

dans le sérum lactique durant la période pendant laquelle on les travaille avant le malaxage final.

BIBLIOGRAPHIE.

1. BARTHEL, Chr. — Rôle du *Streptococcus lactis* dans la fermentation du fromage. 6^e Congrès International de Laiterie, 1914.
2. GORINI, C. — Etudes sur la biologie des bactéries lactiques. *Journal of Bacteriology*, 7 (2), 271, 6, 1922.
3. LEITCH, R.-H. — D'une espèce de *Streptococcus lacticus* produisant une odeur de brûlé dans le lait. *U. of Scotland Research Bulletin*, 1918.
4. SADLER, W. — Note sur un organisme produisant un goût de lait brûlé. *Centbl. f. Bakt.*, 2, Abt. 29, I, 1911.
5. HAMMER, B.-W. et BAILEY, D.-E. — Production en acides volatils des levains et des organismes qui en sont isolés. *Research Bulletin*, 55, Iowa Agric. Experiment. Station. 1919.
6. AVERS, S.-H. et MUDGE, C.-S. — Deux organismes d'un levain commercial. *J. Dairy Science*, Volume IV, N^o 3, p. 240, 1921.
7. STORCH, V. — Nouvelles recherches sur la fabrication des cultures lactiques. 102^{de} Beretning fra Frsgslaboratoriet, 1919.
8. BOEKHOUT, F.-W.-S. et OTT DE VRIES. — Générateurs d'arôme dans la fermentation de la crème. *Centbl. f. Bakt.*, Abt. 2, 49, 373, 1919.
9. HAMMER, B.-W. — Sources du parfum dans le beurre. *Research Bulletin*, 67. Iowa Agr. Exper. Station, 1921.
10. CONN, H.-W. — Les bactéries en laiterie. 6th Ann. Rep. Stow Agric. Exper. Station, 1893.

LES MALADIES DU GRUYÈRE CONSIDÉRÉES DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA TECHNIQUE DES FABRICATIONS.

Etude particulière de la putréfaction des fromages cuits (1).

par M. G. GUITTONNEAU,

Directeur de la Station centrale d'Agronomie et du Laboratoire de Recherches laitières
de Poligny à l'Institut des Recherches agronomiques.

La Société d'Encouragement à l'Industrie laitière. dans la personne de M. Guy Moussu, son Secrétaire général, m'a demandé de venir faire ici, une conférence sur les « Maladies du Gruyère ».

J'ai vu là une occasion de retrouver, à Annecy, beaucoup d'excellents amis, et je tiens à remercier la Société d'Encouragement à l'Industrie laitière, autant pour cette agréable occasion qu'elle m'a

(1) Rapport présenté au Congrès national de laiterie, à Annecy, le 23 septembre 1924.

procurée, que pour l'honneur qu'elle m'a fait en me confiant une tâche aussi délicate.

Aperçu général sur les défauts et les maladies du Gruyère. — Il serait bien difficile, en effet, d'aborder en une seule conférence la question des « Maladies » du Gruyère, sujet beaucoup trop vaste si l'on veut entendre par là tout ce qui a trait aux défauts de nature à déprécier la valeur marchande de ces fromages. Le terme de « Maladies » manque peut-être un peu de précision.

Ce terme correspond cependant à quelque chose dans l'esprit des fabricants et DUCLAUX, en l'introduisant dans la Science, vers 1887, a mentionné qu'il s'appliquait au cas où interviennent « les infiniment petits, autres que ceux qui font la maturation ».

En adoptant cette définition, je puis tout de suite écarter du cadre de mon étude certains accidents dûs seulement à un manque de soins, tels que l'envahissement des gerçures humides par des larves de mouche, ou la désagrégation des croûtes trop sèches par les *cirons*, petits acariens qui ne résistent pas aux « frottages » à l'eau salée.

L'*éraillure*, la *lainure*, la *gerçure* sont des défauts imputables à un manque de plasticité et d'élasticité de la pâte, à un moment où celle-ci se trouve soumise à certaines actions mécaniques, comme celles qui résultent de toute variation dans la pression des gaz accumulés, en divers centres de dégagement, à l'intérieur des meules. Ces gaz sont produits par la fermentation du lactose et des lactates qui en dérivent, et ces éléments, en solution dans le sérum, se séparent avec lui du fromage, au cours de l'égouttage.

Une grande souplesse du caillé celui-ci rend sans doute particulièrement propre au développement de l'ouverture, lors de la *fermentation principale*. Mais cette souplesse s'allie en lui à une consistance gélatineuse qui, en s'accroissant trop, devient un obstacle au bon égouttage. Les fromages retiennent alors trop de principes fermentescibles et l'on a à redouter des *gonflements* d'aspect et de gravité divers. Lorsque les gonflements se produisent tardivement, dans des meules dont la pâte a perdu toute élasticité, la *lainure* en est une conséquence inévitable.

