
Nombre de chèvres par troupeau	Moyen: 70 Valeurs extrêmes: 15 à 200	Total: 43	
Races	 Race dominante (50 p.100 et plus): Alpine chamoisée Saanen Mixte chamoisée et Saanen Poitevine Croisées dominantes (+ 50 p. 100) 	21 05 13 01 03	
Alimentation	 Traditionnelle: Eté: pâturage, céréales Hiver: foin, betteraves, choux, céréales « Zéro pâturage » (affouragement en vert) 	29 7	
	 Emploi d'ensilage (graminées, maïs, luzerne) Complémentation assurée en : concentrés (granulés du commerce), vitamines (AD₃E), minéraux Ca, P 	7 La plupart des troupeaux	
Logement	Stabulation libre Stabulation entravée	40 3	
Contrôle laitier	Inscrits	14	
Mode de traite	Main Machine	13 30	
Mammite	Reconnue importante Légère, fugace, 2 ou 3 chèvres Absence déclarée	3 8 32	
Date de mise-bas	Octobre à février Mars	31 (sauf 1 ^{re} lactat.) 12 (+ 1 ^{res} lactations)	
Durée du tarisse- ment	Moins de 60 jours 60 jours Plus de 60 jours	9 25 9	
Niveau de produc- tion laitière	 Du troupeau: litres/an (collectés) Moyenne: 40 000 Valeurs extrêmes: 7 000 à 100 000 Par chèvre: litres/an Moyenne: 557 Valeurs extrêmes: 314 à 919 		

laitières de la région Poitou-Charentes qui possède environ un quart de l'effectif caprin laitier national. Chaque échantillon représente un mélange de 2, 3 ou 4 traites successives réfrigérées à la ferme. Les prélèvements sont effectués à raison d'un prélèvement une fois par mois pendant la période de février 1978 à février 1979 avec deux interruptions, une au mois d'août, et une aux mois de novembre et décembre 1978 correspondant à la période de tarissement de la plupart des troupeaux. Le nombre d'élevages ayant fait l'objet de prélèvements varie donc de 43 à 27 selon le mois ; c'est en début et fin de production laitière que l'on compte le moins de troupeaux.

Les principales caractéristiques zootechniques de ces élevages sont résumées dans le tableau 1. D'une manière générale, ils représentent assez bien l'ensemble des troupeaux spécialisés dans la production du lait de chèvre de la région Charentes-Poitou.

1.2. Méthodes d'analyses

1.2.1. Matière grasse: Le taux de matière grasse (T. MG) est déterminé par la méthode de Gerber (NF V04-210).

1.2.2. Protéines et fractions azotées:

- Azote total (N total), azote soluble ou azote non caséines (N soluble) et azote non protéique (N non protéique): méthode de séparation et dosage de l'azote par la méthode Kjeldahl selon Rowland [13].
- Azote du sérum (N sérum): dosage par la méthode Kjeldahl de l'azote du lactosérum (filtrat) obtenu après coagulation du lait par la présure commerciale et filtration sur papier.
- Urée : dosage par autoanalyseur selon la méthode colorimétrique ou diacétyl-monoxime après déprotéinisation avec TCA/ 15 p. 100 [7].

Afin d'exprimer les résultats par unité de poids de lait, il est tenu compte du volume du précipité lorsque les dosages d'azote sont faits sur des filtrats. On utilise un coefficient commun de 0,9870 pour N non protéique et urée, de 0,9935 pour N soluble, et le coefficient k = (900 - 0.9 MG - 1,45 MAT) / (900 - 0.9 mg - 1,45 mat) pour N sérum dans lequel MG, MAT et mg et mat sont respectivement les taux de matière grasse et de matière azotée totale du lait et du sérum.

On utilise arbitrairement le coefficient de 6,39 pour exprimer les résultats en matière azotée à partir du dosage d'azote soit :

- taux de matière azotée totale $(T. MAT) = N total \times 6,39$
- taux de matière azotée non protéique (T. ANP) = N non protéique × 6,39.

