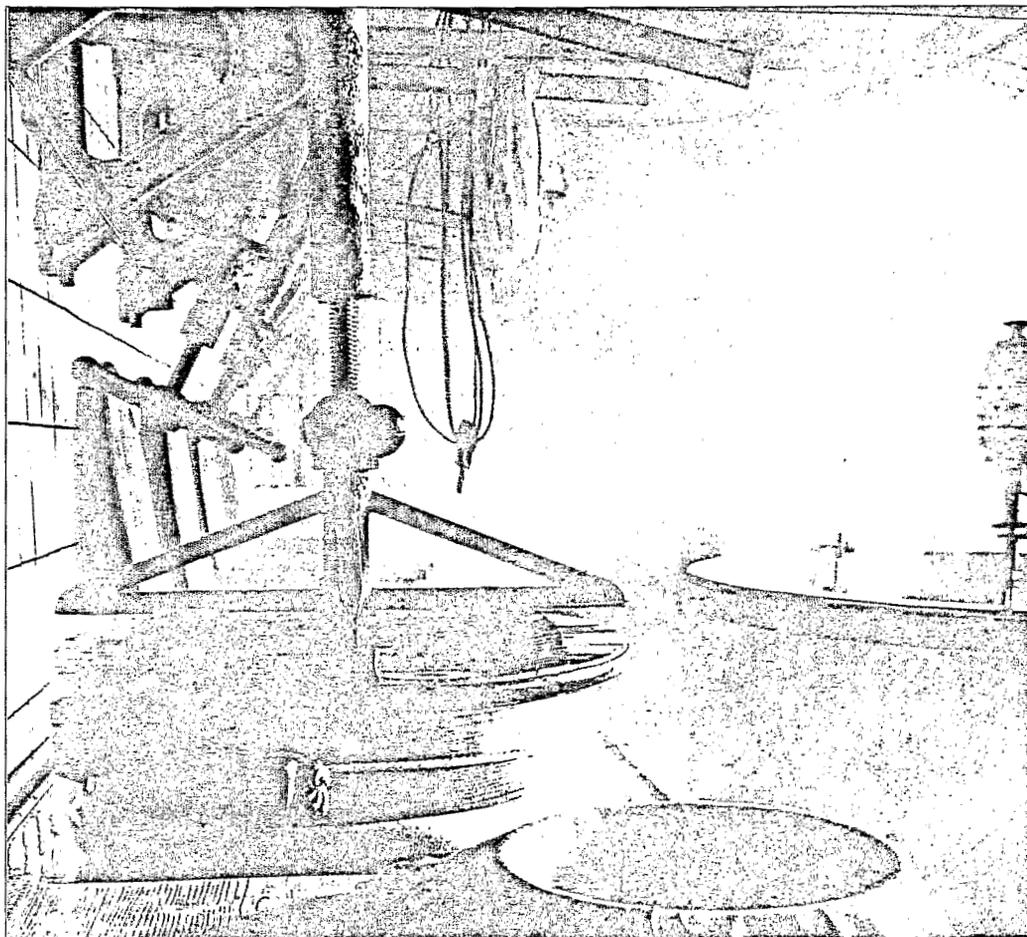


COMPOSITION DES FROMAGES A PATE CUITE PRESSÉE

J.C. FAVIER* et M.J. ANSOBORLO**
avec la collaboration technique de L. DAVAL*** et F. PRADIER*

A l'occasion de la constitution par la Fondation Française pour la Nutrition d'une banque de données sur la composition des aliments, des résultats d'analyse de fromages ont été collectés dans les laboratoires et, à défaut, dans la littérature scientifique et technique. La Fondation Française pour la Nutrition a bénéficié pour ce travail de la collaboration du Département Information Santé du CIDIL (Centre Interprofessionnel de Documentation et d'Information Laitières) qui a entrepris une étude bibliographique de la composition nutritionnelle des fromages, associée à un recueil, auprès des entreprises laitières, des différents travaux de recherche ayant pu conduire à des analyses de fromage.

Grâce aux études de l'Institut Technique du Gruyère et à un certain nombre de laboratoires qui ont accepté de communiquer dans le détail leurs résultats d'analyses, les Emmenthal, Comté et Beaufort sont parmi les mieux connus des fromages du point de vue de la composition globale, des minéraux et de la plupart des acides aminés. Bien que les travaux analytiques se poursuivent et que des informations complémentaires soient enregistrées peu à peu, il paraît intéressant de présenter sans plus tarder une mise au point sur la composition de ces fromages qui sont parmi les plus consommés en France (21 p. 100 du total des fromages en 1981).



Atelier de fabrication

* Fondation Française pour la Nutrition, 71, Avenue Victor-Hugo, 75116 PARIS.

** Centre Interprofessionnel de Documentation et d'Information Laitière (CIDIL) 8, Rue Danielle Casanova, 75002 PARIS.

*** Section de Statistique - Epidémiologie - Informatique Médicale, Faculté de Médecine, B.P. 184, 54500 VANDOEUVRE-LES-NANCY

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° 16.397

Cpte B

Définition

Les fromages à pâte cuite et pressée se définissent par la technologie de leur fabrication et un certain nombre de caractéristiques (1; 2, 3).

Après coagulation du lait par la présure, le caillé est divisé, brassé puis chauffé à 50-55°C pendant une à deux heures dans le petit-lait. Cette cuisson favorise la séparation du lactosérum et l'obtention ultérieure de fromages à matière sèche élevée. Moulés et pressés, les grains de caillé s'égouttent et se soudent entre eux pour former des masses cylindriques de 40 à 75 Kg en moyenne selon le type de produit. Les meules sont ensuite démoulées, immergées dans un bain d'eau salée puis entreposées pendant une dizaine de jours en cave où elles sont lavées, salées et retournées périodiquement. En ce qui concerne le Comté et le Beaufort le salage s'effectue tout au long de l'affinage en frottant la surface de la meule avec du sel. Les fromages poursuivent leur maturation en cave pendant plusieurs mois. Selon la température de la cave et la durée de l'affinage, les bactéries propioniques produisent en plus ou moins grande quantité de l'acide acétique, de l'acide propionique et du gaz carbonique. Ce dernier est responsable de la formation de trous (ouverture). De la taille d'une noix dans l'Emmenthal ou d'une noisette dans le Comté, les trous sont inexistant dans le Beaufort car la fermentation propionique ne s'y développe pratiquement pas. La durée de l'affinage doit être de deux mois au minimum, mais elle peut atteindre sept ou huit mois et même davantage. Pendant ce temps, les enzymes lipolytiques et protéolytiques modifient la pâte qui peu à peu devient souple et acquiert ses caractéristiques organoleptiques.

Emmenthal

Fabrication à partir de lait partiellement écrémé ; affinage d'au moins deux mois : un mois en cave fraîche (10-12°C) et un mois en cave chaude (20-25°C). Meules de 70 à 80 Kg, parfois jusqu'à 100 Kg ; talon et surface convexes, croûte

lavée et lisse. D'origine suisse, il peut être fabriqué sur l'ensemble du territoire français avec l'appellation Emmenthal français. Sous réserve du respect de cahiers des charges techniques, l'Emmenthal français peut être commercialisé sous deux labels : le label "Emmenthal Est-Central grand Cru" et le label de la marque régionale "Savoie".

Comté (appellation d'origine contrôlée)

Fabrication à partir de lait cru partiellement écrémé dans les départements du Doubs, du Jura ou de l'Ain ; affinage 2 mois en cave tempérée (12 à 15°C) puis 2 mois en cave chaude (18°C) et stockage en cave de 10° à 12°C. Il ne peut être mis en vente moins de 90 jours après sa fabrication. Meules de 35-45 Kg, surface aplatie ou légèrement convexe, talon droit, croûte granuleuse.

Beaufort (appellation d'origine contrôlée)

Fabriqué en Savoie à partir de lait cru entier immédiatement après la traite ; affinage d'au moins 4 mois en cave fraîche. Meules d'environ 40 Kg à talon concave, croûte peu rugueuse, pâte exempte de trous.

Gruyère

En France, ce nom est générique de tous les fromages à pâte cuite et pressée de grande forme : Beaufort, Comté, Emmenthal. Mais "il désigne également un fromage à pâte cuite pressée de 45 Kg, d'ouverture nette mais limitée, à la croûte granuleuse et au talon droit. Il peut être fabriqué dans toute la France" (3).

