LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

MÉMOIRES ORIGINAUX :	
S. KUZZDAL-SAVOIE et W. KUZZDAL. — Contribution à l'étude des acides gras du lait de différentes espèces animales	369
J. TRÉMOLIÈRES. — Valeur alimentaire du lait	384
A. MOLDAVAN. — Aurons-nous du Bio-fromage ? . .	390
SUPPLÉMENT TECHNIQUE :	
G. GÉNIN. — L'électrodialyse et ses applications dans l'industrie laitière	394
BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE :	
1 ^o Les livres	415
2 ^o Journaux, Revues, Sociétés savantes	424
3 ^o Brevets	463
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE :	
1 ^o Les livres	466
2 ^o Journaux, Revues, Sociétés savantes	468
DOCUMENTS ET INFORMATIONS :	
Laits chocolatés ou cacaotés	476
Catalogue des normes françaises	477
Gestion et organisation des entreprises agricoles . . .	478
Annuaire du froid et du conditionnement d'air	479
Communiqués	480

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES ACIDES GRAS DU LAIT DE DIFFÉRENTES ESPÈCES ANIMALES (2)

par

SIMONE KUZZDAL-SAVOIE et W. KUZZDAL

Station Centrale de Microbiologie et Recherches Laitières.
Jouy-en-Josas

I. — INTRODUCTION

Nous avons étudié dans ce travail la matière grasse des laits suivants : lait de vache, lait de brebis, lait de chèvre, lait de femme, lait de truie et nous avons limité notre étude aux acides gras constitutifs des glycérides.

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

(2) C. R. Premier Congrès International de Science et Technologie alimentaires. Londres, septembre 1962. (Edit. Gordon et Breach, 150, 5th av. New York, 11, N. Y.)

Dans ces différents laits, les acides oléique, palmitique et myristique représentent 60 à 80 p. 100 (p/p) des acides totaux [HILDITCH, 1947]. La matière grasse des laits de vache, de chèvre et de brebis contient en outre une proportion élevée (10 à 15 p. 100, p/p) d'acides volatils à nombre pair d'atomes de carbone, et une proportion relativement basse d'acides polyinsaturés parmi lesquels un peu seulement d'acide linoléique. La matière grasse des laits de femme et de truie est par contre, pauvre en acides volatils, mais contient une proportion élevée d'acides polyinsaturés parmi lesquels l'acide linoléique est le constituant majeur.

Quelques études récentes poursuivies en utilisant des techniques modernes de séparation et d'identification (chromatographie en phase gazeuse, spectrophotométrie) ont permis de préciser la nature et les proportions relatives des acides gras des glycérides des différents laits étudiés. La matière grasse du lait de vache a fait l'objet d'un grand nombre de travaux au cours de ces dernières années. On a ainsi identifié environ soixante acides gras [HERB, 1960, cité par SMITH, 1961] et nous en avons récemment dressé un tableau d'ensemble [KUZDZAL-SAVOIE, 1962]. Les acides gras du lait de chèvre ont été étudiés par JAMES et MARTIN (1956) et JAMES, PEETERS et LAURYSSENS (1956); ceux du lait de femme par INSULL et AHRENS (1959) et KAUFMANN, VOLBERT et MANKEL (1961). Il n'existe pas, à notre connaissance, d'études, par chromatographie en phase gazeuse ou par spectrométrie, des acides gras du lait de truie ou du lait de brebis.

Dans le présent rapport, nous avons en premier lieu étudié comparativement les acides gras majeurs et les acides polyinsaturés des différents laits cités. Nous nous sommes ensuite attachés à démontrer la présence dans le lait de femme, des acides volatils à 4, 6 et 8 atomes de carbone. En effet, si BALDWIN et LONGNECKER (1944) avaient estimé à un peu plus de 1 p. 100 (p/p) des acides totaux, la proportion globale des trois acides inférieurs, l'acide butyrique étant prédominant, leur présence était contestée par HILDITCH et MEREIA (1944) et l'étude récente de INSULL et AHRENS (1959) n'éclairait pas ce point. Ces derniers auteurs indiquent seulement que 0,5 p. 100 (p/p) des acides totaux sont constitués par des acides à 10 atomes de carbone ou moins.

