

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BURRI R. Worlds Dairy Congress London 1928, Report, pp. 690-696. *Le Lait*, 1929, 9, p. 1028.
- [2] HOTTINGER. Centr. Blatt für Bakt. I. Abt. Orig. 67, p. 178.
- [3] GUITTONNEAU, SAJOURS et PEET. *Le Lait*, 10, 1930, p. 627.

LE NETTOYAGE CENTRIFUGE DU LAIT DANS LA FABRICATION DU FROMAGE DE COMTÉ

(1^{er} Mémoire — *Etude industrielle*)

par

G. GUITTONNEAU

Directeur du Laboratoire national des Industries laitières

P. SAJOURS

et

R. DE PEET

Directeur de la Station régionale de
Recherches laitières et de l'Ecole
d'industrie laitière de Poligny

Chef de travaux à la Station
de Poligny

Travail de l'Institut des Recherches Agronomiques

Dans les conditions de fabrication aujourd'hui réalisées à l'Ecole d'Industrie laitière de Poligny, nous obtenons régulièrement des fromages de Comté de premier choix. Leur ouverture, le plus souvent normale, a quelquefois cependant une légère tendance à se montrer « un peu chargée ».

Cet état de choses n'a été en rien modifié dans les fromages que nous avons fabriqués en faisant usage d'un matériel soigneusement désinfecté, d'extraits de présures exempts de germes aérogènes et de levains lactiques préparés au laboratoire, à l'abri de toute contamination (1). Il n'est donc imputable qu'aux microorganismes contenus dans les laits reçus au chalet.

Toutes mesures propres à améliorer les conditions hygiéniques de la traite ayant été prises par ailleurs, nous nous sommes demandés si nous n'aurions pas en outre intérêt à débarrasser de leurs impuretés solides aussi parfaitement qu'il est aujourd'hui possible de le faire, les laits reçus à la fromagerie. Le tamisage auquel nous les soumettons régulièrement n'ayant à cet égard qu'une efficacité depuis longtemps reconnue fort médiocre, le nettoyage centrifuge n'était-il pas tout indiqué pour pousser à fond l'épuration envisagée ?

A première vue, les avantages que pouvait présenter pour nous une opération de ce genre ne semblaient guère douteux. Les particules solides que renferme le lait sont en effet entraînées par le caillé au cours du travail en chaudière. Elles se retrouvent donc dans le fro-

(1) Voir G. GUITTONNEAU, J. KELLING et A. BARRET : Les Présures commerciales dans la fabrication des fromages à pâte cuite. *Le Lait*, 1926, p. 170 et suivantes.

mage et elles y constituent souvent des centres de prolifération microbienne dont la plupart sont générateurs de gaz (débris d'excréments, de fumier, de terre, etc.). Eloignant de nos fabrications plus de ces impuretés que de coutume, nous devons tendre par conséquent à améliorer la qualité de nos produits en période « d'ouverture chargée ».

Mais on sait (1) que la centrifugation dissocie certains agrégats bactériens et qu'elle libère ainsi des microorganismes primitivement incorporés à une colonie. Tout en éliminant du lait certains centres de prolifération microbienne, elle tend donc à en créer de nouveaux dans le liquide épuré. Il est vrai que ceux qu'elle fait disparaître, accolés aux particules solides qu'elle entraîne dans les boues, sont les plus massifs, les mieux protégés et les moins sensibles aux influences défavorables du milieu. Peut-être ceux qui restent, issus surtout de germes dispersés, seraient-ils dès lors moins gênants dans nos fabrications ?

Dans un autre ordre d'idées, on pouvait se demander si le nettoyage centrifuge n'altère en rien les qualités du lait traité. La force centrifuge mise en œuvre pour obtenir l'épuration ne risque-t-elle pas d'ébranler les équilibres physico-chimiques normalement réalisés entre les constituants de ce milieu complexe ? Et n'était-il pas à craindre que celui-ci, se trouvant modifié dans un sens défavorable, nous donnât ensuite à l'emprésurage un caillé manquant d'homogénéité ou d'élasticité ?

A ces diverses questions, l'expérience seule pouvait évidemment donner des réponses satisfaisantes. Encore fallait-il, pour que les réponses aient une portée industrielle, que les expériences fussent conduites dans les conditions de la pratique fromagère. Celles que nous avons entreprises ne s'en sont écartées ni dans leur conception, ni dans leur réalisation et le présent mémoire le montrera. Elles n'en ont pas moins servi de point de départ à des études bactériologiques qui feront l'objet d'une publication ultérieure.

