

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 31.270.exp 1

Cote : B M

01 FEV. 1991

P 14

COMPOSITION DES FROMAGES DE CHÈVRE*

J.C. FAVIER**, avec la collaboration technique de E. DORSAINVIL

Selon le Service statistique du CNIEL [1], la production de fromage de chèvre en France a été de 30.000 tonnes en 1984 soit 2,4% du total de la production fromagère (fromage fondu exclu). Pour relativement modeste qu'elle soit, la place des fromages de chèvre n'est donc pas négligeable tant dans la consommation que dans l'économie. C'est pourquoi il est utile d'essayer d'apporter quelques compléments et précisions aux rares indications figurant dans les tables de composition usuelles à la rubrique fromage de chèvre.

En dehors de quelques appellations bien définies, il est difficile d'établir une classification des fromages de chèvre français qui soit en rapport avec leur composition chimique et qui permette aisément au consommateur de situer chaque fromage dans une catégorie en fonction de sa dénomination, de son aspect extérieur et de sa présentation.

En effet, les divers fromages de chèvre sont très nombreux ; tous doivent contenir au moins 45 p. cent de matière grasse rapportée à la matière sèche et la plupart d'entre eux (84 p. 100) sont des fromages à pâte molle. Par ailleurs, des fromages ayant les mêmes caractéristiques (dénomination, origine, forme, marque...) sont parfois commercialisés à des stades de fabrication différents : frais, affinés, demi-secs ou secs. Enfin, il n'est pas rare de rencontrer des fromages qui n'ont pas droit à une appellation d'origine contrôlée (AOC) mais auxquels leurs fabricants attribuent une dénomination, un étiquetage ou quelque caractéristique évoquant une prestigieuse AOC, créant la confusion dans l'esprit des consommateurs.

C'est pourquoi dans la présente étude il a été choisi de présenter la composition des fromages de chèvre, selon leur appellation et, par ailleurs, de les classer en quatre grandes catégories selon la teneur en eau :

- fromages frais avec plus de 80 p. cent d'eau,
- fromages frais moulés : 60 à 80 p. cent d'eau,
- fromages demi-secs : 35 à 60 p. cent d'eau,
- fromages secs : moins de 35 p. cent d'eau.

Un grand nombre de fromages de chèvre commercialisés entrent dans la catégorie des fromages mi-secs. C'est également dans cette catégorie que se situe le fromage de chèvre décrit par les tables de L. Randoïn [2], d'Ostrowski [3] et de Renaud [4].

* Etude réalisée dans le cadre de l'élaboration d'une banque de données sur la composition des aliments (soutien financier du Ministère de la Recherche - décision d'aide N° 83.C.0167 - et de la Fondation Française pour la Nutrition).

** Chercheur ORSTOM - Centre Informatique sur la Qualité des Aliments, 16 rue Claude-Bernard 75231 Paris Cedex 05 - France.

Les plus vifs remerciements sont adressés aux laboratoires qui ont bien voulu communiquer leurs résultats d'analyse de fromages de chèvre : Institut Scientifique d'Hygiène Alimentaire et Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire (Direction de la Qualité - Services Vétérinaires). Par ailleurs, le Centre Interprofessionnel de Documentation et d'Informations Laitières (CIDIL) et l'Union Fédérale des Consommateurs (UFC "Que choisir") ont participé au financement de certaines analyses.

Matériel et méthodes

Les résultats d'analyse d'échantillons individuels de fromages recueillis auprès de divers laboratoires* n'ont été retenus que lorsque la représentativité des échantillons et la fiabilité des analyses étaient satisfaisantes. Le traitement des données a été effectué au Laboratoire d'Informatique de la Faculté de Médecine de Nancy (Professeur Martin). Lorsque leur effectif est suffisant (une quarantaine), le traitement statistique des données comporte l'étude de l'histogramme de leur distribution, le calcul de leur moyenne arithmétique et

de l'écart-type estimé. Si la distribution s'avère suivre assez fidèlement la loi de Gauss, l'intervalle de confiance à 5 p. 100 est calculé selon la formule :

$$\text{Intervalle de confiance} = \text{moyenne} \pm (\text{écart-type estimé} \times 1,96)$$

Si la distribution n'est pas gaussienne, un intervalle de confiance est déterminé en éliminant un nombre total de valeurs les plus faibles et les plus élevées égal à 5 p. 100 de l'effectif. Lorsque le nombre de données est insuffisant (inférieur à 40), seule la moyenne arithmétique est calculée.