L'étude du mécanisme intime de la fabrication montre fort nettement, comme l'a déjà fait remarquer DUCLAUX, que la plasticité et l'imperméabilité du caillé sont surtout sous la dépendance de l'*action de la présure*, tandis que sa perméabilité et sa friabilité apparaissent au cours de son *acidification lactique*. D'un défaut d'équilibre entre ces deux facteurs normaux de la fabrication résultent donc les accidents que je viens de mentionner, et leur étude, envisagée sous ce

jour, est particulièrement intéressante. Il m'est malheureusement impossible de l'entreprendre ici parce que le temps me manque et, aussi, parce que j'ai adopté des maladies une définition qui me trace un programme duquel je ne veux pas m'éloigner.

L'action mesurée des microorganismes producteurs de gaz est le troisième facteur élémentaire de toute bonne fabrication. Le développement exagéré de ces microorganismes représente, nous l'avons vu, la cause immédiate des gonflements dont j'ai précisé d'autre part la cause originelle la plus commune, qui réside dans une action insuffisamment poussée de l'acidification lactique.

On n'est pas encore parfaitement fixé sur la nature véritable des espèces vraiment utiles qui concourent à la formation des « yeux » dans les fromages de première qualité. Les travaux de DE FREUDENREICH [2] et de O. JENSEN [3] semblent bien montrer, cependant, que ce sont des ferments propioniques qui, s'attaquant aux lactates, mettent en liberté CO_2 . Ce que l'on sait beaucoup mieux, c'est que des espèces fort communes de microorganismes producteurs de gaz, se rattachant aux groupes des *Bacillus lactis aerogenes* et du *Bacterium coli*, peuvent déterminer dans les fabrications, lorsqu'elles s'y trouvent introduites en nombre important, des accidents fort graves comme les gonflements précoces des fromages dits « mille trous », et le développement de mauvais goûts, en particulier d'une amertume très marquée.

Le *B. coli* et le *B. lactis aerogenes*, hôtes habituels de l'intestin des animaux, du fumier et de la terre, sont des agents véritables de maladies.

Ces germes se trouvent introduits dans le lait, au cours de la traite et dans les premières manipulations qu'il subit, en nombre d'autant plus grand que sont moins bien observées, à la ferme, les règles de l'hygiène. Ils prolifèrent ensuite dans cet excellent milieu de culture, d'autant mieux que celui-ci est maintenu à une température qui leur est plus favorable, c'est-à-dire plus voisine de 37-38° C.

On sait aujourd'hui que l'épreuve de fermentation (lacto-fermentateur), révèle facilement la présence de ces germes indésirables dans les diverses fournitures faites à la fromagerie, et que cette épreuve rend ainsi possible une surveillance des fournisseurs qui devient efficace lorsqu'elle est judicieusement exercée.

Si on y adjoint l'épreuve de réductase, on peut se faire une idée suffisamment exacte de la pureté bactériologique des laits et entreprendre une campagne générale de propreté, première base de toute amélioration en industrie fromagère. J'ai indiqué ailleurs [4] dans quel esprit pourrait être menée une telle campagne.

Lorsque le lait mis en œuvre est aussi propre que possible, un

facteur considérable de propreté prend place à la fromagerie. Mais la maîtrise absolue du travail est évidemment le but à atteindre en industrie. Or, il n'est possible d'éviter les accidents de la fabrication d'une manière générale, et les maladies des fromages en particulier, que par l'application de certaines *règles empiriques*, bases d'une *technique* qui, à la lumière des connaissances acquises depuis une cinquantaine d'années, peut tendre, aujourd'hui, à devenir *rationnelle*.

C'est souvent pour avoir négligé, dans l'application de ces règles techniques, quelques détails dont l'importance ne lui apparaît pas faute d'en comprendre le sens, que le fromager doit enregistrer des échecs qui se traduisent, en fin de compte, par des pertes importantes pour l'entreprise qu'il exploite.

Il serait facile de montrer qu'il en est ainsi chaque fois qu'une maladie se généralise dans une fromagerie et que c'est, en somme, en raisonnant la technique qu'on raisonne le traitement des maladies, tout comme les moyens d'éviter une malfaçon quelle qu'elle soit. Mais je préfère me restreindre à un exemple précis, sur lequel je veux maintenant m'étendre avec quelques détails.