L'épuration des laits par tamisage et centrifugation

Dans toute la région de l'Est-central de la France, il est d'usage que le lait soit apporté à la fromagerie immédiatement après la traite et non filtré. Le tamisage se fait à la réception et, d'après la proportion d'impuretés qui restent sur le tamis métallique à mailles serrées du « pèse-lait », le fromager apprécie le soin apporté à la traite par chaque fournisseur. Nous n'avons pas modifié cette coutume à Poligny.

Le nettoyage centrifuge a été obtenu dans toutes nos expériences

(1) HARRISSON : *Revue Générale du lait*, 1903. — HEINEMANN, LUCKARDT et HICKS : *The Journal of Infectious Diseases*, 1910. — MAC INERNEY : *Bulletin* 389 de Cornell University Agric. Exp. St., 1917.

au moyen d'un appareil débitant 2.000 litres à l'heure et tournant à 4.500 tours à la minute. Cet appareil, dont le fonctionnement nous a toujours donné satisfaction, était de marque *Alfa-Laval*. Il avait été gracieusement mis à notre disposition par cette firme, que nous sommes heureux de pouvoir remercier ici de sa complaisance.

Le mélange des laits du soir mis, après tamisage, au rafraîchissoir où ils passaient la nuit, avec les laits reçus chauds le lendemain matin, atteignait régulièrement une température voisine de 20°, favorable par conséquent au nettoyage centrifuge.

Essais préliminaires de 1928

Avant de fabriquer une série importante de fromages, il était prudent de procéder d'abord à la fabrication de quelques pièces et de suivre celles-ci jusqu'à maturation, de manière à éviter une perte d'argent importante dans le cas où l'action du nettoyage centrifuge se serait montrée défavorable.

Au printemps 1928, sept fromages furent fabriqués avec du lait de la fromagerie de Poligny préalablement nettoyé par centrifugation.

Les sept fromages fabriqués ont été soignés en cave comme d'habitude et sondés au bout de trois mois. Tous étaient de bonne qualité et présentaient une ouverture moyenne, belle ou très belle.

Nous n'avions donc aucune malfaçon à attendre du nettoyage centrifuge.

Expériences d'août 1929

L'idée directrice de nos recherches étant d'essayer de réagir contre un excès d'ouverture, nos expériences devaient être poursuivies durant la période de l'année où cet accident est le plus fréquent, c'est-à-dire pendant la saison chaude. Nous les avons réalisées au mois d'août.

Le plan des essais était le suivant : tout le lait reçu était, après mélange, réparti à volumes égaux entre deux chaudières. Le lait de la première chaudière était travaillé comme d'ordinaire et devait nous fournir un fromage-témoin. Celui de la deuxième chaudière était traité exactement de la même manière, mais après avoir été préalablement passé au nettoyeur centrifuge. Le chef fromager assurait lui-même les deux fabrications, pour lesquelles il faisait usage de la même présure.

Après deux mois et demi de soins en cave, tous les fromages fabriqués ont été sondés. Aucune différence nette n'a pu être relevée entre les fromages-témoins et ceux qui avaient été fabriqués avec du lait centrifugé. Tous étaient d'excellente qualité et avaient une ouverture régulière, moyenne, ou s'annonçant belle.

Conclusions de nos expériences de 1929. — Nos essais de 1929 ont

donc confirmé, tout en les précisant, ceux de 1928. Ils établissent nettement que le nettoyage centrifuge des laits n'apporte aucune perturbation fâcheuse dans une fabrication où la réussite ne laisse rien à désirer.

D'autres expériences, dans des conditions défectueuses de travail, étaient donc nécessaires pour élucider la question de savoir s'il pouvait y avoir avantage ou non à épurer les laits par centrifugation,

Expériences de 1930

Or, à la fin de 1929, quelques fromages montrèrent une tendance à « charger », c'est-à-dire à produire des yeux en trop grand nombre, mais de forme et de dimension normales.

Les circonstances semblaient favorables à notre étude, aussi l'avons-nous reprise dès le début de janvier 1930.

A cette époque, la quantité de lait disponible ne nous permettait de fabriquer qu'un seul fromage par jour. L'agencement de nos essais fut dès lors le suivant : le fromage était fait un jour sur deux avec du lait passé au nettoyeur centrifuge et il était mis en comparaison avec deux témoins préparés dans les mêmes conditions que lui, mais avec du lait non centrifugé : le fromage de la veille et celui du lendemain).

En mars, nous n'avons fait usage qu'un jour sur trois de lait nettoyé par centrifugation pour fabriquer notre fromage d'étude. Celui-ci était encore comparable au fromage de la veille ou à celui du lendemain.

