

|   |                   |
|---|-------------------|
| — Pyridoxine (vitamine B <sub>6</sub> ) .....       | 0,0176 mg         |
| — Cyanocobalamine (vitamine B <sub>12</sub> ) ..... | 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 B<sub>12</sub>

LEVIS [72] et HARTMAN [51] ont signalé déjà, en 1949, que les fromages contiennent de la B<sub>12</sub>. 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 B<sub>12</sub> 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

coagulation acide, 44 p. 100 de la vitamine B<sub>12</sub> initiale du lait, tandis qu'après coagulation par la présure, les pertes dans le petit-lait s'élèvent à 60 p. 100. Ces auteurs admettent que la présure provoque l'hydrolyse et/ou la séparation à partir de la caséine du lait, d'une partie de la B<sub>12</sub> qui, ainsi libérée, passe dans le petit-lait.

En effectuant des bilans vitaminiques de plusieurs types de fromages [67], nous avons également retrouvé dans le petit-lait 43,0 à 60,5 p. 100 de vitamine B<sub>12</sub> que contenait primitivement le lait.

### Taux de Vitamine B<sub>12</sub> dans les fromages

Les renseignements sur les taux de cyanocobalamine dans les fromages ne sont pas nombreux et les résultats diffèrent selon les méthodes de dosage employées. Ainsi, les teneurs moyennes trouvées par HARTMAN et coll. [52] pour le « Cheddar », « Swiss » et « Cottage » étaient (dans 100 g de produit frais) respectivement de 1,03, 2,08 et 0,88 µg par la méthode microbiologique et de 2,08, 3,62 et 0,80 µg par le test biologique de croissance du rat.

Les auteurs ne trouvent pas les causes de ces grandes différences entre les résultats obtenus par les deux méthodes. Ils émettent l'hypothèse que les valeurs, parfois doubles, obtenues en utilisant la méthode de croissance du rat, pourraient être en rapport avec une modification de la flore intestinale par implantation dans l'intestin des microorganismes des fromages avec synthèse plus ou moins importante de B<sub>12</sub>.

Néanmoins, cela leur paraît peu probable et ces chercheurs envisagent plutôt une destruction partielle de la vitamine B<sub>12</sub> au cours de l'extraction.

Mais cette dernière hypothèse ne nous semble pas valable. En effet l'addition de quantités connues de cyanocobalamine avant l'extraction permet un recouvrement vitaminique de l'ordre de 90 à 110 p. 100.

En outre, d'après les recherches de COLLINS et coll. [17] sur le passage de la vitamine B<sub>12</sub> dans le petit-lait — après la coagulation acide ou par la présure et d'après les calculs de rendement — les valeurs trouvées par les dosages micro-biologiques seraient plus conformes à la réalité que celles obtenues par la méthode de croissance du rat.

Nous avons rassemblé dans les deux tableaux suivants, les taux trouvés dans différents pays et en France.

Dans les fromages consommés couramment en France, la teneur moyenne en B<sub>12</sub> varie — d'après nos recherches [63] — entre 0,65 et 2 µg pour 100 g de produit frais.

TABLEAU XIV

TENEUR EN B<sub>12</sub> DES FROMAGES DE DIFFÉRENTS PAYS

| Pays       | Auteur                          | Pays  | B <sub>12</sub> en µg dans 100 g |               | Microorganisme-test   |
|------------|---------------------------------|---|----------------------------------|---------------|-----------------------|
|            |                                 |   | Fromage frais                    | Fromage sec   |                       |
| Finlande   | HIÉTÉRANTA<br>et ANTILA [57]    | « Swiss » (après 3<br>mois) (Emmenthal) . . . . . |                                  | 2,5           | <i>L. leichmanii.</i> |
|            |                                 | « Swiss » (après 5<br>mois) . . . . .             |                                  | 3,5           |                       |
| U.S.A.     | HARTMAN<br>et coll. [52]        | « Cheddar » . . . . .                             | 1,05                             |               |                       |
|            |                                 | « Swiss » . . . . .                               | 2,08                             |               |                       |
|            |                                 | « Cottage » . . . . .                             | 0,88                             |               |                       |
|            | LICTENSTEIN<br>et coll. [73]    | « Cheddar » . . . . .                             | 0,99                             | 1,50          |                       |
|            |                                 | « Limburger » . . . . .                           | 1,04                             | 2,04          |                       |
|            |                                 | « Roquefort » . . . . .                           | 0,59                             | 0,96          |                       |
|            |                                 | « Swiss » . . . . .                               | 1,65                             | 2,60          |                       |
|            |                                 | « Cheddar » . . . . .                             | 1,17                             | 1,77          |                       |
|            |                                 | « Limburger » . . . . .                           | 1,01                             | 1,98          |                       |
|            |                                 | « Roquefort » . . . . .                           | 0,66                             | 1,09          |                       |
| Bulgarie.. | EMANUILOV<br>et coll. [31] [32] | Fromages frais . . . . .                          |                                  | 0,45—<br>0,48 | <i>E. gracilis.</i>   |
|            |                                 | Fromages à pâte<br>dure :                         |                                  |               |                       |
|            |                                 | a. de vache . . . . .                             |                                  | 0,79          |                       |
|            |                                 | b. de chèvre . . . . .                            |                                  | 0,25          |                       |
| Suède ..   | CALLIERI [13]                   | « Cheddar » . . . . .                             | 2,80                             | .....         | <i>L. leichmanii.</i> |
|            |                                 | « Roquefort » . . . . .                           | 2,70                             | .....         |                       |
|            |                                 | « Camembert » . . . . .                           | 1,15                             | .....         |                       |
|            |                                 | « Svecia » . . . . .                              | 1,13                             | .....         |                       |

TABLEAU XV

TAUX DE VITAMINES B<sub>12</sub> DANS DIFFÉRENTS FROMAGES EN FRANCE (63)

(Microorganisme-test : L, LEICHMANII)

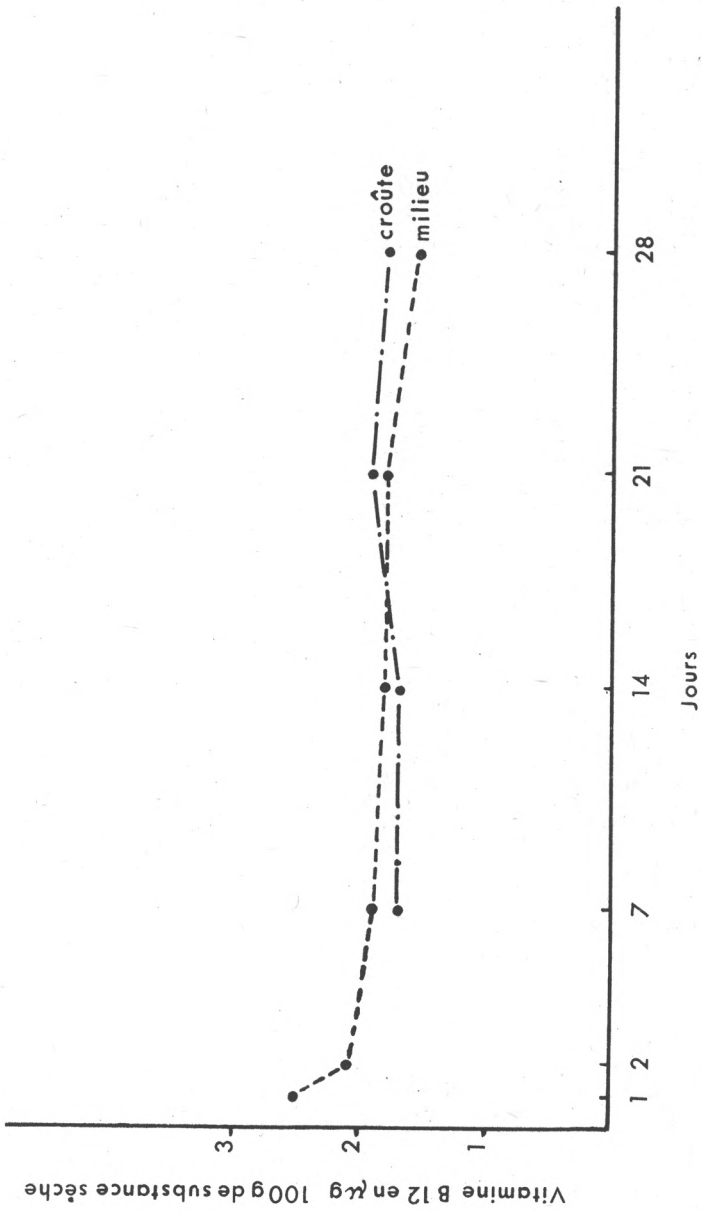
| Nom des fromages             | Nombre d'échantillons | Vitamine B <sub>12</sub> en µg/100 g de fromage frais |         |                            |
|------------------------------|-----------------------|---|---------|----------------------------|
|                              |                       | Ecart extrême   | Moyenne | Déviati<br>on standard (1) |
| Petit-suisse et double crème | 6                     | 0,41-1,12   | 0,76    | 0,22                       |
| Demi-sel .....               | 6                     | 0,46-1,05   | 0,65    | 0,20                       |
| Chèvre .....                 | 8                     | 0,15-0,50   | 0,30    | 0,10                       |
| Brie .....                   | 12                    | 0,84-2,60   | 1,65    | 0,44                       |
| Camembert .....              | 10                    | 0,84-2,00   | 1,45    | 0,46                       |
| Petit-fermier .....          | 9                     | 0,76-1,90   | 1,30    | 0,43                       |
| Bleu d'Auvergne .....        | 12                    | 0,71-2,85   | 1,40    | 0,67                       |
| Roquefort .....              | 8                     | 0,41-0,92   | 0,65    | 0,14                       |
| Gorgonzola .....             | 10                    | 0,62-2,10   | 1,20    | 0,44                       |
| Munster .....                | 12                    | 1,20-2,10   | 1,60    | 0,31                       |
| Reblochon .....              | 12                    | 0,60-2,10   | 1,10    | 0,52                       |
| Port-salut .....             | 11                    | 0,70-2,50   | 1,50    | 0,58                       |
| Tomme de Savoie .....        | 7                     | 1,02-1,76   | 1,38    | 0,34                       |
| Cantal .....                 | 7                     | 1,28-2,76   | 2,00    | 0,52                       |
| Gruyère .....                | 12                    | 0,78-2,60   | 1,60    | 0,42                       |
| Hollande .....               | 8                     | 0,78-2,50   | 1,40    | 0,58                       |

(1) Déviation standard  $\sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$   $d$  = écart de la moyenne.  
 $n$  = nombre d'expériences.

