

COMPOSITION DU LAIT DE VACHE

I. LAIT DE GRAND MÉLANGE

J.C. FAVIER*

avec la collaboration technique de E. Dorsainvil

Les tables de composition des aliments ne définissent généralement pas avec précision le lait de vache dont elles présentent la composition. S'agit-il du lait à la sortie de la mamelle, du lait au niveau des producteurs individuels ou au niveau des usines laitières qui drainent le lait de zones plus ou moins vastes ? S'agit-il du lait au niveau du commerce de détail ? Or, pour certains constituants, des différences sensibles peuvent exister entre ces divers types de lait. Les grandes variations qui apparaissent au niveau des laits individuels (vaches considérées individuellement) s'atténuent au niveau des étables et a fortiori des laiteries. Mais il subsiste des différences encore sensibles entre laits de diverses régions selon les races de vaches prédominantes, le type d'élevage, le climat, etc. Par ailleurs, des modifications de composition interviennent tout au long de la chaîne des traitements depuis l'instant de la traite jusqu'à celui de la consommation.

*C'est pourquoi le présent article apporte des informations sur la composition des laits reçus par les usines laitières en France au cours des dernières années (lait de grand mélange). Un deuxième article traitera des laits de consommation**.*

Ces informations ont été collectées et traitées dans le cadre de l'élaboration d'une banque de données sur la composition des aliments entreprise par la Fondation Française pour la Nutrition avec l'aide financière de la DGRST (décision N° 80.7.01017) et du Ministère de l'Industrie et de la Recherche (décision N° 83.C.0167) et poursuivie actuellement par le Centre Informatique sur la Qualité des Aliments (Favier, 1983).

Matériel et méthodes

Des résultats d'analyse de laits ont été collectés auprès des laboratoires français de contrôle ou de recherches sur le lait. Seuls ont été retenus les résultats obtenus par des méthodes de dosages fiables sur des échantillons bien définis et représentatifs. La plupart des échantillons de lait de grand mélange proviennent d'une enquête réalisée en 1974 et 1975 sur l'ensemble de la France (Mahieu 1975 ; Mahieu et al. 1977) et d'études effectuées en 1976 et 1980 par deux sociétés productrices de laits transformés***. Les résultats concernant le lait des producteurs individuels n'ont pas été retenus. Les échantillons ont été classés par régions d'origine : Normandie, Bretagne, etc. (Figure 1). Pour certains constituants lorsque les effectifs étaient suffisamment nombreux, le traitement statistique a permis de comparer entre-elles les diverses régions. Lorsque cela semblait raisonnable, il a été

procédé à des regroupements plus vastes : Grand Ouest = Normandie + Bretagne + Pays de Loire ; ensemble des autres grandes régions productrices ; France entière. En raison du nombre très variable de données selon l'origine géographique, chaque région a été pondérée suivant sa part dans la livraison de lait en France en 1979 (Tableau I). De même, les teneurs moyennes des laits d'hiver (Octobre à Mars inclus)

* Nutritionniste à l'ORSTOM, Fondation Française pour la Nutrition - 71 avenue Victor-Hugo, 75116 Paris.

** Le contenu de ces deux articles constitue un chapitre de l'ouvrage collectif intitulé "Laits et produits laitiers", coordonné par F.M. Luquet aux éditions Lavoisier, Paris 1985.

*** Les plus vifs remerciements sont adressés aux personnes, laboratoires et organismes qui ont bien voulu collaborer à ces travaux : H. Mahieu (ITEB) ; Institut Scientifique d'Hygiène Alimentaire, Laboratoires inter-régionaux de Strasbourg et de Montpellier (Service de la Répression des Fraudes et du Contrôle de la Qualité) ; Labcodral ; Galac-Claudiel-Roustang S.A. ; Gloria S.A. ; Hoffmann La Roche.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire 283

17 JUN 1985

N° : 20.797 ex 1

Cote : B

M

Cah. Nut. Diét., xx, 4, 1985

et d'été (Avril à Septembre inclus) ont été comparées lorsque les effectifs le permettaient c'est-à-dire pour certains constituants après regroupement pour la France entière ou par grandes régions.

Les paramètres retenus pour exprimer sur les tableaux la teneur de chaque constituant et sa variabilité sont les suivants* :

- teneur moyenne ;
- écart-type estimé (précédé de \pm) dans le cas où la distribution des données peut être considérée comme gaussienne ;
- effectifs des échantillons retenus pour le calcul de la moyenne et de l'écart-type (entre parenthèses) ;
- fourchette de variation dans le cas où la distribution n'est pas assimilée à une gaussienne ; la fourchette englobe alors 95 p. cent des valeurs si l'effectif est supérieur à 40 ; sinon, elle indique les valeurs extrêmes observées.

Figure 1
Répartition de l'échantillonnage

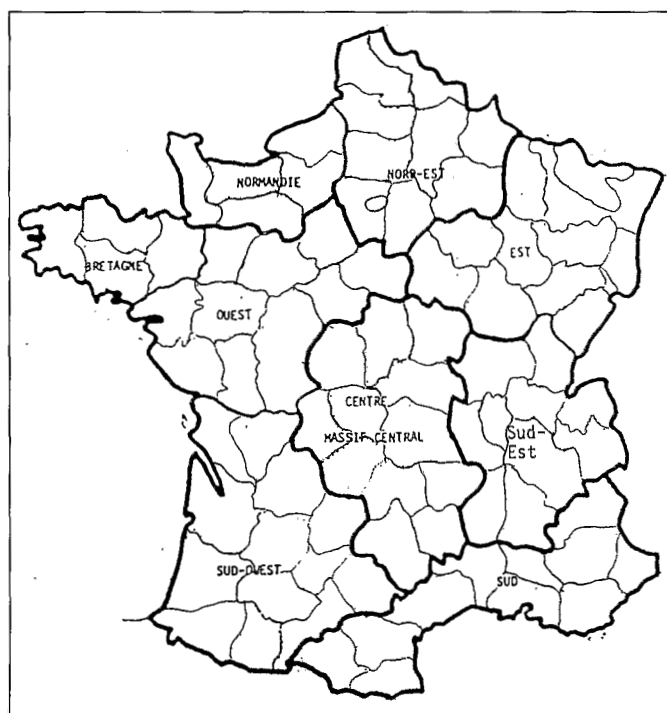


Tableau I
Répartition géographique des livraisons de lait en 1979
(en p. 100 du total)