Nous avons également étudié les acides volatils du lait de truie. Ceux-ci avaient été signalés par LAXA (1931) et DE LA MARE et SHORLAND (1944), mais ces auteurs ne précisaient pas la composition de ce groupe d'acides.

Enfin, nous avons cherché à interpréter les différents pics intermédiaires observés sur les chromatogrammes.

II. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Origine des échantillons

Le lait de vache est un lait moyen préparé à partir du lait produit lors de la traite du matin (16 mai 1961), par un groupe de cinq vaches (deux de race Normande, trois de race Frisonne), alimentées à l'herbe et restant au pâturage.

Les laits de brebis et de chèvre analysés sont des échantillons prélevés sur des laits de mélange représentant la production laitière journalière d'une part, de cent cinquante brebis de race Préalpe en pleine lactation et, d'autre part, de vingt-cinq chèvres Saanen appartenant les unes et les autres au troupeau du Centre National de Recherches Zootechniques. La ration alimentaire des brebis se compose de 4 à 5 kg d'herbe, de 1 kg de foin et de 0,4 kg de concentré et celle des chèvres, de 5 kg d'herbe et de 0,4 kg de concentré.

Le lait de truie est récolté, après injection intraveineuse d'ocytocine à la truie, au moyen d'une machine à traire de conception originale [SALMON-LEGAGNEUR, 1960]. Les laits analysés sont des échantillons moyens provenant de la traite de 14 (lait *a*) ou de 10 (lait *b*) truies, Large White, à différents stades de lactation et recevant une alimentation équilibrée sous forme d'aliments concentrés d'un type courant (lait *a*) ou d'un type expérimental — contenant 10 p. 100 de saindoux — (lait *b*).

Les échantillons de lait de femme (lait de mélange) proviennent d'un lactarium parisien. L'échantillon *a* est de mai 1961, les échantillons *b* et *c* respectivement, du début et de la fin de novembre 1961.

A l'exception des laits de truie, dont les lipides totaux sont extraits au moyen de solvants, les laits sont écrémés. La crème est transformée en beurre dans un « mixer » tournant à 12 000 tours par minute. Le beurre est fondu à 70°C et centrifugé. L'huile surnageante est utilisée pour l'analyse.

2. Analyse

On détermine l'indice d'iode (selon WIJS), le taux des différents acides polyinsaturés par spectrophotométrie en ultra-violet selon la technique décrite par BRICE et SWAIN (1945) et précédemment utilisée (KUZDZAL-SAVOIE et KUZDZAL, 1961) et les proportions relatives des acides gras par chromatographie en phase gazeuse selon une technique déjà décrite [KUZDZAL-SAVOIE et KUZDZAL, 1962]. Les conditions de l'analyse par chromatographie

en phase gazeuse (température, nature de la colonne, quantité d'esters injectés, débit gazeux, etc...) sont variables.

3. Calculs

Les proportions relatives des divers esters séparés par chromatographie en phase gazeuse sont calculées à partir des tracés obtenus au moyen de l'intégrateur monté sur l'enregistreur. Pour les acides présents en petites quantités (acides polyinsaturés et éventuellement acides volatils), le calcul est effectué par étapes, à partir de chromatogrammes obtenus avec des quantités variables du mélange d'esters (1 à 10 μ l).

Si l'on se réfère aux proportions trouvées par FRANCESCO et AVANCINI (1961), on peut considérer qu'une importante fraction du butyrate de méthyle et une faible fraction du caproate de méthyle sont perdues au cours de la préparation des esters méthyliques telle que nous l'avons utilisée.