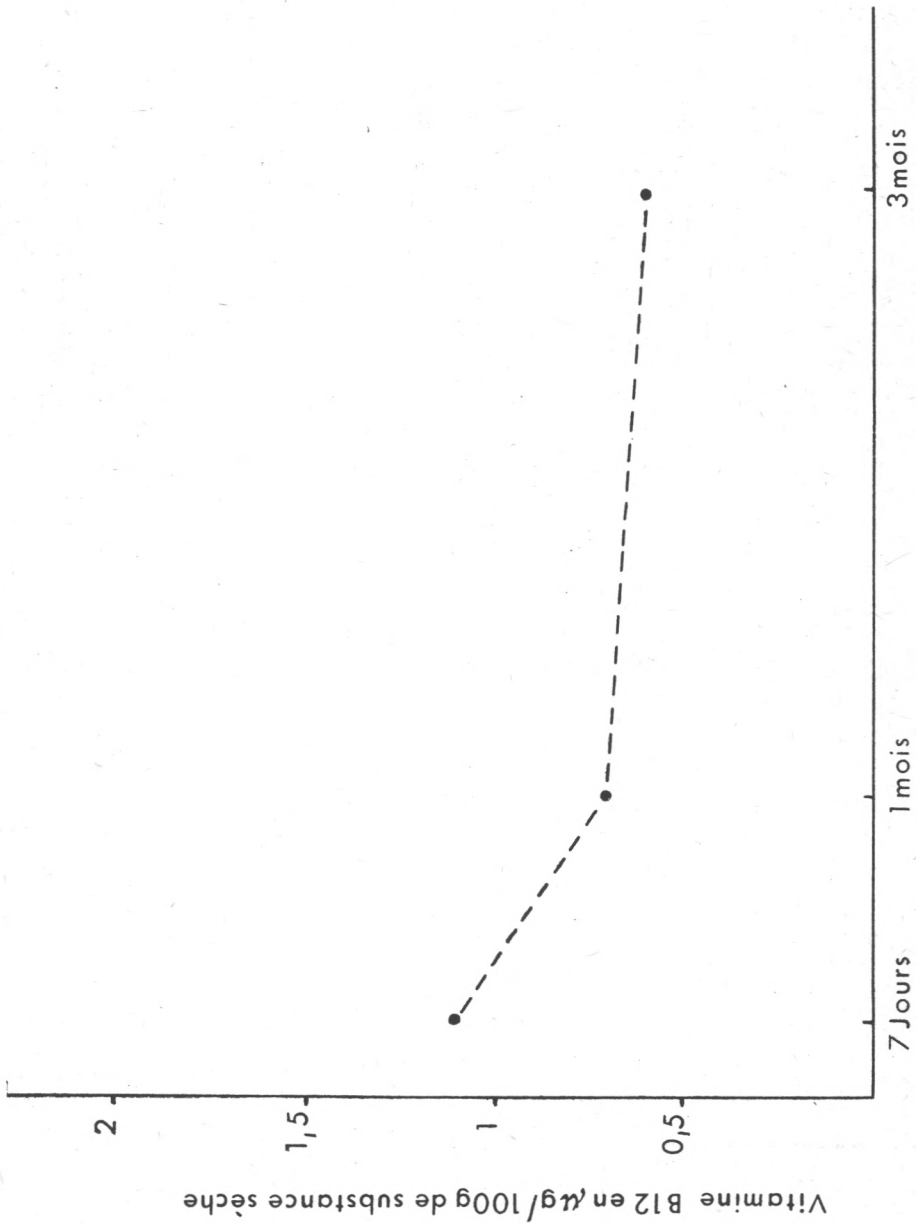
Les fromages fabriqués avec du lait de chèvre ont des taux plus faibles (0,3 µg/100 g, en moyenne) ; cela est dû probablement au fait que le lait de chèvre contient au départ moins de B<sub>12</sub> que le lait de vache [16].

#### Variations au cours de la maturation. Milieu et croûte

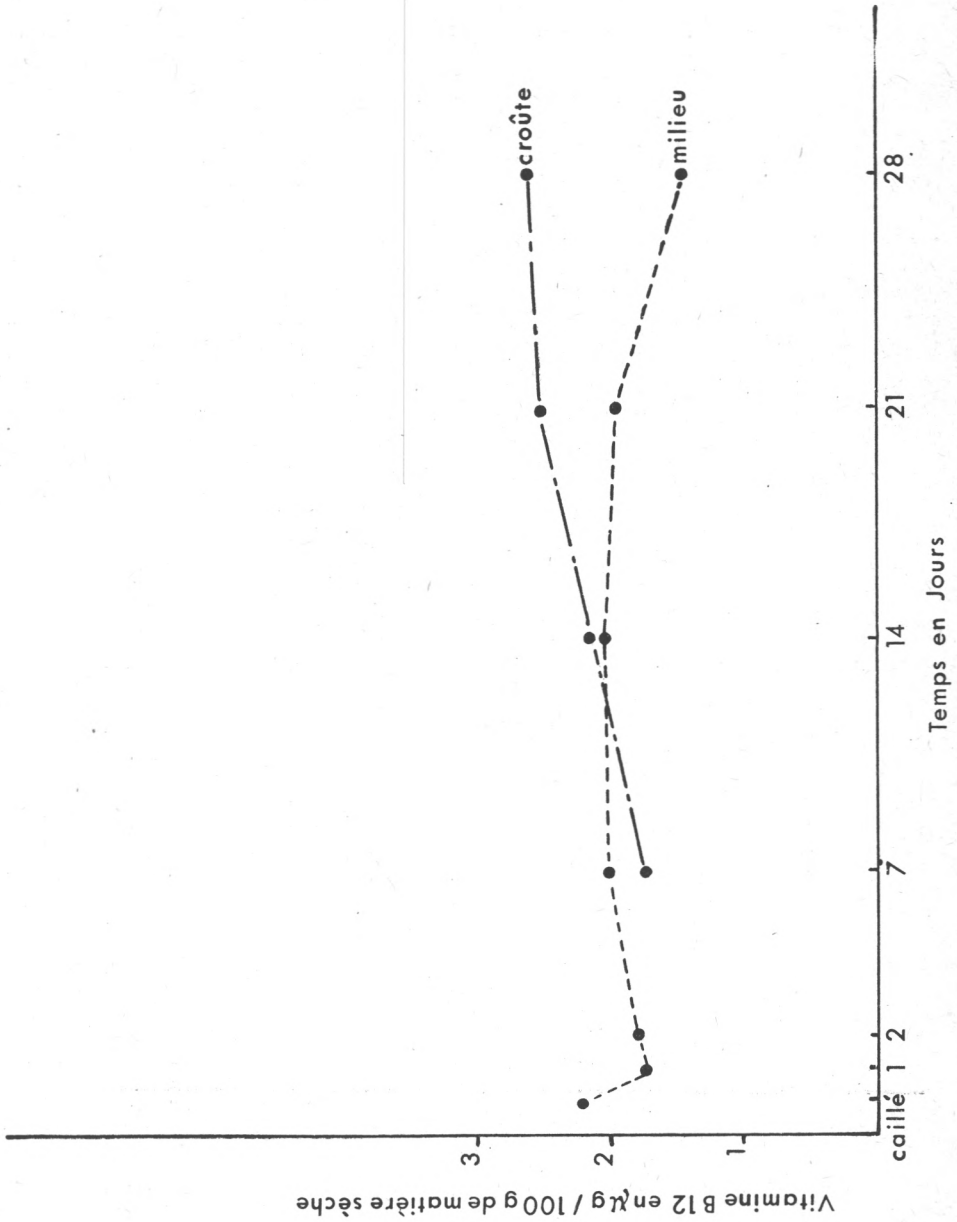
EMANUILOV et coll. [31] constatent une diminution du taux de B<sub>12</sub> au cours de la maturation de fromages blancs bulgares, préparés avec du lait de brebis. Ils trouvent, après fabrication, des valeurs vitaminiques allant de 0,45 à 0,48 µg pour 100 g de produit sec et de 0,096 à 0,308 µg/100 g, après maturation.