Après le dosage des différentes fractions azotées, on peut calculer les composants suivants :

- taux de protéines (T.P): = $(N \text{ total} - N \text{ non protéique}) \times 6,39$
- taux de caséines (T. Cas.): = (N total — N soluble) × 6,39
- taux de protéines solubles (T. PS):
 - = (N soluble N non protéique) \times 6,39
- taux de protéines coagulables (T. PC):
 = (N total N sérum) × 6,39
- taux de protéines non coagulables (T. PNC):
 = (N sérum N non protéique) × 6,39 = T. P. T. PC.

Le T. PNC représente en fait le taux de protéines solubles auquel s'ajoute la fraction caséinomacropeptide résultant de l'hydrolyse de la caséine χ par la présure.

La répartition des différentes fractions azotées au sein de l'ensemble des matières azotées ou d'une fraction seulement des matières azotées (protéines ou matière azotée non protéique), sera exprimée en pourcentages. Par exemple, la proportion de protéines coagulables (PC) à l'intérieur des matières azotées totales (MAT) sera symbolisée par PC/p. 100/MAT, exprimant la valeur du rapport (T. PC/T. MAT) × 100.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Composition moyenne annuelle

Les valeurs du tableau 2 représentent les moyennes arithmétiques des résultats d'analyses des contrôles effectués sur une période de un an (de février 1978 à janvier 1979) sur les troupeaux en lactation soit 348 échantillons au total.

Ces résultats représentent la composition moyenne non pondérée du lait reçu par les entreprises laitières au cours d'une campagne laitière.

La teneur moyenne annuelle du lait en matière grasse est de 33,81 g/kg et celle de la matière azotée totale de 30,85 g/kg. La seule enquête française effectuée en 1974 dans 6 usines par Mahieu et al. [5] indiquent une teneur moyenne annuelle de 33,5 g/l en matière azotée totale. Deux revues récentes sur ce sujet [2, 10] montrent qu'il existe une très grande disparité de composition des laits de chèvre suivant leur origine géographique; les valeurs citées dans ces études sont de ce fait difficilement comparables à nos résultats.

En raison de la proportion élevée d'azote non protéique dans le lait de chèvre, soit 8,7 p. 100 de l'azote total, la teneur moyenne en protéines vraies du lait de chèvre se situe seulement à 28,18 g/kg.

TABLEAU 2

Composition moyenne annuelle du lait de chèvre calculée sur 348 échantillons de lait provenant de 43 troupeaux contrôlés entre 7 et 9 fois pendant une année (fév. 78 - janv. 79)

Composant	Teneur	Pourcentage d'azote des composants exprir par rapport à					
•	(g/kg)	T. MAT	T. P	T. ANP			
T. MG	33,81	10 0		_			
T. MAT	30,85	100	-	i Ai			
T. P	28,18	91,3	100				
T. Cas. (1)	23,31	75,6	82,7	1_			
T. PC	21,87	70,9	77,6	_			
T. PNC	6,31	20,4	22,4				
T. ANP	2,67	8,7	_	100			
T. urée	0,385	3,7	_	43,1			

⁽¹⁾ Sur 261 échantillons (de mai 1978 à février 1979).

Le pourcentage élevé d'azote non protéique dans le lait de chèvre a déjà été signalé par de nombreux auteurs [8, 5, 14].

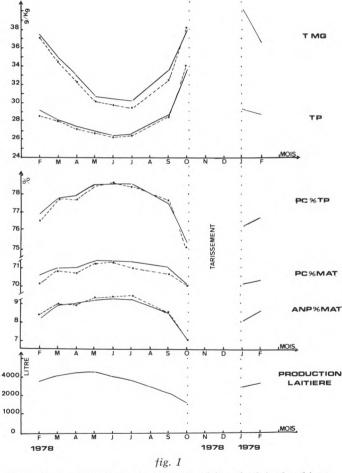
La valeur de 70,9 p. 100 du pourcentage PC/p. 100/MAT est proche des résultats déjà anciens établis sur laits de grand mélange par Ricordeau et Mocquot [11] et Portmann et al. [9] qui indiquent respectivement des rapports de 69,6 et 69,5 p. 100. Le rapport Cas./p. 100/MAT qui est normalement plus élevé que le rapport PC/p. 100/MAT se situe à 75,6 p. 100. Les résultats fourn's par la littérature varient selon Jenness [2] entre 70 et 74 p. 100 avec parfois des valeurs de 77-79 p. 100, mais ils portent souvent sur des nombres peu élevés d'échantillons de lait. Sur des moyennes de lactation après sevrage, Anifantakis et Kandarakis [1] obtiennent en Grèce des valeurs de 76,7 p. 100 pour des chèvres Saanen et 80,9 p. 100 pour la race indigène. Par rapport aux protéines vraies, les taux moyens de protéines coagulables et des caséines représentent des proportions de 77,6 et 82,7 p. 100.

