

- [4] W. R. JESTER, W. W. WRIGHT et H. WELCH. Antibiotics in fluid milk. Fourth nation wide survey. *Antibiot. and chemother. Washington*, 1959, **9**, 393-397.
- [5] F. V. KOSIKOWSKI. The control of antibiotics in milk through a sound test program. *J. milk Food Techn.*, 1960, **23**, 285-287.
- [6] F. V. KOSIKOWSKI, R. W. HENNINGSON et G. J. SILVERMAN. The incidence of antibiotics, sulfa drugs and quaternary ammonium compounds in the fluid milk supply of New York state. *J. Dairy Sci.*, 1952, **35**, 533-539.
- [7] P. MOREL. Enquête sur la présence d'antibiotiques dans le lait de trois zones de production. *Thèse Doctorat Vétérinaire*. Lyon. 1962.
- [8] J. J. PANES, M. EDGE, M. HOBSON et S. B. THOMAS. The incidence of penicillin in milk supplies. *J. Soc. Dairy Technol.*, 1957, **10**, 81-83.
- [9] G. J. SILVERMAN et F. V. KOSIKOWSKI. Systematic testing of inhibitory substances in milk. *J. Milk Food Techn.*, 1952, **15**, 120-124.
- [10] F. C. STORRS et W. HIETT-BROWN. The incidence of penicillin in milk supplies. *J. Dairy Res.*, 1954, **21**, 337-341.

YOGHOURT ET UTILISATION DU CALCIUM (1)

par

Yvonne DUPUIS

Chargée de Recherches au C.N.R.S.

Pierre BRUN

Paul FOURNIER

Directeur de Laboratoire

Directeur-adjoint

à l'Institut Scientifique d'Hygiène alimentaire à l'Ecole pratique des Hautes-Etudes

Denise RISCH

I. — INTRODUCTION

Du lait, abandonné à lui-même, subit une fermentation. Il s'acidifie et se prend en masse. On a ainsi le lait caillé dont certains caractères diététiques sont connus depuis l'Antiquité.

De nombreuses espèces bactériennes qui prolifèrent en milieu lacté font cailler le lait. Selon les espèces bactériennes en cause, les produits de fermentation qui se forment pendant la préparation du caillé diffèrent notablement. Ce qui signifie que l'on ne saurait obtenir un caillé de caractères organoleptiques et de composition constants que par un ensemencement du lait au moyen d'une espèce bien déterminée.

(1) *L'Alimentation et la Vie*, 1962, **50**, 57.

Le yoghourt est un caillé obtenu en ensemençant du lait par des ferments lactiques : le *Thermobacterium Bulgaricum* ou Bacille bulgare et le *Streptococcus Thermophilus*. Il est préparé à partir du lait, ou de lait partiellement ou totalement écrémé, pasteurisé, homogénéisé ou non, concentré ou non. Cette diversité dans la nature du lait soumis à l'ensemencement explique les différences de composition et de valeur alimentaire pouvant exister entre les yoghourts selon leur origine.

Le succès que cet aliment connaît en France repose initialement sur des données très peu scientifiques, fournies par MENTCHNIKOFF, disciple de PASTEUR. C'est, en effet, en rapportant la longévité des habitants de certaines régions balkaniques à l'importante consommation qu'ils font de lait caillé que MENTCHNIKOFF devait attirer l'attention sur cet aliment. Ensuite, vinrent en faveur du yoghourt, des arguments scientifiques que les conquêtes de l'ère pasteurienne conduisaient à être d'ordre bactérien. Les bactéries particulières, présentes dans le yoghourt, proliféreraient dans le tube digestif, modifiant la nature de la flore et la composition du milieu intestinal. Selon cette conception, les fermentations acidifiantes qui sont à l'origine de la préparation du yoghourt, se prolongeraient dans l'intestin, annihileraient les putréfactions, neutraliseraient les produits alcalins, issus de ces putréfactions.

L'expérimentation devait très sensiblement modifier cette théorie. Il a été montré que les bactéries responsables de la formation du yoghourt, — et notamment le Bacille bulgare —, ne peuvent vivre dans l'intestin. Il n'en demeure pas moins que le yoghourt est responsable d'importantes modifications dans la nature de la flore intestinale. Cette flore comporte alors une prédominance de bacilles lactiques qui s'opposent bien au développement des putréfactions. Mais on tend de plus en plus à admettre que cette évolution de la flore n'est pas due, comme on l'avait cru, à la présence dans le yoghourt de Bacille bulgare mais à celle de lactose. Le changement de flore intestinale maintes fois observé, serait avant tout, la conséquence de conditions nouvelles créées par la présence de lactose dans l'intestin.