Normandie	15,3	
Bretagne	20,9	
Ouest (Pays de Loire)	16,9	
Total Grand Ouest		53,1
Nord-Est	10,8	
Est	13,0	
Sud-Ouest	7,9	
Sud-Est (Rhône-Alpes)	8,1	
Centre	6,6	
Total des autres régions productrices		46,4
Sud	0,5	

D'après S.C.E.E.S. rapporté par L'économie lai
CNIEL 1981.

* Les calculs statistiques ont été effectués par Medimat (Directeur : Y. Cherruault) et par le Laboratoire d'Informatique Médicale de la Faculté de Médecine de Nancy (Directeur : Professeur J. Martin), ce dernier ayant eu également la responsabilité du traitement informatique des données.

La valeur énergétique est calculée en appliquant aux teneurs moyennes en lipides, matières azotées totales* et glucides les facteurs de conversion utilisés par Paul et Southgate (1978) :

	kJ/g	kcal/g
Lipides	37	9
Matières azotées totales* (N x 6,38) ...	17	4
Glucides (exprimés en monosaccharide)	16	3,75

Résultats

Constituants énergétiques Tableaux II et III)

La composition du lait en matière grasse et matières azotées* est sous l'influence de nombreux facteurs d'importance variable, dont certains sont plus ou moins interdépendants : espèce et race, stade de lactation, sécrétions hormonales, âge, alimentation, température, durée d'éclaircissement quotidien... Ces facteurs, décrits depuis longtemps pour la plupart, continuent à être l'objet de nombreuses recherches afin de préciser le rôle et l'importance de chacun. Les récentes journées INRA/ENSAR/INA-PG de Rennes (26-28 Septembre 1984) ont permis de faire le point des connaissances actuelles sur cette question avec les communications de Cattin-Vidal, Delouis, Donnon, Duplan, Hoden et al., Journet, Journet et Chilliard, Remond.

Les résultats d'analyses collectées par la Fondation Française pour la Nutrition (enquête FFN) sont présentés au Tableau II. L'étude de ces données françaises récentes et leur confrontation aux données des principales tables de composition conduit aux remarques suivantes (Tableau III, figures 2 et 3) :

- les laits actuels sont nettement moins riches en matière grasse (MG) et en matières azotées totales (M.A.T. = N x 6,38) que le lait produit antérieurement à 1959 décrit par la table de Randoïn ;
- les teneurs moyennes en MG et M.A.T. calculées à partir des résultats de l'enquête FFN, pondérées pour la France entière, sont inférieures aux moyennes nationales des tables étrangères et à celles qui ont été obtenues par le Contrôle laitier depuis 1972 (CNIEL) ;
- les données du Contrôle laitier bovin des onze dernières années sont comparables à celles des tables étrangères ;
- parmi les laits français, le lait de Normandie est nettement le plus riche, les laits de l'ensemble de l'Ouest de la France sont également plus riches que ceux des autres régions (Tableaux IV et V). La cause de ces différences est très vraisemblablement la prépondérance des vaches de race normande en Normandie et leur forte proportion dans les autres

** Les tables de composition usuelles et la plupart des auteurs désignent le produit N x 6,38 sous le terme "protéines". L'expression "matières azotées totales" semble plus exacte car les protéines ne représentent en réalité que 95 pour cent en moyenne de l'azote total du lait de vache.

autres races, notamment Frisonne-Française ou Holstein (Duplan, 1984). A ce propos, il serait regrettable, tout particulièrement sur le plan de la teneur en matière protéique et de son intérêt nutritionnel et technologique, que l'extension en France de la Frisonne-Française ("Holsteinisation" du troupeau) se poursuive, entraînant ainsi la chute ou la stagnation des taux de matières azotées comme cela est observé depuis 1979.

Il est intéressant de remarquer que, de façon comparable à ce qui se passe pour le lait de Normandie, le lait des îles anglo-normandes apparaît selon Paul et Southgate (1978) nettement plus riche en matières sèches, lipides et matières azotées que le lait anglais moyen.

Le regroupement par grandes régions des résultats de l'enquête FFN permet dans certains cas de procéder à des comparaisons statistiquement significatives et de retrouver l'influence des saisons, déjà décrites par certains auteurs (Journet, 1984 ; Delouis, 1984). Il se confirme ainsi que

les laits d'hiver sont plus riches en matières sèches, matière grasse et matières azotées que les laits d'été.

Les résultats de dosage des glucides sont trop peu nombreux pour permettre des comparaisons significatives inter-régionales ou inter-saisonnières. Obtenus par des méthodes de dosage différentes et exprimés en masse de lactose hydraté (ou de monosaccharide), ils ne peuvent pas toujours être comparés en toute rigueur entre-eux et aux valeurs déduites par différence - et non par dosage - de certaines tables. De plus, les tables usuelles, celle de Paul et Southgate exceptée, ne précisent pas si les glucides sont exprimés en monosaccharide ou en autres types de glucides.