4. Interprétation des pics

Les acides purs saturés à nombre pair d'atomes de carbone de C_4 à C_{20} et les acides insaturés en C_{18} ont été utilisés comme acides de référence. Les résultats obtenus par HAWKE, HANSEN et SHORLAND (1959) et les règles édictées par ces auteurs, servent de base à l'interprétation des pics intermédiaires.

III. — RÉSULTATS

1. Acides majeurs

Les chromatogrammes obtenus à partir des différents laits étudiés sont présentés sur la figure 1.

Les proportions relatives des différents acides gras calculées à partir des chromatogrammes de la figure 1 et à partir d'autres chromatogrammes, non reportés sur la figure, sont portées dans le tableau I. On indique la proportion soit d'un acide déterminé (stéarique, oléique), soit d'un groupe d'acides. On réunit en effet l'acide saturé majeur à nombre pair d'atomes de carbone aux acides mineurs dont les pics respectifs sont adjacents au pic de l'acide majeur. On rassemble aussi dans un même groupe les acides insaturés en C_{18} (autres que l'acide oléique) et les acides à nombre d'atomes de carbone supérieur à 18.

On note comme caractéristiques particulières, les teneurs élevées (exprimées en p. 100 des esters méthyliques totaux) de l'acide caprique dans les laits de brebis (7,6) et de chèvre (8,7),

TABLEAU I

PROPORTIONS RELATIVES DES ACIDES GRAS DE LA MATIÈRE GRASSE DU LAIT DE DIFFÉRENTES ESPÈCES ANIMALES

(Résultats obtenus par chromatographie en phase gazeuse et exprimés en p. 100 des esters méthyliques totaux)

Nature du lait	Groupe C ₄	Groupe C ₆	Groupe C ₈	Groupe C ₁₀	Groupe C ₁₂	Groupe C ₁₄	Groupe C ₁₆	C ₁₈	C ₁₈ : 1	C ₁₈ : 2 et après (de l'ordre de)
Lait de vache	1,4	2,2	1,8	3,6	4,0	13,0	30,2	13,7	27,1	3,0
Lait de brebis	1,1	2,7	3,3	7,6	5,5	14,1	28,1	11,8	22,7	3,1
Lait de chèvre	0,7	2,4	3,2	8,7	4,7	10,7	28,5	13,0	25,2	2,9
Lait de femme <i>a</i>		0,5		1,3	6,7	11,8	29,8	7,9	34,2	7,8
Lait de femme <i>b</i>		0,8		2,1	7,2	10,9	29,6	7,3	35,4	6,7
Lait de femme <i>c</i>		0,8		2,3	8,9	13,1	29,8	7,7	28,6	8,8
Lait de truie <i>a</i>				1,6		4,1	35,1*	4,6	44,9	9,7
Lait de truie <i>b</i>				2,0		5,2	54,1**	2,6	31,3	4,8 (?)

* Dont 9,4 en C₁₆ =.** Dont 14,7 en C₁₆ =.

Fig. 1 a (lait de vache)

Fig. 1 b (lait de brebis)

Analyse par chromatographie en phase gazeuse des esters méthyliques des acides gras.

Conditions de l'analyse : colonne 3,048 m (10 pieds) de long et 0,635 cm (1/4 de pouce) de diamètre...

Fig. 1 c (lait de chèvre)

Fig. 1 d (lait de femme)

... chargée à 20 % de polyester de Graig sur brique à feu pilée (60-80 mesh). Température : 220-222° C. Débit hémixal : 38 ml/minute. Sensibilité 1 ou 2 x. q. injectée : 1 à 2 μ l...

Fig. 1 e (lait de truite)

...Interprétation des pics : 0 : alcool méthylique, 1 : C_4 ;
 2 : C_6 ; 3 : C_8 ; 4 : C_{10} ; 5 : C_{12} ; 6 : C_{14} ; 7 : C_{16} ; 8 : C_{18} ;
 9 : C_{18}^2 ; 10 : C_{18}^3 ; 11 : C_{18}^4 ; 12 : C_{18}^5 .