Parmesan

"Nom habituellement utilisé en dehors de l'Italie, et quelquefois en Italie même, pour un groupe de fromages très durs à pâte cuite et pressée qui ont été fabriqués et connus dans ce pays depuis des siècles sous le nom de Grana" (1). Fabriqués à partir de lait plus ou moins écrémé, ces fromages sont affinés en cave fraîche pendant un à deux ans, parfois plus. Devenus très secs et durs, ils peuvent être conservés dix ans ou davantage. Meules cylindriques épaisses à flancs légèrement convexes, de 30 Kg environ.

Tableau I - Sources des données et nombre de dosages

	Beaufort	Comté	Emmenthal
Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire	13 MS ; 13 L.T.	36 MS ; 36 L.T.	93 MS ; 93 L.T. 1 MAT ; 6 Lactose ; 3 Cl.
Institut Technique du Gruyère*	7 LT ; 7 AA ; 2 (Na, K, Ca, Mg, P)	6 LT ; 6 AA ; 1 (Na, K, Ca, Mg, P)	48 MS ; 80 LT ; 60 MAT ; 30 AA ; 19 Na, 19 K ; 22 (Ca, Mg, P)
Institut Scientifique d'Hygiène Alimentaire (ISHA) et Labcodral			11 MS ; 4 LT ; 5 MAT ; 4 AA ; 11 (Ca, P) ; 4 Cl
Hoffmann La Roche/ISHA		9 rétinol 9 β-carotène 9 Vit. C	10 rétinol 10 β-carotène 10 Vit. C
Ilari 1973 (4)		3 Cu	108 Cu
Sauvage 1976 (5) Maloumbi 1980* (6)	11 MS ; 8 LT ; 3 MAT 1 LT, 1 cholestérol 1 AA 1 (Na, K, Ca, Mg, P)		20 LT ; 20 cholestérol 18 AA 20 (Ca, Mg, P)
Bosquet-Merlin 1980* (7)	6 LT ; 6 cholestérol 6 AA 1 (Na, K, Ca, Mg, P)	6 LT ; 6 cholestérol 6 AA 1 (Na, K, Ca, Mg, P)	12 LT ; 12 cholestérol 12 AA 2 (Na, K, Ca, Mg, P)
Fagnoni-Marien 1975 (8) Camacho Roman 1981 (9) Marcos et al. 1981 (10) Astier-Dumas 1974 (11) INC 1978 (12) UFC 1977 (13)		1 (MS, LT, MAT, lactose) 8 Na 1 (MS, LT, Ca, P, Cl)	70 MS ; 70 LT ; 35 MAT 2 (MS, LT, MAT, lactose) 3 (MS, MAT, Cl) 19 Na 8 (MS, LT, Ca) 1 (MS, LT, Ca, P, Cl)

Abréviations : MS = matière sèche ; LT = lipides totaux ; MAT = mat. azotées totales (N x 6,38) ; AA = acides aminés.

* Certaines données de l'ITG sont retrouvées dans Maloumbi et Bosquet-Merlin. Ces données n'ont été prises en compte qu'une seule fois dans le traitement statistique.

Matériels et méthodes

Seuls les résultats d'analyse d'échantillons individuels de fromages (données factuelles) ont été retenus pour le traitement statistique. Les échantillons qui risquaient de n'être pas représentatifs des produits livrés à la consommation ont été éliminés : fromages prélevés sur indice par les services de contrôle ou présentant des problèmes de fabrication ou de commercialisation, fromages provenant de fabrications expérimentales, échantillons insuffisamment définis.

L'inventaire des résultats de dosage, avec leurs origines, est présenté par le tableau 1.

Lorsque leur effectif est suffisant (au moins une vingtaine), 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 :

Interv. confiance = moyenne \pm (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 20), seule la moyenne arithmétique est calculée.

chette correspondant aux intervalles de confiance définis ci-dessus dans le cas où $n > 20$ ou aux valeurs extrêmes observées quand $n < 20$.

Les valeurs des principales tables de composition utilisées en France sont également indiquées (en caractères ordinaires) à titre de comparaison ou, en cas de données factuelles insuffisantes, à titre de suppléance. C'est ainsi que pour les acides gras, le tryptophane, la cystine et la plupart des vitamines il est nécessaire de faire appel à ces tables ou à la littérature. Il en est de même pour le Parmesan, dont la composition présentée ici est calculée à partir des tables allemandes, américaines, anglaises et italiennes.

Les tableaux rapportent également les valeurs de la rubrique "Gruyère" de certaines tables qui ne précisent jamais si elles désignent par cette appellation l'ensemble de la famille gruyère ou le fromage bien défini originaire de Suisse, parfois fabriqué par d'autres pays. Ce terme étant fréquemment employé en France d'une manière globale, il a paru souhaitable de faire figurer sur les tableaux une rubrique "Pâtes cuites pressées". Ses valeurs sont calculées à partir des teneurs moyennes des Emmenthal, Comté et Beaufort pondérées sur la base des tonnages fabriqués en France en 1980 :

Emmenthal.....	180 000 tonnes
Comté.....	40 000 tonnes
Beaufort.....	3 000 tonnes

d'après ITG (3)

Présentation des résultats

Pour ne pas alourdir les tableaux, les écarts-types estimés n'y figurent pas. Seuls sont indiqués (en italique) la moyenne, l'effectif n (entre parenthèses) et une four-

Composition en substances énergétiques (tableau II)

Pour être en conformité avec la réglementation, les fromages doivent présenter, suivant leur nature et leur

Tableau II - Fromages à pâte cuite pressée
Composition en substances énergétiques (pour 100 g de partie comestible)

	valeur énergétique		matière sèche g	MAT* (N \times 6,38) g	lipides g	lipides p. 100 g de mat. sèche g	glu- cides g	lacto- se g	acide lactique g
	KJ	Kcal							
Beaufort nombre d'échantillons	1662	401	63.7 (24) 61.7-67.3	26.6 (3) 25.5-27.2	32.7 (28) 28.6-36.1	52.6 (21) 47.4-55.7			
Comté nombre d'échantillons	1655	399	63.5 (38) 62.1-64.9	29.2 (1)	31.3 (44) 28.7-33.1	49.4 (38) 45.8-52.4	tr (1)	tr (1)	
Randoïn		391	66	30	30	45.5	1.5		
Ostrowski		396		30	30		1.5		
Emmenthal nombre d'échantillons	1573	379	62.3 (236) 59.9-65.0	29.4 (106) 27.5-31.5	28.8 (258) 25.9-31.7	46.5 (236) 42.8-50.1	0.2 (8) 0-0.3	0.2 (8) 0-0.3	
Souci	1678	401	64.3 62.0-66.4	28.7 27.4-30.2	29.7 27.9-32.0	46.2			0.45 0.16-0.67
T. Néerlandaise	1667	394	65	28	30	46.2	3		
Randoïn		415	67	28	33	49.3	1.5		
Geigy		398	65.1	27.4	30.5	46.8	3.4		
Ostrowski		398		27.4	30.5		3.4		
Pâtes cuites pressées moyenne générale	1585	380	62.5 (298) 59.9-67.3	29.3 (110) 25.5-31.5	29.2 (330) 25.9-36.1	47.1 (295) 42.8-55.7	tr (3)	tr (3)	
Gruyère									
T. Néerlandaise	1840	435	68	29	35	51.5	1		
T. Américaine	1728	413	66.81 (12)	29.81 (7)	32.34 (5)	48.4	0.36		
Randoïn		391	66	29	30	45.5	1.5		
Ostrowski		392		29	30		1.5		
Renaud		405	61	27.5	32	52.5	1.7		
Parmesan (moyenne de diverses tables)	1559	374	70.5 68.0-74.0	35.8 32.2-37.0	25.7 22.0-29.9	36.5	tr		

* Matières azotées totales = N total \times 6,38.

appellation, des teneurs minimales en matière sèche et matière grasse bien définies. C'est pourquoi ces deux constituants sont systématiquement dosés par les laboratoires de contrôle. Il a été possible ainsi d'obtenir les résultats de leur dosage sur plus de 230 échantillons d'Emmenthal, environ 40 échantillons de Comté et une vingtaine de Beaufort, effectifs qui devraient conférer aux teneurs moyennes et fourchettes une fiabilité satisfaisante pour l'Emmenthal, assez satisfaisante pour les Comté et Beaufort.

La réglementation ne se préoccupant pas des autres composants majeurs, leurs dosages sont beaucoup moins fréquents. Il a été possible néanmoins d'obtenir des résultats de dosage de matières azotées totales sur 106 échantillons d'Emmenthal ; mais les effectifs se sont limités à 3 pour le Beaufort et 1 pour le Comté.