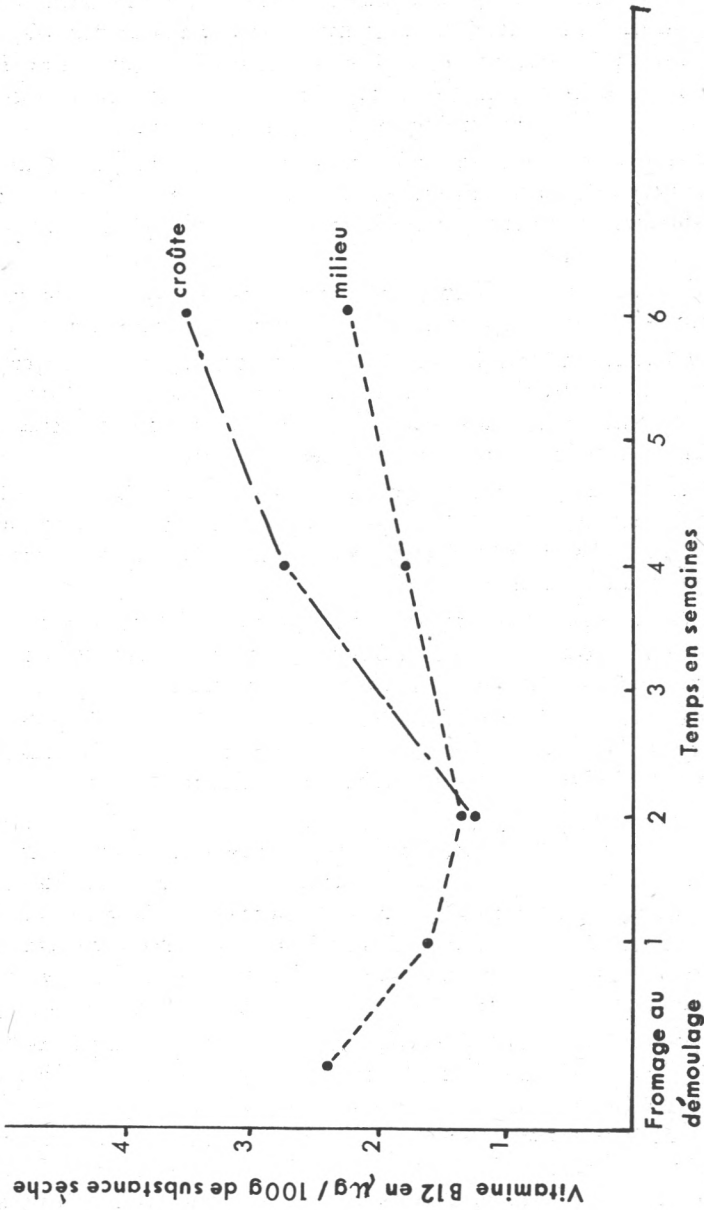
Graphique XII. — Variations du taux de vitamine B<sub>12</sub> au cours de la maturation et de la conservation du fromage « Coulommiers » [67].



Graphique XIII. — Variations du taux de vitamine B<sub>12</sub> au cours de la maturation et de la conservation du « Roquefort » [67].



Graphique XIV. — Variations du taux de vitamine B<sub>12</sub> au cours de la fabrication et de la maturation du « Port Salut » [67].



Graphique XV. — Variations de la teneur du « Gruyère » en vitamine B<sub>12</sub> pendant la fabrication et l'affinage [67].

Ces fromages subissent probablement une fermentation lactique et les bactéries lactiques seraient surtout des consommateurs de  $B_{12}$ . Ainsi, CALLIERI [13], NACHEV [81] et nous-mêmes [65] avons constaté qu'en culture pure — ou associée au *Streptococcus thermophilus*, — *L. acidophilus* et *L. bulgaricus* absorbent une grande partie de la vitamine  $B_{12}$  du milieu dans lequel ils vivent.

Par contre, dans des expériences sur des fromages à pâte dure, EMANUILOV et coll. [32] montrent que la richesse en  $B_{12}$  augmente sensiblement pendant la maturation (de 0,75  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  à 1,08  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ).

Ces auteurs concluent à une synthèse de  $B_{12}$  par l'association microbienne intervenant dans le processus de maturation.

HAETMAN et coll. [52] supposent également que la richesse relative en  $B_{12}$  du fromage « Swiss » par rapport aux autres fromages est probablement due à la synthèse par des bactéries propioniques faisant partie de la flore microbienne de ces fromages.

RITTER [95] constate aussi une légère production de vitamine  $B_{12}$  — environ 4  $\mu\text{mg p. 100}$  — en cultivant sur un milieu synthétique un mélange de plusieurs souches de *Oospora lactis* provenant des produits laitiers.

Des dosages vitaminiques dans les fromages livrés à la consommation ne révèlent pas de différences notables entre le taux de  $B_{12}$  du milieu et de la croûte ou des parties moisies.

Mais des différences apparaissent lorsqu'on suit l'évolution de la teneur en cette vitamine depuis le début de la fabrication et au cours de différents stades d'affinage (voir graphiques XII, XIII, XIV, XV).

En étudiant les variations vitaminiques au cours de la fabrication de quatre types de fromages, Coulommiers, Roquefort, Port-Salut et Gruyère, nous avons constaté une diminution notable de  $B_{12}$  pendant la première période (24 à 48 heures) qui correspond à la croissance des bactéries lactiques (15 à 20 p. 100 par rapport au caillé, voir graphiques XII, XIV, XV).

Pendant la phase logarithmique de leur multiplication, ces germes semblent absorber la vitamine  $B_{12}$ , tout comme ils utilisent les autres vitamines du groupe B [BROCHU (1)].

Dans le milieu des fromages à croûte moisie ou avec moisissure intérieure (graphiques XII et XIII), la consommation de  $B_{12}$  continue pendant la maturation et la conservation. Les pertes en vitamine  $B_{12}$  du milieu — en comparant la teneur finale à celle du caillé — sont de l'ordre de 30 à 50 p. 100. Cependant, à la surface des fromages à croûte moisie, lorsque les conditions deviennent

favorables à la multiplication d'une flore protéolytique, on constate au contraire une faible synthèse de B<sub>12</sub>.

Cette synthèse de B<sub>12</sub> est encore plus apparente dans le Port-Salut et le Gruyère.

Pour les Port-Salut (graphique XIV), on note une augmentation de la teneur vitaminique surtout à la surface. En ce qui concerne l'intérieur des fromages, il semble y avoir à la fois synthèse et utilisation. En effet, dans des fromages de 7, 14 et 21 jours, le taux de B<sub>12</sub> oscille constamment autour de 2 µg pour 100 g de produit sec.

Ensuite, la consommation de B<sub>12</sub> devient supérieure à la production et les fromages de 4 semaines fermentent [67] en moyenne seulement 1,4 µg/100 g ; ils subissent donc une perte, par rapport aux Port-Salut de 2 à 3 semaines, de 28 à 30 p. 100.

C'est pendant la maturation du Gruyère que l'augmentation de la teneur en B<sub>12</sub> est la plus sensible aussi bien à la surface qu'à l'intérieur des fromages.

Au cours de l'étude que nous avons effectuée (graphique XV), le taux initial de 1,25 µg/100 g est passé à 2,25 µg pour 100 g de milieu, 3,5 µg dans 100 g de croûte, ce qui correspond à un enrichissement respectif de 80 à 180 p. 100.

Il apparaît que la microflore qui intervient dans la maturation de différentes espèces de fromages — probablement certaines levures, des bactéries du type *brevibacterium*, *corynebacterium* ou *flavobacterium*, et surtout les bactéries *propioniques* — synthétise effectivement des quantités plus ou moins importantes de vitamine B<sub>12</sub>.

### Effet de la conservation

Quatre variétés de fromages, Camembert, Bleu d'Auvergne, Port-Salut et Gruyère ont été, d'une part, conservés à basse température à + 2°C et, d'autre part, congelés à - 20°C.

Des dosages de B<sub>12</sub> dans ces fromages, après un, deux et trois mois de conservation n'ont pas montré de différences notables dans les teneurs vitaminiques [67].

De plus, deux échantillons de Roquefort de sept mois, dans lesquels on a trouvé après trois mois de cave 0,62 et 0,78 µg de B<sub>12</sub> pour 100 g contenaient encore respectivement après quatre mois supplémentaires de congélation 0,61 et 0,77 µg.

A basse température, lorsque l'activité fermentative des micro-organismes est ralentie, on ne note généralement pas de changement sensible dans la teneur des fromages en vitamine B<sub>12</sub>.