La valeur énergétique métabolisable est déterminée par calcul à partir des teneurs moyennes en matières azotées totales, lipides et glucides. Les facteurs de conversion en énergie utilisés pour le calcul sont les suivants :

	kcal	kJ
Matière azotées totales (N × 6,38)	4	17
Lipides	9	37
Glucides (exprimés en lactose hydraté) . . .	3,75	16

Présentation des résultats

Pour ne pas alourdir les tableaux, les écarts-types n'y figurent pas. Seuls sont indiqués la moyenne, l'effectif n (entre parenthèses) et une fourchette correspondant à l'intervalle de confiance défini ci-dessus dans le cas où n > 40 ou aux valeurs extrêmes observées quand n < 40.

A titre de comparaison ou de suppléance, les valeurs de la littérature et des principales tables de composition sont également indiquées. Mais parmi les tables usuelles, seules celles de Randoïn [2], d'Ostrowski [3] et de Renaud [4] mentionnent le fromage de chèvre, les deux dernières empruntant à la première un certain nombre de données.

Résultats

Composition globale et valeur énergétique (Tableaux I et I bis)

Le rapport des teneurs en lipides et en matière sèche est l'un des principaux critères utilisés pour apprécier la conformité d'un fromage à la réglementation officielle. C'est pourquoi teneur en

lipides et en matière sèche sont les données les plus fréquemment rencontrées dans les laboratoires d'analyse des fromages. Les matières azotées sont dosées beaucoup moins souvent. Pour certains fromages (Chabichou, Picodon, Saint-Marcellin) aucun résultat de dosage d'azote n'a été trouvé de sorte qu'il n'est pas possible de calculer leur valeur énergétique.

En ce qui concerne les glucides, la valeur manifestement erronée (15 g. p. 100 g) de la table de Randoïn [2], reproduite par d'autres tables a suscité bien des interrogations et des doutes, parfois aussi des erreurs chez les utilisateurs de ces documents. En fait, en raison de leur solubilité dans le lactosérum, il y a tout lieu de penser que les glucides se retrouvent en faible quantité dans les fromages égouttés, surtout s'il s'agit de fromages à caractère lactique (cas de nombreux fromages de chèvre) ou de fromages affinés. Dans de tels produits, en effet, les microorganismes présents transforment et consomment le lactose. De fait, les quelques dosages de glucides effectués sur des fromages de chèvre confirment la faiblesse de leurs teneurs.

A la lecture des Tableaux I et I bis, il apparaît que, à l'exception de l'unique échantillon de fromage frais à plus de 80 p. 100 d'eau, les fromages de chèvre ont un taux de "Gras/Sec" avoisinant en moyenne 50 à 57 p. 100. Leur valeur énergétique croît évidemment avec leurs teneurs en matière sèche et en lipides.

Composition minérale (Tableau II)

En sus des résultats de dosages obtenus auprès de certains laboratoires, le Tableau II mentionne les données de Guéguen [5]. Ces dernières ne peuvent cependant être prises en compte pour la détermination des paramètres statistiques des divers fromages car elles ne précisent ni les teneurs en matière sèche ni le nombre d'échantillons analysés.

La composition des fromages témoigne souvent du mode de coagulation de la caséine qui a été suivi lors de leur fabrication : coagulation par la présure ou par acidification due aux ferments lactiques. En effet, l'abaissement du pH provoque non seulement la précipitation de la caséine mais également un accroissement de solubilité aqueuse de certains minéraux qui, tels le calcium et le zinc, sont dans leur majeure partie initialement liés aux protéines des micelles.