La quantité nulle ou très faible des glucides dans les fromages affinés explique la rareté de leur dosage. Certaines tables de composition mentionnent des teneurs non négligeables pouvant atteindre 3,4 g pour 100 g de fromage de gruyère. De telles valeurs sont dues, en fait, à leur mode de détermination par calcul (méthode dite par différence). Dans ces tables, la teneur en glucides est calculée en effet en retranchant de 100 la somme des teneurs en eau, matières azotées totales, matière grasse et cendres. Le total des composants est ainsi apparemment très satisfaisant puisqu'égal à 100 mais on peut cumuler sur la teneur en glucides les erreurs et imprécisions apportées par le dosage de chacun des autres constituants.

En réalité, après égouttage du caillé, le peu de lactose restant (de l'ordre de 2 p. 100 dans le cas des pâtes cuites) disparaît progressivement au cours de la fermentation de sorte qu'il n'en reste pratiquement plus dans les fromages affinés. Ceci a été clairement démontré par Jouzier (14) et confirmé récemment par les dosages de lactose du Laboratoire central d'hygiène alimentaire sur 6 Emmenthal et de Camacho Roman (9) sur 2 Emmenthal, 1 Comté et divers autres fromages.

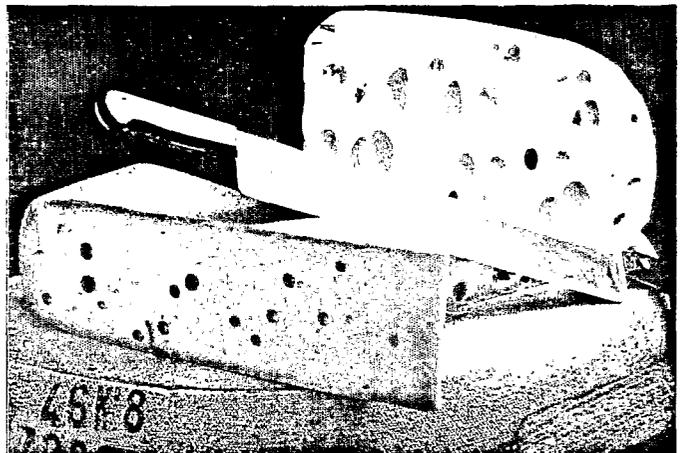
Bien que peu de résultats de dosages d'acide lactique aient été collectés et que la contribution de ce constituant à la valeur énergétique totale soit modeste (de l'ordre de 0,4 p. 100) il est préférable de le prendre en compte, par principe, lorsque cela est possible. Mais, parmi toutes les tables consultées, seule celle de Souci en fait état, pour l'Emmenthal, en donnant une fourchette de variation mais sans préciser le nombre d'échantillons étudiés.

Il apparaît à la lecture du tableau II que les moyennes des teneurs en matière grasse des trois sortes de gruyère sont différentes, le Beaufort étant le plus gras, l'Emmenthal le plus maigre. Les tests statistiques confirment que ces différences sont significatives au seuil de 5 p. 100, ce qui s'explique aisément puisque le Beaufort est fabriqué avec du lait entier.

Le faible nombre de dosages des matières azotées totales du Comté et du Beaufort ne permet pas d'affirmer que la teneur du Beaufort est inférieure à celles du Comté et de l'Emmenthal.

Les tables de composition usuelles ne font pas état du Beaufort. Seules celles de Randoïn et d'Ostrowski mentionnent le Comté. Ostrowski reprenant les chiffres de Randoïn pour les protides, lipides, glucides.

Les données récentes d'analyse de l'Emmenthal conduisent à des teneurs en lipides totaux, en matière sèche et à une valeur énergétique nettement inférieures à celles des autres tables. Deux explications semblent pouvoir être fournies :



... ouverture de la taille d'une noix dans l'Emmenthal ou d'une noisette dans le Comté.

- Les tables existantes rapportent des données soit anciennes, soit étrangères. La composition de l'Emmenthal produit actuellement en France pourrait être quelque peu différente de celle de l'Emmenthal de l'époque de Randoïn ou des Emmenthal étrangers. C'est ainsi par exemple que, maîtrisant mieux les fermentations qu'autrefois, les fabricants peuvent avoir tendance à produire des fromages à teneur en matière sèche plus faible.

- La plupart des échantillons d'Emmenthal récemment analysés provenaient directement des ateliers de production ; quatorze seulement provenaient du commerce. Les échantillons prélevés à la sortie d'atelier n'auraient-ils pas des teneurs en matière grasse et matière sèche inférieures à celles des Emmenthal du commerce parce qu'il sont plus frais donc moins secs ? De fait, si le calcul statistique ne révèle aucune différence significative entre les teneurs en lipides totaux des deux populations, il montre par contre que les 219 Emmenthal prélevés à la sortie d'usine ont une matière sèche moyenne (= 62,30) significativement moins élevée, au seuil de 5 p. 100, que celle des 14 échantillons du commerce (= 63,14). La matière sèche de ces derniers se rapproche donc quelque peu des valeurs correspondantes des autres tables. Mais celles-ci ne précisent pas l'origine de leurs données (production ou distribution).

En tout état de cause, l'analyse d'un plus grand nombre d'Emmenthal prélevés au niveau de la consommation serait souhaitable.

Composition minérale (tableaux III et IV)

Il est bien connu que les fromages à pâte cuite pressée sont l'une des meilleures sources de calcium alimentaire. Cette richesse est due au procédé de fabrication impliquant une rapide coagulation par la présure et une acidité limitée, conditions favorables à une bonne rétention du calcium par le caillé. Par ailleurs, la faible teneur en eau contribue *ipso facto* à accroître la concentration de tous les constituants de la matière sèche.

Les dosages de calcium effectués sur 42 échantillons d'Emmenthal, 2 échantillons de Comté et 2 de Beaufort conduisent à des moyennes voisines des données des tables de composition et de la littérature. Cependant on ne peut guère attribuer de confiance à des moyennes calculées à partir de deux échantillons seulement, c'est pourquoi il serait souhaitable que des effectifs de Comté et de Beaufort plus importants soient analysés. Malgré une variabilité assez importante (du simple au double) observée au sein des Emmenthal et des Comté et avec la réserve imposée par de très faibles effectifs, les teneurs moyennes en calcium des

Tableau III - Fromages à pâte cuite pressée
Composition minérale (p. 100 g. de partie comestible)

	Sodium mg	Potassium mg	Calcium mg	Magnésium mg	Phosphore mg	Chlore mg
Beaufort nombre d'échantillons	428 (2)	112 (2)	1139 (2)	46 (2)	793 (2)	
Gueguen 1979	395-460 950	97-126 120	1070-1208 1100	32-59 33	781-806 650	
Comté nombre d'échantillons	315 (9)	106 (1)	952 (2)	58 (1)	823 (2)	1584 (1)
Randoïn Ostrowski Gueguen 1979	155-535 850 200		660-1244 900 1000 1050		760-885 600 600 620	
Emmenthal nombre d'échantillons	221 (38)	103 (19)	1197 (42)	50 (22)	759 (34)	556 (11)
Coop. Agr. Bretagne Souci T. Néerlandaise Randoïn Geigy Ostrowski Gueguen 1979	85-460 272 450 270-600 500 620 620 430	85-125 94 107 100-119 100 100 100 140	800-1600 997 1020 890-1180 1000 1080 1180 1180 1200	28-67 37 35 21-48 55 55 37	630-900 591 636 540-860 700 810 860 860 750	309-1487 370 280-500 1210
Pâtes cuites pressées Moyenne générale nombre d'échantillons	235 (49)	104 (22)	1152 (46)	51 (25)	771 (38)	
	85-535	85-126	660-1600	28-67	630-900	
Gruyère T. Néerlandaise T. Américaine	500 336	100 81 (1)	900 1011 (3)		600 605 (3)	
Randoïn Ostrowski Renaud	850 710	150	1010 1010 925	40 40	600 600	
Parmesan	820 350-1602	120 81-153	1233 950-1600	48 40-55	850 694-1000	1031 630-1350

diverses variétés sont relativement proches les unes des autres : 952 mg pour 100 g de Comté, 1139 à 1233 mg pour 100 g de Beaufort, d'Emmenthal ou de Parmesan.

Ces fromages figurent également parmi les aliments les plus concentrés en phosphore mais leur rapport Ca/P est toujours nettement supérieur à 1, sauf dans le cas d'un échantillon individuel de Comté.