Fig. 2 a (lait de femme)

2 b (lait de truite)

Chromatogrammes partiels démontrant la présence des acides C_4 - C_6 - C_8 dans la matière grasse - q. injectée voisine de 10 μ l. Débit gazeux (hemixal) 22 ml/minute (2 b), 38 ml/minute (2 a).

de l'acide laurique dans le lait de femme (6,7 à 8,9) et de l'acide palmitoléique dans le lait de truie (9,4 et 14,7).

2. Acides polyinsaturés

L'indice d'iode de la matière grasse des laits étudiés et les proportions relatives des différents acides polyinsaturés obtenues par spectrophotométrie et par chromatographie en phase gazeuse, sont indiqués dans le tableau II.

Les taux d'acides polyinsaturés contenus dans les laits de brebis et de chèvre, sont assez voisins de ceux bien connus du lait de vache. Par contre, la matière grasse des laits de femme et de truie renferme une proportion élevée d'acide linoléique et également d'acide à quatre doubles liaisons non conjuguées, représenté pour la plus grande part sinon pour la totalité, par l'acide arachidonique.

Les résultats obtenus par spectrophotométrie et par chromatographie paraissent assez concordants. En particulier on retrouve par l'une ou l'autre méthode la faible teneur en acide linoléique du lait de truie *a*, comparée à celle du lait de truie *b*. Cependant, pour les laits autres que les laits de truie, le taux d'acide linoléique trouvé par chromatographie en phase gazeuse excède généralement le taux obtenu par spectrophotométrie.

3. Les acides volatils des laits de femme et de truie

Deux chromatogrammes partiels, représentant les esters méthyliques des acides à bas poids moléculaire des laits de femme et de truie sont présentés sur la figure 2.

Les pics correspondant aux acides butyrique, caproïque et caprylique sont nettement visibles. Les proportions relatives de ces acides sont portées dans le tableau III. Les proportions calculées sont approximatives, et, en ce qui concerne l'acide butyrique, probablement inférieures aux proportions réelles.

4. Interprétation des pics intermédiaires

Le tableau IV donne la liste des acides identifiés à partir des chromatogrammes obtenus au cours de cette étude.

IV. — DISCUSSION

1. Imperfection des méthodes d'analyse utilisées

Une grande partie de l'acide butyrique est perdue au cours de nos analyses. Il en est ainsi d'ailleurs dans toutes les analyses par chromatographie en phase gazeuse des acides gras du beurre

TABLEAU II

INDICE D'IODE ET ACIDES POLYINSATURÉS DE LA MATIÈRE GRASSE DU LAIT DE DIFFÉRENTES ESPÈCES ANIMALES

Nature du lait	Indice d'iode	Acides polyinsaturés							
		Analyse spectrométrique (résultats exprimés en g p. 100 g de matière grasse)						Analyse par chromatographie en phase gazeuse (résultats exprimés en p. 100 des esters méthyliques)	
		Conjugués			Non conjugués			Acide linoléique	Acide linolénique
		Diène	Triène	Tétraène	Diène	Triène	Tétraène		
Lait de vache	36,3	1,27	0,008	0,004	1,1	0,64	0,39	2,2	1,8
Lait de brebis	34,5	0,57	0,010	0	2,4	0,57	0,53	3,4	1,5
Lait de chèvre	33,7	0,86	0,020	0,001	1,7	0,74	0,55	3,0	1,8
Lait de femme <i>a</i>	56,0	0,76	0,001	0	8,2	0,36	1,2	non déterminés	
Lait de femme <i>b</i>	58,3	0,72	0,003	0	7,5	0,57	1,0		
Lait de femme <i>c</i>	52,4	0,72	0,001	0	5,8	0,42	1,0		
Lait de truie <i>a</i>	65,6	0,29	0	0	6,5	0,13	0,95	6,3	0,15
Lait de truie <i>b</i>	58,8	0,22	0	0	6,8	0,69	0,38	7,4	0,7