TABLEAU XVI

TAUX D'ACIDE FOLIQUE TOTAL DANS DIFFÉRENTS FROMAGES [64]

| Nom                     | Nombre<br>d'échan-<br>tillons | Acide folique total en µh dans 100 grammes de produit frais |         |                                |                         |         |                                |
|-------------------------|-------------------------------|---|---------|--------------------------------|-------------------------|---------|--------------------------------|
|                         |                               | Milieu des fromages   |         |                                | Croûte ou partie moisie |         |                                |
|                         |                               | Ecart<br>extrêmes   | Moyenne | Dévi-<br>ation<br>standard (1) | Ecart<br>extrêmes       | Moyenne | Dévi-<br>ation<br>standard (1) |
| Brie .....              | 6                             | 47,0-100,0  | 65,2    | 18,7                           | 125- 350                | 202,0   | 88,0                           |
| Camembert .....         | 5                             | 54,0- 67,0  | 62,2    | 5,1                            | 206- 483                | 343,0   | 118,0                          |
| Roquefort .....         | 7                             | 24,8- 71,0  | 42,8    | 36,8                           | 32- 54                  | 44,0    | 22,4                           |
| Bleu .....              | 5                             | 40,0- 82,0  | 59,0    | 20,8                           | 41- 86                  | 61,6    | 21,8                           |
| Gorgonzola .....        | 5                             | 25,0- 40,0  | 31,2    | 5,7                            | 36- 200                 | 115,0   | 65,0                           |
| Saint-Marcellin .....   | 5                             | 28,0-119,0  | 61,4    | 37,1                           | 230- 637                | 338,4   | 170,0                          |
| Chèvre .....            | 6                             | 10,0- 64,0  | 45,6    | 23,0                           | 75- 287                 | 162,0   | 78,0                           |
| Munster .....           | 6                             | 20,0- 79,0  | 53,0    | 23,0                           | 115-1 050               | 588,0   | 595,0                          |
| Reblochon .....         | 5                             | 18,0- 80,0  | 37,4    | 25,5                           | 131- 278                | 230,0   | 64,0                           |
| Port-salut .....        | 6                             | 27,0- 64,0  | 45,0    | 12,0                           | 136- 300                | 221,0   | 62,5                           |
| Cantal .....            | 6                             | 20,0- 43,0  | 30,7    | 8,2                            | 58- 175                 | 103,0   | 50,0                           |
| Tomme maigre .....      | 6                             | 35,0- 45,0  | 40,2    | 3,7                            | 175- 550                | 375,0   | 150,0                          |
| Hollande vrai .....     | 5                             | 37,0- 72,0  | 50,8    | 13,0                           | 30- 125                 | 61,4    | 38,0                           |
| Hollande français ..... | 5                             | 42,0- 72,0  | 54,6    | 12,5                           | 41- 175                 | 75,8    | 57,0                           |
| Gruyère .....           | 9                             | 5,0- 18,0   | 9,8     | 5,2                            | 62- 350                 | 214,0   | 104,0                          |
| Crème de Gruyère .....  | 5                             | 2,8- 7,5  | 4,9     | 2,0                            |                         |         |                                |
| Demi-sel .....          | 5                             | 27,0- 32,0  | 29,3    | 1,9                            |                         |         |                                |
| Petit-Suisse .....      | 5                             | 10,0- 36,0  | 18,8    | 11,0                           |                         |         |                                |

(1) Déviation standard  $\sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$   $d$  — écart de la moyenne.  
 $n$  = nombre d'expériences.

## XI

## ACIDE FOLIQUE ET ACIDE FOLINIQUE

Nous n'avons trouvé aucun renseignement dans la littérature sur la teneur des fromages en acide folique (vitamine Bc) et en acide folinique (CF).

Comme ces deux vitamines jouent un rôle important dans la biosynthèse des nucléoprotéides et dans l'hématopoïèse, il nous a paru intéressant de déterminer la richesse des fromages en facteurs Bc et CF.

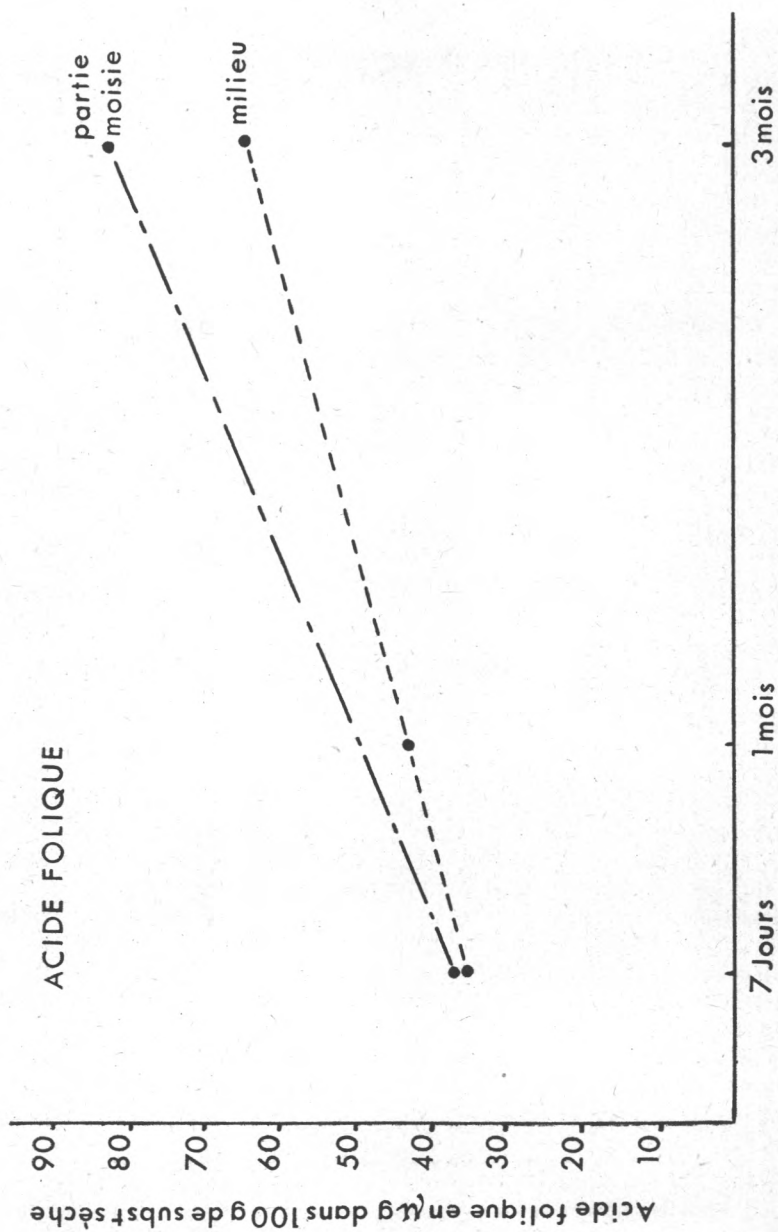
Nous reproduisons les résultats de nos dosages [63], [64] dans les tableaux XVI et XVII.

TABLEAU XVII  
TENEUR DE DIFFÉRENTS FROMAGES EN ACIDE FOLINIQUE [63]

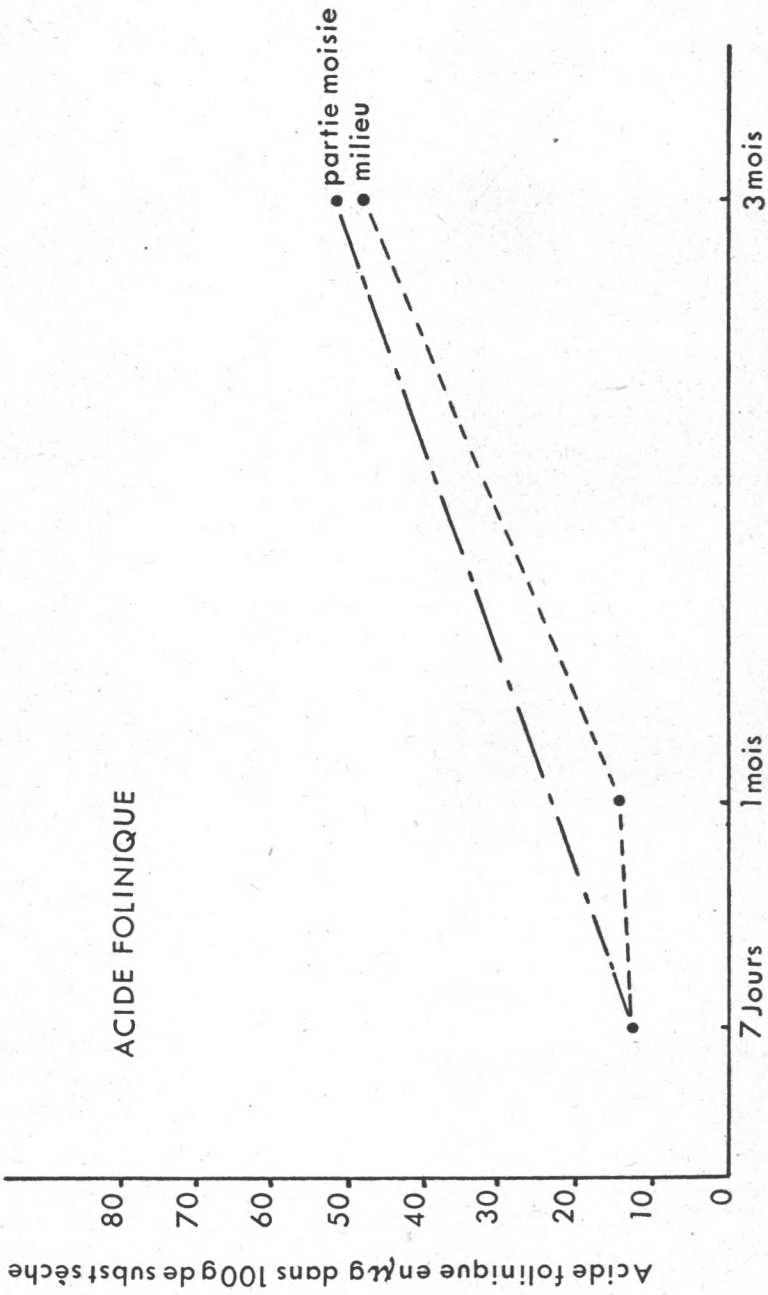
| Nom                          | Nombre d'échantillons | Acide folinique en $\mu\text{g}$ dans 100 g de fromage frais |         |                            |
|------------------------------|-----------------------|--|---------|----------------------------|
|                              |                       | Ecart extrêmes   | Moyenne | Déviati<br>on standard (1) |
| Petit-suisse ou double crème | 6                     | 4,6- 9,6   | 6,70    | 1,9                        |
| Demi-sel .....               | 6                     | 8,0-25,0   | 17,40   | 5,8                        |
| Chèvre .....                 | 8                     | 10,8-57,0  | 26,50   | 16,6                       |
| Brie .....                   | 12                    | 12,0-63,0  | 37,70   | 23,4                       |
| Camembert .....              | 10                    | 36,0-58,0  | 47,40   | 9,1                        |
| Petit-fermier .....          | 9                     | 10,4-26,0  | 18,80   | 5,5                        |
| Bleu d'Auvergne .....        | 12                    | 10,0-81,0  | 48,25   | 24,5                       |
| Roquefort .....              | 8                     | 23,6-62,0  | 37,10   | 13,2                       |
| Gorgonzola .....             | 10                    | 11,5-80,0  | 39,50   | 29,1                       |
| Munster .....                | 12                    | 50,0-88,5  | 71,00   | 13,9                       |
| Reblochon .....              | 12                    | 8,0-39,0   | 18,50   | 10,1                       |
| Port-salut .....             | 11                    | 32,4-62,0  | 41,90   | 10,5                       |
| Tomme de Savoie .....        | 7                     | 12,6-43,5  | 35,50   | 12,9                       |
| Cantal .....                 | 7                     | 17,4-76,0  | 40,00   | 21,0                       |
| Gruyère .....                | 12                    | 3,5-8,6  | 6,00    | 2,2                        |
| Hollande .....               | 8                     | 38,0-100   | 64,00   | 18,5                       |