Le taux d'urée qui est de 0,385 g/kg en moyenne, représente 43,1 p. 100 de l'azote non protéique. Vignon [14] indique des teneurs supérieures variant de 460 à 550 mg/l et une proportion voisine de

50 p. 100 de l'azote non protéique. Dans leur enquête, Mahieu et al. [5] obtiennent une moyenne de 364 mg/l.

2.2. Variations moyennes annuelles

L'ensemble des résultats concernant la composition moyenne annuelle du lait collecté et la répartition des fractions azotées sont regroupés dans les tableaux 3 et 4. On constate (fig. 1) que les



Variations saisonnières de la composition du lait de chèvre

- Trait plein: moyennes mensuelles de l'ensemble des troupeaux contrôlés une fois par mois (le nombre de troupeaux varie de 23 à 43 suivant le mois);
- trait pointillé: moyennes mensuelles de 23 troupeaux contrôlés une fois chaque mois.

teneurs en matières grasses et en protéines suivent une évolution saisonnière semblable avec des valeurs élevées au début (janvierfévrier) et surtout en fin (octobre) de production laitière ; les teneurs les plus faibles se situent en été lorsque la période de production laitière est à son maximum. La corrélation T. MG-T. P sur les dix mois contrôlés est de + 0,74. Les courbes sont voisines de celles publiées par Parkash et Jenness [8] et Anifantakis et Kandarakis [1] pour la race Saanen.

A l'exception du taux d'azote non protéique relativement stable pendant toute l'année (amplitude de variation de 2,54 à 2,74 g/kg), les teneurs des autres fractions azotées évoluent de façon semblable à celle du taux de matière azotée totale avec toutefois quelques variations. Le rapport ANP/p. 100/MAT présente donc la plus grande variabilité, avec un maximum en été (9,3 p. 100) et une baisse rapide et importante en octobre (7,1 p. 100). Ce rapport suit une évolution inverse du T. MAT du lait (r = -0.97); quant à la proportion N urée/p. 100/ANP, elle a peu varié au cours de notre étude (de 40.9 à 46.9 p. 100).

Les variations PC/p. 100/MAT sont relativement faibles (de 70,1 p. 100 à 71,4 p. 100); en revanche, lorsque le pourcentage des protéines coagulables est exprimé par rapport au taux de protéines (PC/p. 100/T. P), la variabilité devient plus importante avec un maximum de 78,7 p. 100 en été lorsque le T. P est le plus bas et un minimum de 75,0 p. 100 en octobre lorsque le T. P est élevé, soit une corrélation saisonnière négative de — 0,92 entre T. P et PC/p. 100/T. P. Sur une moyenne de trois années de contrôle en station de testage, Ricordeau et Bouillon [12] notent également un rapport PC/p. 100/MAT plus faible en début de lactation de 67,7 p. 100 contre 70,1 p. 100 après deux mois de lactation.

La teneur en caséines suit une évolution très voisine de celle des protéines coagulables (tableaux 3 et 4).

Soulignons que ces résultats qui représentent la composition moyenne du lait reçu chaque mois par les entreprises, sont obtenus à partir d'un nombre plus faible de troupeaux en début et en fin de campagne laitière que pendant la période de pleine production de mars à septembre. Afin d'évaluer plus exactement l'influence du stade de lactation, nous avons calculé la composition moyenne du lait de 23 troupeaux ayant régulièrement livré du lait de février à octobre 1978. Ces résultats portés également sur la figure 1 montrent que la composition des 23 troupeaux varie de façon identique à celle de l'ensemble des troupeaux contrôlés.

Soulignons également que la variabilité la plus grande de la composition du lait entre troupeaux est en début et fin de production laitière, c'est-à-dire pendant la période des mises-bas et celle des tarissements (tableaux 3 et 4).