Il me semble particulièrement opportun de choisir ici, pour cette étude, une maladie qui n'a fait parler d'elle que depuis peu de temps et sur laquelle les manuels techniques n'ont pas encore attiré l'attention, c'est celle de la *putréfaction du Gruyère et de l'Emmenthal*.

La maladie de la putréfaction du Gruyère et de l'Emmenthal. Ses caractères, sa nature. — Au cours de ces deux dernières années, on a signalé cette maladie un peu dans tous les pays producteurs de Gruyère et d'Emmenthal.

En octobre 1923, l'*Institut des Recherches agronomiques* me confiait une mission pour étudier la question sur place, dans les régions atteintes et au laboratoire, à l'Institut national agronomique. Je n'eus aucune peine à déterminer la nature du mal et le mécanisme de son évolution et, dès le 2 novembre 1923, je pouvais adresser, à ce sujet, à M. le Directeur de l'Institut des Recherches agronomiques, un rapport détaillé auquel j'emprunte la presque totalité de l'exposé qui va suivre.

Les tares débutent, plusieurs semaines après la fabrication, par de petits noyaux dont la couleur blanchâtre indique une réduction des principes colorants de la pâte. Ces noyaux apparaissent dans les fromages, le plus souvent vers la partie centrale des meules et plus rarement à proximité de leur surface,

La caséine des parties atteintes subit progressivement une décomposition qui aboutit à sa liquéfaction plus ou moins complète.

Cette transformation de la matière azotée, à laquelle peuvent d'ailleurs se joindre d'autres fermentations du lactose ou des lactates, s'accompagne d'un dégagement, souvent important, de gaz qui forment, dans la pâte, des cavités atteignant parfois de grandes dimensions. La pression des gaz ainsi emprisonnés est suffisante, dans certains cas, pour provoquer une projection de la substance liquéfiée, lors des sondages.

Au cours de ces altérations se développe une odeur rappelant celle des Munster et des Livarot de mauvaise qualité. L'odeur produite diffuse dans les parties du fromage voisines du point malade, et elle constitue, peut-être, le symptôme le plus net qui révèle l'avarie à ses débuts.

Les noyaux infectés s'étendent progressivement et, s'ils finissent par se rejoindre, toute la partie centrale de la meule devient translucide et se solubilise petit à petit.

Cet ensemble de caractères permet de diagnostiquer une *putréfaction* produite par des microorganismes obligatoirement ou facultativement anaérobies.

En culture profonde, sur gélose Veillon, j'ai pu, en effet, isoler de divers fromages atteints, le *Bacillus putrificus* de BIENSTOCK, et quelques espèces très voisines du *Bacillus bifermentans sporogenes* de TISSIER et MARTELLY [5]. Je n'ai pu identifier le *Bacillus perfringens* de VEILLON et ZÜBER, mais cela ne veut pas dire que ce microbe n'intervienne jamais dans la maladie.

Sur gélose, en surface, j'ai vu pousser diverses espèces analogues à celles que TISSIER et MARTELLY [6] ont trouvées dans la putréfaction de la viande.

En Suisse, l'Etablissement fédéral du Liebefeld a poursuivi, de son côté, l'étude de la maladie qui nous intéresse. Voilà quelques semaines, j'ai demandé à M. le Professeur BÜRRI de vouloir bien me transmettre les résultats obtenus au cours de cette étude, afin de pouvoir les communiquer ici. M. le Professeur BÜRRI me répond, à la date du 3 Septembre 1924, que « la putréfaction des fromages est sans doute produite directement par les bacilles de la putréfaction (*B. putrificus*). » Il m'indique, en outre, quelles sont les conditions qui, à son avis, peuvent favoriser l'évolution de cette putréfaction. Les indications fournies étant en tous points identiques aux conclusions de mon rapport du 2 novembre 1923, elles se trouveront formulées par la suite même de mon exposé.

Je tiens à remercier ici l'éminent Professeur BÜRRI de sa complaisance désintéressée, bien connue, d'ailleurs, de nombre d'industriels français.

La propagation des germes putréfiants en fromagerie.— Les germes de la putréfaction sont toujours présents dans la fromagerie. Il y en a souvent dans le lait, où les apporte le fumier, surtout lorsque la traite n'est pas effectuée proprement. Ils se trouvent normalement sur les caillettes, en grand nombre lorsqu'elles sont mal conservées. Tout débris de matière albuminoïde en voie de décomposition en est richement peuplé.

Les fromages malades eux-mêmes sont des foyers d'infection. L'habitude qu'on a quelquefois prise de les faire débiter à la fruitière, pour la vente sur place, est tout à fait néfaste. Les fromagers, après avoir manipulé les pièces en putréfaction vont, en effet, plonger leurs mains dans les présures et dans le lait des chaudières, où ils apportent ainsi des quantités considérables de germes dangereux.