Au cours de la fermentation du lait qui conduit à la formation du yoghourt, divers acides organiques prennent naissance, en particulier, l'acide lactique. D'où ce goût acidulé qui, plus que les diverses théories précédemment rapportées, est à l'origine de la vogue de cet aliment. Mais sur cette présence d'acides dans le yoghourt, s'est élaborée, de façon assez simpliste semble-t-il, une opinion selon laquelle le yoghourt est « déminéralisant », « décalcifiant ». Sans doute, l'expérience primaire qui consiste à dissoudre

les matières minérales d'un os par macération dans un acide, a-t-elle influencé certains. Encore, là, a pu jouer la notion de neutralisation chimique des acides organiques du yoghourt au détriment d'une base qui pourrait être la chaux des os. Les connaissances métaboliques actuelles s'opposent à cette notion de neutralisation. Mais, par ailleurs, le lait est certainement l'aliment de l'ossification. D'abord c'est une source abondante de phosphate de calcium, l'élément fondamental de la minéralisation de l'os. Mais, surtout parce que les éléments minéraux du lait (notamment le calcium) sont particulièrement bien utilisés [1]. Ainsi, le lait protège efficacement le squelette maternel pendant l'allaitement [2]. Cet effet protecteur à l'égard du squelette, cette grande efficacité du calcium qu'il contient, le lait le doit à son glucide spécifique, le lactose [3] [4]

La présente étude se propose d'observer l'influence du yoghourt sur l'utilisation du calcium. Le sujet n'est pas neuf. La composition du yoghourt, sa valeur alimentaire ont fait l'objet d'importants essais. Parmi les plus récents, notons une détermination de la teneur en quelques vitamines [5], et surtout une étude comparative de l'utilisation physiologique du calcium du lait et du yoghourt [6] montrant l'intérêt de ce dernier comme source de calcium en dépit d'une infériorité, plus ou moins manifeste selon les expériences, du yoghourt par rapport au lait.

Une série de travaux très récents, réalisés au moyen de jeunes rats, a montré que, beaucoup plus que la quantité ou que la forme du calcium offert à l'animal, c'est la présence dans le régime, de certains corps, qui conditionne le fonctionnement calcique de l'animal. Parmi les tests d'un fonctionnement calcique satisfaisant, retenons le maintien du taux de calcium sanguin à son niveau normal. Le jeune rat recevant un régime complet, équilibré, de teneur normale en calcium, régime dont le rapport Ca/P est optimum ne peut maintenir sa calcémie que si ce régime renferme soit de la vitamine D, soit du lactose, soit d'autres composés apparentés au lactose [7] [8].

Le yoghourt est sans doute une source abondante de calcium. Mais il renferme aussi de puissants facteurs d'utilisation calcique : le lactose, et de plus si le yoghourt n'est pas préparé à partir d'un lait complètement écrémé, de la vitamine D. C'est pourquoi, dans le présent travail, l'efficacité calcique du yoghourt est recherchée au moyen de divers tests, notamment celui très sensible du niveau de la calcémie, par comparaison avec l'efficacité du lactose et de la vitamine D.

II. — EXPÉRIMENTATION

Deux études ont été effectuées sur le yoghourt :

- une analyse physico-chimique détaillée (1),
- un essai biologique.

A. — Examen physico-chimique

D'un examen physico-chimique très complet du yoghourt, nous ne rapportons présentement que les quelques renseignements indispensables à une étude des effets de cet aliment sur l'utilisation du calcium.

Les valeurs suivantes expérimentées en g se rapportent à 100 g de yoghourt

Matière sèche	12,9
Protides (coef. 6,25)	4,7
Lipides	1,9
Lactose	5,4
Calcium	0,174
Phosphore	0,125
Acidité (exprimée en acide lactique) ...	1,12

le pH était de 4,55.

B. — Essai biologique

L'essai a été réalisé sur de jeunes rats qu'une carence calcique préalable a rendus extrêmement sensibles aux facteurs agissant sur l'absorption et sur la rétention du calcium, notamment le lactose et la vitamine D [9] [10].

1° MODE OPÉRATOIRE.

a) Conditions expérimentales

L'expérience a été effectuée au moyen de 70 rats albinos de l'élevage du Laboratoire. Ils sont au début de l'expérience âgés d'environ 5 semaines et leur poids est en moyenne de 60 grammes.