Les teneurs en magnésium se situent autour de 50 mg pour 100 g. La chute du rapport Mg/Ca de 0,1 dans le lait à 0,04 dans les pâtes cuites pressées atteste de la fuite du magnésium avec le lactosérum.

En ce qui concerne le sodium, les teneurs individuelles sont très variables d'un échantillon à l'autre : 85 mg à 460 mg pour une population de 38 Emmenthal ; 85 mg à 535 mg pour l'ensemble des 49 Emmenthal, Comté et Beaufort. De plus, les teneurs moyennes indiquées par différents documents pour la même variété de fromage sont parfois très éloignées :

- 350 mg pour 100 g de Parmesan selon Gueguen (15) contre 1062 mg selon les tables américaines ;
- 200 mg pour 100 g de Comté selon Gueguen (15) contre 850 mg selon Ostrowski ;
- 221 mg pour 100 g d'Emmenthal à partir des 38 résultats de dosage collectés, 272 mg pour les Emmenthal de la Coopérative des Agriculteurs de Bretagne (16) alors que Gueguen (15) trouve 430 mg et que Geigy et Ostrowski avançaient 620 mg.

Par ailleurs, dans la mesure où le chlore et le sodium proviennent en grande partie du sel utilisé lors de la fabrication, le rapport de leurs concentrations dans le fromage ne devrait pas être très éloigné de leurs proportions dans la molécule

de chlorure de sodium soit $35,5/23 = 1,54$. Or, on constate qu'il n'en est rien dans la plupart des documents qui fournissent des informations sur les deux éléments. Pour l'Emmenthal par exemple, le rapport Cl/Na prend les valeurs suivantes :

- 1,95 dans la table de Geigy,
 - 0,82 dans celle de Souci,
 - 2,56 à partir des résultats de dosage recueillis.
- Seules les données de la table anglaise de Paul et Southgate pour le Parmesan sont dans un rapport plausible : 1,46. De telles incohérences ont des causes multiples :
- le sodium et le chlore ne sont pas dosés sur les mêmes échantillons,
 - le nombre d'échantillons analysés est trop faible,
 - différentes méthodes de dosage, pourtant couramment utilisées, peuvent conduire sur le même échantillon à des résultats assez éloignés. Il en est ainsi par exemple du dosage des chlorures selon qu'on l'effectue directement sur le fromage ou sur les cendres, selon qu'on utilise la titration potentiométrique, la méthode de Charpentier-Volhard ou celle de Mohr.

Les divergences entre méthodes d'analyse ne doivent cependant pas faire oublier la réalité de l'importante variabilité du sodium dans les fromages. Cette variabilité provient essentiellement des plus ou moins grandes quantités de sel employées lors de la fabrication. Il peut être remarqué, par comparaison des données de différentes sources, que les valeurs les moins élevées proviennent assez fréquemment semble-t-il, des analyses les plus récentes : Astier-Dumas 1974 (11), Gueguen 1979 (15), Coopérative des Agriculteurs de Bretagne 1980 (16), Maloumbi 1980 (6), Bosquet-Merlin 1980 (7).

Tableau IV - Fromages à pâte cuite pressée
Composition en oligoéléments (pour 100 g de partie comestible)

	Fe mg	Cu mg	Zn mg	Mn µg	Ni µg	Cr µg	B µg	Se µg
Beaufort - Gueguen 1979			7					
Comté llari 1973		1,13 (3)						
Ostrowski Gueguen 1979	3,00	1,01-1,22	10					
Emmenthal llari 1973		1,60 (78)						
cuves cuivre 1 ^{ère} fab.		0,90-2,94						
cuves cuivre 2 ^e fab.		0,71 (11)						
cuves acier inox		0,57-0,80						
CAB* (cuves acier inox)	0,78	0,15 (16)	4,0	76				
Souci	0,31	0,09-0,24	4,63	27	20	95	130	10,5
Geigy	0,18-0,50	0,53-1,80	4,3-5,0	20-40		30-160		10,1-10,8
Ostrowski Gueguen 1979	0,9	0,13						
Gruyère - Ostrowski	3,00		12					
Parmesan	0,66 0,37-1,90	0,36	5 1,0-12					

* Coopérative des Agriculteurs de Bretagne.

Il y a une tendance à la baisse de la teneur en sodium des fromages de gruyère durant ces dernières années en France.

Une récente note d'«Information technique ITG» (septembre 1983) rapportant les travaux de Chamba (16 bis) confirme cette observation et indique qu'elle a été faite également sur l'Emmenthal suisse par Blanc (16 ter).

Les données relatives aux oligoéléments sont rares et généralement très dispersées. Ceci peut s'expliquer par les problèmes posés par le dosage de très faibles quantités de ces substances jusqu'à l'apparition de la spectrométrie d'absorption atomique. Même à l'heure actuelle, il n'est pas rare de constater d'importantes divergences entre les résultats de plusieurs laboratoires. Mais il peut y avoir aussi une grande variabilité des teneurs dues aux nombreux facteurs entrant en jeu : concentration dans le sol, l'eau, les aliments du bétail, qui peuvent se répercuter sur la composition du lait, et surtout contamination par le matériel.

C'est ainsi qu'llari (4) a montré que les Emmenthal provenant de la première fabrication journalière d'un atelier équipé de cuves de cuivre ont les teneurs en cuivre les plus élevées : 0,9 à 2,9 mg pour 100 g. L'oxyde métallique formé sur les parois de la cuve depuis la veille est entraîné, en effet, dans les produits de la première fabrication. Les fromages des deuxième et troisième fabrications ont des teneurs moins élevées : 0,6 à 0,8 mg pour 100 g. Enfin les fromages fabriqués dans des cuves en acier inoxydable ont les teneurs en cuivre les plus faibles, inférieures à 0,24 mg pour 100 g avec une moyenne de 0,16 mg. Ces teneurs ont été confirmées par les dosages de la Coopérative des Agriculteurs de Bretagne (16) sur une cinquantaine de meules fabriquées dans des cuves en acier inoxydable.

En ce qui concerne le fer, ce même échantillonnage d'Emmenthal présentait une teneur moyenne de 0,75 mg alors que Souci donne 0,3 mg en moyenne avec une valeur minimale de 0,18 mg et qu'Ostrowski indique 0,9 mg comme la table de Geigy. Pour le Comté et le Gruyère, Ostrowski propose 0,3 mg.

Gueguen (15) trouve 7 mg, 10 mg et 12 mg de zinc dans 100 g de Beaufort, Comté et Emmenthal respectivement alors que, dans ce dernier, la Coopérative des Agriculteurs de Bretagne (16) en dose 4 mg en moyenne sur cinquante échantillons, valeur voisine de celle de la table de Souci.

La Coopérative des Agriculteurs de Bretagne (16) trouve un taux moyen de 76 µg de manganèse sur ses cinquante échantillons prélevés tout au long de l'année 1978-1979 alors que la table de Souci indique 27 µg. Cette dernière donne aussi des valeurs moyennes pour les teneurs en nickel, chrome, bore et sélénium de l'Emmenthal sans autre précision qu'une fourchette pour le chrome et le sélénium.

Composition vitaminique (tableaux V et VI)

En dehors des dosages de rétinol, β-carotène et vitamine C effectués par Hoffmann La Roche/ISHA en 1968-1970 à l'occasion d'une enquête alimentaire (17), de l'étude de Randoïn et Causeret (18) sur 2 échantillons de Comté et des travaux de Karlin (19) sur les vitamines B des fromages, il n'existe pas à notre connaissance de données spécifiquement françaises. Il doit alors être fait appel aux travaux étrangers et aux tables de composition existantes pour compléter, autant que faire se peut, les données françaises. Les mises au point de Karlin (19), Causeret et al. (20) puis de Gregory (21) rapportent l'essentiel de nos connaissances. Les tables de composition les plus récentes y puisent largement leurs informations.