La sonde, après avoir touché les noyaux malades d'un fromage, peut de même transporter les germes de la maladie dans les parties saines de la même pièce ou des pièces voisines.

Il est donc incontestable que la *méconnaissance des règles de l'hygiène* puisse favoriser la propagation du mal.

Il y a grand intérêt à ne pas laisser proliférer les germes putréfiants dans les locaux où doivent être travaillés le lait et les fromages. Les nettoyages consciencieux de ces locaux et du matériel en éliminent un grand nombre. C'est donc dans les fruitières les plus mal tenues que la maladie persistera le plus facilement. Mais cela ne suffit pas à expliquer son apparition.

Puisque, en effet, quelles que soient les précautions prises, le fromage renferme toujours des germes putréfiants apportés par le lait ou par les caillettes, ceux-ci s'y développeraient toujours et l'altération putride serait la règle en fromagerie, si le jeu même des fermentations ne venait pas modifier l'évolution de cette désagrégation normale de la matière organique, à laquelle, en dernière analyse, tous les albuminoïdes sont inévitablement voués dans la nature.

La fermentation lactique antagoniste de la putréfaction. — Or, les ferments lactiques sont les microorganismes les mieux adaptés à l'excellent milieu nutritif que constitue le lait. Dans les conditions ordinaires, ce sont eux qui y prolifèrent le plus vite ; ils le peuplent donc rapidement et se retrouvent dans tous les produits qui en dérivent et, en particulier, dans les fromages.

L'acide lactique élaboré par ces ferments aux dépens du lactose est un véritable antiseptique pour le plus grand nombre des germes putréfiants. Les ferments lactiques paralysent, en outre, par leur active multiplication, le développement des espèces dangereuses les mieux douées pour résister à l'acidité et celles-ci, le plus souvent, finissent par s'éteindre.

Cette action paralysante de l'acidité du milieu sur l'évolution de la putréfaction est un fait d'observation fort ancienne. Elle a été mise à profit dans l'ensilage acide, dans la fabrication de la choucroute et dans la conservation de la viande au moyen du vinaigre.

D'une manière plus précise, BIENSTOCK a indiqué, en 1899, l'action antagoniste du *B. coli* sur le développement du *B. putrificus*, lorsque ces deux organismes sontensemencés ensemble dans du lait. TISSIER et MARTELLY [7] ont établi que cette action antagoniste n'était autre qu'une action acidifiante et que l'acidification d'un milieu y arrêtaît toujours la multiplication des bactéries de la putréfaction.

On sait, d'autre part, que METCHNIKOFF a songé à tirer parti de cet antagonisme pour entraver les putréfactions intestinales, causes d'une intoxication lente de l'organisme, par l'action des ferments lactiques absorbés sous la forme de laits aigris [8].

Il n'est donc pas douteux que l'acidité du caillé le protège contre la putréfaction et, mieux qu'elle encore, son *acidification* progressive par les ferments lactiques. Le fait a d'ailleurs été vérifié directement par BÜRRI et KÜRSTEINER, en 1909, dans des expériences, de caractère à la fois scientifique et industriel, dont le but véritable était de démontrer que les bactéries anaérobies de la putréfaction (*B. putrificus*), toujours présentes dans le fromage d'Emmenthal, ne jouent aucun rôle dans sa maturation normale [9].

Les ferments lactiques dans la fabrication du Gruyère et de l'Emmenthal. — A la faveur de l'ancien usage qui consiste à laisser « mûrir » une partie du lait devant entrer dans la fabrication des fromages, une multiplication des ferments lactiques et une acidification plus ou moins sensible s'y produisent, bienfaisantes au point de vue qui nous intéresse, comme à d'autres encore sur lesquels je ne puis insister ici.

Il est aujourd'hui possible, grâce à l'*écrémage centrifuge*, de travailler la totalité du lait, dès sa réception, sans qu'il paraisse utile d'en abandonner aucune partie à l'*écrémage spontané*, dans la chambre à lait. Cette manière d'opérer, supprimant la maturation ne constituerait donc nullement une *amélioration en fromagerie*, bien au contraire. Il est même très important de veiller à ce que la température du lait, au cours de « maturation », ne s'abaisse pas au-dessous de 12-13°.

De nombreuses recherches ont, en effet, montré qu'au dessous de 10°, les ferments lactiques se multiplient très péniblement, tandis que d'autres espèces microbiennes, et en particulier certains putréfiants, continuent à se développer. Ces faits résultent, entre autres, des travaux de CONN et ESTEN [10], ARTHUR WOLF, LUXWOLDA [11], et

O. JENSEN, sur l'évolution de la flore microbienne du lait aux diverses températures qu'il est susceptible d'atteindre dans la pratique courante.

