

*Fromage Linbourg*GRIMMER et COLL. *Milchw. Forsch.*, 1929.*Fromage Brinsen de Hongrie*GRATZ, RACZ et VAS. *Centr. Bakt.*, 1912, 1914 et 1917, 33, 41, 47.*Fromage Pecorinoromano*RICCARDO. *Ann. It. Tech. Agr.*, 1933, 6.*Fromage Cüter*TROIIL PETERSON. *Centr. Bakt.*, 1903 et 1909, II, 24.*Fromage Willstermarsch et Cheshire*BOYSEN. *Milchw. Forsch.*, 1936, 18.*Fromage Bulgare*KANTARDIEFF. *Jahrb. Un. Sofia*, 1925.*Fromage Pecorino Serbo Kaimak*GUTSCHY. *Le Lait*, 1927.*Fromages Taleggio et Belpaese*ARNAUDI et COLL. *Ann. Microb.*, 1941.*Fromages fondus*DAGER. *Le Lait*, 1936.HENNEBERG. *Molk. Zeit. Hildesh.*, 1932.*Fromage Castelsanpietro*SACCHETTI. *Arch. Mikrob.*, 1932 et 1933.SPARAPANI. *Il Latte*, 1948.

**SUR UN ASPECT DU MÉCANISME DE FORMATION
DES LAINURES DANS LE FROMAGE DE
GRUYÈRE COMTÉ**

par

M. REINER (1) et G. W. SCOTT LAIR

National Institute for research in dairying, University of Reading,
Reading, Angleterre

et

G. MOCQUOT

Station Régionale de Recherches Laitières, Poligny, France.

On peut trouver dans le fromage de gruyère deux types de cavités, bien différentes d'aspect, les « yeux » et les « lainures ». Les premiers sont des trous plus ou moins sphériques, les secondes des fissures qui, lorsqu'elles ne sont pas trop étendues, sont généralement

(1) M. Reiner the Technical College, Haifa, Israel.

élargies en leur milieu avec des extrémités étroites se terminant en pointe.

Dans un fromage de bonne qualité l'ouverture est formée seulement par des yeux bien ronds présentant une distribution et des dimensions régulières (chaque œil doit avoir un volume variant du pois à la cerise). La surface interne des yeux est lisse et mate.

Les lainures doivent être évitées dans la mesure du possible (1), cependant un léger « fil », ou « bec de lainure » près de la croûte est toléré. La forme du fromage est cylindrique parfois légèrement bombée, mais jamais gonflée de façon excessive. La croûte ne doit pas présenter de fissure.

La figure 1 montre la coupe d'un fromage dans lequel l'ouverture est normale mais qui se trouve déprécié par la présence de « becs de lainure » trop nombreux et trop développés, dépassant la tolérance admise.

Un tel défaut est fréquent sur des fromages qui, sans cela, seraient classés comme de bonne qualité ; d'où l'intérêt qui s'attache à son étude. Nous nous proposons, dans le présent travail, d'examiner certains aspects du mécanisme de formation des yeux et des lainures, qui nous permettront de mieux comprendre les conditions dans lesquelles le défaut des fromages lainés peut apparaître.

Les yeux, dans un fromage normal, prennent naissance sous l'influence du dégagement d'acide carbonique formé en majeure partie par les ferments propioniques. D'après CLARK [1] la production du gaz comporte deux phases : d'abord une saturation du milieu par l'acide carbonique, ensuite, la formation des yeux proprement dits (2).

La « lainure est due à un ensemble de causes, ayant déjà fait l'objet de nombreuses études, et n'appartenant pas, spécifiquement, au fromage du type gruyère. Les travaux de VAN SLYKE et HART [2], BOEKHOUT et de VRIES [3], VAN DAM [4], ORLA-JENSEN [5], KOESTLER [6] ont montré que l'acidité excessive de la pâte était, en général, la cause principale du défaut appelé « pâte courte » et de la lainure qui lui est associée. WATSON [7] a étudié la relation entre l'acidité de la pâte et la texture du fromage d'Emmental.

(1) La lainure est considérée comme un défaut d'aspect du fromage. De plus un fromage lainé se brise en petits morceaux lorsqu'on le coupe et la vente au détail est, de ce fait, rendue difficile.