(1) Déviati  
on standard  $\sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$   $d$  = écart de la moyenne.  
 $n$  = nombre d'expériences.

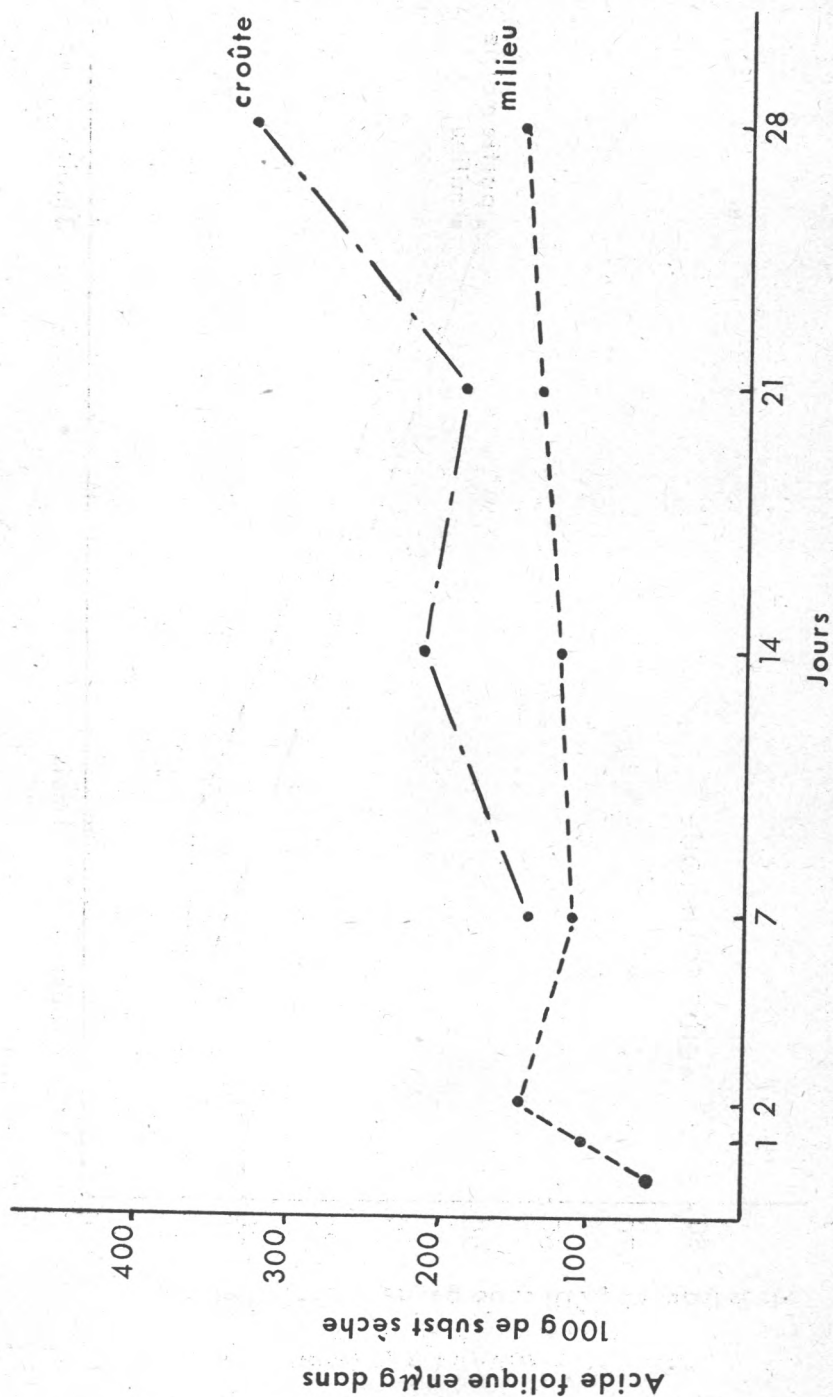
L'examen de ces tableaux montre que la teneur des fromages en acide folique et en acide folinique est très variable.



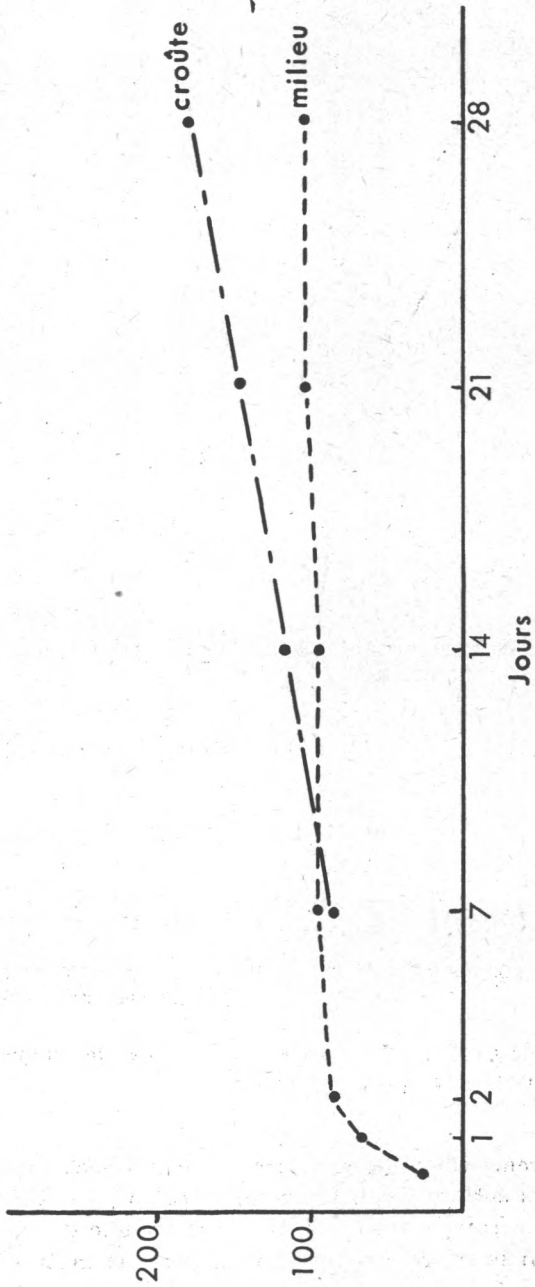
Graphique XVI. — Variations de la teneur du « Roquefort » (milieu et partie moisie) en acide folique et en CF pendant la maturation et la conservation.