Tableau I
Fromages de chèvre - Composition globale (pour 100 g de partie comestible)

	Valeur énergétique		Matière sèche g	MAT* (N × 6,38) g	Lipides g	Lipides p. 100 g de mat. sèche g	Glucides g
	kJ	kcal					
Fromage frais (plus de 80% d'eau)	330	79	15,4 (1)	4,7 (1)	6,1 (1)	39,6 (1)	1,5 (1)
Fromage Frais Moulé (60 à 80% d'eau)	855	206	34,9 (18) 24,5-37,4	11,1 (4) 6,8-14,8	17,5 (18) 12,0-20,0	50,2 (18) 42,2-54,4	1,2 (4) 1,0-1,4
Fromage Mi-Sec (35 à 60% d'eau)	1356	327	51,4 (225) 39,3-63,3	18,3 (10) 14,4-22,5	28,2 (225) 20,5-37,0	54,7 (225) 47,5-62,0 *	0,1 (10) 0-0,5
Fromage de chèvre selon Randoïn [2]		280 à 380	40-60	16-33	15-25		(15)**
selon Ostrowski [3]		331		25,0	19,0		(15)**
Fromage sec (moins de 35% d'eau)	1927	465	69,4 (44) 65,1-80,6	27,6 (1)	39,4 (44) 33,4-45,4	56,7 (44) 52,1-61,9	traces (1)

* Matières azotées totales = N total × 6,38

** Valeur contestable.

Tableau I bis

Fromages de chèvre - Spécialités locales et fromages à appellation d'origine - Composition globale (pour 100 g de partie comestible)

	Valeur énergétique		Matière sèche g	MAT* (N×6,38) g	Lipides g	Lipides p. 100 g de mat. sèche g	Glucides g
	kJ	kcal					
Chabichou			53,8 (21) 40,2-69,1		29,6 (21) 20,7-36,7	55,0 (21) 47,8-60,4	traces
Crottin*	1452	351	57,6 (66) 34,1-71,3	15,9 (3) 14,4-17,7	31,9 (66) 15,8-43,1	55,1 (66) 46,3-63,9	0,08 (3) 0-0,2
Picodon			54,1 (7) 40,0-66,0		29,1 (7) 20,2-38,5	53,3 (7) 48,4-58,3	traces
Poulligny-Saint-Pierre	1430	345	50,8 (67) 39,1-62,4	22,5 (1)	28,3 (67) 20,5-35,5	55,5 (67) 49,5-60,0	traces (1)
Sainte-Maure	1436	347	59,0 (1)	21,6 (1)	28,9 (1)	49,0 (1)	traces (1)
Selles-sur-Cher	1344	325	50,8 (18) 39,1-67,0	16,9 (2) 14,6-19,2	28,4 (18) 20,5-40,3	55,5 (18) 48,1-61,0	0,4 (2) 0,3-0,5
Saint-Marcellin			50,4 (49) 35,2-61,0		28,1 (49) 18,7-37,5	55,4 (49) 46,3-64,5	traces

* Cette dénomination plus large recouvre non seulement le Crottin de Chavignol (AOC) mais également d'autres fromages de chèvre qui lui ressemblent par la forme, les dimensions, l'origine ou quelqu'autre caractéristique mais sans toutefois avoir droit à l'appellation d'origine contrôlée "Crottin de Chavignol".

Tableau II

Fromages de chèvre - Composition minérale (pour 100 g de partie comestible)

	Nombre d'échantillons	Sodium mg	Potassium mg	Calcium mg	Magnésium mg	Phosphore mg	Zinc mg
Fromage frais	1	64		108	13		0,26
(plus de 80% d'eau)							
Fromage Frais Moulé ..	4	326 151-500		102 91-108	14 13-15		0,36 0,29-0,46
(60 à 80% d'eau)							
Fromage Mi-Sec	10	581 340-1440		103* 40-180	16 12-25	248** 210-300	0,48 0,37-0,69
(35 à 60% d'eau)							
Fromage de chèvre selon Randoïn [2]				190		190	
selon Renaud [4]		500		190	40		
selon Ostrowski [3]		850	150	190	40	190	
Fromage Sec	1	790		190	26		0,74
(moins de 35% d'eau)							
Chabichou selon Guéguen [5]		660	240	300	36	320	2
Crottin	3	443 360-585		106 95-115	16 12-18		0,40 0,37-0,43
selon Guéguen [5]		1000	300	160	23	340	1
Poulligny-St-Pierre	1	340		138	19		0,61
Sainte-Maure	1	1440		180	18		0,69
Selles-sur-Cher	2	633 540-725		99 96-101	13 13-13		0,37 0,37-0,38
Saint-Marcellin selon Renaud [4]		500		180	30		
Valençay selon Guéguen [5]		1100	150	100	15	250	1

* Nombre d'échantillons = 15

** Nombre d'échantillons = 5.

Une partie de ces minéraux solubilisée dans le lactosérum est alors éliminée au cours de l'égouttage en quantité plus ou moins importante selon l'abaissement du pH.