TABLEAU 3 Composition moyenne mensuelle du lait de chèvre

(1978)

		T. N	MG	T. N	IAT	T.	P	Т. С	Cas.	T. 1	PC	T. I	PNC	T. A	ANP	T. u	ırée
Mois	n	$\overline{\mathbf{x}}$	σ	$\overline{\mathbf{x}}$	σ	$\overline{\mathbf{x}}$	σ	$\overline{\mathbf{x}}$	σ	$\overline{\mathbf{x}}$	σ	$\overline{\mathbf{x}}$	σ	$\overline{\mathbf{x}}$	σ	$\overline{\mathbf{x}}$	σ
F	36	37,5	5,1	31,6	1,9	29,1	2,0	_	_	22,3	1,4	6,72	0,77	2,59	0,36	0,36	0,10
M A	42 43	34,9 33,0	3,0 3,2	30,8 30,0	1,5 1,3	28,0 27,3	1,4 1,3	_	_	21,8 21,2	1,1 1,1	6,21 6,00	0,51 0,42	2,74 2,70	0,34	0,40 0,38	0,12
M	43	30,8	2,6	29,6	1,4	26,8	1,4	22,4	1,2	21,1	1,1	5,74	0,39	2,74	0,29	0,39	0,12
J	43	30,5	2,7	29,1	1,3	26,4	1,4	22,0	1,1	20,8	1,1	5,66	0,42	2,72	0,33	0,39	0,13
J	43	30,2	2,8	29,3	1,5	26,6	1,5	22,2	1,3	20,9	1,3	5,69	0,51	2,72	0,33	0,41	0,12
S	42	33,6	4,6	31,3	2,2	28,7	2,2	23,7	1,6	22,2	1,6	6,43	0,74	2,63	0,30	0,39	0,1
0	29	37,9	5,1	36,2	4,3	33,7	4,3	27,1	2,7	25,3	2,6	8,33	1,91	2,54	0,29	0,36	0,1

Tarissement

(1979)

J	27	40,2	5,3	31,9	1,9	29,4	1,9	23,8	1,3	22,4	1,3	6,98	0,80	2,56	0,30	0,36	0,1
F	34	36,6	4,9	31,4	2,5	28,7	2,4	23,4	1,8	22,0	1,7	6,70	0,82	2,66	0,31	0,42	0,1

n = nombre de troupeaux controles x = moyenne arithmetique (g/kg) $\sigma = \text{ecart-type } (g/Kg)$

 $TABLEAU\ 4$ Variation mensuelle de la distribution des fractions azotées du lait de chèvre exprimée en pourcentages par rapport au T. MAT (1), T. P (2) et T. ANP (3)

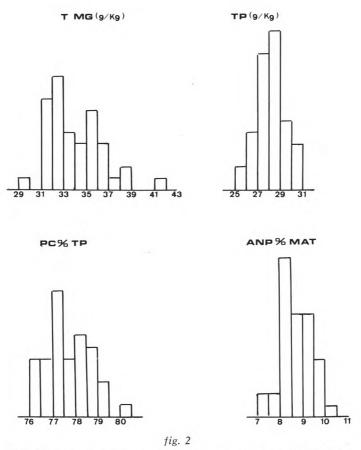
1	1	0	7	0	1
(1	y	1	0	,

				T. MA	AT (1)				T. F	(2)	T. AN	P (3)
Mois	n	P	PC .	Ca	as.	Al	NP	P	PC	Cas.	N u	rée
		$\overline{\mathbf{x}}$	σ	$\overline{\mathbf{x}}$	σ	$\overline{\mathbf{x}}$	σ	$\overline{\mathbf{x}}$	σ	$\overline{\mathbf{x}}$	$\overline{\mathbf{x}}$	σ
F M A M J J	36 42 43 43 43 43 43	70,6 71,0 71,0 71,4 71,4 71,3 71,1 70,1	1,56 1,39 1,30 1,27 1,28 1,52 1,60 2,07	75,8 75,6 75,6 75,7 74,9	1,36 1,39 1,69 1,37 2,09	8,19 8,90 9,00 9,22 9,33 9,25 8,43 7,08	1,19 1,06 0,93 1,04 1,16 1,12 1,15 1,11	76,8 77,9 77,9 78,7 78,7 78,6 77,5 75,0	1,60 1,30 1,55 1,07 1,19 1,37 1,83 2,49	83,5 83,3 83,4 82,6 80,3	40,9 42,4 40,9 42,7 42,4 43,8 43,3 41,3	8,1 8,3 8,2 8,2 7,9 7,9
						rissemen (1979)						
J	27	70,1	1,42	74,6	1,46	8,05	1,05	76,3	1,59	81,1	41,6	9,7
F	34	70,2	1,35	74,7	1,33	8,54	1,02	76,6	1,43	81,4	46,9	8,2