Le tableau I indique d'une façon détaillée les caractéristiques de nos fabrications d'étude de 1930. Il mentionne en outre l'appréciation portée par un jury de spécialistes sur l'ouverture que présentaient ces fromages au bout de deux à quatre mois de maturation.

L'appréciation « belle », « très belle ouverture » ou « extra » a été donnée à des fromages ayant de 2 à 4 yeux bien développés à la sonde.

L'appréciation « un peu chargée » indique un fromage qui avait des yeux normalement développés et de forme régulière mais en nombre un peu trop grand et n'ayant pas, par suite, la belle ouverture classique.

L'appréciation « chargée » indique des fromages où les yeux étaient très rapprochés les uns des autres.

Les fromages marqués N dans le tableau sont ceux qui ont été fabriqués avec du lait nettoyé par centrifugation.

Conclusions de nos expériences de 1930. — L'examen du tableau I montre que tous les fromages marqués N (sauf un, un peu chargé) ont présenté au sondage une belle ou très belle ouverture. Les fromages-témoins étaient par contre assez souvent un peu chargés ou chargés, donc inférieurs aux premiers sous le rapport de la présentation.

TABLEAU I

Essais comparatifs de fabrication de fromages de Comté avec des laits nettoyés ou non par centrifugation

(Les fromages fabriqués avec des laits passés au nettoyeur centrifuge sont marqués N)

| Dates 1930 | Nos des fromages | Température d'empresurage en degrés | Temps de prise (1) | Durée totale du caillage | Durée du décaillage | Repos | Chauffage | | Brassage après le feu | Ouverture |
|---------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|-------|-----------|---------------|-----------------------|------------------------------|
| | | | | | | | Durée | Degré atteint | | |
| Janvier : 7 | { 38 | 33 | 21 | 42 | 16 | 2 | 30 | 54,5 | 55 | <i>au 1^{er} mai</i> |
| 8 | { 39 N | 33 | 17 | 36 | 21 | 3 | 26 | 55 | 40 | { belle |
| 9 | { 40 | 33 | 25 | 47 | 19 | 3 | 31 | 56 | 46 | { un peu chargée |
| 10 | { 41 N | 33 | 26 | 45 | 16 | 3 | 29 | 54,5 | 41 | { extra |
| 12 | { 43 | 33 | 20 | 38 | 15 | 3 | 30 | 54 | 41 | { chargée |
| 13 | { 44 N | 33 | 25 | 42 | 19 | 4 | 33 | 54,5 | 44 | { très belle |
| 14 | { 45 | 33 | 21 | 40 | 19 | 2 | 27 | 54 | 42 | { un peu chargée |
| 15 | { 46 N | 33 | 23 | 41 | 13 | 2 | 32 | 54 | 45 | { très belle |
| 17 | { 48 N | 33 | 24 | 43 | 16 | 3 | 28 | 54,5 | 36 | { très belle |
| 18 | { 49 | 33 | 21 | 39 | 21 | 3 | 24 | 53,5 | 42 | { un peu chargée |
| 19 | { 50 | 33 | 21 | 37 | 13 | 2 | 26 | 55 | 47 | { un peu chargée |
| 20 | { 51 N | 33 | 21 | 39 | 19 | 3 | 33 | 54 | 41 | { très belle |
| 21 | { 52 | 32 | 26 | 44 | 14 | 3 | 28 | 54 | 35 | { chargée |
| 22 | { 53 N | 32 | 24 | 44 | 15 | 3 | 25 | 54 | 45 | { très belle |
| 23 | { 54 | 33 | 22 | 43 | 14 | 3 | 24 | 55 | 40 | { très belle |
| 24 | { 55 N | 33 | 23 | 39 | 16 | 2 | 26 | 54 | 61 | { extra |
| 29 | { 60 N | 33 | 23 | 39 | 14 | 2 | 24 | 55 | 42 | { extra |
| 30 | { 61 | 33 | 21 | 37 | 12 | 4 | 29 | 54 | 44 | { chargée |
| Février : 20 | { 20 | 33 | 23 | 39 | 14 | 3 | 24 | 54 | 44 | { chargée |
| 21 | { 21 N | 33 | 31 | 47 | 13 | 3 | 25 | 55 | 43 | { belle |
| 27 | { 27 N | 33 | 22 | 47 | 18 | 4 | 25 | 54 | 44 | { belle |
| 28 | { 28 | 33 | 29 | 49 | 15 | 4 | 27 | 56 | 68 | { belle |
| Mars : 3 | { 31 | 34 | 20 | 34 | 15 | 3 | 38 | 55 | 46 | <i>au 10 juin</i> |
| 4 | { 32 N | 34 | 20 | 32 | 14 | 3 | 31 | 55,5 | 58 | { belle |
| 5 | { 33 | 34 | 20 | 32 | 22 | 3 | 29 | 54 | 40 | { belle |
| 6 | { 34 | 34 | 19 | 31 | 13 | 4 | 31 | 54 | 42 | { un peu chargée |
| 7 | { 35 N | 34 | 21 | 35 | 16 | 3 | 47 | 55 | 58 | { belle |
| 8 | { 36 | 34 | 30 | 47 | 15 | 4 | 28 | 54,5 | 59 | { un peu chargée |
| 10 | { 38 | 34 | 30 | 54 | 19 | 2 | 36 | 54,5 | 51 | { un peu chargée |
| 11 | { 39 N | 34 | 25 | 42 | 20 | 3 | 36 | 54,5 | 38 | { belle |
| 12 | { 40 | 34 | 22 | 39 | 18 | 4 | 45 | 53,5 | 46 | { un peu chargée |