(2) D'autres fermentations, considérées comme préjudiciables à la bonne qualité du fromage, peuvent aussi se développer accidentellement dans le gruyère et contribuer à la formation des yeux : par exemple la fermentation butyrique, ou la fermentation par les bactéries coliformes. Ces microbes produisent un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène et donnent naissance à des trous très nombreux et mal répartis.

Parmi les autres facteurs, auxquels on a accordé un rôle moins important, on peut citer la teneur élevée en graisse (les fromages fabriqués avec du lait écrémé sont rarement lainés), un taux de sel élevé dans la pâte, une maturation trop tardive : ces divers facteurs sont considérés comme favorisant l'apparition de la lainure.

Plus récemment, dans une étude sur le cheddar, SHERWOOD [10] a mis en évidence le rôle joué par certaines espèces de ferments lactiques productrices de gaz sur le développement de l'ouverture en fentes (« slit openness »).

Lorsqu'on examine, en coupe, un assez grand nombre de fromages de gruyère lainés on est frappé par le fait que les fils de lainure ne sont pas dirigés au hasard, comme on aurait pu le supposer, mais présentent au contraire une orientation définie qui peut se schématiser de la façon suivante :

1. Au voisinage des faces supérieure et inférieure les lainures sont à peu près verticales.

2. Sur le pourtour du fromage, « en talon », elles sont inclinées à 45° et dirigées vers le sommet de l'angle formé par les faces et le talon.

3. Ces dernières fissures sont reliées par d'autres ayant une direction verticale.

4. Dans la région centrale, elles sont horizontales.

5. Dans la partie intermédiaire entre les deux faces et le centre, les lainures présentent une orientation en arête de poisson, avec une direction perpendiculaire à celle mentionnée au paragraphe 2, elles tendent à l'horizontale au point où elles se rencontrent, c'est-à-dire au voisinage de l'axe vertical du fromage.

D'après leur aspect, il est clair que les « lainures » se forment sous l'influence de forces de tension s'exerçant perpendiculairement à la plus grande surface des fissures. Leurs extrémités aiguës sont typiques des fissures que l'on rencontre dans les matières friables, telles que celles dont on admet l'existence dans le verre d'après la théorie sur la résistance des matériaux de GRIFFITH [11].

Dans les mauvais fromages, qui présentent un excès de gonflement, les yeux prennent une forme elliptique (fig. 3) le grand axe de l'ellipse ayant une direction verticale. Dans un fromage très lainé, presque toutes les fissures se rapprochent de l'horizontale.

La figure 2 montre une coupe schématique d'un fromage ne présentant que des lainures (la photographie 4 donne une image d'après nature de ce type de fromage).

Sur la figure 2 sont portées (en trait fin) les trajectoires de tension, c'est-à-dire les lignes selon lesquelles les forces de tension agissent. Elles sont normales à la direction des fissures car il est

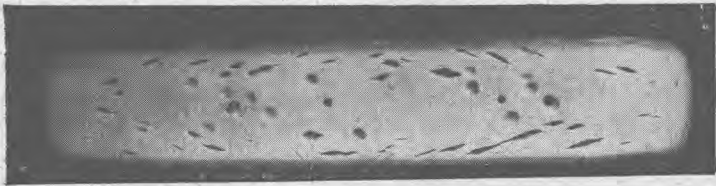


Fig. 1

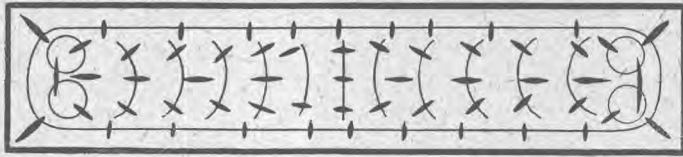


Fig. 2

Représentation schématique d'un fromage présentant de nombreuses
lainures et montrant aussi les trajectoires de tension