Dans une première phase, d'une durée de 4 semaines, tous les rats reçoivent à volonté un régime hypocalcique dont la teneur en calcium est de 50 mg pour 100 g. Sous l'effet d'un tel régime, la calcémie s'effondre [10]. Par le sacrifice de 10 animaux, on vérifie que, à la fin de cette période, le taux de calcium sanguin est, en

(1) On trouvera à titre de documentation, en annexe de cet article, les résultats de l'analyse du yoghourt qui a fait l'objet de la présente expérimentation.

moyenne de 55 mg par litre de sérum, soit la moitié environ du taux normal de la calcémie (de 100 à 110 mg).

Au début de la deuxième phase de l'expérience, les 60 rats survivants sont répartis en 5 lots égaux. Afin de rendre ces lots aussi semblables que possible, il est tenu compte, au moment de la mise en lot, de la portée d'origine, du poids et du sexe de chaque animal. A chaque lot correspond un régime dont la teneur en calcium est normale (soit 600 mg pour 100 g) et dont le rapport Ca/P est de 1,6. La composition des divers régimes fait l'objet du tableau 1.

Les rats du 1^{er} lot, dit lot témoin négatif, reçoivent à volonté un régime qui n'est additionné d'aucun facteur d'utilisation calcique tels que la vitamine D ou le lactose. Les régimes des rats des lots 2 et 3 diffèrent du précédent par l'introduction de 100 U.I. de calciférol pour 100 g (lot 2, dit témoin positif), de 100 U.I. de calciférol et de 20 p. 100 de lactose (lot 3 dit lot lactose), le lactose remplaçant une proportion équivalente d'amidon.

Le yoghourt est incorporé en quantité différente dans les

TABLEAU I
COMPOSITION DES RÉGIMES
(en grammes pour 100 g)

Constituants	Première phase hypo-calcique	Deuxième phase				
		Témoin négatif	Témoin positif	Lactose	Yoghourt fort	Yoghourt faible
Caséine	15	15	15	15	0	7,5
Huile arachide . . .	8	8	8	8	5	6,5
Amidon de blé . . .	71,5	70	70	50	50	59,70
Yoghourt	0	0	0	0	340	170
					soit 40,5 m.s. soit 20,25 m.s. de matière sèche	
Lactose	0	0	0	20	0	0
Levure sèche	3	3	3	3	3	3
Mélange salin (a) .	1,4	1,4	1,4	1,4	1	1
KH_2PO_4	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0,8
CaCO_3	0	1,5	1,5	1,5	0	0,75
TiO_2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Acét. d'axéroph. .	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Calciférol	0	0	100 U.I.	100 U.I.	0	0

(a) Ce mélange salin diffère de celui de *Hubbel et Coll.* (11) par suppression de CaCO_3 et KH_2PO_4 .

régimes des lots 4 et 5. En ce qui concerne le lot 4, dit lot yoghourt fort, tout le calcium du régime est fourni par le yoghourt. A cet effet, 340 g de yoghourt brut, correspondant à 40,5 g de matière sèche, sont mélangés aux autres constituants du régime. Pour le lot 5, dit lot yoghourt faible, le yoghourt n'apporte que la moitié du calcium du régime, condition réalisée par l'incorporation de 170 grammes (soit 20,25 grammes de matière sèche).

b) Tests employés

a) *Examen pondéral.* Dans la première phase de l'expérience, on note un ralentissement du gain de poids. Lorsque, dès le début de la seconde phase, la teneur des régimes en calcium est redevenue normale, on note un gain de poids normal, soit de 2 à 3 g par jour. En dépit de ce retour, chez tous les animaux de chaque lot, à une croissance régulière, nous allons observer, entre les divers lots, des différences fonctionnelles de première importance.

b) *Consommation de nourriture.* La connaissance exacte de la quantité de nourriture prise par chaque animal est nécessaire, compte tenu de la composition des régimes, à la détermination de la quantité de Ca et de O₂ Ti ingérée.

c) *Analyses des fèces.* Dès le 5^e jour de l'administration des régimes calciques, chaque animal est introduit dans un dispositif qui permet de récolter séparément les urines et les fèces. Ces excréments sont recueillis les deux derniers jours de chacune des trois semaines d'expérience. Dans un échantillon quelconque des fèces de chaque rat, on détermine à la fois la teneur en calcium et en oxyde de titane [12].

d) *Analyse des urines.* Le calcium est dosé sur une partie aliquote de l'urine de chaque rat.