Par ailleurs, il convient de noter que si, en pratique, la quasi-totalité des glucides du lait de la vache est sous forme de lactose, Montreuil (1962) a décrit la présence de polysaccharides libres et de glucides combinés en quantité non négligeable de l'ordre de 0,12 g pour 100 g de lait.

Tableau II
Constituants énergétiques du lait de grand mélange (enquête FFN) pour 100 g de lait

	Valeur énergétique		Matières sèches g	Matières azotées totales (N × 6,38) g	Lipides g	Glucides g
	KJ	kcal				
France entière pondérée	268	64	12,5 ± 0,4 (496)	3,24 ± 0,18 (555)	3,62 ± 0,32 (676)	4,77 (38) 4,6-5,1
hiver			12,6 ± 0,5 (275)	3,25 ± 0,19 (283)	3,69 ± 0,33 (321)	
été			12,4 ± 0,4 (221)	3,20 ± 0,16 (272)	3,55 ± 0,29 (355)	
Normandie	278	66	12,9 ± 0,3 (83)	3,33 ± 0,15 (104)	3,89 ± 0,31 (124)	4,82 (24) 4,6-5,1
Grand Ouest pondéré	271	65	12,7 ± 0,4 (228)	3,30 ± 0,15 (260)	3,72 ± 0,30 (337)	4,82 (24) 4,6-5,1
hiver			12,8 ± 0,4 (125)	3,34 ± 0,16 (131)	3,84 ± 0,32 (155)	
été			12,5 ± 0,3 (103)	3,25 ± 0,14 (129)	3,64 ± 0,25 (182)	
Autres régions pondérées	259	62	12,3 ± 0,4 (268)	3,17 ± 0,17 (295)	3,52 ± 0,3 (339)	4,70 (14)* 4,4-5,1
hiver			12,3 ± 0,4 (150)	différence entre hiver et été non significative	différence entre hiver et été non significative	
été			12,2 ± 0,4 (118)			

* 14 échantillons originaires de la région Nord-Est exclusivement.

Tableau III
Constituants énergétiques du lait (Tables usuelles) pour 100 g de lait

	Valeur énergétique		Matières sèches g	Matières azotées totales (N × 6,38) g	Lipides g	Glucides g
	KJ	kcal				
Lait cru, lait entier						
Paul et Southgate	272	65	12,4	3,3	3,8	4,7
îles anglo-normandes	316	76	13,7	3,6	4,8	4,7
Souci et al.	284	68	12,5 11,7-13,2	3,33 3,08-3,70	3,78 3,60-3,88	4,65 4,50-4,92
USDA	269	64	12,31	3,28	3,66	4,65
Randoïn et al.		68	12,5	3,5	3,9	4,6

Minéraux (Tableaux VI, VII, VIII, IX)

Plusieurs auteurs se sont intéressés récemment en France à la composition minérale du lait (Gueguen, 1971 ; Mahieu, 1976 ; Mahieu et al., 1976 ; Mahieu et al., 1977 ; Brulé, 1984 ; Delacroix, 1984). Il ressort de leurs travaux que les teneurs en éléments minéraux majeurs (Na, K, Ca, Mg, P) sont essentiellement sous la dépendance de la génétique et de l'état physiologique (stade de lactation) alors qu'elles sont peu influencées par les facteurs liés à l'alimentation et à l'environnement.

L'enquête FFN confirme la supériorité du lait de Normandie en ce qui concerne le calcium et le phosphore sur celui des régions où la race normande n'est pas majoritaire (Brulé, 1984). Il est difficile de se faire une opinion sur les teneurs en potassium. En effet, les données les plus récentes sont très dispersées et conduisent à une moyenne faible (133 mg pour 100 g). Mais ce résultat est peu fiable car les échantillons, peu nombreux, proviennent de deux régions seulement et une importante partie d'entre eux a été prélevée en une

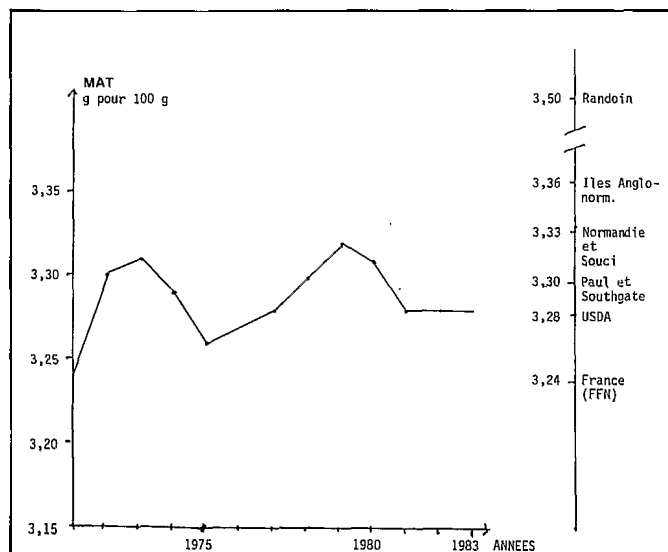
Tableau IV

Teneurs en matières azotées totales et matière grasse par régions (enquête FFN)

Régions	Matières azotées totales (N x 6,38) g p. 100 g	Matière grasse g p. 100 g
Normandie .	3,33	3,89
Bretagne . . .	3,28	3,63
Ouest	3,30	3,65
Centre	3,20	3,63
Est	3,19	3,57
Nord-Est . . .	3,14	3,52
Sud-Est	3,13	3,35
Sud-Ouest . .	3,04	3,43