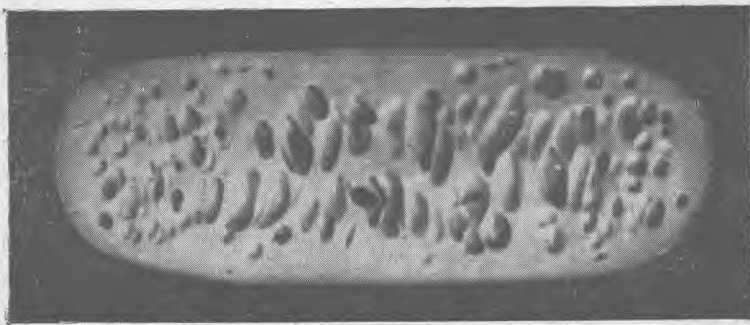


Fig. 3

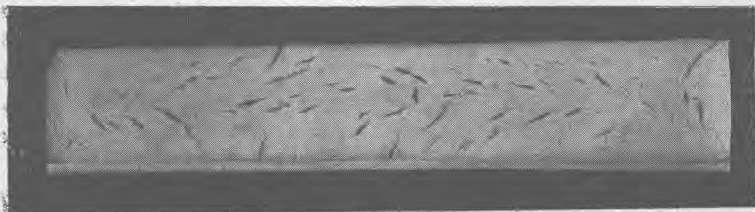


Fig. 4

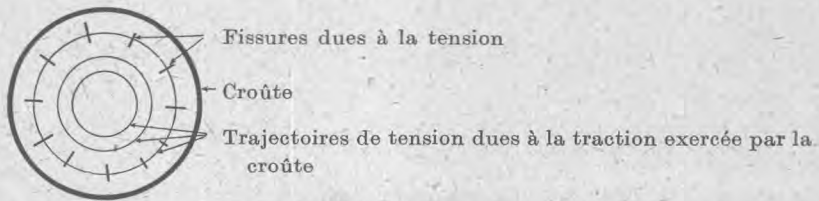


Fig. 5. - Représentation schématique du retrait dans un fromage sphérique.

évident qu'une fissure s'ouvre dans un plan normal à la direction de la traction exercée.

Pour comprendre par quel mécanisme les lainures se forment avec leur orientation particulière, il suffit de trouver l'origine de la force de tension s'exerçant dans les directions indiquées sur la figure 2.

Il convient d'abord de noter deux choses : un fromage très lainé, sans yeux, est en général plat et resserré. Un fromage qui présente beaucoup d'yeux et pas de lainures est, au contraire, gonflé.

Ceci nous amène à rechercher l'influence possible d'un « retrait » se produisant dans la masse du fromage et, pour mieux comprendre de quelle façon ce retrait peut donner naissance à des forces de tension, imaginons le cas d'un fromage sphérique.

Si un tel fromage subit un retrait par suite d'une perte d'humidité, comme cela arrive normalement au cours de la maturation, ses dimensions seront simplement réduites et il n'y aura pas création de forces aussi longtemps que le fromage pourra se contracter librement.

Par contre, au moment où il y aura formation d'une croûte résistante, celle-ci sera en général trop dure pour se prêter à une réduction de surface, elle fera obstacle au retrait et exercera une traction sur la pâte du fromage, à l'intérieur de la croûte.

Cette traction est de même nature qu'une tension hydrostatique s'exerçant en couches sphériques concentriques et si la pâte du fromage ne peut résister à la force qui la sollicite, elle craquera dans une direction normale aux couches concentriques, c'est-à-dire dans une direction radiale (fig. 5).

Les trajectoires de tension représentées dans la figure 2 suivent le même principe.

D'après ce que nous venons de dire, les fissures ne se produiront pas si la pâte du fromage est libre de se plier à l'effort qu'elle subit par écoulement visqueux ou plastique. Ces fissures n'apparaîtront que si la pâte du fromage est devenue « courte » ou friable.

Cette conclusion rejoint les constatations d'ensemble déjà faites par les auteurs cités plus haut et nous pouvons y ajouter les précisions suivantes.

3. Les lainures apparaissent, en règle générale, après la formation des yeux ; aussi longtemps que la pâte reste tendre, il y a seulement formation d'yeux.

4. Ainsi que nous l'avons signalé plus haut, l'aspect des lainures rappelle celui que l'on trouve dans les matériaux friables.

5. Quand un fromage est conservé pendant longtemps à basse température, dans des conditions qui permettent la maturation de la pâte sans laisser aux ferments propioniques la possibilité de se développer, et que ce même fromage est porté ensuite à une température plus élevée, favorable aux ferments propioniques, il n'y a pas formation d'yeux, mais seulement de lainures, la pâte du fromage étant devenue trop courte.

6. La lainure apparaît de façon marquée dans les fromages à pâte acide : or les pâtes acides se dessèchent plus vite que les pâtes dont le pH se rapproche davantage de la neutralité. On conçoit que le phénomène du retrait soit aussi plus accentué chez les premières.