TABLEAU III
ACIDES VOLATILS DE LA MATIÈRE GRASSE DU LAIT DE FEMME ET DU LAIT DE TRUIE
(Résultats approximatifs, exprimés en p. 100 des esters méthyliques)

Nature du lait	Acide butyrique	Acide caproïque	Acide caprylique	Total (C ₄ +C ₆ +C ₈)*	Acide caprique	Acide laurique	Total C ₄ à C ₁₂ *
Lait de femme <i>a</i>	0,1 (?)	0,1 à 0,2	0,2 à 0,3	0,8			
Lait de femme <i>b</i>	0,1 (?)	0,1 à 0,2	0,2 à 0,3	0,8			
Lait de truie <i>b</i>	0,2 (?)	0,2	0,2		0,6	0,8	2,0

* Conférer tableau I.

TABLEAU IV

ACIDES GRAS IDENTIFIÉS, AU COURS DE LA PRÉSENTE ÉTUDE, DANS LA MATIÈRE GRASSE DU LAIT
DE DIFFÉRENTES ESPÈCES ANIMALES

Acides saturés pairs		Acides saturés impairs		Acides ramifiés		Acides monoinsaturés		Acides polyinsaturés	
	VBCFT*		VBCFT*		VBCFT*		VBCFT*		VBCFT*
C ₄	+	C ₇	+	iso C ₁₀	+	C ₁₀ =	+	C ₁₈ 2 =	+
C ₆	+	C ₉	+	iso C ₁₂	+	C ₁₂ =	+	C ₁₈ 3 =	+
C ₈	+	C ₁₁	+	iso C ₁₄	+	C ₁₄ =	+	C ₂₀ 4 =	+
C ₁₀	+	C ₁₃	+	iso C ₁₆	+	C ₁₆ =	+		+
C ₁₂	+	C ₁₅	+	iso C ₁₈	+	C ₁₈ =	+		+
C ₁₄	+	C ₁₇	+						
C ₁₆	+	C ₁₉	+						
C ₁₈	+	C ₂₁	+						
C ₂₀	+								

* V lait de vache.

B : lait de brebis.

C : lait de chèvre.

F : lait de femme.

T : lait de truie.

actuellement publiées ; la teneur en acide butyrique, lorsqu'elle est indiquée, est déterminée par une autre méthode.

DE MAN (1961) et récemment FRANCESCO, AVANCINI, MAGLITTO et GANDINI (1961) ont proposé des techniques de préparation des esters méthyliques des acides gras du beurre permettant d'éviter toute perte d'acides volatils au cours de l'analyse. A cette condition seulement, la chromatographie en phase gazeuse est une technique satisfaisante pour l'analyse de la matière grasse des produits laitiers.

Dans nos analyses, la séparation des esters méthyliques d'acides gras à longue chaîne, saturés et insaturés, est imparfaite. Utilisant une technique de détection très sensible, INSULL et AHRENS (1959) parviennent à séparer dans le lait de femme, 17 acides (dont le nombre d'atomes de carbone varient de 19 à 22) formant au total 5 p. 100 des acides totaux. Parmi ces acides, l'acide arachidonique ne compte que pour une valeur moyenne de 0,57 p. 100 (p/p).

L'emploi de détecteurs à haute sensibilité, de colonnes capillaires et d'appareils permettant un chauffage de la colonne avec progression linéaire automatique de la température permet d'améliorer la séparation des esters méthyliques d'acides à longue chaîne.

2. Identification des acides

Les chromatogrammes que nous avons obtenus et à partir desquels nous avons identifié les acides intermédiaires dont la liste est présentée dans le tableau IV, sont trop imparfaits pour nous permettre d'identifier, par exemple, dans le lait de chèvre, tous les acides signalés par JAMES et MARTIN (1956).