Vitamine A

L'activité vitaminique A d'un aliment est due à son rétinol mais aussi à son β-carotène qui peut se transformer en rétinol dans l'organisme avec un rendement estimé pour les produits laitiers à 50 p. 100. L'activité vitaminique A exprimée en microgramme d'équivalent-rétinol se calcule par la formule :

$$\text{Act. vit. A} = \mu\text{g rétinol} + \frac{\mu\text{g } \beta\text{-carotène}}{2}$$

Tableau V - Fromages à pâte cuite pressée
Composition en vitamines liposolubles et en vitamine C (pour 100 g. de partie comestible)

	rétinol µg	β-carotène µg	Act. vit. A en Eq. rétinol µg	vitamine D µg	vitamine E mg	vitamine C mg
Comté Hoffmann La Roche	223 (9) 159-285	103 (9) 30-160	274 (9) 184-365			0 (9)
Emmenthal Hoffmann La Roche	213 (10) 132-291	105 (10) 0-220	266 (10) 132-401			0 (10)
Souci	320 100-420	140 110-170		1,10 0,35-3,10	0,35 0,30-0,40	0,50 0-1,0
T. Néerlandaise	350	120				0
Fidanza	124	70	159			0
Carnovale			425			1
Geigy			435	2,5	0,35	0,5
Ostrowski			370	1		0,50
Gruyère Hoffmann La Roche	213 (6) 159-285	110 (6) 50-160	268 (6) 184-345			0 (6)
T. Néerlandaise	400					0
T. Américaine	366*					0
Ostrowski				1		
Parmesan Souci	340 290-410			0,650 0,300-1,0		0
T. Américaine	{ 181 (4)					0
Fidanza	136	110	191			0
Carnovale			290			0
Paul et Southgate	325	195	422	0,274	0,9	0
Geigy			318			0
Ostrowski			340	1		0

* Valeur basée sur la teneur de la matière grasse du lait en vitamine A.

Les dosages d'Hoffmann La Roche sur 10 Emmenthal, 9 Comté et 6 Gruyère conduisent à situer l'activité vitaminique A de ces fromages autour de 270 µg d'équivalent-rétinol pour 100 g. Les tables italiennes donnent pour l'Emmenthal et le Parmesan des valeurs du même ordre de grandeur ou parfois inférieures, à l'exception de celle de Carnovale qui mentionne 425 µg d'équivalent-rétinol pour l'Emmenthal. Les autres tables indiquent des valeurs plus élevées.

La table de Randoïn (qui ne fournit aucun chiffre) et la table américaine font observer qu'il existe une grande variabilité saisonnière des teneurs en vitamine A. Les fromages fabriqués avec des laits de printemps, lorsque les vaches paissent une herbe riche en carotènes, sont en effet les plus riches en vitamine A. Il est cependant permis de se demander si l'utilisation de plus en plus courante de produits d'ensilage et de concentrés vitaminiques durant la stabulation n'atténue pas les variations saisonnières des teneurs en rétinol et carotène. Le trop petit nombre d'échantillons analysés et l'absence d'information sur les dates de prélèvements d'Hoffmann La Roche ne permettent pas de répondre à cette question.

Vitamine D

Les données sur la vitamine D sont très rares. Alors que la table de Geigy indique 2,5 µg pour 100 g d'Emmenthal et qu'Ostrowski mentionne 1 µg dans le Comté, l'Emmenthal et le Parmesan, Souci donne pour ces deux derniers fromages 1,1 µg et 0,65 µg respectivement. L'ITG à partir d'études bibliographiques mentionne une fourchette de 1 à 2,5 µg pour l'ensemble des fromages de Gruyère (3).

Vitamine E

Les informations sur la vitamine E sont très rares également. Elles ne sont apportées, en effet, que par

la table anglaise pour le Parmesan (à partir de données bibliographiques) et les tables de Souci et de Geigy pour l'Emmenthal, sans précision sur l'origine des données et leur effectif.

Vitamines hydrosolubles (tableau VI)

Une part importante des vitamines hydrosolubles du lait est éliminée avec le lactosérum lors de l'égouttage. Au cours de la maturation, les vitamines retenues dans le caillé connaissent des sorts très différents selon le cas.

Randoïn et Causeret (18) ont montré que, lors de la fabrication du Comté, on ne trouve dans le caillé aussitôt après égouttage que 5 à 20 p. 100 de la vitamine C du lait et seulement 2 p. 100 un mois après. Au bout de 5 mois, les pertes atteignent 100 p. 100. Cette observation est confirmée par l'ISHA qui ne trouve plus de quantité dosable de vitamine C dans les 25 échantillons d'Emmenthal, Comté et Gruyère analysés entre 1968 et 1970. Les tables de composition usuelles font mention de teneurs nulles ou tout au plus égales à 0,5 mg ou 1 mg pour 100 g.

En ce qui concerne les vitamines du groupe B, les quantités de chacune d'elles retrouvées dans les fromages affinés résultent de plusieurs phénomènes :

- la consommation de vitamines par les microorganismes pour leurs besoins métaboliques à différentes phases de la maturation,
- la synthèse de certaines vitamines opérée par les microorganismes,
- des pertes éventuelles au cours de la conservation.

Dans le cas du Comté, Randoïn et Causeret (18) ont observé une diminution des teneurs en thiamine et riboflavine de la pâte au cours de l'affinage mais, par contre, une augmentation de ces teneurs dans la croûte.

Tableau VI - Fromages à pâte cuite pressée
Composition en vitamines du groupe B (pour 100 g. de partie comestible)

	thiamine mg	ribofla- vine mg	niacine mg	1/60 tryptophane mg	activité vitamini- que PP mg	acide pantho- thénique mg	vit. B6 mg	acide folique total µg	vit. B12 µg	biotine µg
Comté	0,038	0,19								
Randoin-Causeret 1958	(2) 0,034-0,042	(2) 0,15-0,23								
Ostrowski	0,03	0,3								
Emmenthal	0,05	0,34	0,18	7,17	7,35	0,40	0,065	4,3*	2,2	3,0
Souci	0,02-0,07	0,22-0,53	0,10-0,30			0,26-0,55	0,05-0,09	3,5-6,0	1,2-3,6	2,0-4,0
T. Néerlandaise	0,05	0,35					0,09			
Geigy	0,05	0,33	0,1				0,09			
Ostrowski	0,05	0,33					0,09			
Fidanza	0,02	0,36	0,2		6,0					
Carnovale	0,01	0,45	0,1							
Gruyère							0,076	9,8	1,6	1,05**
Karlin 1961							(6)	(9)	(12)	(6)
T. Américaine	0,06	0,279	0,106	7,02	7,12	0,562	0,081***	5,0-18	0,78-2,60	
	(2)	(3)	(10)			(6)	(46)	10***	1,6	
Ostrowski	0,03	0,300						(51)	(12)	
Shahani 1962			0,098			0,614	0,081	10,4		0,84
			(9)			(5)	(46)	(51)		(20)
			0,062-0,145			0,544-0,68	0,055-0,116	5-14		0,37-1,92
Parmesan	0,02	0,62	0,17	8,17	8,34	0,53	0,096	0,02		3,0
Souci	0,02-0,03	0,53-0,73	0,11-0,20							1,7-4,3
T. Américaine	0,039	0,32	0,271***	8,03	8,30	0,453	0,091***	7***		
	(1)	(4)	(12)			(1)	(15)	(20)		
Fidanza	0,02	0,11	0,1		7,3					
Carnovale	0,02	0,11	0,1							
Paul et Southgate	0,02	0,50	0,30***	8,25	8,55	0,30	0,10***	20	1,5	1,7***
Geigy	0,02	0,73	0,2							
Ostrowski	0,02	0,62								

* sans précision sur l'état de l'ac. folique : libre ou total

** teneur moyenne de 6 fromages à pâte ferme (sans autre précision)

*** valeurs empruntées à Shahani 1962, très probablement sous-estimées en ce qui concerne l'acide folique.

Ils ont noté par ailleurs une teneur en niacine 50 fois plus élevée dans la croûte que dans la zone centrale du fromage. Karlin (19) a constaté que le taux de vitamine B6 de la pâte du Gruyère baisse lentement pendant toute la durée de la maturation alors que celui de l'acide folique reste pratiquement stable et que celui de la vitamine B12, après une chute durant les 2 premières semaines, se met à augmenter ensuite. Les taux de ces 3 vitamines dans la croûte croissent par contre rapidement à tel point que, en fin de maturation, l'enrichissement en vitamine B12 est de 180 p. 100 pour la croûte, 80 p. 100 seulement pour la pâte, les taux de vitamine B6 et d'acide folique étant, quant à eux, respectivement 3 fois et 22 fois plus élevés dans la croûte que dans le milieu du fromage. Ces teneurs en vitamines plus élevées dans la croûte présentent cependant un intérêt pratique variable dans le cas des fromages à pâte cuite pressée dont la croûte n'est pas toujours consommée.

Le tableau VI présente les valeurs que l'on peut trouver dans les diverses tables usuelles et dans la littérature.