C'est ainsi qu'avec 100 à 300 mg de calcium pour 100 g, les fromages de chèvre apparaissent relativement moins riches que la plupart des fromages au lait de vache parmi lesquels non seulement les fromages à pâte pressée ou à pâte persillée mais également plusieurs sortes de fromages à pâte molle. Les teneurs en calcium des laits de chèvre ou de vache sont pourtant comparables (Tableau III : 118 mg pour 100 g de lait de vache, 130 mg pour 100 g de lait de chèvre), mais la plupart des fromages de chèvre ont un caractère lactique prédominant alors que les fromages au lait de vache précédemment évoqués sont plutôt du type présure. La perte de calcium dans le lactosérum est même supérieure à celle du phosphore de sorte que le rapport Ca/P des fromages de chèvre, chaque fois qu'il peut être calculé, se montre inférieur à 1.

On observe également que les concentrations en zinc des fromages de chèvre (0,26 mg à 2 mg pour 100 g) sont beaucoup plus faibles que celles de la plupart des fromages au lait de vache (3,4 mg à 12 mg). Une aussi grande différence ne peut s'expliquer par le seul écart des teneurs en zinc des laits de vache et de chèvre. Peut-être, là aussi, le caractère lactique des fromages de chèvre est-il à mettre en cause car, selon Parkash et Jennes [8], 85% du zinc du lait se trouverait lié aux protéines de la fraction micellaire et n'en serait libéré qu'à des pH acides. De fait, les fromages au lait de vache les plus pauvres en Zn sont ceux qui possèdent le caractère lactique le plus marqué (fromages frais, fromages au lait cru, Brie, Camembert...).

Les teneurs en magnésium des fromages de chèvre apparaissent très variables selon leur nature et la source d'informations. Cependant le taux de 40 mg pour 100 g, indiqué par certaines tables semble excessif surtout lorsqu'on constate que le rapport Mg/Ca, variant habituellement de 0,10 à 0,17 dans le fromage de chèvre passerait alors à 0,21. Il semble donc préférable d'écarter la valeur 40 mg p. 100. Cependant, les rapports Mg/Ca des fromages au lait de vache sont dans l'ensemble nettement moins élevés que ceux des fromages de chèvre : 0,09 à 0,11 pour les fromages frais ; 0,02 à 0,08 pour les fromages affinés (Tableau IV).

Dépendant éminemment de la quantité de sel ajouté lors de la fabrication, les teneurs en sodium des fromages de chèvre, comme celles des fromages de vache, sont extrêmement variables mais le plus souvent élevées : de 64 mg pour 100 g de fromage frais non salé à 1440 mg dans un "Sainte-Maure".

Les données sur le potassium des fromages de chèvre sont très peu nombreuses. Par ailleurs aucune valeur fiable relative aux oligoéléments minéraux n'a pu être trouvée dans les laboratoires et la littérature scientifique.

Composition vitaminique (Tableaux V et VI)

De même, il n'a été rencontré de données concernant les teneurs en vitamines liposolubles A, D, E et K des fromages de chèvre ni dans les laboratoires ni dans la littérature. Mais ces fromages étant relativement riches en matière grasse (50 à 57 p. 100 de la matière sèche) ils devraient renfermer la majeure partie des vitamines liposolubles du lait. Le lait de chèvre, contrairement à celui de vache ne contient pas de carotène. Son activité vitaminique A, qui est au demeurant aussi importante que celle du lait de vache, provient uniquement de la vitamine proprement dite, le rétinol, car la chèvre serait capable de transformer entièrement le carotène précurseur en rétinol [9].

De même que les autres fromages, le fromage de chèvre ne contient pas de vitamine C qui, hydrosoluble et très fragile, disparaît rapidement au cours des traitements.