7. Les lainures apparaissent souvent lorsqu'on transporte un fromage d'une cave chaude dans une cave froide. Ici l'effet du retrait se trouve accentué par la contraction thermique.

8. La formation des lainures est aussi favorisée par les courants d'air qui dessèchent l'atmosphère et provoquent un retrait supplémentaire du fromage, lequel cède plus facilement son humidité.

En conclusion, il est probable que les lainures se produisent, en bonne partie, sous l'influence de la contraction thermique et du retrait provoqué par la perte d'eau. Ceci n'exclut pas le rôle que peuvent jouer l'acidité de la pâte ou certaines fermentations (SHERWOOD, etc.) mais ce rôle ne devient important que lorsque la pâte est suffisamment dure pour qu'une bulle sphérique ne puisse plus se former à l'intérieur de cette pâte.

Or beaucoup de fromages présentent, à la fois, des yeux et des lainures. Il semble que, pour tous ceux là, le « retrait » dû à la perte d'humidité soit la cause essentielle de la lainure.

Les moyens à employer pour éviter le défaut de la lainure découlent des conclusions auxquelles nous venons d'aboutir : il faut prendre soin que les manipulations du fromage (transport d'une cave à l'autre, etc.), susceptibles d'entraîner des variations de température et d'humidité, soient faites assez tôt avant que la maturation n'ait rendu la pâte « courte » et friable. Dans le même ordre d'idées, la fermentation propionique doit se placer de bonne heure au début du processus de maturation.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] W. M. CLARK. *Bur. An. Ind. U. S. Dept. Agr.*, bull. 151, 1912.
 [2] VAN SLYKE et E. B. HART. *Amer. Chem. J.*, 1905, 33, 461.

- [3] F. W. J. BOEKHOUT et J. J. Ott de VRIES. *Rev. Gén. Lait*, 1907, VI, 313, 345 ; 1909, VII, 385.
- [4] W. VAN DAM. *Rev. Gén. Lait*, 1910, VIII, 169 ; 1911, IX, 1 ; 1912, IX, 151.
- [5] ORLA-JENSEN. *Dairy Bacteriology*, J. et A. Churchill, Londres, 1931, p. 150 et 165.
- [6] G. KOESTLER. *Landw., Jahrb. Schweiz.*, 1932, 46, 51 et 1933, 47, 154.
- [7] P. D. WATSON. *J. Dairy Sci.*, 1929, XII, 289.
- [8] A. PETER et F. BADOUX. *Manuel de la fabrication du fromage d'Emmental*. Hoirs K. J. Wyss S. A., Berne, 1937, p. 96 et suivantes.
- 9] W. DORNER, P. DEMONT et D. CHAVANNES. *Microbiologie laitière*. Payot, Lausanne, 1942, p. 150, 151 et 156.
- [10] SHERWOOD. *J. Dairy Res.*, 1939, X, 326.
- [11] A. A. GRIFFITH. *Proc. Roy Soc.*, 1920, 221 à 163.

DOSAGE PHOTOMÉTRIQUE DES LIPIDES DU LAIT MIS EN DISPERSION AQUEUSE

par

ÉTIENNE GOIFFON

Ingénieur I.A.N.

HISTORIQUE

Les procédés de dosage de la matière grasse du lait sont extrêmement nombreux. Les deux méthodes le plus couramment employées pour doser pratiquement la matière grasse du lait, sont celles de Gerber et de Hoyberg.

Ces techniques que nous n'indiquerons pas ici ont des avantages et des inconvénients.

Une vieille méthode qui semble complètement oubliée et qui a eu son succès, utilise le lactoscope de Donné. Cet appareil néphélométrique, un peu simpliste, mesurait l'opacité du lait supposée proportionnelle à la quantité de globules gras en dispersion.

En dehors même de l'imprécision de la mesure optique, ce procédé suppose, fixe et uniforme la grosseur des globules gras, ce qui est loin d'être la règle.

Le principe de la méthode n'en était pas moins séduisant à cause de sa grande simplicité, et c'est ce qui nous a incité à étudier si l'une des causes d'imprécision de cette méthode pourrait être éliminée.

Si nous pouvions, en effet, assurer une dispersion, réglée et constante des globules gras, nos appareils actuels de photométrie pourraient permettre un dosage précis des graisses du lait.