La plupart des tables (à l'exception des tables italiennes pour la thiamine) citent des chiffres identiques ou voisins pour chacune des vitamines B1, B2, B6 et PP de l'Emmenthal. La table de Souci récapitule, semble-t-il, ces valeurs et en fait la moyenne. Il paraît raisonnable de s'y rallier.

La table américaine emprunte beaucoup de ses informations à Shahani 1962 (22) pour sa rubrique Gruyère.

En ce qui concerne le Parmesan, toutes les tables citent la même teneur en thiamine (sauf la table américaine basée sur un seul échantillon) et celles qui traitent de la vitamine B6 reprennent les valeurs de Shahani 1962 (22). Sur la riboflavine et la niacine de ce fromage, les données sont plus divergentes, variant du simple (tables italiennes) au triple pour

la niacine (Shahani repris par les tables anglaise et américaine) et au sextuple pour la riboflavine (Souci, Ostrowski, Geigy).

Si les fromages à pâte cuite pressée apparaissent avoir de faibles teneurs en niacine, il ne faut pas perdre de vue qu'ils possèdent en fait une activité vitaminique PP plus élevée (de l'ordre de 7 à 8 mg d'équivalent-niacine) compte tenu de l'aptitude du tryptophane à être transformé en acide nicotinique dans le rapport de 1 pour 60.

La plus grande réserve doit être formulée devant les informations relatives à l'acide folique. Les données de Shahani 1962 (22), reprises par la table américaine, et celles de Karlin (19) datent d'une époque où l'acide folique était extrait et dosé sans utilisation d'acide ascorbique comme protecteur anti-oxydant. Les résultats de dosage étaient alors considérablement sous-estimés par rapport à ceux qui sont obtenus actuellement. Les valeurs de la table de Souci, encore plus faibles que celles de Karlin et de Shahani donnent à penser qu'elles proviennent d'analyses selon les anciennes méthodes. Seule la valeur indiquée par la table anglaise pour le Parmesan semble devoir être retenue et, à défaut d'autres informations, appliquée aux autres fromages à pâte cuite pressée.

La biotine apparaît assez variable : la table de Souci indique une teneur moyenne de 3 µg pour 100 g d'Emmenthal ou de Parmesan, alors que Shahani en trouve près de 2 fois moins dans le Parmesan et 3,6 fois moins dans le Gruyère, avec pour ce dernier des teneurs variant de 0,37 à 1,92 µg pour 100 g dans une série de 20 échantillons.

En ce qui concerne la vitamine B12, les seules tables fournissant des informations sont celles de Souci pour

l'Emmenthal, de Paul et Southgate pour le Parmesan et la table américaine pour le Gruyère, cette dernière reprenant, semble-t-il, les données de Karlin (19).

En bref, il apparaît que les données récentes (moins de 20 ans) sur la composition vitaminique des pâtes cuites pressées sont extrêmement rares, à l'exception de celles d'Hoffmann La Roche/ISHA, qui datent d'une quinzaine d'années et qui mériteraient d'être complétées. Le Beaufort a été complètement ignoré jusqu'à présent par les analystes spécialistes des vitamines, le Comté a été très peu étudié. Même sur l'Emmenthal, pourtant la plus consommée des pâtes cuites pressées, les informations restent très succinctes. Toutes les vitamines, acide ascorbique excepté, devraient être étudiées.

Acides aminés (tableaux VII et VIII)

La collecte des données factuelles a permis d'obtenir les résultats de dosage des acides aminés (tryptophane et cystine exceptés) par chromatographie sur colonne selon la méthode de Moore et Stein sur 34 échantillons d'Emmenthal, 7 échantillons de Beaufort et 6 de Comté.

Le traitement des échantillons par l'acide chlorhydrique n'ayant pas été précédé d'une oxydation performique pour protéger les acides aminés soufrés, la cystine n'a pu être dosée et la méthionine risque d'être sous-estimée. Il apparaît cependant à la lecture du tableau VII que les quantités de méthionine rapportées en gramme d'azote sont tout à fait comparables à celles des tables américaine et allemande, les seules à présenter les amino-acides des fromages à pâtes cuites pressées.

Par ailleurs, l'effectif des 34 Emmenthal analysés, relativement important, permet d'attribuer une certaine fiabilité aux résultats alors que les tables américaine et allemande ne fournissent aucune précision ni sur le nombre d'échantillons, ni sur les méthodes de dosage.

En ce qui concerne le Comté et le Beaufort, aucune table ne donne leur composition en acides aminés. Les analyses

de l'ENSBANA-ITG (Maloumbi (6), Bosquet-Merlin (7)) comblent donc une lacune mais la faiblesse des effectifs impose à priori une certaine réserve devant des valeurs pourtant très comparables à celles de l'Emmenthal et du Parmesan. L'analyse d'un plus grand nombre d'échantillons serait souhaitable malgré l'importance relativement limitée de ces deux fromages dans la production et la consommation françaises.

Il serait utile également de doser la cystine, le tryptophane et la lysine disponible tant dans l'Emmenthal que dans le Comté et le Beaufort. En attendant, il doit être fait appel aux données cependant fort succinctes des tables étrangères et, pour la lysine disponible, à celles de De Vuyst et al. (23). Ces derniers ont trouvé que la lysine disponible ne représente plus que 87,3 p. 100, en moyenne, de la lysine totale de 6 échantillons de Gruyère (dénomination sans autre précision).

Acides gras (tableau IX)

Le dosage des acides gras des produits laitiers par chromatographie en phase gazeuse nécessite des précautions particulières : estérification en ampoules scellées, injection de la prise d'essai à température peu élevée (50-60°C), lente augmentation de la température (4-8°C/minute). Si ces conditions ne sont pas respectées, les acides gras à chaîne courte sont totalement ou partiellement perdus alors que les teneurs en acides à chaîne longue sont surestimées puisqu'elles sont exprimées en pourcentage du total des acides gras récupérés.

En l'absence de dosages effectués avec de telles précautions, il est préférable d'emprunter les données de la littérature.

* D'autres tables, comme celles de Randoïn ou de Paul et Southgate, adoptent pour tous les produits laitiers une seule et unique composition en acides aminés par gramme d'azote. Elles ne font donc aucune distinction entre les différents produits, notamment entre le lait et les divers fromages. Ceci n'est qu'un pis aller alors que la composition en acides aminés de la caséine est différente de celle des protéines du lactosérum et qu'elle est considérablement modifiée au cours de la maturation des fromages.

Tableau VII - Fromages à pâte cuite pressée
Composition en acides aminés (en mg d'ac. aminé par g d'azote)

	Beaufort	Comté	Emmenthal		Pâtes cuites pressées moy. générale	Gruyère table américaine	Parmesan
				Souci			
Nombre d'échantillons	7	6	34		47		
Isoleucine	359	368	330	396	338	345	384
Leucine	589	582	592	665	593	664	619
Lysine	531	535	525	520	527	580	529
Méthionine	158	171	179	176	176	176	169
Cystine				31		65	39
Phénylalanine	311	357	316	353	327	373	343
Thréonine	250	193	201	258	198	233	236
Tryptophane				96		90	87
Tyrosine	382	371	351	358	355	380	331
Valine	318	262	367	471	349	480	448
Arginine	183	193	178	222	181	208	234
Histidine	223	189	202	211	200	239	227
Alanine	221	178	203	202	198	205	187
Ac. aspartique	504	495	430	349	422	352	400
Ac. glutamique	1500	1416	1401	1267	1405	1280	1468
Glycocolle	183	127	133	113	133	114	111
Proline	638	517	611	820	597	828	747
Sérine	318	291	280	365	285	368	370

* moyenne des données des tables allemande et américaine

Tableau VIII - Fromages à pâte cuite pressée
Composition en acides aminés (en g pour 100 g de partie comestible)