En raison de leur solubilité dans le lactosérum, seule une certaine proportion des vitamines du groupe B demeure dans le caillé égoutté. Mais selon leur nature et celle des microorganismes présents, elles vont subir des sorts différents au cours de l'affinage. Les unes seront consommées par les microorganismes, d'autres au contraire seront synthétisées, parfois en quantités importantes, par certaines souches microbiennes [10, 11]. C'est alors dans les parties du fromage où la fermentation est la plus active (croûte ou partie moisie) que la concentration de ces vitamines est la plus élevée. Dans le cadre de la présente étude, il n'a pas été trouvé de recherche particulière sur l'évolution des vitamines du groupe B au cours de la fabrication et de l'affinage des fromages de chèvre. Seule l'étude de Vabois [12], sur 7 échantillons de fromage de chèvre en forme de bûche, a montré que la

Tableau III

Composition comparée des laits de chèvre et de vache

	Lait de vache (gd mélange) selon Favier [6]	Lait de chèvre selon Paul et Southgate [7]
Valeur énergétique kJ	268	296
kcal	64	71
Matière sèche g	12,5	13,0
Matière azotée totale (N x 6,38) g	3,2	3,3
Lipides g	3,6	4,5
Glucides g	4,8	4,6
Sodium mg	44	40
Potassium mg	150	180
Calcium mg	118	130
Magnésium mg	11	20
Phosphore mg	90	110
Fer mg	0,05	0,04
Zinc mg	0,38	0,30

Tableau IV

Rapport Mg/Ca des teneurs en magnésium et calcium des fromages

Fromages de chèvre	Fromages au lait de vache
Fromage frais 0,12	Fromage frais . . . 0,09-0,11
Fromage frais, moulé . 0,14	Pâtes molles . . . 0,02-0,08
Fromage mi-sec 0,155	Pâtes pressées cuites 0,04-0,06
Fromage sec 0,14	Pâtes pressées non cuites 0,03-0,07
Chabichou, selon [5] . 0,12	
Crottin 0,15	
Crottin, selon [5] . . . 0,14	
Poulligny-St-Pierre . . 0,14	
Sainte-Maure 0,10	
Selles-sur-Cher 0,13	
Saint-Marcellin selon [4] 0,17	
Valençay, selon [5] . . 0,15	
Fromage de chèvre selon [4, 5] 0,21	

croûte est beaucoup plus concentrée en folates (vitamine B₉) que la partie interne (Tableau V). C'est une confirmation qu'au cours de la fabrication de ce type de fromage, il se produit une synthèse de folates.

Alors qu'avec 0,04 mg à 0,14 mg de thiamine pour 100 g les fromages de chèvre figurent parmi les fromages les plus riches en cette vitamine, leurs teneurs en riboflavine ne font pas apparaître de particularité par rapport à l'ensemble des autres fromages. Les teneurs en niacine préexistante n'ont pas une grande signification par elles-mêmes du fait que le tryptophane constitutif des protéines peut être métabolisé, chez l'homme, en vitamine PP à raison de 1 mg de niacine pour 60 mg de tryptophane. L'activité vitaminique PP potentielle apparaît donc bien supérieure à celle qui résulte de la seule niacine préexistante.

Très pauvre en acide folique (0,8 à 1 µg pour 100 g selon Jennes [13] et les tables usuelles), le lait de chèvre est tenu pour responsable des carences observées chez de jeunes enfants dont il constitue le principal aliment [14, 15]. Mais grâce aux synthèses d'origine microbienne qui se produisent durant sa fabrication, le fromage de chèvre apparaît comme un aliment tout-à-fait intéressant notamment si on en consomme la croûte (Tableau V).

Tableau V
Fromage de chèvre (forme bûche)
Teneur en folates (pour 100 g)

	Nombre d'échantillons analysés	Acide folique libre µg	Acide folique total µg
Croûte	7	133-520	516 199-605
Partie interne . . .	7	18-46	77 48-132
Fromage entier . .	7	48-83	125 115-147

d'après Vabois [12].