Figure 2

Teneur en matières azotées totales du lait à la production (g pour 100 g)



Contrôle laitier bovin (moyennes nationales)
d'après CIDIL (L'Economie laitière en chiffres)

Enquête FFN
et tables de composition

Tableau V

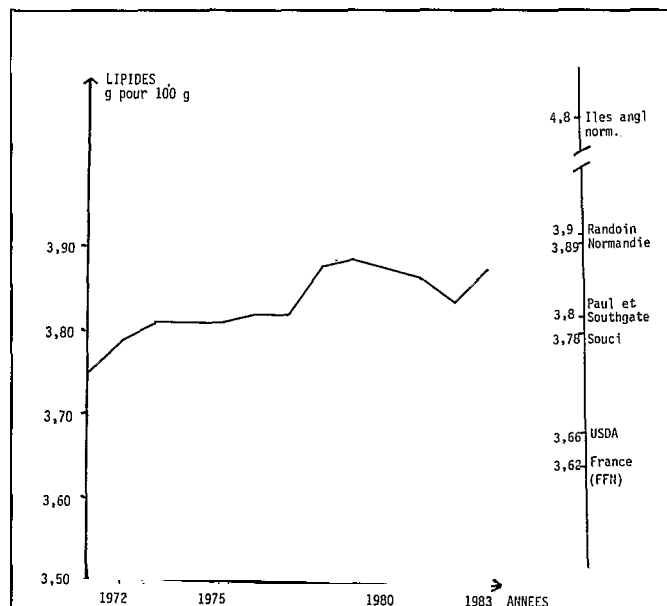
Classement par régions des teneurs en matières azotées totales (moyennes pondérées pour 1982) d'après Donon (1984) et le SCEES*

Régions	Matières azotées totales g p. 100 g	Races laitières dominantes en pourcentage approximatif
Haute Normandie .	3,39	70% Normande, 29% FFPN**
Basse Normandie . .	3,37	77% Normande, 22% FFPN
Pays de Loire	3,33	44% FFPN, 42% Normande
Bretagne	3,30	60% FFPN, 35% Normande
Centre	3,28	64% FFPN, 34% Normande
Bourgogne	3,28	34% FFPN, 37% Montbéliarde
Alsace	3,27	64% FFPN, 20% Tachetée de l'Est, 15% Montbéliarde
Franche-Comté . . .	3,26	Montbéliarde
Picardie	3,25	FFPN
Rhône-Alpes	3,25	20% FFPN, 44% Montbéliarde, 12% Abondance, 18% Tachetée
Limousin	3,25	FFPN
Nord-Pas-de-Calais	3,24	FFPN
Auvergne	3,23	38% FFPN, 30% Montbéliarde, 30% Salers
Languedoc	3,23	
Lorraine	3,21	89% FFPN
Midi-Pyrénées . . .	3,20	FFPN
Poitou-Charentes . .	3,18	63% FFPN, 23% Normande
Aquitaine	3,16	FFPN

* Service Central des Enquêtes et Etudes du Ministère de l'Agriculture
** Frisonne Française Pie Noire.

Figure 3

Teneur en lipides du lait à la production (g pour 100 g)



Contrôle laitier bovin (moyennes nationales)
d'après CIDIL (L'Economie laitière en chiffres)

Enquête FFN
et tables de composition

année de sécheresse exceptionnelle. Une autre série de données (Madelmont et Michon, 1965), provenant de 280 échantillons individuels aboutit à une teneur nationale moyenne en potassium de 150 mg pour 100 g, très semblable aux valeurs des autres tables. Mais elle date de 1963 et 1964. De plus, ne comprenant que des moyennes départementales, elle ne permet pas un traitement statistique.

Par comparaison aux données des autres tables de composition, les teneurs en minéraux majeurs du lait moyen français apparaissent quelque peu faibles alors que, inversement, le taux de glucides est plus élevé. Or, il est bien connu que les variations de composition minérale du lait au cours du cycle de lactation sont compensées par des variations du taux de lactose (Brulé, 1984). De même les faibles taux de phosphore et de calcium observés lors de l'enquête FFN pourraient être rapprochés de celui des matières azotées totales, faible également, en accord avec la corrélation signalée par Brulé (1984). Cependant, il convient de se garder d'être trop

affirmatif compte tenu de l'effectif restreint des dosages de lactose, des différences faibles existant entre les données des tables usuelles et celles de l'enquête FFN et surtout du fait que les divers constituants n'ont pas été dosés sur les mêmes échantillons de lait.

D'après les auteurs qui ont étudié la question, la composition en microéléments et l'influence de divers facteurs sont très variables (Gueguen, 1971 ; Mahieu et al., 1977). Des suppléments alimentaires de fer, cuivre et zinc n'accroissent pas les teneurs du lait en ces éléments. Par contre, leur carence dans l'alimentation entraîne une diminution de leur teneur dans le lait. A l'opposé, des suppléments alimentaires de fluor ou de sélénium entraînent un accroissement de leur concentration dans le lait mais seulement jusqu'à une certaine limite. Les éléments qui varient le plus facilement avec l'alimentation sont l'iode et le molybdène. Le manganèse, le cobalt et l'aluminium sont à des concentrations si faibles dans le lait qu'il est nécessaire d'enrichir massivement

Tableau VI

Minéraux majeurs du lait de grand mélange (enquête FFN) pour 100 g de lait

	Sodium mg	Potassium mg	Calcium mg	Magnésium mg	Phosphore mg
France entière pondérée	44,2 (278)	150* (280)	118 (278)	10,5 ± 1,3 (279)	89,6 (274)
Normandie	36,7-53	132-172	107-139		75-124
	44,9 ± 4,1 (77)		124 ± 8 (77)	10,4 ± 1,9 (77)	93,5 (77)
Grand Ouest	44,5 ± 3,7 (141)	144* 132-153	120 (141)	10,6 ± 1,1 (141)	91,3 (140)
Autres régions	43,9 ± 3,7 (137)	156* 139-172	116 (137)	10,5 ± 1,2 (138)	87,7 (134)
			108-132		79,0-95,8

* Données provenant exclusivement de Madelmont et Michon (1965). Les données individuelles n'ayant pas été communiquées il n'est pas possible d'étudier leur distribution et de calculer un écart-type. La fourchette est celle des moyennes annuelles départementales.