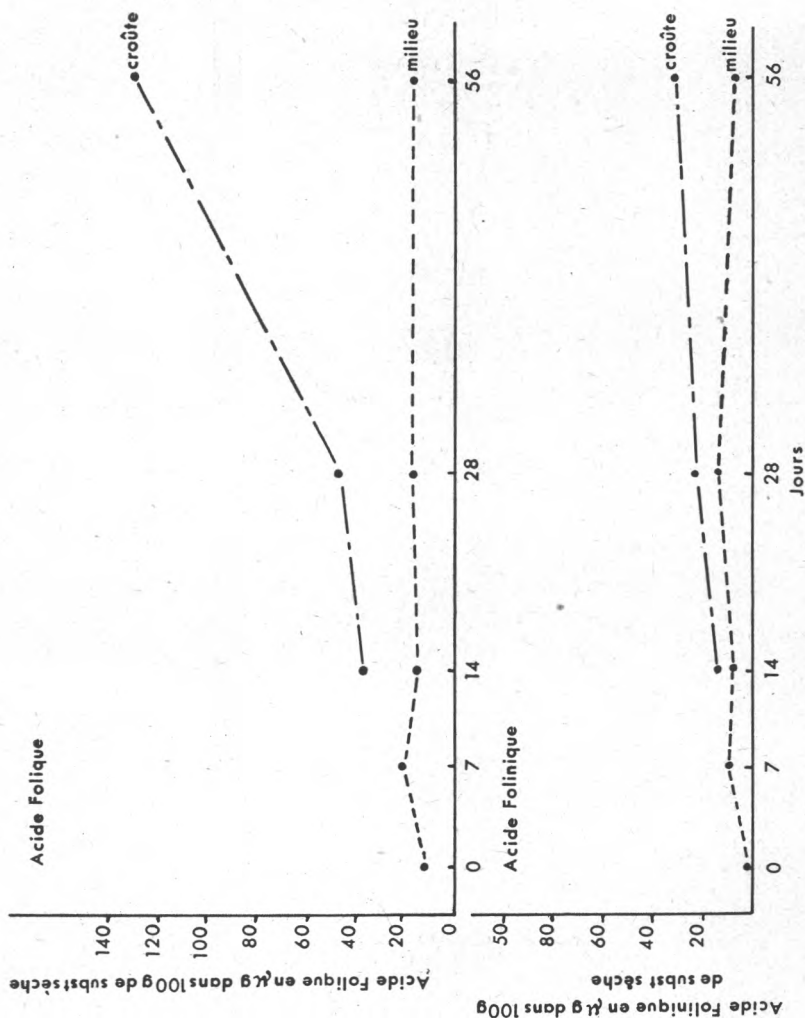
Graphique XVI (Suite)



Graphique XVII. — Variations des taux de vitamines Bc et CF pendant la fabrication et au cours de la maturation du « Coulommiers » (milieu et croûte).



Graphique XVII (suite)



Graphique XVIII. — Variations des taux d'acide folique et folinique dans le milieu et la croûte du « Gruyère ».

Les différences de richesse vitaminique trouvées d'une part entre le milieu et la surface des fromages et d'autre part dans le produit frais et après affinage, nous ont fait admettre une synthèse des deux vitamines par la microflore intervenant dans la maturation.

Le travail de NAMBU DRIPAD et coll. [82] dont nous avons eu connaissance récemment a confirmé cette hypothèse.

Ces auteurs ont constaté que les bactéries lactiques intervenant dans la fermentation du lait acide indien « Dahi » font la synthèse de l'acide folique et de l'acide folinique. Cette synthèse continue après coagulation même si l'on prolonge l'incubation pendant sept jours.

Parmi les microorganismes examinés par ces chercheurs, le *Streptococcus thermophilus* et *Streptococcus lactis* étaient les plus actifs ; ainsi, pour le *Streptococcus lactis*, les taux d'acide folique et d'acide folinique ont passé en sept jours respectivement de 2,5 à 190  $\mu\text{g/g}$  et de 0,7 à 29,1  $\mu\text{g/g}$  (82, p. 390, tab. II).

### Milieu et croûte

Les moisissures, les levures et les bactéries protéolytiques (*Brevibacterium liens*, *B. delbrucki*, etc.) semblent également synthétiser des quantités notables de facteurs Bc et CF.

C'est grâce à cette synthèse que les parties superficielles des fromages du type Camembert et Brie ou des types Port-Salut et Munster sont bien plus riches en ces deux vitamines.

Ainsi les valeurs moyennes trouvées pour l'acide folique à la surface des fromages vont de 44 à 588  $\mu\text{g}$  par 100 g de produit frais, tandis que dans le milieu elles se situent entre 4,9 à 65  $\mu\text{g}$  seulement pour 100 g.

Il en est de même pour l'acide folinique. La richesse vitaminique de la croûte dans certains fromages est vingt fois supérieure à celle du milieu dont les valeurs moyennes se situent entre 6 et 71  $\mu\text{g}$  pour 100 g.

### Variations au cours de la maturation

Nous avons suivi dans quatre types de fromages — Roquefort, Coulommiers, Gruyère et Port-Salut — les variations de la teneur en acide folique et acide folinique, lors de leur fabrication, pendant l'affinage et pendant la conservation.

Les valeurs moyennes — pour cinq à sept séries — sont exprimées graphiquement dans les figures XVI à XIX.

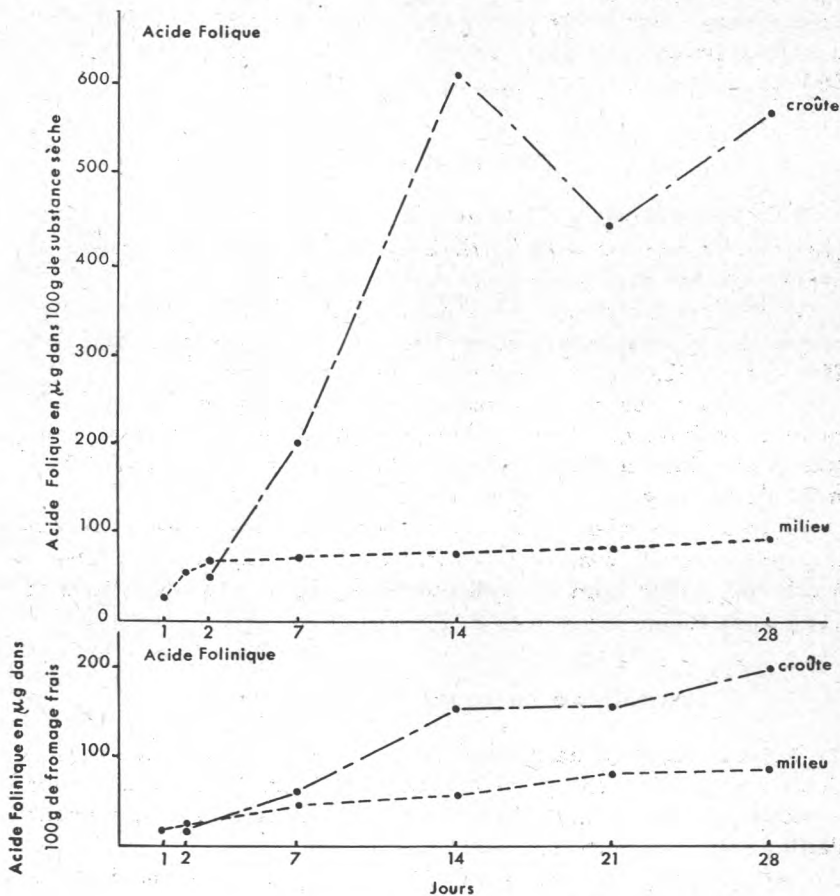
Les taux vitaminiques des fromages fraîchement préparés varient selon le mode de fabrication.

Dans les caillés obtenus par coagulation acide la teneur moyenne en Bc et CF (voir graphique XVIII) est respectivement pour les deux vitamines de 60  $\mu\text{g}$  et 26  $\mu\text{g}$  pour 100 g de substance sèche.

Ces taux relativement élevés sont dus à la biosynthèse par les ferments lactiques ; synthèse comparable à celle qui se produit dans les laits fermentés indiens [82] et les laits acidophiles [65].

Dans les fromages fraîchement préparés après coagulation par la présure, les teneurs en acide folique et folinique sont nettement plus faibles : 26 et 2,6  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  en moyenne (graphiques XVIII et XIX).

Pendant la maturation, l'évolution de la richesse vitaminique varie suivant les associations de microorganismes utilisés.



Graphique XIX. — Variations de la teneur du « Port-Salut » en acide folique et acide folinique lors de la fabrication et de la maturation.

Les moisissures semblent faire la synthèse de l'acide folique et de l'acide folinique. En effet, les parties moisies du Roquefort (graphique XVI) sont nettement plus riches en ces deux vitamines que les fragments sans moisissure.

La différence est plus manifeste dans les fromages à surface moisie. Ainsi pour les Coulommiers (graphique XVII) la richesse vitaminique du milieu progresse lentement — entre 7 et 14 jours — de 113 à 123  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , tandis que dans la croûte le taux monte de 143 à 215  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ .

Les levures et les bactéries qui se multiplient au cours de l'affinage produisent aussi des quantités plus ou moins importantes de vitamine Bc et CF ; cela probablement en rapport avec la nature des associations microbiennes.

On constate en effet une différence marquée dans l'évolution de la teneur vitaminique de deux fromages à pâte ferme.

On observe après 15 jours un enrichissement net du milieu de Port-Salut avec des taux — par rapport à ceux du départ — trois fois supérieurs en acide folique et vingt fois plus élevés en facteurs citrovorum. Mais c'est surtout à la surface que la synthèse est très importante ; ainsi dans la croûte du Port-Salut (graphique XIX) de 15 jours on trouve en moyenne pour 100 g plus de 600  $\mu\text{g}$  d'acide folique et environ 150  $\mu\text{g}$  d'acide folinique. Par contre, au cours de la maturation du Gruyère, la synthèse des vitamines est moins importante et s'effectue uniquement à la surface des fromages (graphique XVIII).

Suivant la nature des associations microbiennes intervenant dans la maturation, la consommation vitaminique devient parfois supérieure à la production. Dans certaines catégories de fromages (graphiques XVII et XIX), la teneur en facteur Bc baisse plus ou moins après l'affinage, mais remonte généralement pendant la conservation.

On note, dans l'ensemble, que de nombreux fromages peuvent apporter dans la ration alimentaire des quantités d'acide folinique et d'acide folique, comparables à celles fournies par la viande et les légumes verts.