Cependant l'acidification du lait ne peut être que fort peu poussée pour la fabrication du Gruyère et de l'Emmenthal, sous peine de provoquer certains accidents auxquels j'ai fait allusion au début de cette étude.

D'autre part, le chauffage du caillé, assez prolongé et poussé parfois jusqu'à 60°, en constitue une véritable pasteurisation, capable de détruire nombre de germes gênants, comme aussi de tuer ou d'affaiblir considérablement les espèces de ferments lactiques qui prolifèrent le mieux dans les conditions ordinaires.

Les praticiens ont été conduits à insister d'autant plus sur le chauffage, qui provoque une rétraction de la caséine et un véritable essorage du grain, que celui-ci se ressuie moins facilement. C'est ainsi qu'une insuffisance de l'action acidifiante, donc perméabilisatrice, des ferments lactiques peut, dans une certaine mesure, être compensée par une action plus poussée de la chaleur. Une pareille substitution présente les plus sérieux inconvénients, car, non seulement elle masque momentanément l'insuffisance du facteur acidification, essentiel pour toute la suite du travail, mais encore elle a une tendance à trop affaiblir les ferments lactiques ordinaires, agents actifs de cette acidification.

Pour BÜRRI et KÜRSTEINER [12], certaines observations relevées dans diverses fromageries et confirmées par quelques expériences directes, faites au Liebefeld, sembleraient bien indiquer, qu'en effet, un chauffage exagéré du fromage, dans la chaudière, le prédispose à la putréfaction.

Ce chauffage, quel qu'il soit dans la pratique, laisse subsister certains organismes particulièrement résistants à l'action de la chaleur, et beaucoup de putréfiants sporulés sont du nombre. Du nombre aussi, bien que non sporulés, sont les *ferments lactiques thermophiles* ceux-ci peuvent ensuite se développer à l'aise dans le caillé et, dont la température tombe lentement, sous presse, pendant les vingt-quatre heures qui suivent sa sortie de la chaudière, de 50 à 35°, tout au moins dans la partie centrale des meules. DE FREUDENREICH [13] et O. JENSEN [14] ont mis en évidence toute l'importance du rôle de ces ferments lactiques thermophiles, et en particulier du *Thermobacterium Helveticum*, dans la fabrication de l'Emmenthal.

Mais il existe également certaines espèces de ferments lactiques non thermophiles, résistant à un chauffage modéré, qui, restant actives à de plus basses températures, favorisent la fin de l'égouttage et poursuivent en cave, pendant plusieurs semaines, leur action.

acidifiante. J'aurai sans doute à revenir sous peu sur ces organismes intéressants.

Retenons seulement ici que tous ces ferments lactiques, et en particulier les thermophiles, sont les véritables agents de la défense du caillé contre les putréfiants. Or, ils ne se trouvent normalement dans le lait, si « mûr » qu'il puisse être, qu'en nombre très insuffisant. Il est donc essentiel de les introduire dans la fabrication sous la forme d'un *levain*.

Les levains lactiques dans la fabrication du Gruyère et de l'Emmenthal. — L'idéal serait évidemment de préparer ces levains lactiques sur lait stérilisé, en partant de cultures pures de *ferments sélectionnés*, de les ajouter en proportion convenable au lait de la chaudière et d'utiliser, pour l'emprésurage, des extraits liquides de présure commerciale, extrêmement pauvres en germes lorsqu'ils sont de bonne qualité. C'est là une technique préconisée par O. JENSEN depuis longtemps déjà [15] et qui, d'après les renseignements qu'a bien voulu me communiquer cet aimable savant, donnerait depuis plusieurs années, les meilleurs résultats au Danemark, en Suède, en Finlande et aux Etats-Unis. Quelques industriels français semblent avoir tenté de suivre ce brillant exemple.

Dans la pratique courante, ce sont les macérations de caillettes dans la recuite ou dans le petit-lait, utilisées pour l'emprésurage, qui constituent les levains lactiques. On les obtient dans un état de pureté très satisfaisant quand on prépare avec soin les macérations à la « *recuite* », qui est pratiquement stérile, dans des récipients bien désinfectés par une ébullition prolongée ou par javellisation, et qu'on ensemence ces macérations avec des *ferments sélectionnés*. Si les « *cultures* » ainsi préparées sont maintenues à une température favorable (30° C), les ferments qu'on y a introduits prolifèrent activement et font disparaître les espèces concurrentes, en particulier les microorganismes apportés par les caillettes.