Acides aminés, acides gras, cholestérol

Aucun résultat de dosage des acides aminés et des acides gras du fromage de chèvre n'a été trouvé dans les laboratoires et dans la littérature, si ce n'est la table de Renaud [4] qui donne la teneur en certains acides gras. Bien que des modifications dans les proportions des divers acides aminés et acides gras puissent se produire au cours de la transformation du lait en fromage, il faut se résoudre, faute de mieux, à faire appel à la composition des protéines et des lipides du lait pour approcher celle des protéines et des lipides du fromage.

Le Tableau VII, emprunté à la FAO [16], présente les compositions en acides aminés des protéines des laits de vache et de chèvre, permettant ainsi de les comparer. Mais il faut garder présent à l'esprit que les valeurs concernant le lait de chèvre ont été obtenues sur un seul échantillon.

Le Tableau VIII relatif aux acides gras reproduit les données des tables de Paul et Southgate [7] et de Renaud [4] qui ne précisent pas le nombre d'échantillons analysés. Les lipides du lait de chèvre, comme ceux de tous les ruminants, ont une proportion d'acides gras à chaîne courte (4 à 12 atomes de carbone) relativement élevée. Par rapport au lait de vache, la proportion d'acides gras à 6, 8, 10 et 12 carbones semble plus forte ainsi que le notent Parkash et Jennes [9]. D'autres, bien avant eux, l'avaient déjà observé puisque les noms d'acide caproïque, caprylique et caprique ont été octroyés aux acides gras en C₆, C₈ et C₁₀ respectivement. Comme dans les lipides du lait de vache, les acides gras polyinsaturés sont en faible quantité alors que les acides gras saturés représentent environ 2/3 du total.

La table américaine [17] attribue 11 mg de cholestérol (moyenne de 36 échantillons) à un lait de chèvre moyen titrant 4,14 g de matières grasses pour 100 g soit 2,66 mg de cholestérol par gramme de matière grasse. L'application de cette dernière valeur aux fromages de chèvre dont le taux de lipides est connu conduit par calcul aux résultats du

Tableau VI
Fromages de chèvre - Composition vitaminique (pour 100 g de partie comestible)

	Nombre d'échantillons	Thiamine mg	Riboflavine mg	Niacine mg	Activité vitaminique PP (en équivalent niacine) mg	Inositol mg
Fromage frais (plus de 80 % d'eau)	1	0,04	0,24	0,26	1,2	14,5
Fromage frais, moulé (60 à 80 % d'eau)	4	0,07 0,06-0,08	0,38 0,31-0,52	0,43 0,05-0,72	2,6	10,7* 10-11
Fromage mi-sec (35 à 60 % d'eau)	10	0,08 0,05-0,14	0,77 0,42-1,22	1,44 0,43-2,8	5,0	6,8 2,2-11
Fromage de chèvre selon Randoïn [2]		0,03	0,60	0,20	3,3-6,7	
Fromage sec (moins de 35 % d'eau)	1	0,14	1,19	2,4	7,8	
Grottin	3	0,09 0,05-0,12	0,82 0,65-1,0	1,24 0,78-1,78	4,4	
Poulligny-St-Pierre	1	0,09	1,03	2,05	6,5	5,1
Sainte-Maure	1	0,08	0,53	1,00	5,2	2,2
Selles-sur-Cher	2	0,05 0,05-0,06	0,59 0,42-0,76	0,81 0,43-1,20	4,1	7,5 4-11

* Nombre d'échantillons = 3.

Tableau IX. Les teneurs en cholestérol des fromages de chèvre ainsi calculées apparaissent alors se situer entre 75 et 85 mg pour 100 g de fromage mi-sec, valeurs peu éloignées de celle avancées par Renaud [4] : 90 mg pour 100 g. A titre de comparaison, la concentration en cholestérol de la matière grasse du lait de vache et de ses dérivés calculée à partir des données de la table de Paul et Southgate [7] se situe autour de 3 mg par gramme, avec des extrêmes à 2 mg et 3,7 mg.

Conclusions

Les informations que les tables de composition fournissaient sur le fromage de chèvre étaient jusqu'à ce jour très limitées. La présente étude essaie de les compléter et d'apporter des données supplémentaires permettant de distinguer les compositions de divers types de fromages de chèvre. Mais les analyses sont encore trop rares, surtout si l'on considère le nombre et la diversité des fromages de chèvre.