#### CONCLUSION

Il résulte de l'ensemble de cette étude que les fromages constituent dans la nutrition humaine une source appréciable de vitamines liposolubles et hydro-solubles. Seule la vitamine C ne se trouve que dans les fromages frais, car elle est très instable et rapidement détruite par oxydation.

Les fromages présentent, par rapport aux produits végétaux, l'avantage d'apporter à la ration alimentaire non seulement les indispensables protéines animales, mais encore toutes les vitamines du groupe B, y compris la vitamine B<sub>12</sub>, généralement absente dans le règne végétal.

Ce sont surtout les fromages fermentés qui contiennent les taux les plus élevés de vitamine B et ceci grâce à la synthèse vitaminique par la microflore — *bactéries, levures et moisissures* — intervenant dans leur maturation.

#### SUMMARY

All the work carried out on research goes to show that cheese constitutes an appreciable source of lipo-soluble and hydro-soluble vitamins in human nutrition. Vitamin C is the only Vitamin which is only found in fresh cheese, as it is very unstable and quickly destroyed by oxidization.

Cheese has the advantage, as against vegetable products, of bringing not only the essential animal proteins to the food ration, but also all the vitamins in the B Group, including vitamin B<sub>12</sub>, generally absent in the vegetable kingdom.

It is more particularly fermented cheeses which contain the highest proportions of vitamin B, and this is thanks to the vitaminic synthesis by microflora — *bacteria, yeast and mould* — which contribute to their maturation.

*Nous remercions Mlles A.-M. VIAL, J. DESCOURS et C. PUJEBET qui nous ont aidés dans ce travail.*

#### BIBLIOGRAPHIE

##### I

##### *Traité généraux et thèses*

- [1] E. BROCHU, R. RIEL, VEZINA C. « Les bactéries lactiques et les laits fermentés » (monographie), Ministère de l'Agriculture, Québec, 1959.
- [2] A. CHARTON, G. LESBOURYIES, « Nutrition des Mammifères domestiques », Vigot frères, édit, 1957, Paris.
- [3] R. B. DAVIDOV, L. E. GULKO, M. A. ERMAKOVA, « Vitamines principales dans le lait et les produits laitiers », édit. 1956, Moscou.
- [4] P. O. DECOURCELLE, « La valeur alimentaire du fromage », thèse Doct. Méd., Paris, 1949.
- [5] M. GARNIER. « Les fromages utilisés pour l'alimentation au Liban et en Syrie », thèse Diplom. Pharm. Paris. 1953.
- [6] R. LALANE. « L'alimentation humaine », Presses Universitaires Fr., 1947.
- [7] MOUQUIN. « Avitaminoses » (d'après Decourcelle), Précis Pathol. Med. Masson, 1946.
- [8] W. STEPP, J. KUHNAU, H. SCHOEDER, « Die Vitamine und ihre klinische Anwendung », édit. F. Enke, Stuttgart, 1957.

## II

*Travaux originaux*

- [1] Y. ANAGAMA, *J. Facul. Fish. Anim. Husbandry, Univ., Hiroshima*, 1955, **1**, 49-90.
- [2] A. E. ANDREWS, V. R. WILLIAMS, *J. Biol. Chem.*, 1951, **193**, 11.
- [3] G. ANTONIANI, *Mondo del latte*, 1951, 334.
- [4] S. R. ASKALONOV *Mol. Prom.*, 1957, **18**, 32.
- [5] S. R. ASKALONOV, *Vop. Pitan. S.S.S.R.*, 1958, **17**, 43-45.
- [5 bis] L. AKTIN, A. S. SCHULTZ, W. L. WILLIAMS, C. N. FREY, *Industr. Engng Chem*, (Anal. Edn), 1943, **15**, 141.
- [6] J. A. BARNETT, *Dairy Indust.* 1953, **18**, 982.
- [7] M. BEJAMBES, S. SAVOIE, S. CLUZEL, *Ann. Inst. Nation. Rech. Agron.*, série E, 1952, **1**, n° 1.
- [8] W. BINDER, *Milchwissenschaft.*, 1954, **4**, 88-129.
- [9] BOOHER, HARTZLER, *Tech. Bull. U.S. Dept. Agri.*, 1939, n° 707.
- [10] P. R. BURKHOLDER, J. COLLIER, D. MOYER, *Food Res.*, 1943, **8**, 314-322.
- [11] R. CAILLEAU, *Bull. Acad. Nation. Med. Fr.*, 1949, **133**, 204-206.
- [12] R. CAILLEAU, J. M. ADRIAN, J. LEVY, *An. Agr.*, 1949, n° 3, 443-447.
- [13] D. A. CALLIERI, *Acta Chemica Scand.*, 1959, **13**, 737-749.
- [14] K. H. CAWARD, B. G. E. MORGAN. *British Med. J.*, 1935, **3908**, 1041.
- [15] J. CLAVEAU, *Ind. Agric. Alim.*, 1956, **73**, 3.
- [16] R. A. COLLINS, A. E. HARPER, M. SCHREIBER, C. A. ELVEHJEM, *J. Nutri.*, 1951, **43**, 313-321.
- [17] E. B. COLLINS, Y. YAGUCHI, *J. Dairy Sci.*, 1959, **42**, 1927-1931.
- [18] D. A. COOK, J. H. ANTMAYER, *Puerto Rico J. Pub. Health and Trop. Med.*, 1933, **9**, 90-92.
- [19] C. COSTAVASSILIS, *Rev. Pathol. gen. et Physiol. Clin.*, 1958, **58**, 297.
- [20] J. CRISTALLO, *Latte*, 1956, **30**, 185-186.
- [21] J. C. DACRE, *J. Dairy Res.*, 1958, **25**, 409-413.
- [22] J. C. DACRE, *J. Dairy Res.*, 1953, **20**, 217-223.
- [23] J. C. DACRE, *J. Dairy Res.*, 1958, **25**, 414-417.
- [24] L. DANIEL, L. C. NORRIS, *Food Res.*, 1944, **9**, 312-318.
- [25] R. B. DAVIDOV, L. E. GULKO, *Mol. Promysl.*, 1951, **211**, 28-30.
- [26] A. W. DAVIS, T. MOORE, *Biochem. J.*, 1939, **33**, 1645-1647.
- [27] P. DAY, W. J. DARBY, *Food Research*, 1936, **1**, 349.
- [28] D. V. DEARDEN, K. M. HENRY, J. HOUSTON, S. K. KON, S. Y. THOMPSON, *J. Dairy Res.*, 1945, **14**, 100-116.
- [29] F. P. DEBRIT, *Intern. Zeisch. Vitaminforsch.*, 1952, **24**, 331-345.
- [30] A. DEUTSCH, *Nordisk Mej-Tids.*, 1957, n° 6.
- [31] I. EMANUILOV, L. NACHEV, *Izvest. Microbiol. Inst. Bulgar. Akad. Nauk.* 1957, **8**, 309-311.
- [32] I. EMANUILOV, N. FACHEV, *Izvest. Mikrobiol. Inst. Bulgar. Akad. Nauk.* 1959, **10**, 57-62.
- [33] I. EMANUILOV I, I. NACHEV, *Izvest. Mikrobiol. Inst. Bulgar. Akad. Nauk.*, 1957, **8**, 283-287.

