

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :

- W. DORNER. — Du rôle des bactéries dans le lait destiné à la fabrication du fromage de Gruyère ou d'Emmental 449
- J. PIEN et M. WEISSMANN. — La détermination du pH des caséines lactiques . . . 455
- G. BARTHÉLEMI. — L'organisation du contrôle hygiénique du lait 462
- R. DUJARRIC DE LA RIVIÈRE et N. KOSSOVITCH. — Groupes de laits 474

Revue :

- G. GÉNIN. — Les progrès, en Italie, de la fabrication des fibres synthétiques en partant de caséine 481

Bibliographie analytique :

- 1^o Les livres 484
- 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 488
- 3^o Brevets 519

Bulletin bibliographique :

- 1^o Les livres 524
- 2^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 526

XI^e Congrès international de laiterie (Berlin, 21-28 août 1937) :

- Le rôle des concours laitiers considérés au point de vue de l'élevage et de l'alimentation.
- BRUMMENBAUM et WEISS. — Rapport général I. 529
- J. MACKINTOSH. — Rapport général II. 546

Documents et informations :

- M. BEAU. — La situation laitière 551
- I. PALOHEIMO. — La race bovine finlandaise 553
- Un ouvrage d'une valeur durable (Hommage au Professeur et à Madame Henneberg). 557
- Le nettoyage rationnel de la vaisselle laitière. 558
- Foire-exposition de La Rochelle (4-12 juin 1938) . . . 559
- Concours régional agricole à Rouen (2-5 juin 1938). . . 560
- Exportation de fromages du Danemark vers l'Allemagne 560

MÉMOIRES ORIGINAUX (1)

DU RÔLE DES BACTÉRIES DANS LE LAIT DESTINÉ A LA FABRICATION DU FROMAGE DE GRUYÈRE OU D'EMMENTAL

par le

Docteur W. DORNER

Ingénieur agronome.

Etablissement fédéral d'industrie laitière, Liebfeld.

Directeur : D^r G. KOESTLER.

Tandis que le lait destiné à la consommation en nature et celui qui sert à la préparation de conserves de lait ne peut contenir que

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

des bactéries nuisibles ou indifférentes, le lait de fromagerie doit contenir dans la plupart des cas certains types de microbes, si l'on veut obtenir un bon produit. Il n'a pas été possible d'obtenir jusqu'ici régulièrement du bon fromage de Gruyère ou d'Emmental à partir de lait contenant très peu de bactéries ou de lait pasteurisé. Cela est également vrai pour bon nombre d'autres sortes de fromages. La raison en est que la maturation du fromage se fait par l'intermédiaire de certains microbes ou de leurs enzymes, qui sont dès lors nécessaires pour l'obtention du fromage. La question qui se pose est simplement celle-ci : Les microbes en question doivent-ils être contenus dans le lait naturellement ou peut-on les ajouter plus tard sous forme de cultures ou de ferments.

En théorie, il devrait être possible d'obtenir régulièrement une bonne qualité de fromage en ajoutant les bactéries nécessaires à du lait très pauvre en microbes. Dès lors, le lait de fromagerie pourrait être considéré du même point de vue que le lait de consommation.

En pratique, cela est très difficile. La fabrication du fromage constitue un problème très compliqué dont le mécanisme n'est pas encore entièrement connu au point de vue scientifique. On ne sait pas par exemple si toutes les espèces microbiennes nécessaires à la maturation du fromage de Gruyère ou d'Emmental sont connues. D'autre part, le nombre et la virulence des espèces utiles jouent un grand rôle.

Ces dernières années, on a reconnu que la composition chimique du fromage, spécialement son acidité, avait une grande influence sur le développement de certaines espèces microbiennes dans celui-ci. L'acidité du fromage dépend dans une très forte mesure du nombre et de la virulence de certains types de streptocoques qui agissent rapidement en chaudière et sous presse alors que le fromage est à une température supérieure à 35° C. Même lorsque tous les autres facteurs restent constants, la direction prise par les phénomènes de maturation est fortement influencée par ce premier stage de la fermentation lactique. La quantité et la qualité des cultures ou présures ajoutées au lait est par conséquent un point très important.