Tableau VIII
Composition en acides gras

	Pour 100 g d'ac. gras totaux		Pour 100 g de partie comestible
	Selon Paul et Southgate [7]		selon Renaud [4]
	Lait de vache	Lait de chèvre	Fromage de chèvre (15 p. 100 de lipides)
Acides gras saturés totaux* g	63,2	69,2	9,37
4:0 g	3,2 2,6-3,9	2,1	
6:0 g	2,0 1,5-2,3	2,4	
8:0 g	1,2 0,9-1,4	3,2	
10:0 g	2,8 2,5-3,2	9,1	
12:0 g	3,5 3,1-4,0	4,5	
14:0 g	11,2 10,4-12,4	11,3	1,46
16:0 g	26,0 24,1-32,0	27,0	4,1
18:0 g	11,2 9,2,13,2	9,6	1,16
Acides gras mono-insaturés totaux* . g	33,7	28,4	4,81
14:1	1,4 1,1-1,6	Traces	
16:1	2,7 2,1-3,1	2,4	0,3
18:1	27,8 22,0-30,7	26,0	4,45
Acides gras poly-insaturés totaux . . g	2,9	2,3	0,03
18:2	1,4 0,8-1,9	2,3	—
18:3	1,5 0,6-2,5	—	—
Autres insaturés . . g			0,03

* Total tenant compte des acides gras n C15 et C17 du lait de vache.

Il manque, en particulier, des données sur les fromages frais, sur les teneurs en protéines, minéraux, oligoéléments, vitamines liposolubles et vitamines du groupe B de toutes les variétés. Il faudrait que de nombreux échantillons de chaque grande appellation soient analysés, il importerait aussi que soient étudiés les fromages qui n'ont pas d'appellation particulière mais dont la consommation est importante, par exemple les bûches et bûchettes.

Les données sont quasi-inexistantes et en tout cas peu sûres pour des constituants tels que les acides aminés, les acides gras et le cholestérol. Extrapoler alors les valeurs du lait de chèvre est peu satisfaisant car des changements se produisent lors de la transformation du lait en fromage et au cours de l'affinage, notamment au niveau des acides aminés. Par ailleurs, les données relatives au lait de chèvre sont elles-mêmes peu nombreuses.

Enfin, il serait souhaitable de mieux préciser le degré d'égoûtage et le stade d'affinage des fromages de chèvre

Tableau VII
Composition en acides aminés (mg d'acide aminé par g d'azote)

	Lait de vache	Lait de chèvre
Nombre d'échantillons . . .	28	1
Isoleucine	295	328
Leucine	596	589
Lysine	487	327
Méthionine	157	84
Cystine	51	—
Phénylalanine	336	236
Tyrosine	297	201
Thréonine	278	274
Tryptophane	88	75
Valine	362	404
Arginine	205	84
Histidine	167	228
Alanine	217	166
Acide aspartique	481	496
Acide glutamique	1390	1142
Glycocolle	123	88
Proline	571	518
Sérine	362	256

selon FAO [16].

Tableau IX
Cholestérol du fromage de chèvre (pour 100 g) (calculé sur la base de 2,66 mg de cholestérol par gramme de matière grasse)

	Matière grasse g	Cholestérol mg
Fromage frais (plus de 80 % d'eau) . . .	6,1	16
Fromage frais, moulé (60 à 80 % d'eau)	17,5	46
Fromage mi-sec (35 à 60 % d'eau)	28,2	75
Fromage sec (moins de 35 % d'eau)	39,4	105
Chabichou	29,6	79
Crottin	31,9	85
Picodon	29,1	77
Poulligny-St-Pierre	28,3	75
Sainte-Maure	28,9	77
Selles-sur-Cher	28,4	75

au moment de leur commercialisation. N'est-il pas anormal que la teneur en eau ou la teneur en matières grasses varient du simple au double dans des fromages qualifiés pourtant de la même appellation, par exemple Chabichou ou Selles-sur-Cher ? Parfois même, la teneur en lipides varie presque du simple au triple comme dans les Crottins.