- [34] A. EMMERIE, C. ENGEL, *In. Zeit. Vitam.*, 1943, **13**, 259.
- [35] A. B. EREKSON, *Food Ind.*, 1946, **18**, 81-83, 210-214.
- [36] H. EVANS, K. BISHOP, *Science*, 1922, **56**, 650.
- [37] E. V. EVANS, O. R. IRVINE, L. R. BRYANT, *J. Nutri.*, 1946, **32**, 227.
- [38] E. V. EVANS, *Sci. Agr.*, 1944, **24**, 510-515.
- [39] A. H. FAHMI, H. A. SHARARA, *J. Dairy Sci.*, 1938, **21**, 69.
- [40] L. FEDERICÓ, T. VALLE, *Ann. Speriment. Agr. Ital.*, 1954, **8**, 1489.
- [41] M. R. GIBSMAN, I. KLIMOVSKII I.I., *Proc. Intern. Dairy Cong.*, 1959, 599-604.
- [42] S. GONASHULU, *Mol. Prom.*, 1955, **16**, 22-24.
- [43] W. GOTTLICH, E. PIJANOWSKI, *Roczniki technol. i Chem. Zywosci.*, 1957, **2**, 35.
- [44] M. E. GREGORY, *Brit. J. Nutri.*, 1954, **8**, 340.
- [45] M. E. GREGORY, J. E. FORD, S. K. KON., *Biochem. J.*, 1952, **51**, 29.
- [46] A. GUZMAN BARRON, *Arch. venezol. Nutrition*, 1958, **9**, 81-103.
- [47] N. B. GUERRANT, R. A. DUTCHER, C. D. DAHLE, *J. Dairy Sci.*, 1938, **21**, 68-72.
- [48] P. A. HANSEN, *J. Dairy Sci.*, 1941, **24**, 969-976.
- [49] R. E. HARGROVE, A. LÉVITAN, *Bact. Proced. 52nd Meet.*, 1952, 21.
- [50] W. J. HARPER, I. A. GOULD, *The Butter, cheese en milk products J.*, 1952, **43**, nos 5, 24, 8, 22.
- [51] A. M. HARTMANN, *J. Amer. Diet. Assoc.*, 1949, **25**, 929.
- [52] A. M. HARTMAN L. P. DRYDEN, R. E. HARGROVE, *Food Res.*, 1956, **21** 540-545.
- [53] I. L. HATHAWAY, H. P. DAVIS, *Bull. Rech. Stn. Essais Agr. U. Nebraska*, 1945, **137**.
- [54] I. L. HATHAWAY, *J. Dairy Sci.*, 1957, **40**, 608.
- [54bis] I. L. HATHAWAY, *J. Dairy Sci.*, 1958, **41**, 720.
- [55] I. L. HATHAWAY, H. DAVIS P, *Nebr. Agr. exp. Stn. Res. Bull.*, 1938, **103**, 110.
- [56] H. HAUBOLDT, E. KOB, *Schweiz. Milchtzg.*, 1955, **81**, 661-662.
- [57] M. HIETARANTA, M. ANTILA, *Proc. XIIIth Inter. Dairy Congr.*, 1953, **3** 1436.
- [58] K. HIGUCHI, W. H. PETERSEN, W. V. PRICE, *J. Dairy Sci.*, 1946, **29**, 157-162.
- [59] A. HOUDINIÈRE, *Lait Fr.*, 1950, **30**, 37-40.
- [60] J. HOUSTON, S. K. KON, *Chem. and Ind.*, 1940, **60**, 411.
- [61] O. R. IRVINE, L. R. BRYANT, W. H. SPROULE, H. JACKSON, A. CROOK W. M. JOHNSTONE, *Sci. Agr.*, 1945, **25**, 845-853.
- [62] L. KALINOWSKI, *Publi. Inst. Premysl. Mlecz.*, 1959, Varsovie, Pologne.
- [63] R. KARLIN, *Ann. Nutri et Alim.*, 1957, **11**, 91-97.
- [64] R. KARLIN, *Ann. Nutri. et Alim.*, 1958, **12**, 115-120.
- [65] R. KARLIN, M. CARRAZ, *VI<sup>e</sup> Symposium sur les matières étrangères dans les Aliments*, Madrid, octobre 1960 (à paraître).
- [66] R. KARLIN, *Int. Z. Vitaminforsch.*, 1961, **31**, n° 2, 176-184.
- [67] R. KARLIN, *Int. Z. Vitaminforsch.*, 1961, **31**, 326.
- [68] G. KOESTLER, *Schw. Milchtzg.*, 1941, **67**, 139-140.
- [69] G. KOESTLER, *Schw. milch.*, 1941, **67**, 329-330.

- [70] M. KREULA, A. I. VIRTANEN, *Acta Chem. Scand.*, 1957, **11**, 1481-1482.
- [71] DE LAVAL SEPARATOR COMPANY, 1956, 954, 802 (Cl. 53<sup>e</sup>, 601).
- [72] V. J. LEWIS, V. D. REGISTER, H. T. THOMPSON, C. A. ELVEHJEM, *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 1949, **72**, 479-482.
- [73] H. LICHTENSTEIN, A. BELOIAN, H. REYNOLDS, *Agric. and Food Chemistry*, 1959, **7**, 771.
- [74] H. LIECK, H. SONDERGAARD, *Intern. Zeit. Vitaminforsch.*, 1958, **29**, 68.
- [75] J. M. LAWRENCE, B. L. HERRINGGON, L. A. MAYNARD, *Amer. J. Dis. Child.*, 1945, **70**, 193-199.
- [76] R. MAYMONE, C. R. IX<sup>e</sup> Cong. Intern. Ind. Agr. Rome, 1952.
- [77] A. MONZINI, G. CRISTALLO, *Ann. sper. agr. Ital.*, 1956, **10**, 251-267.
- [78] A. MONZINI, A. ARTROM, VIIth Cong. Intern. Indust. Agr. Bruxelles 1950, **4**, 83-85.
- [79] A. MONZINI, A. ARTROM, *Il latte*, 1954, **28**, 77-81.
- [80] MUNSELL, E. HAEZL, *Food Res.*, 1942, **7**, 85.
- [81] L. NACHEV, *Acad. Sci. Bulg. Exp. Inst. Microbiol.*, 1958, **9**, 183-187.
- [82] V. K. N. NAMBU DRIPAD, H. LAXMINARAYANA, K. K. IYA, *Proc. XIV<sup>e</sup> Dairy Cong. Inter. 1956. Vol. 1-II*
- [83] J. NAYLOR, M. E. SHARPER, *J. Dairy Sci.*, 1958, **25**, 421-430.
- [84] V. ORAVCOVA, Res. Conf. Intern. Vit. Sofia, 1960, 38.
- [85] OSTRACH-HEMIE, *Ger.*, 1957, 957, 180.
- [86] L. RANDOUIN, J. CAUSERET, *Bull. Soc. Sci. Hyg. Alim. Paris*, 1955, **43**, 227-257.
- [87] L. RANDOUIN, J. CAUSERET, *Le Lait*, 1958, **38**, 43-48.
- [88] L. RANDOIN, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1941, **23**, 90-95.
- [89] L. RANDOIN, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1941, **23**, 358.
- [90] L. RANDOIN, J. CAUSERET, *Le lait*, 1956, 36, 1-9.
- [91] L. RANDOIN, P. LE GALLIC, J. CAUSERET, Lanore édit. Paris, 1947.
- [92] L. RANDOIN, H. SIMONNET, J. CAUSERET, Coll. Armand Colin, Sect. Biologie, n<sup>o</sup> 317.
- [93] W. RITTER, *Sch. Milchztg.*, 1948, n<sup>os</sup> 11, 1-8.
- [94] W. RITTER, *Intern. Milchw. Kongr. (Stockholm)*, 1949.
- [95] W. RITTER, *Rev. Suisse Path. Bacter.*, 1950, **13**, 547-553.
- [96] W. RITTER, *Schweiz. Milchztg*, 1944, n<sup>o</sup> 16-17, 1-16.
- [97] M. ROHRlich *Z. Lebensmittel Unters. Frosch. Dtsch*, 1954, **99**, 109.
- [98] Z. D. ROUNDY, *J. Dairy Sci.*, 1958, **41**, 1460-1465.
- [99] Z. I. SABRY, N. B. GURERANT, *J. Dairy Sci*, 1958, **41**, 925.
- [99bis] Z. I. SABRY, *Dissertation Abstr.*, 1957, **17**, 2797.
- [100] EL-SADEK, M. R. ZAWAHRY, M. R. MAHMOUD, ABD EL-MOTTELLEB., *Indian J. Dairy Sci.*, 1958, **11**, 67-75.
- [101] G. P. SANDERS, *U. S. Dept. of Agric. Handbook*, n<sup>o</sup> 54.
- [102] Z. SIENKIEWICZ, E. NOWAK, *Prace Inst. Prz. Mlec.*, 5, 2, 13, 1-8.
- [103] J. STAHANDERS, *Messel's Auvzvl.*, 1958, **64**, 567.
- [104] STRONG, CARPENTIER, *Ind. Eng. Chem. (Anal. ed.)*, 1942, **14**, 909.
- [105] R. SULLIVAN, E. BLOOW, J. JARMOL, *J. Nutri.*, 1943, **25**, 463-470.
- [106] M. M. TAHAH EL-KATIB, *Nature*, 1946, **158**, 747-748.
- [107] L. J. IEPHY, P. M. DERSE, W. V. PRICE., *J. Dary Sci.*, 1958, **41**, 593-605.

- [108] E. N. TODHUNTER, C. E. RODERUCH, N. S. GOLDING, *J. Dairy Sci.*, 1942, **25**, 1023-1026.
- [109] A. I. VIRTANEN, M. KREULA, *Suomen Kem II B*, 18, 1938.
- [110] P. WESWIG H., J. R. HAAG, R. T. PIERCE, *J. Dairy Sci.*, 1951, **34**, 649-651.
- [111] H. H. WILKOWSKI, W. A. KRIENNE, *J. Dairy Sci.*, 1954, **37**, 1184-1189.
- [112] E. G. ZOOK, MCARTHUR, E. W. TOEPPER, *U. S. Sept. Agric. Handbook*, 1956, n° 97, 1-22.

---

## REVUE

---

### LE LAIT DANS LE MONDE

par G. GENIN  
Ingénieur E.P.C.I.

#### GRECE

#### Développement de l'industrie laitière

Le Gouvernement grec a institué en 1960 un plan de 5 ans en vue de la création d'installations de pasteurisation du lait et de fabrication de produits laitiers dans les principaux centres producteurs et urbains. Ces installations seront du type coopératif, elles grouperont des organisations de producteurs et les frais nécessités par la création de ces usines seront couverts pour 30 p. 100 par des subsides gouvernementaux, le reste étant fourni par la Banque d'agriculture de Grèce.

Le prix du lait liquide : prix d'achat au producteur et prix de vente au consommateur sera fixé par le Ministère du Commerce et pourra varier dans les différentes régions en fonction des conditions locales. Par exemple, dans la région d'Athènes, le prix payé pour le lait au producteur est de 3,75 dr par kg et le prix de vente au détail de 4,85 dr.

Les importations de lait condensé et de lait concentré se sont élevées en 1959 à 15 934 tonnes, celles de lait écrémé en poudre à 3 997 tonnes, et celles de lait entier en poudre à 861 tonnes.

Une nouvelle législation pour le contrôle de la qualité du lait a été publiée récemment et son application va être étendue graduellement jusqu'à couvrir la totalité du pays.