e) *Calcul des bilans.* Les dosages de calcium et d'oxyde de titane effectués sur une même prise de régime ou de fèces permettent de calculer la porportion de calcium absorbée au moyen de la formule suivante :

$$\frac{\frac{\text{Ca}}{\text{O}_2 \text{ Ti}} \text{ du régime} - \frac{\text{Ca}}{\text{O}_2 \text{ Ti}} \text{ des fèces}}{\frac{\text{Ca}}{\text{O}_2 \text{ Ti}} \text{ du régime}} \times 100 = \text{Coefficient d'absorption}$$

Le coefficient d'absorption, la quantité consommée de régimes dont la teneur en calcium est connue, la valeur de l'élimination uri-

naire du calcium, fournissent tous les éléments nécessaires au calcul des bilans calciques.

f) *Détermination de la calcémie.* A la fin de chacune des trois semaines d'expérience, quatre rats de chaque lot sont sacrifiés. Le prélèvement de sang est fait, sous anesthésie légère, par ponction cardiaque. Le calcium sérique de chaque animal est déterminé par colorimétrie au moyen de la méthode de Yanagisawa modifiée par Kingsley et Robnett [13].

2° RÉSULTATS.

a) *Influence du yoghourt sur l'absorption du calcium.* — Une comparaison entre les valeurs rassemblées dans le tableau II montre l'efficacité du yoghourt sur l'absorption intestinale du calcium. Et cette efficacité se retrouve tout au long de l'expérience.

Les animaux du premier lot, dont le régime ne renferme ni lactose, ni vitamine D, n'absorbent qu'une assez faible proportion du calcium qui leur est offert. Chez ces animaux, le coefficient d'absorption est compris entre 33 p. 100 au moment du premier bilan et 41,7 p. 100 à la fin de l'expérience. L'introduction, dans ce régime, d'efficacité calcique médiocre, de vitamine D, de lactose ou d'un aliment comme le yoghourt qui contient en quantité importante l'un et l'autre de ces facteurs d'utilisation calcique, a, en gros, pour effet, de doubler l'absorption intestinale du calcium, condition nécessaire à une meilleure rétention.

Si les lots 2, 3, 4 et 5 présentent un résultat d'ensemble très favorable à l'absorption calcique, on note cependant entre les divers lots, des différences dans la grandeur ou la régularité de cette absorption.

Le lot 2 qui contient de la vitamine D, donne régulièrement une forte absorption calcique. Le lot 3, qui renferme, en plus de la vitamine D une importante proportion de lactose est, des cinq lots, celui qui présente les résultats les plus variés. A la fin de la deuxième semaine, le coefficient d'absorption atteint la proportion extraordinairement élevée de 87 p. 100. Quelques jours plus tard, l'absorption est retombée à un niveau inférieur à celui des témoins négatifs du premier lot.

Des deux lots 4 et 5, dont les régimes renferment du yoghourt en proportion double l'un de l'autre, c'est le lot 4 — renfermant la plus forte proportion de yoghourt — qui présente constamment l'absorption la plus élevée. Par rapport aux rats du lot 1, témoin négatif, les animaux qui reçoivent le yoghourt à forte dose, ont très régulièrement un coefficient d'absorption doublé. A dose faible, le

TABLEAU II

INFLUENCE DU YOGHOURT SUR L'ABSORPTION DU CALCIUM ET LA CALCÉMIE

	Témoin Négatif	Témoin Positif (+ vit. D)	Lactose (+ vit. D)	Yoghourt fort	Yoghourt faible
BILANS CALCIQUES (Ca en mg-jour)					
<i>1^{er} bilan :</i>					
ingéré	42,9	46,2	41,3	44	52,6
absorbé	14	36,2	32	29,9	31,2
urinaire	1,25	1,6	1,6	2,8	1,5
retenu	12,75	34,6	30,4	27,1	29,7
Coef. absorption	33	78	77,5	68	59
Coef. utilisation	29,7	74,9	73,6	61,6	56,5
<i>2^e bilan :</i>					
ingéré	44,4	56,2	47,8	56,3	31,1
absorbé	15,9	46,6	41,6	40	31,2
urinaire	0,9	2,9	1,6	2,7	2,8
retenu	15	43,7	40	37,3	28,4
Coef. absorption	36	83	87	71	61
Coef. utilisation	33,8	77,7	83,7	66	55,5
<i>3^e bilan :</i>					
ingéré	45,5	54,6	48,4	50,7	51,9
absorbé	18,9	45,3	20	40,8	37
urinaire	0,8	2,9	3,5	2,5	1,3
retenu	18,1	42,4	16,5	38,3	35,7
Coef. absorption	41,7	83	41,4	80,4	71,3
Coef. utilisation	39,8	77,6	34	75,5	68,6
CALCEMIES : (Ca en mg.-litre)					
1 ^{re} semaine	55	107	80	81	75
2 ^e semaine	56	118	101	88	82
3 ^e semaine	64,5	118	102	93	86

yoghourt est responsable d'un accroissement constant d'environ 70 p. 100 de l'absorption calcique.