3. VARIATIONS MOYENNES ENTRE TROUPEAUX

3.1. Moyennes générales

La figure 2 indique, pour les quatre principales variables, T. MG, T. P et PC/p. 100/T. P, ANP/p. 100/MAT, les histogrammes de fréquence des moyennes arithmétiques par troupeaux, calculées suivant les troupeaux sur un nombre de 7 à 10 contrôles effectués entre février 1978 et février 1979.



Histogrammes de fréquence des teneurs moyennes T. MG, T.P. et pourcentages moyens PC/TP et ANP/MAT du lait de 43 troupeaux de chèvres contrôlés de 7 à 10 fois de février 1978 à février 1979.

TABLEAU 5

Influence du troupeau sur les principales caractéristiques de la composition du lait de chèvre (T. MG, T. P, PC/p. 100/T. P, ANP/p. 100/MAT) : analyse de la variance

Variable	Source de variation	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	Degrés de liberté	Test de signification F
T. MG	Totale Facteur troupeau Résiduelle	9 628,9 2 063,8 7 565,1	49,14 22,31	42 339	HS (2,02)
T. P	Totale Facteur troupeau Résiduelle	2 832,0 569,2 2 262,8	13,55 6,69	42 338	HS (2,02)
PC/p. 100/T. P	Totale Facteur troupeau Résiduelle	1 263,6 356,0 907,7	8,68 2,67	41 340	HS (3,25)
ANP /p. 100/MAT	Totale Facteur troupeau Résiduelle	590,4 200,3 390,1	4,77 1,15	42 339	HS (4,15)

Les analyses de variance à une voie effectuées pour chacune des 4 variables indiquent un effet hautement significatif du troupeau (tableau 5).

L'amplitude de variation des teneurs en matière grasse et en protéines est respectivement de 11,2 et 4,6 g/kg.

La répartition des différentes fractions azotées est assez variable avec des amplitudes de variation entre troupeaux de 4 p. 100 pour PC/p. 100/T. P (de 76,2 à 80,2 p. 100), 3,1 p. 100 pour ANP/p. 100/MAT (de 7,0 p. 100 à 10,1 p. 100) et 31 p. 100 pour N urée/p. 100/ANP (de 24,2 p. 100 à 55,2 p. 100). D'après ces résultats, il est important de souligner que non seulement les teneurs en matière grasse et protéines, mais également les proportions respectives des fractions azotées, sont des caractéristiques propres à chaque troupeau.

3.2. Relation entre variables

Le tableau 6 donne les régressions et corrélations entre les différentes variables de composition, obtenues à partir des moyennes arithmétiques des contrôles faits sur les 43 troupeaux.

TABLEAU 6

Corrélation et régression entre variables de composition du lait de 43 troupeaux de chèvre, calculées sur les moyennes de 7 à 10 contrôles effectués entre février 1978 et février 1979

Varia	ables	Corrélation	Equation de régression		
у	x	r	y = bx + a		
T. P	T. MG	+ 0,43	$y = 0,235 \cdot x + 20,24$		
PC/ p. 100/T. P	T. P Log cell	0,04 0,08	$y = -0.035 \cdot x + 78.6$ $y = -0.426 \cdot x + 80.2$		
PC /p. 100/MAT	T. MAT	+ 0,15	$y = 0,122 \cdot x + 67,14$		
ANP/p. 100/MAT	T. P T. MAT	— 0,42 — 0,26	$y = -0.247 \cdot x + 15.64$ $y = -0.153 \cdot x + 13.40$		
N urée/p. 100/ANP	ANP/p. 100/MAT T. ANP	+ 0,63 + 0,72	$y = 4,475 \cdot x + 4,53$ $y = 17,33 \cdot x + 3,09$		

La corrélation de + 0,43 entre T. MG et T. P confirme la liaison moyenne de ces caractères au niveau des troupeaux.