Cette méthode de travail a aujourd'hui fait ses preuves en Suisse et, de l'aveu d'un grand nombre de fabricants qui y ont eu recours lorsqu'ils ont voulu se défendre contre la putréfaction, elle a rendu à l'industrie fromagère de ce pays des services considérables. L'établissement du Liebfeld fournit aux fromageries les cultures pures des ferments à utiliser.

Chacune des deux méthodes précédentes permet au praticien averti et soigneux de rendre ses fabrications à peu près indépendantes les unes des autres. Faisant appel dans chaque opération à des organismes choisis, il n'a aucun besoin, en effet, de ceux qui se sont développés dans l'une d'elles pour assurer le succès de la suivante.

C'est là un avantage considérable dans toute lutte entreprise contre les maladies à allure épidémique.

Il est loin d'en être ainsi lorsque le fromager s'en tient aux usages qu'a consacrés la pratique. Mais ces usages, quand on les comprend bien, peuvent cependant conduire à de bons résultats dans la plupart des cas.

J'ai dit que la recuite est pratiquement stérile. En effet, le chauffage en milieu acide, jusqu'à une température voisine de 100°, auquel on a recours pour « trancher », ne laisse vivant à peu près aucun des germes microbiens présents dans le liquide, que ces germes proviennent du petit-lait ou de l'aisy dont on l'additionne.

Aussi a-t-on souvent prétendu que la préparation des présures à la recuite, faite sans le secours d'aucun ensemencement méthodique, suivant les simples données d'un empirisme séculaire, donne de sérieuses garanties de réussite dans toute lutte entreprise contre les accidents microbiens de la fabrication.

Malheureusement, la recuite stérile qui est, en effet, incapable de transmettre par elle-même aucun mauvais germe, ne peut non plus propager les bons. Si elle se peuple toujours des ferments lactiques utiles, grâce auxquels son emploi assure généralement la réussite du travail, c'est que les germes de ces ferments y sont fortuitement apportés par les mains du fromager, les récipients qui contiennent les présures, ou tout autre objet de la fromagerie avec lesquels elles entrent en contact. Les ferments lactiques pullulent, en effet, sur tout ce qui a touché au lait, et le travail même de la fruitière sélectionne les espèces qui s'adaptent le mieux à ses besoins.

Dans de telles conditions, il est clair qu'on doit en rabattre sur l'efficacité du « travail à la recuite ». Le hasard des ensemencements fait bien les choses, en général, mais il reste cependant un hasard, et rien ne garantit qu'il ne pourra pas devenir, dans certains cas, favorable à la propagation d'espèces microbiennes indésirables.

Ce qui reste en faveur de la recuite, c'est que, ayant une réaction acide, elle se défend déjà par elle-même contre l'envahissement des putréfiants, dès le début de la macération. L'aisy, indispensable à sa préparation, représente, d'autre part, dans la fromagerie un centre de pullulation de ferments lactiques thermophiles et ceux-ci, par les voies indirectes que j'ai indiquées, passent d'autant plus sûrement dans les fabrications qu'ils sont plus répandus dans le milieu ambiant.

Le petit-lait, employé pour la préparation des présures, y apporte tous les germes utiles puisqu'il contient les mêmes espèces que celles qui restent vivantes dans le fromage. C'est donc, dans des conditions normales, un excellent agent de travail.

On peut lui reprocher de propager, d'un fromage au suivant, les mauvaises espèces au même titre que les bonnes, et de rendre ainsi, au plus haut point, les fabrications solidaires les unes des autres. Il pourrait donc, dans les conditions qui nous intéressent particulièrement ici, représenter un agent de transmission des putréfiants si on ne veillait pas à ce que l'acidification de la macération se développe rapidement et normalement.

Mais nous savons que les caillettes, de leur côté, apportent ces germes dans les présures et ce qui importe avant tout, c'est d'entraver leur développement en favorisant la fermentation lactique dans la macération. On y parvient surtout en maintenant cette macération à une température sensiblement constante et voisine de 30°.

Le degré d'acidité atteint par le levain lactique que constituent ces présures, dites « naturelles », présente d'ailleurs, au point de vue de l'ensemencement du caillé, une importance considérable, sur laquelle il me faut maintenant m'arrêter.

L'ensemencement lactique du caillé par les macérations de caillettes.

— L'acidification de la macération de caillettes dans la recuite ou dans le petit-lait correspond, en effet, à l'activité vitale des ferments lactiques, et elle est en relation étroite avec la multiplication de ces organismes.