TABLEAU I (suite)

| Dates 1930 | N des fromages | Température d'impré- suration en degrés | Temps de prise (1) | Durée totale du callage | Durée du décallage | Repos | Chauffage | | Brassage après le feu | Ouverture | |
|---------------|-------------------|--|--------------------|----------------------------|--------------------|-------|-----------|---------------|-----------------------|-----------|------------------|
| | | | | | | | Durée | Degré atteint | | | |
| Mars : | 13 | 41 N | 34 | 30 | 47 | 21 | 2 | 29 | 55,5 | 54 | au 10 juin |
| | 14 | 42 | 34 | 20 | 36 | 17 | 3 | 36 | 56,5 | 60 | { belle |
| | 16 | 44 | 34 | 21 | 41 | 25 | 4 | 41 | 57 | 54 | { belle |
| | 17 | 45 N | 34 | 22 | 41 | 13 | 4 | 39 | 56 | 54 | { belle |
| | 18 | 46 | 33 | 23 | 34 | 11 | 5 | 28 | 55 | 40 | { un peu chargée |
| | 23 | 52 | 33 | 20 | 41 | 15 | 4 | 41 | 55 | 48 | { belle |
| | 24 | 53 N | 33 | 22 | 37 | 16 | 3 | 40 | 56 | 42 | { belle |
| | 25 | 54 | 33 | 20 | 37 | 16 | 4 | 42 | 57 | 44 | { belle |
| | 26 | 56 | 33 | 23 | 46 | 13 | 2 | 28 | 56 | 24 | { chargée |
| | 27 | 57 N | 33 | 20 | 38 | 18 | 3 | 38 | 54,5 | 34 | { Un peu chargée |
| | 28 | 58 | 34 | 20 | 35 | 14 | 4 | 25 | 57 | 45 | { belle |
| | 29 | 59 | 33 | 25 | 37 | 14 | 3 | 32 | 55 | 44 | { chargée |

(1) Tous les temps sont exprimés en minutes.

Pour rendre plus saisissante cette différence importante, nous avons résumé dans le tableau II les appréciations portées par le jury sur l'ouverture de nos fromages d'expérience en mettant en opposition ceux qui ont été obtenus, d'une part, avec du lait passé au centrifugeur et, d'autre part, avec du lait non centrifugé.

TABLEAU II

Appréciation comparée des fromages fabriqués avec lait passé au nettoyeur centrifuge et lait non centrifugé

| Dates | Fromages fabriqués avec du lait non centrifugé | Fromages fabriqués avec du lait passé au nettoyeur centrifuge |
|----------------------|---|---|
| | Ouverture | Ouverture |
| Janvier-Février 1930 | 11 pièces { 3, belle ou très belle 4, un peu chargée 4, chargée | (1 fromage tous les 2 jours) 11 pièces { belle très belle ou extra |
| Mars 1930 | 14 pièces { 7, belle 5, un peu chargée 2, chargée | (1 fromage tous les 3 jours) 7 pièces { 6, belle 1, un peu chargée |

En récapitulant ces chiffres pour la période de 3 mois envisagée, nous voyons :

1^o que sur 25 fromages fabriqués avec lait non centrifugé, il y en a eu :

10 avec belle ouverture, soit 40 % de très beaux fromages ;

9 avec ouverture un peu chargée et 6 avec ouverture chargée, soit 60 % de fromages laissant à désirer sous le rapport de l'ouverture ;

2^o que sur les 18 fromages fabriqués avec lait passé au nettoyeur centrifuge, il y en a eu :

17 avec belle ou très belle ouverture, soit 94 % de très beaux fromages ;

1 avec ouverture un peu chargée, soit 6 % laissant un peu à désirer.