Tableau VII

Composition du lait en minéraux majeurs (Tables usuelles) pour 100 g de lait

	Sodium mg	Potassium mg	Calcium mg	Magnésium mg	Phosphore mg
Lait cru, lait entier Paul et Southgate	50	150	120	12	95
	35-90	110-170	110-130	9-14	90-100
Iles anglo-normandes	50	140	120	12	95
Souci et al.	48	157	120	12	92
	40-58	144-178	107-133	9-16	63-102
USDA	49 (53)	152 (694)	119 (1054)	13 (1052)	93 (596)
Randoin	40	150	125	11	90

Tableau VIII

Oligo-éléments du lait de grand mélange (enquête FFN) pour 100 g de lait

	Fer mg	Cuivre mg	Zinc mg	Manganèse µg	Fluor µg	Iode µg
France entière pondérée	0,05 (238)	0,02 (240)	0,38 (241)	6,6 (242)	1,5 (146)	7 (12)
	0,02-0,2	tr-0,05	0,22-0,54	4-10	tr-7	7-8
Normandie	0,07 (41)	0,02 (39)	0,38 (41)	8 (41)	1,6 (19)	7 (8)
	0,02-0,2	0,01-0,05	0,22-0,54	5-30	tr-9	7-7
Grand Ouest	0,05 (105)	0,02 (103)	0,39 (105)	7 (105)	1,5 (60)	7 (8)
	0,02-0,18	0,01-0,05	0,28-0,55	4-30	tr-7	7-7
Autres régions	0,05 (133)	0,02 (137)	0,37 (136)	6 (137)	1,6 (86)	7 (4)
	0,02-0,14	tr-0,04	0,31-0,51	4-10	tr-7	7-8

et durablement l'alimentation pour constater des répercussions sur le lait. Enfin, les concentrations du lait en silicium et en nickel paraissent indépendantes de l'alimentation. Pour la plupart des oligo-éléments, les variations observées sont dues généralement à des contaminations du lait après la traite, au contact du matériel ou de l'atmosphère.

De l'enquête FFN, il ressort que les teneurs en fer, cuivre et zinc des laits français actuels sont très voisines de celles des laits des tables étrangères. Le lait décrit par la table de Randoïn présente des teneurs en fer et en cuivre nettement plus élevées en raison probablement des matériaux utilisés à l'époque.

Avec 1 et 2 µg de fluor pour 100 g, les laits français ont des teneurs bien inférieures à celles des laits décrits par Souci et al. pour l'Allemagne. Walters et al. (1983) en trouvent moins de 20 µg pour 100 g dans les laits anglais. Le faible effectif des données françaises relatives à l'iode ne permet pas de leur conférer une grande fiabilité.

Vitamines liposolubles (Tableaux X et XI)

Il est bien connu que lorsque les vaches sont exposées aux radiations solaires ultra-violettes et lorsqu'elles broutent une herbe riche en carotènes et tocophérols, leur lait devient plus riche en vitamines liposolubles A, D et E. Les facteurs génétiques jouent également parfois un rôle : le lait des races Jersey et Guernesey est particulièrement riche en caroténoïdes (Causeret, 1971).

L'ensemble de ces facteurs explique que certains laits soient plus riches que d'autres selon les races prédominantes, le climat, la saison, le mode d'élevage. Ainsi, la table de Paul et Southgate fait clairement ressortir la supériorité des teneurs en carotène, rétinol, vitamine D et vitamine E du lait des

îles anglo-normandes et du lait d'été. Des teneurs plus élevées en carotène et rétinol durant l'été sont également signalées par la table de Randoïn et par celle de Souci et al., cette dernière mentionnant aussi l'accroissement du taux de vitamine D lorsque les vaches paissent en alpage.

En raison du faible nombre de résultats de dosages obtenus au cours de ces dernières années en France, il n'est pas possible de mettre en évidence des différences inter-saisonniers ou inter-régionales. Il convient d'ailleurs de remarquer que la tendance à l'homogénéisation génétique du troupeau et l'emploi de plus en plus fréquent d'ensilages et de concentrés vitaminiques durant les périodes de stabulation devraient atténuer les différences de composition du lait entre régions et entre saisons.

L'activité vitaminique A d'un aliment provient de son rétinol préexistant et du rétinol résultant de la transformation de certains carotènes. Le coefficient généralement adopté pour la conversion en rétinol des carotènes du lait est égal à 1/2 car le β-carotène est, de loin, le principal carotène de cet aliment. L'activité vitaminique A du lait, exprimée en g d'équivalent rétinol se calcule alors par la formule :

$$\text{Act. vitaminique A} = \mu\text{g de rétinol} + \frac{\mu\text{g de carotène}}{2}$$

(en µg d'ER)

Les données relatives à la vitamine D du lait sont souvent très différentes d'une table de composition à l'autre en raison des difficultés de dosage. La chromatographie liquide à haute performance a permis de grands progrès mais des écarts importants peuvent encore subsister entre les résultats obtenus par cette même méthode dans différents laboratoires. Il n'est pas toujours aisé en effet de bien séparer les pics de la vitamine D de ceux qui correspondent à des substances voisines.