Etant donné qu'il faut considérer aussi le côté économique, la question se pose s'il vaut la peine de faire les frais pour obtenir un lait extrêmement pauvre en bactéries dans le but de pouvoir ensuite ajouter les microbes nécessaires. Nous croyons devoir y répondre négativement. On peut donc dire que le lait destiné à la fabrication du fromage de Gruyère ou d'Emmental devrait toujours contenir certains types de bactéries. Le lait de fromagerie peut donc contenir non seulement des microbes nuisibles ou indiffé-

rents comme le lait de consommation, mais aussi des bactéries positivement utiles.

Nous allons essayer maintenant de caractériser la signification des différents types de bactéries du lait et du nombre de ces dernières en nous plaçant à ce point de vue.

Le *facteur nombre* est très important. Tous les microbes à peu près sont nuisibles s'ils sont présents en trop grand nombre dans le lait. Ceci s'applique aussi bien aux bactéries pouvant être considérées comme indifférentes lorsqu'elles ne sont pas trop nombreuses qu'aux microbes nécessaires à la maturation du fromage. Certaines bactéries que l'on considère généralement comme dangereuses peuvent n'avoir pas d'effet si leur nombre est assez petit. Il est par conséquent difficile sinon impossible de classer les microbes du lait dans les trois groupes généralement reconnus des bactéries nuisibles, indifférentes ou utiles. Il existe cependant un nombre restreint d'espèces microbiennes, pratiquement toujours nuisibles, que nous nommons inconditionnellement nuisibles par opposition aux microbes conditionnellement nuisibles, où le nombre ou d'autres facteurs décident si les microbes ont un effet mauvais ou non. L'effet de quelques espèces est cependant assez bien connu pour permettre un jugement et nous allons les passer en revue, groupées selon leur provenance.

a) **Bactéries provenant de la mamelle.**

La plupart des bactéries qui peuvent se développer dans la mamelle sont en soi inoffensives au point de vue fromager. Même l'agent de la tuberculose si dangereux d'autre part est inoffensif tant au point de vue fromager qu'au point de vue du consommateur du fromage. Il semble périr avant que le fromage soit mûr, probablement sous l'action combinée de la température en chaudière et sous presse ainsi que de l'acidité durant la maturation. En effet, l'analyse de très nombreux échantillons par un spécialiste, le Professeur Dr SOBERNHEIM, de l'Institut d'Hygiène de l'Université de Berne, n'a jamais permis de déceler trace de *Mycobacterium tuberculosis* dans le fromage d'Emmental mûr.

Le *streptocoque de la mamelle* n'est pas dangereux en soi. Si le lait de vaches atteintes de cette maladie est réputé impropre à la fabrication du fromage, c'est par suite des modifications d'ordre chimique de la composition du lait qui découlent de la maladie et non des streptocoques qu'il contient.

Les *microcoques de la mamelle* sont, dans la règle, inoffensifs. Certains auteurs (GORINI) estiment qu'ils jouent un rôle favorable dans la maturation du fromage. Pour le Gruyère et l'Emmental, rien ne laisse supposer qu'il en soit ainsi.

L'agent de l'avortement épizootique, le *Brucella abortus* Bang, qui se trouve fréquemment dans la mamelle ne semble jouer aucun rôle direct en fromagerie. Sachant que c'est un microbe très sensible, il n'est pas douteux qu'il périsse dans le fromage de Gruyère ou d'Emmental avant que celui-ci ne soit prêt à la consommation.

On sait que le *Bac. (Escherichia) coli* peut causer un type de mammite, assez rare cependant en Suisse. Il est très probable que dans les cas de ce genre, le lait soit impropre à la fabrication par suite du danger de gonflement par le *Bact. coli*.

Les bactéries du genre *Aerobacter* (type *Aerobacter aerogenes*, soit *Bac. aerogenes*) ne sont pas généralement considérées comme susceptibles de provoquer des mammites. Il ressort cependant d'une communication de STOCKER, que ces bactéries causent assez fréquemment des mammites dans le Sud de l'Allemagne et qu'il en résulte le gonflement de fromages à pâte molle. Nous avons observé à Liebefeld un cas analogue. Le lait d'une vache atteinte d'une mammite fatale, — la bête a dû être abattue d'urgence, — a été mélangé à celui des vaches saines et livré un soir à la fromagerie. Le lendemain, le fromage gonflait. Il gonflait déjà en chaudière, si bien qu'une bonne partie du grain, au lieu de se déposer lorsqu'on eut cessé de brasser, nageait à la surface du petit-lait. A l'examen, ces grains présentaient de petites bulles de gaz, ce qui explique leur poids spécifique moins élevé. Sous presse le fromage s'est mis à sonner presque immédiatement. L'agent du gonflement a été isolé du fromage, puis du liquide extrait aseptiquement de la mamelle malade. Il s'agit d'une bactérie qui ressemble beaucoup à *Aerobacter aerogenes*, mais qui n'est pas identique à ce microbe.

b) Bactéries provenant des excréments de vaches et du fourrage.