Ces résultats sont très nets. Au cours de l'hiver de 1930, à un moment où les fromages avaient tendance à produire un trop grand nombre d'yeux, le nettoyage centrifuge du lait nous a permis d'obtenir d'une façon pour ainsi dire constante des fromages présentant une ouverture impeccable et pouvant être considérés comme parfaits, alors que les témoins étaient, dans leur ensemble, nettement trop chargés.

Des constatations de cet ordre intéressent directement la pratique fromagère, car il n'est pas rare, à certaines époques surtout, que les fromages présentent des défauts analogues à celui dont nous avons eu à nous préoccuper et cela, quels que soient les soins apportés à leur fabrication.

Conclusions générales de nos études

Au total, trois années d'études sur le nettoyage centrifuge des laits destinés à la fabrication du fromage de Comté à Poligny, nous ont démontré que, dans les conditions de nos essais :

1^o Le passage préalable du lait à emprésumer dans un nettoyeur centrifuge tournant à la vitesse de 4.500 tours à la minute (appareil *Alfa-Laval*) n'a jamais eu sur l'ouverture des fromages obtenus, aucune répercussion fâcheuse.

2^o Dans une période où nos fromages, tout en restant de bonne qualité marchande, avaient cependant une ouverture trop chargée, le nettoyage centrifuge nous a permis de remédier à ce défaut et d'obtenir régulièrement des fabrications irréprochables.

Nous pensons donc que le nettoyage centrifuge des laits peut rendre de très appréciables services dans l'industrie des fromages à pâte cuite.

Il serait cependant téméraire d'attribuer à cette méthode d'épuration une efficacité à laquelle elle ne saurait prétendre. On ne doit pas oublier en effet qu'elle n'a d'action que sur les germes adhérents

à des particules solides dont la densité est notablement supérieure à l'unité. Elle ne peut dès lors débarrasser un lait des microorganismes libres qu'il renferme, en si grand nombre quelquefois, et notamment de ceux qui manifesteront ultérieurement leur activité néfaste dans les fromages mille trous ou totalement gonflés. En présence d'accidents d'une telle gravité, ce sont d'autres mesures techniques que l'épuration des laits à la fromagerie qui s'imposent.

LA DÉTERMINATION DES EXCRÉMENTS DE LA VACHE DANS LE LAIT (1)

par le Professeur OTAKAR LAXA, Prague

En Tchécoslovaquie, les lois sur les matières alimentaires reconnaissent comme impropres à la consommation les laits qui contiennent des impuretés, mais il faut que celles-ci soient en quantités telles que même un non-spécialiste puisse reconnaître la faute (2). Aucune prescription sur la manière de déceler la qualité des impuretés n'est formulée, mais la couleur noire du dépôt a amené quelques observateurs à considérer les fragments végétaux comme des excréments de la vache, oubliant que plusieurs tourteaux, comme le colza ou le lin, ont aussi une couleur foncée, et que, surtout, la mélasse additionnée au fourrage, colore les fragments qu'on retrouve dans le lait d'une façon telle qu'on peut être amené à les considérer comme des fragments d'excréments. Au contraire, les excréments de la vache, à couleur foncée, qui contiennent des restes de paille et de foin ou des tubercules, se dispersent par l'agitation dans le lait et constituent ensuite des fragments plus clairs, qui, observés à l'œil nu, n'ont plus l'aspect des excréments.

On peut considérer trois caractères permettant la détermination des excréments de la vache :

1° Le principal est la *confusion chaotique des éléments de fourrages différents*. La présence des fourrages originaux dans le lait produit des fragments isolés, propres. S'il s'agit de preuve à apporter devant un tribunal, on ne doit dans aucun cas se baser sur la constatation pure et simple de la couleur des impuretés ou sur la trouvaille de fragments végétaux. Dans ce cas, il faut soumettre ces fragments à une observation plus approfondie. Une bonne remarque à ce sujet consiste dans l'examen de l'espèce de fourrage. La présence de fourrage sec qui peut facilement se disperser, comme le son, les glumes, les farines, le foin, la paille, ne peut être considérée comme provenant des excréments, vu que des fragments peuvent facilement tom-

(1) Cette communication a été antérieurement publiée dans *Zemědělský Archiv*, Praha, 1930, p. 233.

(2) *Codex alimentarius*, II, 1912, p. 317