Tableau IX

Composition du lait en Oligo-éléments (Tables usuelles et littérature) pour 100 g de lait

	Fer mg	Cuivre mg	Zinc mg	Manganèse µg	Fluor µg	Iode µg
Lait cru, lait entier						
Paul et Southgate	0,05	0,02	0,35			
Walters et al.					<20	
Souci et al.	0,046 0,03-0,07	0,01 0,002-0,03	0,38 0,21-0,55	2,5 1,3-4,0	17 10-20	3,7 2,5-5,5
USDA	0,05 (606)		0,38 (48)			
Randoïn et al.	0,10	0,04	0,30	3		90

Tableau X

Vitamines liposolubles et vitamine C du lait de grand mélange (enquête FFN) pour 100 g de lait

	Rétinol µg	β-carotène µg	Act. Vit. A en eq. rét. µg	Vitamine D µg	Vitamine E mg	Vitamine C mg
France entière pondérée	44 (23*) 36-53	13 (1)	50	0,08 (10) 0,06-0,13	0,13 (12) 0,08-0,20	0,9 (23*) 0,5-1,8
Normandie	44 (8) 38-48			0,08 (3) 0,06-0,13	0,14 (8) 0,10-0,20	0,85 (8) 0,6-1,0
Grand Ouest	44 (8) 38-48			0,06 (4) 0,06-0,13	0,14 (8) 0,10-0,20	0,85 (8) 0,6-1,0
Autres régions	43 (15*) 36-53	13** (1)		0,08 (6) 0,06-0,12	0,12** (4) 0,08-0,14	0,97 (15*) 0,5-1,8

* dont 11 échantillons de lait de producteurs individuels

** Région Nord-Est (Somme ou Aisne).

Vitamines hydrosolubles (Tableaux XII et XIII)

Parfois dépendantes de facteurs génétiques, les vitamines hydrosolubles sont généralement moins sensibles que les vitamines A, D et E aux facteurs saisonniers, alimentaires, ou au stade de lactation. En effet, pour le ruminant, les vitamines hydrosolubles sont principalement fournies par synthèse : synthèse de vitamines du groupe B par la flore du rumen, synthèse de vitamine C par l'organisme de l'animal lui-même. Certains facteurs peuvent cependant jouer un rôle dans quelques cas.

Ainsi Causeret (1971) rapporte que "la teneur du lait des vaches Guernesey et Jersey en riboflavine est supérieure de 30 à 60 p. 100 à celle du lait des races Ayrshire, Frisonne, Holstein, Hollandaise ou Brune suisse. Cette particularité

pourrait s'expliquer peut-être par la production laitière moins importante des deux premières races". Mais la table de Paul et Southgate ne fait pas état d'une teneur en riboflavine plus élevée pour le lait des îles anglo-normandes.

Le stade de lactation peut également intervenir surtout dans les tout premiers jours après le vêlage. Par la suite, dans le lait définitif, les teneurs ont tendance à se stabiliser, sauf celles de la vitamine B₆ et de l'acide pantothenique qui continuent à s'abaisser pendant plusieurs mois. Enfin, l'alimentation des vaches et la saison peuvent influencer les taux de niacine et de vitamine B₆ qui diminuent en hiver (Causeret, 1971).

Les effectifs d'échantillons analysés récemment en France sont trop faibles pour permettre la mise en évidence d'éven-

Tableau XI

Vitamines liposolubles et vitamine C du lait (Tables usuelles) pour 100 g de lait

	Rétinol µg	β-carotène µg	Vitamine D µg	Vitamine E mg	Vitamine C mg
Lait cru, lait entier					
Paul et Southgate					
lait frais été	35	22	0,030	0,10	} 1,5
hiver	26	13	0,013	0,07	
Îles anglo-normandes					
été	38	61	0,038	0,12	} 1,5
hiver	28	35	0,018	0,09	
Souci	30*	18	0,063	0,088	1,7
	27-34	10-20	0,02-0,09	0,04-0,10	1,0-2,4
USDA	34**				1,47
Randoin			} 0,2		} 0,5 à 5
été	30	25		0,10	
hiver	10	8	0,07		

Dénomination sous le terme de vitamine A dans la table d'origine

* Activité vitaminique A exprimée en µg d'équivalents-rétinol.

Tableau XII

Vitamines du groupe B du lait à la production (enquête FFN) pour 100 g de lait

	Thiamine mg	Riboflavine mg	Niacine mg	Ac. panto- thémique mg	Vitamine B ₆ mg	Vitamine B ₁₂ µg
France entière pondérée	0,05 (24)	0,17 (24)	0,066 (12)	0,32 (12)	0,03 (24)	0,50 (12)
	0,03-0,07	0,12-0,24	0,04-0,08	0,26-0,36	0,01-0,04	0,3-0,8
Normandie	0,05 (8)	0,18 (8)	0,058 (8)	0,31 (8)	0,03 (8)	0,46 (8)
	0,05-0,06	0,16-0,20	0,04-0,07	0,26-0,36	0,02-0,04	0,3-0,8
Nord Est	0,05 (4)	0,16 (4)	0,076 (4)	0,33 (4)	0,03 (4)	0,56 (4)
	0,053-0,057	0,15-0,18	0,07-0,08	0,28-0,36	0,02-0,03	0,4-0,8
Région lyonnaise	0,05* (12)	0,17* (12)			0,03* (12)	
	0,03-0,07	0,12-0,24			0,01-0,043	

* Lait de producteurs individuels.

