

- [17] J. E. AUCLAIR et A. PORTMANN. Influence du chauffage du lait sur le développement des bactéries. *Ann. Inst. Nat. Rech. agron.*, Série E (*Ann. techn. agric.*), **4**, 121-131, 1955.
- [18] A. HIRSCH et E. GRINSTED. Methods for the growth and enumeration of anaerobic spore formers from cheese with observation on the effect of nisin. *Journal Dairy Res.*, **21**, 101-109, 1954.
- [19] R. VUILLAUME. Organisation actuelle de la lutte contre la tuberculose bovine. *Bull. Acad. Vet.*, **28**, 283-298, 1955.
- [20] G. MOCQUOT. Aspects techniques et hygiéniques du problème des laits destinés à la consommation. *Ann. Nutr.*, **9**, 251-270, 1955.
- [21] Th. E. GALESLOOT. Some aspects of the bacteriology of pasteurised milk. and *Dairy J.*, **7**, 1-14, 1953.

## ÉVOLUTION DE LA VALEUR VITAMINIQUE DU GRUYÈRE AUX DIVERS STADES DE SA FABRICATION (1)

par

M<sup>me</sup> L. RANDOIN et M. J. CAUSERET

(Note présentée par M. Mocquot, Correspondant)

La transformation du lait en fromages s'accompagne de modifications importantes de sa valeur vitaminique initiale.

Une partie des vitamines est perdue par divers processus : passage dans le lactosérum au cours de l'égouttage du caillé, destruction au cours de la maturation, etc.. Mais simultanément, la microflore qui se développe à la surface des fromages (ou en profondeur dans le cas de quelques espèces), réalise la synthèse de facteurs du groupe B, qui s'accumulent localement ou diffusent en proportions plus ou moins élevées dans les autres parties des fromages. En général, les pertes sont supérieures aux quantités synthétisées.

Malheureusement, les recherches qui ont conduit à ces conclusions sont presque toutes partielles : seule, la comparaison de leurs résultats permet de reconstituer de manière approximative l'évolution de la valeur vitaminique des fromages.

Il nous a donc paru intéressant d'essayer de suivre cette évolution de manière systématique, en dosant les vitamines dans des caillés, puis dans les fromages obtenus à partir de ces caillés, à divers moments du séjour en cave. La présente note rend compte des résultats de l'étude réalisée, suivant ce plan, sur le Gruyère de

(1) *Compte Rendu Acad. Agric.*, 1956, **42**, n° 15, 727.

Comté, fabriqué dans le Jura français à partir de lait cru selon le procédé traditionnel pour ce type de fromage (1).

*Méthodes de prélèvement et d'analyse.* — Nos analyses ont porté sur six séries d'échantillons : caillés non chauffés, caillés chauffés, fromages de 1, 2, 3 et 5 mois.

Si le prélèvement des échantillons de caillé ne posait pas de problèmes particuliers, il n'en était pas de même de celui des échantillons de fromages à divers stades de l'affinage. Tout prélèvement important fait sur une meule oblige en effet à envoyer celle-ci à la fonte, ce qui empêche de suivre l'évolution de la valeur vitaminique d'un même fromage, du début jusqu'à la fin de sa fabrication.

Pour surmonter dans la mesure du possible cette difficulté, nous avons fait porter nos analyses sur une série de fromages et sur les caillés utilisés pour la fabrication de chacun d'eux. Les tranches prélevées pesaient 5 à 6 kilogrammes ; elles étaient découpées de manière à permettre l'analyse du fromage dans ses parties les plus superficielles, comme dans la partie centrale.

Dans le cas des fromages de 1, 2 et 3 mois, des prises ont été faites dans six zones différentes de la pâte et dans trois zones différentes de la croûte ; dans les fromages de 5 mois, deux prises seulement ont été faites dans la pâte et deux dans la croûte. La croûte était prélevée sur 2 millimètres d'épaisseur.

Les analyses ont été effectuées dès la réception des caillés et des fromages. Les vitamines ont été dosées par les méthodes suivantes :

— *Acide ascorbique* : dosage par la méthode cinétique de MEUNIER ;

— *Thiamine* : dosage fluorimétrique sous forme de thiochrome, après extraction par l'acide sulfurique et hydrolyse enzymatique ;

— *Riboflavine* : dosage fluorimétrique, après extraction par l'acide sulfurique et hydrolyse enzymatique, suivies d'une oxydation permanganique ;

— *Acide nicotinique* : dosage microbiologique, par la méthode de SNELL et WRIGHT ;

(1) Nous tenons à adresser ici nos vifs remerciements à M. G. Mocquot, Directeur de la Station Centrale de Microbiologie et Recherches Laitières à Jouy-en-Josas, et Directeur de la Station de Recherches Laitières de Poligny, à qui nous devons d'avoir pu réaliser ce travail. Nous remercions également Miss R. M. McClintock et M. E. Blanc-Patin qui, à la Station de Recherches Laitières de Poligny, ont suivi les fabrications et effectué sur les fromages divers contrôles analytiques dont nous ne pouvons malheureusement pas reproduire ici les résultats. Les fromages ont été fabriqués à l'Ecole Nationale d'Industrie Laitière de Poligny, grâce à laquelle il nous a été possible d'effectuer les différentes séries de prélèvements que nécessitait notre étude.