Dans l'étude présente, nous avons essentiellement voulu comparer la composition des acides gras des laits d'espèces différentes. Cette comparaison permet de noter la grande similitude de nature des acides gras rencontrés dans la matière grasse des différents laits. Les acides à nombre impair d'atomes de carbone, les acides monoènes inférieurs à C_{18} , les acides ramifiés se retrouvent dans tous les laits. Notons cependant que le lait de truie contient peu d'acides ramifiés : on a noté seulement la présence de l'acide iso C_{18} . Cet acide est sans doute identique à l'acide isolé par HANSEN, SHORLAND et COOKE (1951) à partir de la graisse de beurre.

INSULL et AHRENS (1959) signalent dans le lait de femme un acide monoène insaturé en C_{18} dont la double liaison est en 11 : 12. La configuration stéréochimique de cet acide n'est pas indiquée, mais, d'après la valeur du volume de rétention obtenu avec une phase stationnaire de graisse Apiezon, il est permis de penser qu'il s'agit d'un isomère trans de l'acide oléique. Serait-ce l'acide vaccénique ?

Par ailleurs, KAUFMANN et al. (1961) ont noté l'existence d'acides à structure trans dans le lait de femme, mais ont démontré que ces acides étaient d'origine alimentaire.

3. Origine des acides gras du lait

On relève la constance des différences qui distinguent entre elles les matières grasses des laits appartenant à chacune des espèces étudiées et il est permis de s'interroger sur l'origine et le sens de ces différences.

Pourquoi y a-t-il tant d'acide caprique dans les laits de chèvre et de brebis ? Tant d'acide palmitoléique dans le lait de truie ? Tant d'acide laurique et d'acide linoléique dans le lait de femme ? Ce dernier acide ne peut être synthétisé par l'organisme animal, mais est-il pour autant uniquement d'origine alimentaire ? Ne doit-on pas faire intervenir l'action de la flore digestive, de la même façon que la flore du rumen a été prise en considération pour expliquer les modifications atteignant certains acides gras insaturés d'origine alimentaire, dont on ne retrouve qu'une très faible proportion dans le lait de vache ?

(Travail terminé en janvier 1962.)

Nous remercions M^r E. Salmon-Legagneur, de la Station de Recherches sur l'Élevage, d'avoir bien voulu nous procurer les échantillons de lait de truie utilisés dans cette étude.

RÉSUMÉ

Les esters méthyliques préparés par trans-estérification à partir de la matière grasse de laits de ruminants (vache, brebis, chèvre), et de monogastriques (femme, truie) ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse.

On note une grande similitude dans la nature des acides gras présents dans les différents laits : les acides à bas poids moléculaires sont présents dans tous les laits, de même les acides à nombre impair d'atomes de carbone et les acides ramifiés. Ces derniers sont cependant rares dans le lait de truie.

Pour chacune des espèces étudiées, on observe dans le lait, une répartition caractéristique des acides gras. Cette répartition reste approximativement constante d'un échantillon de lait à un autre, provenant de la même espèce animale.

Les acides polyinsaturés ont été de plus étudiés par spectrométrie.

L'acide linoléique et son dérivé, l'acide arachidonique, sont

présents en plus grande quantité dans le lait des monogastriques que dans le lait des ruminants. La question de leur origine reste posée.

SUMMARY

Contribution to the Study of Fatty Acids in Milk from Various Animal Species.