b) *Élimination calcique urinaire.* — Par rapport aux quantités de calcium ingéré et absorbé, l'élimination urinaire de calcium est toujours petite, sinon négligeable. De ce fait, une proportion très importante du calcium absorbé se trouve retenu dans l'organisme.

c) *Rétention et utilisation calcique.* Le calcium retenu est calculé en retranchant le calcium urinaire du calcium absorbé. C'est dire dans le cas présent, que la rétention suit de très près l'absorption.

Une meilleure façon de faire apparaître l'efficacité du calcium offert à l'animal dans divers régimes, est de calculer le coefficient d'utilisation calcique au moyen de la formule :

$$\frac{\text{Ca retenu}}{\text{Ca ingéré}} \times 100 = \text{Coefficient d'utilisation}$$

Cette nouvelle présentation des résultats montre non seulement l'efficacité connue de la vitamine D et du lactose, mais aussi celle du yoghourt sur l'utilisation du calcium.

d) *Influence sur la calcémie.* — De 55 mg par litre de sérum au moment de l'administration de divers régimes calciques, la calcémie évolue très différemment selon les lots. Chez les rats « témoin négatif » dont le régime normalement calcique ne comporte ni vitamine D, ni lactose, la calcémie reste constamment basse tout au long de l'expérience. Il en est tout autrement pour les rats des quatre autres lots. Chez les « témoins positifs », la calcémie a atteint un niveau normal dès la fin de la première semaine d'expérience. Ce retour à la normalité est plus lent pour les animaux du troisième lot. En ce qui concerne les rats dont le régime comporte une proportion plus ou moins forte de yoghourt, la remontée de la calcémie vers le niveau normal se fait progressivement avec une avance constante pour les animaux dont le régime comporte davantage de yoghourt. En fin d'expérience, ceux des animaux qui reçoivent un régime fortement pourvu en yoghourt ont une calcémie subnormale (93 mg par l).

III. — CONCLUSIONS

L'ensemble de l'expérimentation présentement rapportée montre que le yoghourt possède une bonne efficacité calcique, que sa composition laissait prévoir. La présence, du fait de fermentation dirigée, d'une petite quantité d'acide n'empêche nullement la vitamine D et le lactose contenus dans le yoghourt, de manifester leur puissante activité sur l'utilisation calcique.

Parmi les résultats rapportés dans ce travail, l'un, qui d'ailleurs ne concerne pas le yoghourt, peut surprendre. Il s'agit de l'effacement brusque de l'action du lactose sur le bilan calcique (voir lot 3, 3^e bilan) effacement qui fait suite à une efficacité extraordinairement forte de ce même lactose.

Sans que nous cherchions actuellement à l'expliquer, le même fait relatif à une perte rapide d'activité avait déjà été noté [9].

Du fait de l'incorporation du yoghourt dans leur régime, les rats absorbent, retiennent et utilisent une proportion accrue de calcium. Leur calcémie tend vers le niveau normal. L'amélioration de l'utilisation calcique consécutive à l'ingestion de yoghourt s'observe chez tous les animaux. Elle est remarquablement régulière. Elle est d'autant plus marquée que la quantité de yoghourt ingérée est plus forte.

SUMMARY

All experiments reported on here show that yoghourt possesses good calcic qualities, as its composition would lead one to believe. The presence of a small quantity of acid, owing to controlled fermentation, does not affect adversely either the vitamin D or the lactose contained in the yoghourt or prevent them exercising their powerful activity on the calcic use.

Among the results of this research-work, one, which has nothing to do with yoghourt, is surprising. This is the abrupt cessation of the action of the lactose on the calcic balance, which follows a period of extraordinarily strong efficacy on the part of this same lactose.

Without trying to explain this, the same fact concerning a rapid loss of activity had already been noted.