	Beaufort	Comté	Emmenthal		Pâtes cuites pressées moy. générale	Gruyère table américaine	Parmesan
				Souci			
Nombre d'échantillons	7	6	34	?	47	?	
Isoleucine	1,50 1,1-1,9	1,68 1,5-1,9	1,52 0,9-2,3	1,78 1,61-1,93	1,55 0,9-2,3	1,612	2,14
Leucine	2,45 2,0-2,8	2,67 2,3-2,8	2,73 2,1-3,4	2,99 2,79-3,24	2,72 2,0-3,4	3,102	3,45
Lysine	2,21 2,0-2,5	2,45 2,0-3,1	2,42 1,8-3,1	2,34 2,10-2,58	2,42 1,8-3,1	2,710	2,95
Méthionine	0,66 0,4-0,8	0,78 0,6-0,9	0,82 0,5-1,1	0,79 0,74-0,92	0,81 0,4-1,1	0,822	0,94
Cystine				0,14 0,11-0,16		0,304	0,22
Phénylalanine	1,29 1,05-1,4	1,72 1,6-1,8	1,45 1,0-1,9	1,59 1,53-1,64	1,50 1,0-1,9	1,743	1,91
Thréonine	1,04 0,7-2,0	0,88 0,6-1,1	0,92 0,6-1,25	1,16 1,06-1,30	0,91 0,6-2,0	1,089	1,32
Tryptophane				0,43 0,37-0,52		0,421	0,49
Tyrosine	1,59 1,4-1,9	1,70 1,5-2,0	1,62 1,2-2,1	1,61 1,37-1,84	1,63 1,2-2,1	1,776	1,85
Valine	1,32 1,1-1,7	1,20 1,1-1,3	1,69 1,0-2,3	2,12 2,07-2,30	1,60 1,0-2,3	2,243	2,50
Arginine	0,76 0,6-0,9	0,88 0,7-1,0	0,82 0,4-1,3	1,00 0,92-1,04	0,83 0,4-1,3	0,972	1,31
Histidine	0,93 0,7-1,4	0,87 0,7-1,0	0,93 0,5-1,3	0,95 0,93-0,98	0,92 0,5-1,4	1,117	1,27
Alanine	0,92 0,8-1,1	0,82 0,6-1,2	0,93 0,7-1,8	0,91	0,91 0,6-1,8	0,958	1,04
Ac. aspartique	2,1 1,5-2,5	2,27 1,8-2,8	1,98 1,4-3,1	1,57	2,03 1,4-3,1	1,645	1,23
Ac. glutamique	6,2 5,8-7,1	6,48 5,3-7,1	6,45 4,3-7,3	5,70	6,45 4,3-7,3	5,981	8,19
Glycocolle	0,8 0,6-1,5	0,58 0,5-0,7	0,61 0,4-0,8	0,51	0,61 0,4-1,5	0,533	0,62
Proline	2,66 1,5-4,1	2,45 1,8-4,9	2,81 1,4-4,1	3,69	2,74 1,4-4,9	3,869	4,17
Sérine	1,32 0,5-1,7	1,42 0,7-1,8	1,29 0,6-1,7	1,64	1,31 0,5-1,8	1,719	2,06

Seule la table de Souci présente la composition détaillée en ac. gras de l'Emmenthal, la table italienne de Fidanza ne donnant que les totaux d'ac. gras saturés et d'ac. gras polyinsaturés. La table américaine et celle de Renaud, basées toutes deux sur les mêmes quantités d'ac. gras individuels par rapport aux acides gras totaux, donnent la composition d'un seul échantillon de Gruyère (dénomination sans autre précision).

Pour le Parmesan, Souci et Renaud basent leurs calculs sur les mêmes données que la table américaine. Cette dernière et Renaud indiquent en outre les totaux partiels d'ac. gras saturés, monoinsaturés et polyinsaturés ; la table américaine précise qu'un seul échantillon a été analysé. Les tables italiennes fournissent les totaux partiels et certains ac. gras individuels. Rapportées à 100 g d'acides gras totaux, leurs indications sont parfois légèrement différentes de celles des trois autres tables. Les valeurs du tableau IX sont des moyennes des données de ces diverses tables.

Divers (tableau X)

Cholestérol

Les données de Maloumbi (6) et de Bosquet-Merlin (7) sont de 10 à 20 p. 100 plus élevées que celles des autres

tables de composition. Mais leurs effectifs sont relativement importants (32 Emmenthal, 7 Beaufort, 6 Comté). Il serait utile d'analyser quelques échantillons supplémentaires dans plusieurs laboratoires différents.

Histamine

Le tableau X reproduit les indications de la table de Souci concernant l'histamine. Les variations sont telles qu'il paraît difficile de calculer une moyenne.

Partie comestible

Les analyses et les tables de composition se rapportent généralement à la partie comestible des aliments, déchets exclus. Or, il peut être utile, dans certains cas, d'être renseigné sur la composition des aliments bruts, tels qu'achetés dans le commerce de détail par exemple. Il est indispensable alors de connaître la proportion de partie comestible par rapport à l'aliment brut.

Cette information figure pour un certain nombre d'aliments dans les tables de Randoïn, de Paul et Southgate et de Souci. Mais concernant les fromages à pâte cuite pressée, qui au demeurant font peu de déchets, elle n'est donnée que par la table de Souci. Les valeurs proposées par Souci peuvent d'ailleurs être contestées dans le cas de l'Emmenthal dont certains consommateurs ne rejettent pas la croûte.

Tableau IX - Fromages à pâte cuite pressée - Composition en acides gras

	pour 100 g d'ac. gras totaux			pour 100 g de partie comestible		
	Emmenthal d'après Souci	Gruyère d'après T. américaine et Renaud	Parmesan d'après T. amér., ital. Renaud - Souci	Emmenthal Souci	Gruyère T. américaine	Parmesan d'après T. amér., ital. Renaud - Souci
Ac. butyrique g	3,9	3,4	5,3	1,10	1,05	1,29
Ac. caproïque g	1,8	2,0	2,0	0,49	0,62	0,49
Ac. caprylique g	1,0	1,2	1,1	0,29	0,36	0,26
Ac. caprique g	2,2	2,4	2,7	0,62	0,75	0,65
Ac. laurique g	1,8	3,0	3,6	0,52	0,91	0,86
Ac. myristique g	10,9	11,0	11,9	3,06	3,37	2,89
Ac. palmitique g	27,8	28,6	28,6	7,79	8,75	6,9
Ac. stéarique g	11,6	7,6	9,4	3,25	2,32	2,3
Ac. gras saturés totaux g		61,9	66,8		18,91	16,2
Ac. palmitoléique g	3,1	2,4	1,6	0,88	0,72	0,39
Ac. oléique g	21,4	28,1	27,3	6,02	8,58	6,63
Ac. monoinsaturés totaux g		32,8	30,8		10,04	7,48
Ac. linoléique g	1,9*	4,3	1,1	0,53*	1,30	0,27
Ac. linoléinique g	1,2	1,4	1,2	0,35	0,43	0,30
Ac. arachidonique g	0,1			0,028		
Ac. polyinsaturés totaux g		5,7	2,34		1,73	0,57

* une erreur semblant s'être glissée dans l'édition 1981-82 de la table de Souci, les valeurs données pour l'ac. linoléique sont tirées de Maloumbi (6) et de Bosquet-Merlin (7). Elles sont probablement légèrement surestimées mais sont voisines de celles de l'édition 1979 de la table de Souci.

Tableau X - Fromages à pâte cuite pressée
Divers constituants

	pour 100 g de partie comestible		p. 100 g de fromage brut
	Cholestérol mg	Histamine mg	Partie comes. g
Beaufort	118 (7) 92-145		
Comté nombre d'échantillons	123 (6) 115-134		
Emmenthal nombre d'échantillons	110 (32) 76-144		
Souci	92	4,1 0,4-250,0	94 90-97
Pâtes cuites pressées moyenne générale nombre d'échantillons	112 (45) 76-144		
Gruyère T. américaine Renaud	110 100		
Parmesan Souci	68	— 0-58,0	95
T. Américaine Paul et Southgate (calculé d'après teneur en M.G.)	68 90		
Fidanza Renaud	95 95		

Conclusion

Il est apparu au cours de cette étude que, malgré un nombre assez satisfaisant de dosages de matière sèche et de matière grasse sur l'Emmenthal, le Comté et le Beaufort, il serait souhaitable d'analyser un plus grand nombre d'échantillons prélevés au niveau de la consommation.

Bien que sa composition soit mieux connue que celle des deux autres variétés, l'Emmenthal devrait faire l'objet d'analyses prioritaires en raison de sa prédominance sur le marché français. Les dosages à effectuer en premier lieu sont les suivants :

- magnésium, fer, zinc
- rétinol, β -carotène, vitamine D, au cours du cycle annuel
- acide folique libre et total
- autres vitamines sauf acide ascorbique
- tryptophane, acides aminés soufrés
- acides gras.

Mais il est souhaitable de doser tous les autres constituants malgré le coût élevé de telles études. A l'avenir, il serait utile aussi d'analyser périodiquement des échantillons représentatifs afin de percevoir les éventuelles modifications de composition par suite de l'évolution des facteurs de production : composition du lait, procédés de fabrication, matériel utilisé, conditions de commercialisation, etc.