— *Vitamine A* : dosage calorimétrique, par la méthode de RAOUL et JANOT.

### Résultats

Les principaux résultats sont réunis dans le *tableau I*. Seules sont indiquées, dans ce tableau, les moyennes des résultats pour les diverses prises d'essai : en effet, on n'a constaté aucune différence significative de composition, d'un point à un autre de la pâte ou d'un point à un autre de la croûte.

De ce tableau, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Dans tous les cas, le caillé chauffé, prélevé à la fin du brassage, est moins riche en vitamines que le caillé non chauffé correspondant. La diminution des taux de vitamines est la suivante.

	%
Pour l'acide ascorbique .....	5 à 20
Pour la thiamine .....	0 à 20
Pour la riboflavine.....	20 à 35
Pour l'acide nicotinique .....	25 à 40
Pour la vitamine A .....	30 à 60

Il peut sembler surprenant que les vitamines C et B<sub>1</sub>, moins stables d'ordinaire lorsque la température s'élève, se retrouvent dans le caillé, chauffé et égouté, en proportions plus fortes que les vitamines B<sub>2</sub>, PP et A. Néanmoins, la différence de comportement des deux groupes de vitamines est trop nette pour laisser à cet égard le moindre doute (1).

2° La teneur en vitamines de la pâte du fromage de un mois, rapportée à l'extrait sec, est nettement inférieure à celle du caillé chauffé dont provient ce fromage. Le pressage peut en être partiellement responsable, puisqu'il entraîne l'élimination d'une certaine quantité de lactosérum. Cependant, cette dernière est trop limitée pour qu'il soit possible de rendre ainsi complètement compte des faits observés ; il est vraisemblable que la chute d'activité vitaminique se produit surtout au cours du séjour en cave.

L'ordre de grandeur des taux vitaminiques dans les fromages de 2 mois, 3 mois et 5 mois, demeure sensiblement le même que dans celui de 1 mois, sauf peut-être le taux de la vitamine A. Voici, par exemple, la proportion des vitamines perdues dans les gruyères de 1 et 5 mois, calculée en prenant pour bases de comparaison les teneurs vitaminiques des caillés chauffés correspondants :

(1) Les pertes de vitamines A sont particulièrement élevées. Nous rappelons ici que, d'après nos recherches antérieures, la vitamine A est également beaucoup moins stable que la thiamine dans le yoghourt (5).

TABLEAU I

TENEUR EN VITAMINES DE CAILLÉS ET DE GRUYÈRES  
(POUR 100 DE L'EXTRAIT SEC)

Caillés et fromages	Nombre de prélèvements	Matière sèche gr.	Acide ascorbique mgr.	Thiamine μ gr.	Riboflavine μ gr.	Acide nicotinique μ gr.	Vitaline A U.I.
Caillé A, avant chauffage . . . . .	1	52,6	9,2	140	1.213	168	431
Caillé A, chauffé . . . . .	1	55,6	8,8	126	813	95	183
Gruyère A, de 1 mois, pâte . . . . .	6	63,0	0,5	55	236	24	127
Gruyère A, de 1 mois, croûte . . . . .	3	70,2	0,8	168	441	794	109
Caillé B, avant chauffage . . . . .	1	52,0	8,7	103	1.122	154	255
Caillé B, chauffé . . . . .	1	57,7	7,4	106	714	114	164
Gruyère B, de 2 mois, pâte . . . . .	6	66,5	(0)	64	248	28	70
Gruyère B, de 2 mois, croûte . . . . .	3	76,5	(0)	162	354	1.051	98
Caillé C, avant chauffage . . . . .	1	52,0	6,7	128	1.160	160	309
Caillé C, chauffé . . . . .	1	56,7	5,3	106	920	109	153
Gruyère C, de 3 mois, pâte . . . . .	6	65,0	(0)	66	362	32	92
Gruyère C, de 3 mois, croûte . . . . .	3	70,2	(0)	159	465	1.690	109
Caillé D, chauffé . . . . .	1	56,3	9,7	115	858	186	145
Gruyère D, de 5 mois, pâte . . . . .	2	66,1	(0)	54	234	38	60
Gruyère D, de 5 mois, croûte . . . . .	2	73,5	(0)	161	509	1.321	71

	Gruyère de 1 mois (% de perte)	Gruyère de 5 mois (% de perte)
Acide ascorbique .....	94	100
Thiamine .....	56	53
Riboflavine .....	71	73
Acide nicotinique .....	75	80
Vitamine A .....	31	59

On voit que l'acide ascorbique disparaît rapidement de la pâte. Les autres vitamines se retrouvent, dans les gruyères de 1 et de 5 mois, à des taux compris entre 20 et 50% de ceux qui caractérisaient le caillé chauffé et entre 15 et 40% de ceux qui caractérisaient le caillé non chauffé.