Les variables PC/p. 100/T. P et T. P qui présentent des variations saisonnières très liées (r=-0.92) ne sont pas en revanche corrélées au niveau des moyennes annuelles des laits de troupeau (r=-0.04). La proportion des protéines coagulables dans le lait de troupeau par rapport au T. P est donc indépendante de la richesse moyenne du lait en protéines. Aucune corrélation significative n'ayant pu être mise en évidence entre PC/p. 100/T. P et le nombre de leucocytes, on peut exclure l'état sanitaire comme étant une cause éventuelle des différences significatives constatées entre troupeaux. Sachant d'autre part que l'alimentation n'a que peu ou pas d'influence sur ce rapport [3], on peut penser que les différences entre troupeaux du rapport PC/p. 100/T. P sont en partie d'origine génétique [12].

Le taux de la fraction non protéique dans le lait étant très lié au rapport azote/énergie des rations alimentaires [15, 3] il est vraisemblable que les différences significatives entre troupeaux trouvées dans le rapport ANP/p. 100/MAT proviennent de différences dans les systèmes d'alimentation des troupeaux.

A souligner à ce propos les corrélations positives élevées entre N urée/p. 100/ANP et T. ANP (+ 0,72) et entre N urée/p. 100/ANP et ANP/p. 100/MAT (+ 0,63).

Il ressort de ces résultats que les variations entre troupeaux du taux d'azote non protéique du lait proviennent essentiellement des variations du taux d'urée et de sa part dans l'azote non protéique. On constate que les éléments non protéiques du lait, autres que l'urée, demeurent à peu près constants, avec un coefficient de variation de 6,4 p. 100, contre 18 p. 100 pour le taux d'urée, quelle que soit la teneur en matière azotée coagulable du lait. Cette constatation rejoint les conclusions de Vignon et al. [15] qui ont observé une corrélation de 0,96 entre l'accroissement du taux urée et celui de l'azote non protéique dans le lait de vache.

Rappelons que ces différents résultats représentent les relations moyennes entre variables observées sur des laits de troupeaux, mais ces relations peuvent présenter des valeurs très différentes en particulier en début et fin de lactation. C'est ainsi que la corrélation entre PC/p. 100/MAT et T.MAT qui est très faible et positive sur les moyennes annuelles (r=+0.15) se trouve assez élevée et négative en octobre (r=-0.51).

CONCLUSION

Dans cette étude, nous nous sommes attachés essentiellement à définir les valeurs moyennes ainsi que les variations saisonnières et entre troupeaux de la richesse du lait de chèvre, ceci en particulier en vue d'une généralisation du paiement du lait en fonction de sa teneur en matière grasse et en protéines.

Nous confirmons tout d'abord les données du contrôle laitier individuel qui montrent la pauvreté relative en matière grasse et surtout en protéines du lait de chèvre produit en France. Ceci est certainement la conséquence de l'amélioration de la productivité laitière qui est passée en 30 ans de 224 kg à 450 kg par animal et par an. La faible teneur moyenne en protéines du lait (28,2 g/kg) est à souligner tout particulièrement, sachant que la quasi-totalité du lait est transformée en fromage.

Comparativement au lait de vache, le lait de chèvre produit en France est moins riche en graisse et en protéines. La répartition des principales fractions azotées est également différente. Exprimés par rapport au taux de matière azotée totale, le lait de chèvre possède une proportion plus élevée de matière azotée non protéique (8,7 p. 100 contre 5,2 p. 100 en moyenne) et une proportion plus faible de protéines coagulables ou de caséines respectivement 70,9 p. 100 et 75,6 p. 100 contre 73 p. 100 et 77,8 p. 100 environ pour le lait de vache. Mais si on fait abstraction de l'azote non protéique et que le pourcentage de protéines coagulables ou de caséines soit exprimé par rapport au taux de protéines du lait, les différences entre lait de vache et lait de chèvre sont moins nettes. On obtient alors respectivement des valeurs de 77,6 p. 100 pour le lait de chèvre contre 77-78 p. 100 pour le lait de vache pour le rapport PC/p. 100/T. P et 82,7 p. 100 contre 82,0 p. 100 environ pour le rapport Cas./p. 100/T. P [3, 4, 6].