Owing to the incorporation of yoghourt in their diet, rats absorb, retain and use a higher proportion of calcium. Their calcemy tends to remain at the normal level. The improvement in the calcic use as a result of taking yoghourt can be noted in all animals. It is remarkably regular. It is even more noticeable where the amount of yoghourt taken is greater.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] C. COMAR. *Proc. Int. Conf. on Peaceful Uses of Atom. energ.*, 1956, **12**, 245.
- [2] P. FOURNIER. *C. R. Acad. Sc.*, 1954, **238**, 391.
- [3] P. FOURNIER. *C. R. Acad. Sc.*, 1954, **238**, 509.
- [4] R. WASSERMAN, C. COMAR, M. NOLD. *J. Nutr.*, 1956, **59**, 371.
- [5] L. RANDOIN, J. CAUSERET. *Le Lait*, 1956, **36**, 129.
- [6] J. CAUSERET, D. HUGOT. *Le Lait*, 1955, **35**, 129.
- [7] Y. DUPUIS. *C. R. Acad. Sc.*, 1960, **251**, 2587.
- [8] Y. DUPUIS, P. FOURNIER. *C. R. Acad. Sc.*, 1961, **252**, 3136.
- [9] P. FOURNIER, Y. DUPUIS. *C. R. Acad. Sc.*, 1959, **248**, 1419.
- [10] Y. DUPUIS. *C. R. Acad. Sc.*, 1959, **248**, 1852.

- [11] R. HUBBEL, L. MENDEL, A. WAKEMAN. *J. Nutr.*, 1937, **14**, 273.
 [12] P. FOURNIER. *C. R. Acad. Sc.*, 1950, **231**, 1343.
 [13] G. KINGSLEY, O. ROBNETT. *Amer. J. Clin. Patho.*, 1957, **27**, 223.

APPENDICE

Résultats détaillés de l'examen physico-chimique du yoghourt

Tous les résultats se rapportent à 100 g de yoghourt.

Éléments organiques :

— pH	4,55	
— Humidité	87,10	grammes
— Matière sèche	12,90	—
— Azote total	0,73	—
— Azote aminé	0,071	— —
— Protides totaux	4,67	—
— Acides aminés libres (calculés en protides).	0,454	—
— Protéines	4,22	—
— Acidité (exprimée en acide lactique)	1,122	—
— Lipides totaux	1,93	—
— Lactose	5,45	—

Éléments minéraux :

— Cendres ou matières minérales totales	0,917	—
— Calcium	0,174	—
— Phosphore	0,125	—
— Sodium	0,023	—
— Sodium (exprimé en chlorure de sodium) ..	0,0585	—
— Potassium	0,066	—
— Fer	0,000112	—
— Magnésium	0,020	—
— Manganèse	0,000025	—
— Cuivre	0,000031	—
— Rapport Ca/P = 1,39		

Éléments vitaminiques :

— Axérophthol (vitamine A)	95	U.I.
— Tocophérol (vitamine E)	0,625	mg
— Thiamine (vitamine B ₁)	0,235	mg
— Riboflavine (vitamine B ₂)	0,227	mg

— Pyridoxine (vitamine B ₆)	0,0176 mg
— Cyanocobalamine (vitamine B ₁₂)	traces indosables
— Amide nicotinique (vitamine PP)	0,104 mg
— Acide panthoténique	0,313 mg

Acides aminés totaux indispensables :

— L-Arginine	0,123	gr
— L-Cystine	0,080	—
— L-Histidine	0,088	—
— L-Isoleucine	0,267	—
— L-Leucine	0,571	—
— L-Lysine	0,382	—
— L-Méthionine	0,129	—
— L-Phénylanine	0,139	—
— L-Thréonine	0,407	—
— L-Tryptophane	0,026	—
— DL-Tryptophane	0,052	—
— L-Valine	0,574	—

LES VITAMINES DANS LES FROMAGES (*fin*)

par

R. KARLIN

Chargée de Recherches au C.N.R.S., Institut Pasteur de Lyon

X

LA VITAMINE B₁₂

LEVIS [72] et HARTMAN [51] ont signalé déjà, en 1949, que les fromages contiennent de la B₁₂. Cette vitamine se trouvant dans le lait surtout sous forme liée aux protéines (GREGORY et coll. [45] [44], une proportion importante est en effet retenue dans le caillé au moment de la fabrication du fromage.

La quantité de vitamine B₁₂ qui passe dans le petit-lait varie, d'après les recherches de COLLINS et coll. [17], selon le mode de fabrication des fromages. Ils trouvent dans le petit-lait, après