Ces constatations sont partiellement en désaccord avec celles de EVANS et collaborateurs [3], qui ont observé une diminution lente, mais régulière, de la teneur en thiamine du Cheddar au cours de l'affinage.

3° La croûte est beaucoup plus riche que la pâte en vitamines B. Dans le gruyère de 5 mois, elle contient trois fois plus de thiamine, deux fois plus de riboflavine et trente-cinq fois plus d'acide nicotinique. Les valeurs citées dans le tableau montrent que le rapport des activités vitaminiques de la croûte et de la pâte est sensiblement le même pour le fromage de 1 mois et pour celui de 5 mois. C'est donc dès le début de la maturation que la croûte s'enrichit en vitamines du groupe B.

L'ampleur du phénomène est telle, qu'il paraît impossible de l'expliquer par une simple « migration » de vitamines. Il est plus probable que la richesse de la croûte en vitamines B est due à l'activité de synthèse des micro-organismes superficiels, qui sont capables d'élaborer des quantités considérables de thiamine [1], de riboflavine [1], [4] et d'acide nicotinique [1].

Nous avons constaté d'autre part, que, contrairement à ce qui paraît se produire dans les fromages à pâte molle [2], les vitamines synthétisées en surface ne tendent pas à migrer en profondeur : à quelques millimètres de la croûte, la composition de la pâte est la même qu'au centre du fromage. La croûte du gruyère n'étant généralement pas consommée, les phénomènes de synthèse vitaminique n'ont donc ici qu'un intérêt pratique très réduit.

### Conclusions

Nos analyses, réalisées sur des caillés non chauffés ou chauffés et sur les gruyères de 1, 2, 3 et 5 mois, fabriqués à partir de ces caillés, ont conduit aux conclusions suivantes :

1° Le chauffage du caillé entraîne une diminution de sa valeur vitaminique. Cette diminution paraît plus importante pour la riboflavine, l'acide nicotinique et la vitamine A que pour l'acide ascorbique et la thiamine.

2° Le gruyère de 1 mois ne contient plus que des traces d'acide ascorbique ; sa teneur en vitamines B1, B2, PP et A, rapportée à l'extrait sec, est nettement inférieure à celle du caillé chauffé dont il provient. Par contre, il n'existe que peu de différences de valeur vitaminique entre les fromages de 1, 2, 3 et 5 mois.

3° La croûte est beaucoup plus riche que la pâte en thiamine, en riboflavine et surtout en acide nicotinique. Cette richesse ne peut s'expliquer que par l'activité de synthèse de la microflore superficielle des fromages.

(Laboratoire de Physiologie de la Nutrition de l'Institut National de la Recherche Agronomique.)

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] R. P. BURKHOLDER, J. COLLIER et D. MOYER. *Food Res.*, 1943, **8**, 314.
- [2] R. CAILLEAU, J. ADRIAN et J. LEVY. *Ann. Agron.*, 1949, **19**, 443.
- [3] E. V. EVANS, O. R. IRVINE et L. R. BRYANT. *Journal Nutr.*, 1946, **32**, 227.
- [4] A. MONZINI et A. ARTOM. *Ann. Sper. Agric.*, 1951, **5**, 805.
- [5] L. RANDOIN et J. CAUSERET. *Le Lait*, 1956, **36**, 129.

## BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE

### 1° LES LIVRES

Foster (E. M.), Nelson (F. E.), Speck (M. L.), Doetsch (R. N.) et Olson, Jr. (J. C.). — **Dairy Microbiology**. (Microbiologie laitière.) 1 livre relié toile (23,5 × 15,5 cm.), illustré, 492 pages. Editeurs : Prentice-Hall, Inc. 70, Fifth Avenue, New-York 11, N. Y. Prix : 5,65 dollars américains, 1957.

Les cinq auteurs sont tous Professeurs de bactériologie ou de bactériologie laitière dans diverses Universités des Etats-Unis, et nos lecteurs ont déjà eu l'occasion de rencontrer la plupart de leurs noms dans nos colonnes. Ils nous donnent aujourd'hui un ouvrage remarquablement conçu pour les lecteurs auquel il est destiné (étudiants, techniciens, et personnel des laboratoires de l'industrie laitière), car après avoir passé en revue les principes fondamentaux de la microbiologie générale, il traite de la microbiologie du lait et des divers produits laitiers, non pas seulement au point de vue théorique, mais également au point de vue pratique. Les organismes principaux auxquels on peut avoir à faire en laiterie, sont décrits et classés, les facteurs