Malgré la place beaucoup plus modeste qu'occupent le Comté et le Beaufort, leur composition mériterait également d'être mieux connue. Il faudrait pour cela que des analyses complètes soient effectuées sur un nombre d'échantillons suffisant.

Remerciements

Les laboratoires et organismes qui ont accepté de communiquer des résultats d'analyse sont vivement remerciés, en particulier l'Institut Technique du Gruyère, le Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire (Direction de la Qualité - Services vétérinaires), l'Institut Scientifique d'Hygiène Alimentaire, Labcodral, Hoffmann la Roche, Entremont et la Coopérative des Agriculteurs de Bretagne. Nous remercions également le CIDIL qui nous a communiqué les photos qui illustrent cet article.

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la constitution d'une banque de données sur la composition des aliments, partiellement financée par le Ministère de l'Industrie et de la Recherche (décision d'aide DGRST N° 80.7.0107).

Il est rappelé que la Fondation Française pour la Nutrition (71, Avenue Victor-Hugo, 75116 PARIS) souhaite avoir communication du plus grand nombre possible de résultats d'analyses d'aliments afin de développer la banque de données.

Résumé

La valeur énergétique et la composition des fromages de Gruyère (Emmenthal, Comté, Beaufort) sont calculés à partir de résultats d'analyse collectés dans les laboratoires et la littérature scientifique. Elles sont comparées

aux données des tables de composition usuelles. Les constituants étudiés sont les suivants : matière sèche, matière azotée totale, lipides, glucides, minéraux, vitamines, acides aminés, acides gras, cholestérol.

Il apparaît nécessaire d'effectuer encore un certain nombre d'analyses sur des échantillons représentatifs si l'on veut mieux connaître la valeur nutritive de ces fromages.

Summary

Energy value, proximate constituents, mineral, vitamins, amino-acids, fatty acids and cholesterol content of Emmenthal, Comté and Beaufort cheese are computed from collected values from laboratories and from literature. They are compared with corresponding values of usual food composition tables. Additional analysis need to be done again on a number of representative samples.

Mots clés

Fromage, teneur, valeur énergétique, matière sèche, matières azotées totales, lipides, glucides, minéraux, vitamines, acides aminés, acides gras, cholestérol.

Bibliographie

- [1] Courtine R.J. - Dictionnaire des fromages. Paris 1972. LAROUSSE éditeur
- [2] Androuet P - Guide du fromage. Paris 1971. STOCK éditeur
- [3] Institut Technique du Gruyère. Les gruyères. Élément de diététique appliquée. Bourg-en-Bresse 1982. ITG éditeur
- [4] Ilari J.L. - Analyse du cuivre dans les produits laitiers. Thèse de docteur-ingénieur, ENSBANA, Dijon 1973.
- [5] Sauvage J.L. - Le fromage de Beaufort. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire N° 83. Maisons-Alfort 1976
- [6] Maloumbi M.G. - Contribution à l'étude des variations de composition en lipides, protéines et minéraux des gruyères selon la variété, la saison et les procédés de fabrication. Thèse de doctorat 3^e cycle. Dijon 1980.
- [7] Bosquet G., Merlin P. - Composition en lipides et en acides aminés totaux de quatre fromages à pâte pressée cuite. Etude en fonction du mois de fabrication et de la technologie. Mémoire ENSBANA. Dijon 1980.
- [8] Fagnoni G., Marien M. - Quelques propriétés d'emmenthals issus de fruitières et de technologies différentes. Mémoire ENSBANA. Dijon 1975.
- [9] Camacho Roman M.T. - Valeur calorique des fromages français. Mémoire ENSIA. Douai 1981.
- [10] Marcos A., Alcalá M., León F., Fernandez-Salguero J., Esteban M.A. - Water activity and chemical composition of cheese. *J. Dairy Sci.* 1981, 64, 622-626.
- [11] Astier-Dumas M. - Note sur la teneur en sodium des gruyères et comtés présentés sur le marché français. *Ann. Hyg. L. Fr. Méd. et Nut.* 1974, X, N° 2, 157.
- [12] Institut National de la Consommation - Préemballés : pas de quoi en faire un fromage ! 50 millions de consommateurs 1978, 94, 37-40.
- [13] Union Fédérale des Consommateurs - Mais où sont les bons fromages ? *Que choisir* 1977, 118, 3-10.
- [14] Jouzier X. - Le destin du lactose en fromagerie. Multigraphié. IESEL, Institut National Agronomique, Paris.
- [15] Gueguen L. - Apports minéraux par le lait et les produits laitiers. *Cah. Nutr. Diét.* 1979, XIV, 213-217.
- [16] Coopérative des Agriculteurs de Bretagne, Société Laitière de l'Ouest, Institut technique du Gruyère. - Incidences de la teneur en matières minérales des laits de vaches ensilés sur la fabrication de fromage à pâte cuite du type emmenthal. Compte rendu fin d'étude D.G.R.S.T., N° 78-7-0494 - Landerneau 1980.
- [16] Chamba J.F. - Le salage de l'emmenthal. Etude de l'absorption, de la migration, de la répartition du sel et de son influence sur la qualité du fromage. Thèse de doctorat d'Université, U.E.R. Physique-chimie-biologie, Nancy 1982.
- [16] Blanc B. - Les variétés de fromages typiques dans l'évolution technologique de l'économie laitière. *Rev. lait. Fr.* 1981, 399, 22-32.
- [17] Institut Scientifique d'Hygiène Alimentaire, Hoffmann La Roche - Compte rendu d'une enquête alimentaire effectuée dans la région parisienne sur des jeunes adultes et des femmes enceintes, de 1968 à 1970. Documentation Roche, Neuilly 1978. Hoffmann La Roche éditeur.
- [18] Randoïn L., Causeret J. - Evolution de la valeur vitaminique du gruyère aux divers stades de sa fabrication. *Le lait* 1958, 38, 43-48.
- [19] Karlin R. - Les vitamines dans les fromages. *Ann. Nutr. Alim.* 1961, 15, 103-158.
- [20] Causeret J., Lhuissier M., Hugot D. - Les vitamines dans les produits laitiers : lait en nature, crème, beurre, fromages. *Ann. Nutr. Alim.* 1970, 24, B 169-B 200.
- [21] Gregory M.E. - Reviews of the progress of dairy science. Water soluble vitamins in milk and milk products. *J. Dairy research* 1975, 42, 197-216.
- [22] Shahani K.M., Hathaway I.L., Kelly P.L. - B complex vitamin content of cheese. II. niacin, panthothenic acid, pyridoxine, biotin, and folic acid. *J. Dairy Sci.* 1962, 45, 833-841.
- [23] De Vuyst A., Vervack W., Vanbelle M., Foulon M. - La composition en acides aminés de quelques fromages courants. *Le lait* 1973, 529-530, 625-635.

Tables de composition des aliments

FRANCE

- Randoïn L. et al. - Tables de composition des aliments. Paris 1976. J. Lanore éditeur.
- Ostrowski Z.L. - Les aliments, tables des valeurs nutritives. Paris 1978. J. Lanore éditeur.
- Renaud S. et al. - Table de composition des aliments. Paris 1979. Astra-Calvé éditeur.
- Geigy - Tables de composition des aliments. in Memento scientifique. Documenta Geigy, Bale, Geigy S.A. éditeur

ALLEMAGNE

- Souci S.W., Fachman W., Kraut H. - Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert - Tabellen (trilingue allemand-anglais-français). Stuttgart 1981 - Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft éditeur.

ETATS UNIS D'AMERIQUE

- U.S. Department of Agriculture - Composition of foods. Agriculture handbook N° 8 - 1, Dairy and egg products. Washington 1976, US Government Printing Office éditeur.

GRANDE BRETAGNE

- Paul A.A. and Southgate D.A.T. (Mac Cance - Widdowson) - The Composition of foods. Amsterdam 1978 - Elsevier/North Holland Biomedical Press éditeur.

ITALIE

- Carnovale E., Miuccio F.C. - Tabelle di composizione degli alimenti. Roma 1981. Edigraf éditeur.
- Fidanza F., Versigioni N. - Tabelle di composizione degli alimenti. Naples 1981. Idelson éditeur.

PAYS BAS

- Nederlandse Voedingsmiddelentabel Aanbevolen hoeveelheden energie en Voedingsstoffen. Gravenhage 1979.