On peut pratiquement admettre que, jusqu'à 100-150° D., il y a, entre l'acidité d'une présure et le nombre de ferments lactiques qu'elle renferme dans un volume donné, une relation assez étroite pour qu'on puisse prendre pour mesure de la seconde grandeur, difficile à déterminer, celle de la première qui s'obtient avec un extrême facilité.

Or, il ne suffit pas d'ensemencer en ferments lactiques le lait de la chaudière, il faut encore que le nombre de germes qu'on y introduit soit suffisant pour que le caillé en reste convenablement peuplé, l'égouttage une fois terminé.

Il est évident que le nombre des ferments apportés par la présure, au caillage, est proportionnel au volume qu'on emploie de cette présure. Nous venons de voir qu'il est aussi proportionnel à son acidité. On peut donc arriver à des ensemencements équivalents en employant beaucoup moins de présure très acidifiée que de présure peu acidifiée.

Les présures fortes sont celles qui coagulent rapidement le lait. Leur force coagulante dépend de leur richesse en diastase (chymosine), pratiquement déterminée par le poids de caillettes que l'on fait macérer dans un volume donné de recuite ou de petit-lait et, aussi, par le temps que dure cette macération. Elle dépend également de

leur acidité qui favorise considérablement l'action de la diastase. Mais, il importe d'établir une distinction entre ces deux facteurs agissant ici dans le même sens, chacun d'eux ayant, par ailleurs, une signification qui lui est propre.

Pour obtenir la coagulation du lait en un temps convenable, on employait autrefois dans la fabrication du Gruyère des doses élevées (voisines de 1 ‰) de présures relativement peu riches en diastase. Le levain lactique était alors toujours copieux et l'on pouvait, sans inconvénient, se contenter pour ces présures d'une acidification assez faible, surtout lorsqu'on travaillait des laits déjà acides eux-mêmes.

Dans la fabrication des grosses pièces, genre Emmenthal on a, aujourd'hui, une tendance, justifiée d'ailleurs, à employer, à de très faibles doses (1 à 2 ‰) des présures très riches en diastase. Le levain lactique qu'elles représentent ne peut être suffisant que si elles sont *fortement acidifiées*. C'est surtout pour la préparation de ces présures fortes qu'il est essentiel de maintenir à un degré convenable la température des macérations de caillettes. Pour y parvenir plus commodément et plus sûrement, les Suisses font maintenant un usage à peu près constant des étuves, dans l'Emmenthal tout au moins. On ne saurait trop conseiller à tous les fabricants de suivre leur exemple.

Il n'est pas douteux, en effet, que, dans beaucoup de cas, les présures fortes, insuffisamment acidifiées et employées sous un faible volume, ont été une des *causes essentielles* du développement de la putréfaction.

Si ce n'est jamais impunément qu'on peut négliger l'ensemencement lactique du caillé, la faute la plus lourde qu'on puisse imaginer consiste à employer les *extraits de présure commerciaux*, extrêmement pauvres en germes microbiens ainsi que je l'ai déjà dit, et où ne subsistent généralement que quelques putréfiants, *sans y adjoindre un levain lactique suffisant*. On m'a signalé que, dans certaines fromageries, les accidents avaient débuté alors que cette faute était justement commise.

De même, on conçoit sans peine que tout noyau de matière albuminoïde étranger à la substance même du fromage, et enrobé dans sa masse, soit capable d'échapper à l'acidification lactique et devienne infailliblement le siège d'une putréfaction. Celle-ci alcalinise les couches voisines de la pâte qui s'altèrent à leur tour, et l'avarie progresse ainsi de proche en proche. Les *cadavres d'insectes*, que le fromager, par négligence, laisse s'incorporer au caillé au cours du travail, produisent de tels centres d'infection. Pour cette raison, il n'est pas rare de trouver un cadavre de mouche ou d'araignée au centre d'une

caverne putride. Un *fragment de caillette* peut provoquer des accidents analogues. Il est donc essentiel de *tamiser* soigneusement les présures avant de les employer.

Directives générales des mesures à prendre pour lutter contre l'infection putride. — J'ai indiqué avec assez de détails les circonstances de nature à favoriser la putréfaction du Gruyère et de l'Emmenthal, pour qu'apparaissent d'elles-mêmes les mesures qui s'imposent dans la lutte à entreprendre contre cette maladie.

Je me bornerai donc à dégager de l'exposé précédent une vue d'ensemble sur les directives qui peuvent servir à coordonner ces mesures :

1° Il faut, avant tout, ne jamais perdre de vue que l'*acidification lactique* est le véritable remède dont on dispose, en fromagerie, pour lutter contre la putréfaction. C'est au fromager de savoir ne pas contrarier cette fermentation bienfaisante, par exemple, par un chauffage exagéré, du fromage, dans la chaudière, et de la favoriser jusqu'à la limite même où son action, devenant excessive, gênerait la fabrication.