En ce qui concerne la composition plus fine des caséines et des protéines solubles et la comparaison entre lait de vache et lait de chèvre pour les autres constituants du lait, la revue très récente de Jenness [2] fournit une excellente mise au point de nos connaissances dans ce domaine.

Compte tenu du pourcentage élevé d'azote non protéique, dont près de la moitié est constitué par de l'urée, il est tout à fait logique de contrôler et payer le lait de chèvre sur la base du T. P à la place du T. MAT comme cela se pratique déjà en France pour le lait de vache.

En raison de sa pauvreté en protéines et de son déficit par rapport au taux matière grasse en vue de la transformation en fromages, il serait souhaitable de payer les protéines du lait de chèvre à un prix élevé, identique sinon supérieur à celui de la matière grasse pour stimuler la sélection sur ce critère.

Nous avons constaté que la proportion PC/p. 100/T. P, qui est également un indice de l'aptitude fromagère des laits, est caractéristique de la composition du lait produit par les troupeaux. L'utilisation de ce critère dans un modèle de paiement pourrait donc s'envisager, mais, comparativement au T. P., sa variabilité n'est pas suffisante pour justifier un dosage supplémentaire. De même, bien qu'étant un caractère très héritable ($h^2 > 0.7$) [12], une sélection basée sur le rapport PC/p. 100/T. P ne serait possible qu'à la condi-

tion d'augmenter le nombre d'animaux contrôlés et d'en diversifier l'origine.

Nous ne possédons aucune donnée analytique sur les rations alimentaires des troupeaux étudiés, mais ayant constaté des différences significatives importantes entre troupeaux dans le taux d'urée du lait, il serait peut-être intéressant de savoir si on peut en diminuer la teneur en ajustant le rapport azote/énergie des rations alimentaires aux besoins des animaux.

Un dernier aspect important qu'il convient de souligner est le caractère très saisonnier des mises bas qui est un handicap sérieux pour la transformation et la commercialisation des fromages de chèvre. Tous les efforts pour « désaisonaliser » cette production sont actuellement encouragés, mais il reste à en déterminer les conséquences sur la composition du lait et ses caractéristiques technologiques.

Résumé

La teneur en matière grasse (T. MG) et les teneurs en matière azotée totale (T. MAT), protéines vraies (T. P), protéines coagulables par la présure (T. PC), caséine (T. Cas.), azote non protéique (T. ANP) et urée du lait de 43 troupeaux de chèvre ont été déterminées de 7 à 10 fois, entre février 1978 et février 1979, soit 382 échantillons au total.

La composition moyenne annuelle (en g/kg) du lait est la suivante : T.MG = 33,81; T.MAT = 30,85; T.ANP = 2,67; T.PC = 21,87; T.Cas. = 23,31; urée = 0,385.

La richesse du lait en matière grasse et protéines suit une évolution saisonnière très marquée avec teneurs faibles pendant la période mai-juillet. L'amplitude de variation des rapports PC/MAT et Cas./MAT est faible en cours d'année, respectivement 1,3 et 1,2 p. 100; le rapport ANP/MAT est de 9,3 p. 100 en été contre 7,1 p. 100 en octobre. Le pourcentage PC/T. P présente des variations saisonnières significatives: 78,7 p. 100 en été contre 75,0 p. 100 en octobre.

On constate des différences significatives entre troupeaux dans les rapports PC/T. P et ANP/MAT avec respectivement des amplitudes moyennes de 4,0 p. 100 et 3,1 p. 100. Les variations entre troupeaux du T. ANP sont dues essentiellement aux variations du taux d'urée.

Summary

STUDY OF GOAT'S MILK: I. THE COMPOSITION OF GOAT'S MILK IN FAT, PROTEIN AND NITROGEN FRACTIONS

Analysis for fat by Gerber and for total nitrogen, rennet whey protein nitrogen non casein nitrogen, non protein nitrogen by Kjeldahl and for urea, were carried out on 382 samples of goat's milk taken from 43 herds located in the South-western part of France. Herds were tested montly 7 to 10 times during a 13 months period (Feb. 1978 - Feb. 1979).