Tableau XIII

Vitamines du groupe B du lait (Tables usuelles et littérature) pour 100 g de lait

	Thiamine mg	Ribo- flavine mg	Niacine mg	Ac. Panto- thémique mg	Vit. B ₆ mg	Vit. B ₁₂ µg	Acide folique libre µg	total µg	Biotine µg
Paul et Southgate	0,04	0,19	0,08	0,35	0,04	0,3	4	5	2,0
lait frais	0,03-0,06	0,15-0,23	0,06-0,13						
Souci et al.	0,037	0,18	0,09	0,35	0,046	0,42		5,9 ^a	3,5
lait cru	0,03-0,06	0,14-0,22	0,07-0,11	0,28-0,42	0,02-0,07	0,3-0,76		3,8-9,0	2-5
USDA lait à la production ..	0,038	0,161	0,084	0,313	0,042	0,356		5 ^b	
Randoin lait cru	0,04	0,15	0,20	0,30	0,07				
Karlin (1969)					0,041	0,25	4,3	6,6	
lait de grand mélange					0,007-0,15	0,09-0,83	3,5-5,8	5,1-9,4	

a Il n'est pas précisé s'il s'agit d'acide folique libre ou total

b Folacin.

tuelles différences inter-saisonniers ou inter-régionales. Les tables usuelles ne mentionnent pas, elles non plus, l'existence d'influences régionales, saisonnières ou alimentaires. Les plus complètes de ces tables, sans préciser les causes de ces variations, en donnent simplement une fourchette. Les données françaises récentes et celles des tables de composition apparaissent dans l'ensemble peu différentes. Seules les teneurs en vitamine B₁₂ relevées au cours de l'enquête FFN sont assez sensiblement supérieures à celles des tables étrangères et de Karlin (1969), alors qu'inversement, pour la vitamine B₆, les données françaises récentes sont plus faibles que celles des autres tables et de la littérature. Les résultats de dosage des vitamines B₆ et B₁₂ relevés au cours de l'enquête FFN provenant pratiquement d'un seul laboratoire, il serait souhaitable de les contrôler par de nouvelles analyses effectuées dans plusieurs laboratoires.

Acides aminés, acides gras et constituants divers (Tableaux XIV, XV, XVI, XVII)

Au cours de l'enquête FFN, pratiquement aucune donnée récente n'a été recensée concernant la composition du lait en constituants tels que les acides aminés, les acides gras, le cholestérol, l'acide citrique. A titre indicatif, les Tableaux, XIV, XV, XVI, XVII, rapportent les données des tables usuelles. Paul et Southgate (1978) et la table FAO (1970) expriment les acides aminés en milligrammes pour 1 g d'azote total tandis que les tables allemande et américaine les expriment en mg pour 100 g de lait. De même, les informations relatives aux acides gras sont données par Paul et Southgate en grammes pour 100 g d'acides gras totaux alors que les tables de Souci et de l'USDA indiquent les teneurs en acides gras pour 100 g de lait. Il est à noter que Paul et Southgate donnent une composition en acides aminés et en acides gras unique pour l'ensemble des produits laitiers.

Tableau XIV
Composition du lait en acides aminés
(en mg d'acide aminé pour 1 g d'azote total)

	Paul et Southgate (1978)	F.A.O. (1970)
Nombre d'échantillons		28
Isoleucine	350	295
Leucine	640	596
Lysine	510	487
Méthionine	180	157
Cystine	60	51
Phénylalanine	340	336
Thréonine	310	278
Tryptophane	90	88
Tyrosine	280	297
Valine	460	362
Arginine	250	205
Histidine	190	167
Alanine	240	217
Acide aspartique	530	481
Acide glutamique	1440	1390
Glycocolle	140	123
Proline	590	571
Sérine	370	362

Résumé

Les résultats d'analyse du lait de vache produit en France au cours des dernières années sont examinés et comparés aux données des tables de composition usuelles.

Summary

Nutrients contents of French raw cow's milk are studied and compared to data from usual tables of composition of foods.

Mots-clés : Lait de vache - Lait à la production - Composition (constituants énergétiques, minéraux, vitamines, acides aminés, acides gras).

Références bibliographiques

Brulé G., 1984 - La composition chimique du lait et ses incidences technologiques. Les minéraux. Journées INRA/ENSAR/INA-PG, Rennes, 26-28 Sept. 1984.

Cattin-Vidal, 1984 - Evolution de la composition du lait, au cours des dernières années, à la production, d'après les données du contrôle laitier. Journées INRA/ENSAR/INA-PG, Rennes, 26-28 Sept. 1984.

Tableau XV
Composition azotée du lait
(en mg d'acide aminé pour 100 g de lait)

	Souci et al. (1981)	USDA (1976)
(N x 6,38) g	3,33	3,28
Isoleucine	210 180-250	198
Leucine	350 330-360	321
Lysine	260 240-280	260
Méthionine	84 80-90	82
Cystine	26 20-30	30
Phénylalanine	170 160-180	158
Thréonine	150 140-170	148
Tryptophane	46 43-50	46
Tyrosine	170 160-190	158
Valine	230 220-260	220
Arginine	120 110-140	119
Histidine	89 80-100	89
Alanine	120 --	113
Acide aspartique	280 --	249
Acide glutamique	750 --	687
Glycocolle	80 --	69
Proline	350 --	318
Sérine	190 --	178

Causeret J., 1971 - La valeur vitaminique des laits animaux. Comparaison avec celle du lait de femme. *Ann. Nutr. Alim.*, 25, A313-A334.

CNIEL (Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière). L'économie laitière en chiffres. Publication annuelle. CNIEL éd. Paris.