Toutes ces lacunes devraient être comblées malgré la place modeste tenue par les fromages de chèvre dans la ration alimentaire en France. Ne serait-ce qu'en raison de leur contribution à la renommée de la production agro-alimentaire française, les fromages de chèvre mériteraient de faire l'objet d'un vaste programme d'analyses bromatologiques et d'un effort de clarification dans leurs définitions et leur classification.

Résumé

La composition et la valeur énergétique des fromages de chèvre sont calculées à partir de résultats d'analyses collectés dans les laboratoires. Les données des tables de composition usuelles et de la littérature scientifique sont indiqués à titre de comparaison et de complément. Les constituants étudiés sont les suivants : matière sèche, matières azotées totales, lipides, glucides, minéraux, vitamines, acides aminés, acides gras, cholestérol.

De nouvelles analyses sur des échantillons nombreux et représentatifs seraient nécessaires pour compléter nos connaissances sur la composition des divers fromages de chèvre.

Summary

Energy value, proximate constituents, minerals, vitamins, amino-acids, fatty acids and cholesterol content of goat cheeses are computed from values collected from laboratories. They are compared and completed with data from scientific literature and usual tables of food composition. Additional analyses need to be carried out on a number of representative samples in order to complete our knowledge of the composition of goat cheeses.

Mots-clés : Fromage de chèvre - Teneur - Constituants énergétiques - Minéraux - Vitamines - Acides aminés - Acides gras.

Bibliographie

- [1] Service statistique du CNIEL (Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière) - Collecte et fabrication ou traitement des produits laitiers. Année 1984. Document multigraphié. Paris, 1985, CNIEL éditeur.
- [2] Randoïn L. et al. - Tables de composition des aliments. Paris, 1976, J. Lanore éditeur.
- [3] Ostrowski Z.L. - Les aliments, tables des valeurs nutritives. Paris, 1978, J. Lanore éditeur.
- [4] Renaud S. et al. - Table de composition des aliments. Paris, 1979, Astra-Calvé éditeur.
- [5] Guéguen L. - Apports minéraux par le lait et les produits laitiers. *Cah. Nutr. Diét.*, **XIX**, 213-217, 1979.
- [6] Favier J.C. - Composition du lait de vache. I - Lait de grand mélange. *Cah. Nutr. Diét.*, **XX**, 283-291, 1985.
- [7] Paul A.A., Southgate D.A.T. (Mac Cance & Widdowson) - The composition of foods. Amsterdam, 1978. Elsevier/North Holland Biomedical Press éditeur.
- [8] Parkash S., Jennes R. - Status of Zinc in cow's milk. *J. Dairy Sci.*, **50**, 127-134, 1967.
- [9] Parkash S., Jennes R. - The composition and characteristics of goat's milk : a review. *Dairy Sci. Abstr.*, **30**, 67-87, 1968.
- [10] Karlin R. - Les vitamines dans les fromages. *Ann. Nutrition Alimentation*, **15**, 103-158, 1961.
- [11] Shahani K.M., Hathaway I.L., Kelly P.L. - B-complex vitamin content of cheese. II Niacin, pantothenic acid, pyridoxin, biotin and folic acid. *J. Dairy Sci.*, **45**, 833-841, 1962.
- [12] Vaboïs A. - Folates et fromages. Rapport de stage de DESS, document multigraphié, Meudon, 1984. Centre de Recherches sur la Nutrition (CNRS).
- [13] Jennes R. - Composition and characteristics of goat milk : Review 1968-1979. *J. Dairy Sci.*, **63**, 1605-1630, 1980.
- [14] Davidson G.P., Townley R.R.W. - Structural and functional abnormalities of the small intestine due to nutritional folic acid deficiency in infancy. *J. Ped.*, **90**, 590-594, 1977.
- [15] Navarro J., Goutet J.M., Roy C., Bonnet-Gasdos M. - Carence folique et dépression de l'immunité cellulaire. *Arch. Franç. Pédiatr.*, **37**, 297, 1980.
- [16] FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) - Teneur des aliments en acides aminés et données biologiques sur les protéines. Rome, 1981, FAO éditeur.
- [17] US Department of Agriculture - Composition of foods. Agriculture handbook N° 8-1. Dairy and egg products. Washington, 1976. USDA éditeur.



LES
FROMAGES
DE
CHEVRE