Il n'est pas toujours possible d'éviter entièrement la pollution du lait par les fèces des animaux. Etant donné que quelques espèces microbiennes (plus spécialement des microbes sporulés) peuvent passer vivants à travers le tube digestif, la flore bactérienne du fourrage a quelque influence indirecte sur la flore du lait. Elle a aussi une influence directe par les poussières qui tombent souvent dans le lait au cours de la traite.

Les bactéries excrémentielles les plus importantes dans le lait sont le *Bact. (Escherichia) coli*, le *Str. fecalis* et les bactéries propioniques. La première espèce est certainement nuisible. La seconde pourrait jouer un certain rôle, probablement peu important dans la maturation du lait. Les bactéries propioniques sont nécessaires pour le développement de l'ouverture du fromage. Nous savons que la teneur des excréments de vache en bactéries propioniques peut

varier fortement. De même le nombre de ces microbes contenus dans le lait est assez variable. Il est des cas où le nombre de ces bactéries est trop élevé. Il peut en résulter alors une ouverture exagérée du fromage.

Le microbe le plus dangereux provenant des fèces de vaches est le *Bac. amylobacter* ou bacille butyrique qui provoque le gonflement du fromage en cave. On peut presque dire qu'il est nuisible dans le lait en n'importe quelle quantité, puisque KÜRSTEINER a démontré que 5 cellules de ce bacille par kilogramme de fromage (ce qui correspond à 12 kilogrammes de lait environ) suffisaient à faire gonfler le fromage. Même si ce nombre devait être multiplié par un facteur de quelques fois 100, parce que l'on sait qu'un faible pourcentage seulement des cellules du bacille butyrique se développe en milieux de culture pour former des colonies, on pourrait toujours considérer le *Bac. amylobacter* comme inconditionnellement nuisible en fromagerie d'Emmental et de Gruyère. Le plus souvent le bacille butyrique des fèces provient du fourrage ensilé donné aux vaches.

Nous ne connaissons qu'une seule espèce microbienne qui se comporte d'une manière analogue, c'est le *Bact. proteolyticum* qui cause la fermentation secondaire puante ou pourriture grise de Gruyère et de l'Emmental lorsqu'il est contenu dans le lait en quantités de 10 par centimètre cube ou plus. Sa provenance exacte est encore inconnue, mais il est fort possible qu'il se trouve dans les fèces de vache.

Des bactéries sporulées du type *Bac. putrificus* se trouvent fréquemment dans le lait et sont le plus souvent d'origine fécale. Bien que le *Bac. putrificus* soit l'agent d'une vilaine maladie du fromage, la pourriture intérieure ou pourriture blanche, nous le considérons en général comme inoffensif dans le lait. On a démontré que même l'addition d'une quantité importante d'une culture pure de cet organisme au lait de chaudière n'arrivait pas à provoquer le défaut. La pourriture blanche se produit seulement lorsque la composition du fromage permet aux spores toujours présentes dans celui-ci de germer. Le *Bac. putrificus* est le représentant le plus typique des microbes conditionnellement nuisibles.

c) Bactéries provenant des récipients et de l'environnement du bétail.

La plupart des bactéries contenues dans du lait frais ayant une teneur microbienne tant soit peu élevée (par exemple 100.000 par centimètre cube) proviennent dans la règle des récipients à lait (seilles à traire, bidons de transport, réfrigérants ou autres ustensiles) avec lesquels le lait a été en contact. Les espèces les plus fréquentes

provenant de cette source appartiennent au groupe alcaligènes ou à celui du streptocoque lactique. Des microcoques sont également très fréquents. A part cela, on peut rencontrer à peu près toutes les espèces de bactéries dans des ustensiles mal lavés.