Methyl esters prepared by transesterification with ruminant milk fats (cow, ewe, goat) and monogastric species milk fats (human and sow) have been analysed by gas chromatography. A great similarity was noted among the various fatty acids in the different milks : acids with low molecular weights being found in all the milks, also fatty acids with odd numbered carbon atoms and branched fatty acids. The latter ones were, however, rare in sow's milk. For each species studied, there was a characteristic distribution of the fatty acids. This distribution remains fairly constant from one milk sample to the next, in the same species. The polyunsaturated fatty acids were also studied spectrometrically. Linoleic acid and arachidonic acid, were present in greater amount in the milk of monogastric species than in ruminants' milk. The question of their origin remains to be studied.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALDWIN A. R. et LONGENECKER H. E. *J. Biol. Chem.*, 1944, **154**, 255 et **155**, 207.
- BRICE B. A. et SWAIN M. L. *J. Opt. Soc. Amer.*, 1945, **35**, 532.
- DE MAN J. M. *Milchwiss.*, 1961, **16** (5), 245.
- FRANCESCO, F. DE et AVANCINI D. *Latte*, 1961, **35** (11), 799.
- FRANCESCO F. DE, AVANCINI D., MAGLITTO C. et GANDINI C. *Rivista Italiana delle sostanze grasse*, 1961, **38**, 307.
- HANSEN R. P., SHORLAND F. B. et COOKE N. J. *Chem. Ind.*, 1951, 839.
- HAWKE J. C., HANSEN R. P. et SHORLAND F. B. *J. chromatography*, 1959, **2**, 547.
- HERB S. F. 34th fall meeting of Am. Oil Chem. Soc. 1960. New York (cité par SMITH, 1961).
- HILDITCH T. P. *The chemical constitution of natural fats*. 1947. Chapman et al. Londres.
- HILDITCH T. P. et MERE A. L. *Biochem. J.* 1944, **38**, 29.
- INSULL W. et AHRENS E. H. *Biochem. J.*, 1959, **72** (1), 27.
- JAMES A. T. et MARTIN A. J. P. *Biochem. J.*, 1956, **63** (1), 144.
- JAMES A. T., PEETERS G. et LAURYSSSENS M. *Biochem. J.*, 1956, **64**, 726.
- KAUFMANN H. P., VOLBERT F. et MANKEL G. *Fette Seifen Anstr.*, 1961, **63** (3), 261.
- KUZDZAL-SAVOIE S. *Ann. Technol. Agric.*, 1962 (*Le Lait*, 1963, **43**, 129) **11**, 153.

KUZDZAL-SAVOIE S. et KUZDZAL W. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 1961, **1** (1), 47.

KUZDZAL-SAVOIE S. et KUZDZAL W. *XVI^e Cong. Intern. Lait*, 1962, Copenhague.

LAXA O. *Ann. Fals.*, 1931, **24**, 87.

DE LA MARE P. B. D. et SHORLAND F. B. *Nature*, 1944, **153**, 380.

SALMON-LEGAGNEUR E. *Ann. Zoot.*, 1960, **8** (4), 349 (356).

SMITH L. M. *J. Dairy Sci.*, 1961, **44**, 607.

VALEUR ALIMENTAIRE DU LAIT (1)

par le Docteur J. TREMOLIERES,

Président du Comité de Nutrition

de la Délégation Générale à la Recherche

La valeur alimentaire est souvent assimilée à la valeur nutritionnelle et l'on s'étonne alors qu'une denrée qui a tant de titres de noblesse soit moins bien acceptée et moins consommée qu'on ne le voudrait.

Valeur nutritionnelle

TABLEAU I

TENEUR EN PROTÉINES DU LAIT DE VACHE (G POUR 100 G)

	Protéines N × 6,25	Lipides	Glucides	Calories
Frais entier	3,3 (2) 3,3 (3)	3,7 4,0	4,8 5	66 71
Frais écrémé	3,4 (2) 3,7 (3)	0,2 0,2	5,1 5	35 37
Condensé entier sucré ...	8,0 (2) 8,8 (3)	12,0 8,3	56,0 54,1	354 340
Condensé entier non sucre (évaporé)	7,6 (2) 6,7 (3)	8,4 8,2	12,3 10,1	155 133
Condensé écrémé sucré ..	9,7 (2)	0,3	60	267
En poudre écrémé	34,0 (2)	0,3	49,2	600
En poudre entier	26,4 (2) 28,7 (3)	29,7 26,9	38,8 36,5	530 500

(1) *Cahiers des Ingénieurs agronomes*, 1963, n° 175, 11.

(2) *McCance et Widdowson*. The chemical composition of foods, M.R.S., 1946.

(3) *Bridges' foods and beverage analysis*. M. Mattice, Lea et Febiger, 1951.