The following figures give the average annual (Feb. 78-Jan. 79) composition of goat's milk: fat = $3.38 \, \mathrm{p.}\, 100$; crude protein (N total \times 6.39) = $3.08 \, \mathrm{p.}\, 100$; NPN = $0.267 \, \mathrm{p.}\, 100$; coagulable protein (crude protein - rennet whey protein) = $2.19 \, \mathrm{p.}\, 100$; casein = $2.33 \, \mathrm{p.}\, 100$; urea = $385 \, \mathrm{mg/kg.}$ True protein (crude protein - NPN) averages $2.82 \, \mathrm{p.}\, 100$.

Data show strong seasonnal variations in fat and protein content with the lowest values during the summer months.

The range of variation between months of the proportion of coagulable protein or casein in crude protein is low, respectively 1.3 and 1.2 p. 100. The ratio coagulable protein/true protein varies more significantly throughout the year: 78.7 p. 100 in summer vs. 75.0 p. 100 in october. The ratio NPN/Total N averages 9.3 p. 100 in summer vs. 7.1 p. 100 in october.

Between herd differences of the ratios coagulable protein/True protein and NPN/Total N, are statistically significant with respectively an average range of variation of 4.0 p. 100 and 3.1 p. 100.

Changes in urea N which represents from 24.2 p. 100 to 55.2 p. 100 of the mean NPN content of herd milk, are mainly accountable for the differences in NPN between herds.

The correlation coefficients of annual means of herd milk between true protein and the proportion of coagulable protein or NPN in true protein are respectively -0.04 and -0.42.

Reçu pour publication en octobre 1980.

Bibliographie

- [1] Anifantakis (E. M.), Kandarakis (J. G.) (1980). Contribution of the study of the composition of goat's milk. *Milchwissenschaft*, 35, 617-619.
- [2] Jenness (R.) (1980). Composition and characteristics of goat's milk: Review 1968-1979. J. Dairy Sci., 63, 1605-1630.
- [3] JOURNET (M.), RÉMOND (B.) (1980). Influence de l'alimentation et de la saison sur les fractions azotées du lait de vache. *Le Lait*, 60, 140-159.
- [4] LE DORE (A.) (1977). Les fractions azotées du lait de vache. Thèse Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, juillet 1977.
- [5] Mahieu (H.), Le Jaouen (J. C.), Luquet (F. M.), Mouillet (L.) (1977). Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. Le Lait, 57, 561-571.
- [6] MAUBOIS (J. L.), RICORDEAU (G.), MOCQUOT (G.) (1970). Etude des rendements en fromagerie de Camembert et de Saint-Paulin. Le Lait, 50, 374-390.

- [7] MICHEL (M. C.) (1971). Analyse quantitative de quelques substances azotées et glucidiques en milieu biologique. Essai de rationalisation. Thèse doctorat Université de Clermont-Ferrand.
- [8] Parkash (S.) et Jenness (R.) (1968). The composition and characteristics of goat's milk: a review. *Dairy Sci. Abstr.*, 30, 67-87.
- [9] PORTMANN (A.), PIERRE (A.), VEDRENNE (P.) (1968). Relation entre la teneur en matière grasse et azotée du lait de chèvre et rendement en fromage. Revue Lait. Fran., 251, 97-101.
- [10] RAMOS (M.), JUAREZ (M.) (1980). The composition of ewe's and goat's milk. I.D.F., Annual session in Bristol, sept. 1980. A-Doc. 80.
- [11] RICORDEAU (G.), MOCQUOT (G.) (1967). Influence des variations saisonnières de la composition du lait de chèvre sur le rendement en fromage. Conséquences pratiques pour la sélection. Ann. Zootechn., 16, 165-181.
- [12] RICORDEAU (G.), BOUILLON (J.) (1971). Testage des boucs en race alpine saanen et chamoisée: IV. Possibilité de sélection sur les aptitudes fromagères. II^e Conf. Intern. de l'élevage caprin., Tours, juillet 1971, pp. 283-286.
- [13] ROWLAND (S. J.) (1938). The determination of the nitrogen distribution in milk. J. Dairy Res., 9, 42-46.
- [14] VIGNON (B.) (1976). La fraction azotée non protéique du lait, importance, nature et variations. Thèse Université de Nancy I, Docteur ès Sciences.
- [15] VIGNON (B.), LAURENT (F.), JOURNET (M.) (1978). Variations de la teneur en azote non protéique et en urée du lait à la mise à l'herbe des vaches laitières. Ann. Zootech., 27, 303-315.