On ne sait rien, ni en bien ni en mal, quant à l'action du groupe alcaligènes sur le fromage d'Emmental. Le *Strep. lactis* peut jouer un certain rôle dans la maturation du lait. Etant donné que ces bactéries ne se développent pas à haute température et qu'elles sont aisément tuées par la chaleur, elles n'ont dans la règle aucune action dans le fromage. Si le *Str. lactis* est très nombreux dans le lait, il peut être dangereux. Le *Bact. (aerobacter) aerogenes* est l'agent le plus usuel du gonflement sous presse. Il est donc nuisible. Les microcoques producteurs de présure, sont assez fréquents dans le lait contenu dans des récipients sales. S'ils sont nombreux, on peut les considérer comme dangereux. Certaines espèces forment une sorte de mucilage qui rend la crème filante, sans que cela ait grande importance en fromagerie, car dans la règle, ces microcoques ne peuvent pas rendre filant le petit-lait.

Dans certaines régions, on reprend le petit-lait dans les récipients qui servent à apporter le lait. Cette pratique a une influence certaine sur la flore microbienne de ce dernier. Il peut contenir alors le *Str. thermophilus* et des lactobacilles. Dans bien des cas, la reprise des résidus de fromagerie dans les récipients à lait est favorable, parce qu'elle occasionne l'ensemencement du lait avec ces deux types de bactéries qui sont absolument nécessaires dans la première phase de la maturation du fromage. D'autre part, bien des défauts de qualité de ce dernier proviennent d'un nombre trop grand de ces bactéries.

On a recommandé de ne jamais mettre des résidus de fromagerie dans les récipients de transport du lait. Dans certains cas, il est résulté de cette mesure une amélioration certaine de la qualité du fromage. Dans d'autres cas, il s'est produit le contraire. La raison de ces résultats discordants est de nature quantitative. Lorsque le nombre des bactéries apportées d'une part par le lait et d'autre part par la présure, ou culture, est trop élevé, on obtient une amélioration en éliminant l'ensemencement du lait par les bactéries des résidus. Il est impossible d'indiquer exactement le nombre de ferments lactiques que doivent contenir le lait et la présure pour deux raisons principales, à savoir :

1° Il est très difficile de déterminer exactement le nombre de streptocoques thermophiles contenus dans le lait. Jusqu'ici, c'est en faisant simplement des dilutions sur du lait stérilisé que l'on obtient les plus hauts résultats.

2° La virulence des ferments lactiques est très variable. Un nombre plus petit de cellules d'une souche très active aura autant d'effet qu'un grand nombre de cellules d'une souche peu virulente.

Nous avons démontré tout récemment qu'à l'alpage, la boue qui se trouve autour des chalets contient des bacilles butyriques en grand nombre. Par l'intermédiaire des pieds des animaux et de la couche totalement dépourvue de litière, ces bacilles s'attachent au pelage de la vache et tombent dans le lait lors de la traite. Ils provoquent alors des boursouflures ou « cuites » et dans les cas graves le gonflement butyrique dans sa forme classique.

Conclusions

Le nombre des bactéries joue un rôle très important dans le lait pour la préparation du fromage de Gruyère ou d'Emmental. Les bactéries nuisibles sont plus nuisibles lorsqu'elles sont plus nombreuses et les bactéries utiles sont nuisibles lorsqu'elles sont trop nombreuses.

Il existe cependant des espèces de bactéries nuisibles quel que soit leur nombre ou à peu près. Nous les nommons bactéries inconditionnellement nuisibles. Les deux espèces reconnues comme telles sont le *Bac. amylobacter*, l'agent du gonflement en cave, et le *Bact. proteolyticum*, l'agent de la fermentation secondaire puante.

A l'exception des *Bact. coli* et *aerogenes* quand ils provoquent des mammites, les bactéries pathogènes ne sont pas susceptibles de causer directement des troubles de fabrication lorsqu'on prépare du fromage de Gruyère ou d'Emmental.

LA DÉTERMINATION DU pH DES CASÉINES LACTIQUES

par

JEAN PIEN

Ingénieur-Chimiste (I. C. R.)

Docteur ès Sciences.

Directeur des Laboratoires des
Fermiers Réunis.

M. WEISSMANN

Chimiste

des Laboratoires des
Fermiers Réunis.

Nous avons montré au cours d'études antérieures (1 à 7) comment devait s'effectuer le contrôle chimique des caséines lactiques, comment il convenait d'interpréter les résultats de ce contrôle et quelles doivent être les normes des produits de bonne qualité.

La caséine lactique devant être uniquement constituée par de la protéine pure obtenue par la déminéralisation des phospho-