Delacroix A., 1984 - La composition chimique du lait et ses incidences technologiques. Influence de l'alimentation sur la matière minérale du lait. Journées INRA/ENSAR/INA-PG, Rennes, 26-28 Sept. 1984.

Delouis C., 1984 - Influence de la saison et du climat sur la composition du lait. Aspects endocrinologiques. Journées INRA/ENSAR/INA-PG, Rennes, 26-28 Sept. 1984.

Donon J., 1984 - Evolution de la composition du lait au cours des dernières années à l'arrivée à l'usine. Journées INRA/ENSAR/INA-PG, Rennes, 26-28 Sept. 1984.

Duplan J.M., 1984 - L'appartenance raciale, facteur de variation de la composition du lait de vache. Journées INRA/ENSAR/INA-PG, Rennes, 26-28 Sept. 1984.

FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture), 1970 - Teneur des aliments en acides aminés et données biologiques sur les protéines. FAO éd. Rome.

Favier J.C., 1983 - Elaboration d'une banque de données sur la composition des aliments. *Cah. Nutr. Diét.*, XVIII (3), 137-143.

Gueguen L., 1971 - La composition minérale du lait et son adaptation aux besoins minéraux du jeune. *Ann. Nutr. Aliment.*, 25, A335-A381.

Hoden A., Coulon J.B., Dulphy J.P., Quillet J.P., 1984 - Influence des principaux régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéique du lait. Journées INRA/ENSAR/INA PG, Rennes, 26-28 Sept. 1984.

Journet M., 1984 - Influence de la saison sur les taux butyreux et protéique du lait. Journées INRA/ENSAR/INA-PG, Rennes, 26-28 Sept., 1984.

Journet M., Chilliard Y., 1984 - Influence de l'alimentation sur la sécrétion des matières grasses et le taux butyreux et mécanisme d'action. Journées INRA/ENSAR/INA-PG, Rennes, 26-28 Sept. 1984.

Karlin R., 1969 - Sur la teneur en folates de laits de grand mélange. *J. Intern. Vitam.*, 39, N° 4, 359-371.

Madelmont C., Michon G., 1965 - Teneurs en potassium de laits de provenances diverses. *Bull. Acad. Vétérinaire*, XXXVIII, 135-138.

Mahieu H., 1975 - Communication personnelle.

Mahieu H., 1976 - Incidences sur la composition du lait des conditions d'élevage, des types d'alimentation. Document ITEB, 67 pp., Sept. 1976, ITEB éd. Paris.

Mahieu H., Luquet F.M., Mouillet L., 1976 - A propos de la teneur des laits individuels et de mélange en matières minérales et urée. *Le lait*, N° 559-560, 657-698.

Mahieu H., Luquet F.M., Mouillet L., 1977 - A propos de la teneur des laits individuels et de mélange en matières minérales et urée. *Le lait*, N° 561-562, 55-112 et N° 563-564, 184-214.

Montreuil J., 1960 - Les glucides du lait. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 42 (12), 1399-1427.

Paul A.A., Southgate D.A.T., (Mac Cance et Widdowson), 1978 - The composition of foods. Elsevier/North Holland Biomedical Press éd., Amsterdam.

Randoin L. et al., 1976 - Tables de composition des aliments, J. Lanore éd. Paris.

Remond B., 1984 - Effets du stade de lactation et de l'âge sur la composition du lait. Journées INRA/ENSAR/INA-PG, Rennes, 26-28 Sept. 1984.

Remond B., 1984 - Influence de l'alimentation sur la teneur du lait en protéines et sur sa composition. Journées INRA/ENSAR/INA-PG, Rennes, 26-28 Sept. 1984.

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

USDA (United States Department of Agriculture), 1976 - Composition of foods. Agriculture handbook N° 8-1 Dairy and egg products. USDA éd. Washington.

Walters C.B., Sherlock J.C., Evans W.H., Read J.I., 1983 - Dietary intake of fluoride in the United Kingdom and fluoride content of some foodstuffs. *J. Sci. Food Agric.*, 34, 523-528.

Tableau XVI
Acides gras du lait

	Paul et Southgate 1978	Souci et al. 1981	USDA 1976
	g pour 100 g d'ac. gras totaux	g pour 100 g de lait	
Lipides totaux		3,78	3,66
Ac. gras saturés			
4:0	3,2 2,6-3,9	0,129	0,12
6:0	2,0 1,5-2,3	0,082	0,07
8:0	1,2 0,9-1,4	0,046	0,04
10:0	2,8 2,5-3,2	0,096	0,09
12:0	3,5 3,1-4,0	0,121	0,10
14:0	11,2 10,4-12,4	0,382	0,37
15:0	1,1	0,046	
16:0	26,0 24,1-32,0	0,961	0,96
17:0	1,0	0,036	
18:0	11,2 9,2-13,2	0,361	0,44
Ac. gras monoinsaturés			
14:1	1,4 1,1-1,6	0,079	
15:1	0,7		
16:1	2,7 2,1-3,1	0,114	0,08
17:1	1,1		
18:1	27,8 22,0-30,7	0,940	0,92
Ac. gras polyinsaturés			
18:2	1,4 0,8-1,9	0,089	0,08
18:3	1,5 0,6-2,5	0,061	0,05

Tableau XVII
Composition du lait en divers constituants

	pour 100 g de lait			
	Cholestérol mg	Acide citrique g	Sélénium µg	Bore µg
Lait entier				
Paul et Southgate	14			
Illes anglo-normandes	18			
Souci et al.	12,3 10,0-14,8	0,210 0,17-0,28	— 5-13	27 20-100
USDA	14 (113)			
Randoin et al.	13 à 14			