On favorise la fermentation lactique en favorisant la bonne maturation du lait, en veillant à ce que les présures s'acidifient rapidement et en employant, pour l'emprésurage, une *quantité suffisante de présure suffisamment acidifiée*.

2° En laiterie, comme ailleurs, chaque fois qu'on veut lutter contre une maladie à allure épidémique, on est conduit à entreprendre une désinfection aussi radicale que possible des locaux et du matériel. En poussant jusqu'à son extrême limite ce souci d'éviter les contagions, on en vient logiquement à essayer de rendre les diverses fabrications aussi indépendantes que possible les unes des autres, et c'est après chacune d'elles qu'on pratique alors, méthodiquement et régulièrement, une telle désinfection. Celle-ci ne peut être obtenue qu'en ayant recours à diverses actions antiseptiques, en particulier à celle de la chaleur et de l'eau javellisée. Dans un récent travail, j'ai donné à ce sujet quelques précisions techniques fondamentales [46].

Quelles qu'elles soient, d'ailleurs, les actions antiseptiques tendent à détruire, en même temps que les germes nuisibles, ceux qui assurent la bonne marche du travail. Lorsqu'on a détruit ces ferments utiles, il est donc nécessaire de les apporter à nouveau dans la fabrication. Il importe de ne jamais perdre de vue que toute mesure de désinfection appelle ainsi, comme complément indispensable, un *ensemencement consécutif*. Et cette notion conduira, par exemple, tout praticien intelligent, à ensémencher avec un peu de petit lait de la chaudière, ou avec un peu d'aisy, les macérations de caillettes qu'il prépare, à la *recuite*, dans des récipients soigneusement stérilisés par une ébullition prolongée.

Mais la logique indique surtout tout le parti qu'on peut tirer, pour ces ensemencements, des cultures pures de ferments sélectionnés, sous l'une des formes que j'ai précédemment indiquées.

3^o Rappelons enfin, pour tout synthétiser, qu'il est un idéal vers lequel il faut tendre en industrie laitière, et cet idéal se résume dans cette simple formule : « *travailler proprement du lait propre* ». J'ai essayé de préciser ce programme général par quelques données pratiques dans le travail auquel je faisais allusion tout à l'heure (16).

Conclusions générales. — En terminant cette étude qui relève à la fois de la *théorie* et de la *pratique*, je voudrais attirer l'attention des congressistes sur tout l'intérêt qu'il y aurait, pour l'industrie fromagère en particulier, et pour l'industrie laitière en général, à ce qu'une liaison plus étroite put s'établir entre les efforts des praticiens et les recherches des théoriciens.

Voilà quelque trente ans, DUCLAUX écrivait déjà, dans la Préface de son magistral ouvrage « Principes de laiterie », que la théorie et la pratique sont deux sœurs ignorantes qui doivent se donner la main pour aller à l'école mutuelle.

Lorsque les deux sœurs ont écouté ce sage conseil du grand Maître, elles ont franchi bien des obstacles et la voie qu'elles ont suivie côte à côte les a toujours conduites au progrès, mais cela n'a pas toujours été en France ! Lorsqu'elles se sont dédaignées, au contraire, l'une comme l'autre sont restées stationnaires ; le travail des Laboratoires est demeuré stérile, pendant que les praticiens enregistraient des échecs qu'il leur eut été possible d'éviter avec un peu plus de connaissances générales.

Il faut espérer que, dans l'avenir, l'enseignement technique de la laiterie se développera en France, car lui seul peut réaliser l'indispensable coordination des efforts que nous souhaitons.

Au point de vue où je me trouve plus particulièrement placé ici, nos Ecoles nationales d'industrie fromagère travaillent admirablement dans ce sens, mais elles ne peuvent suffire à peupler toutes nos fromageries de techniciens avertis. Elles doivent être renforcées par la création de nouveaux *centres d'enseignement et de perfectionnement techniques*, création dans laquelle les initiatives privées pourraient, sans doute, s'associer très heureusement aux efforts de l'administration.

Mais ces centres ne rendront tous les services qu'on est en droit d'attendre d'eux que dans la mesure où ils sauront comprendre leur rôle, qui est autant de guider les fromagers aux prises avec les difficultés de la pratique, que de donner aux jeunes cette première instruction, toujours si incomplète quelle qu'en soit la durée. C'est par

l'intermédiaire de telles institutions que les diverses connaissances théoriques ou pratiques, dont s'enrichit chaque jour la technique laitière, pourraient se propager comme il convient.

BIBLIOGRAPHIE.

1. DUCLAUX. — *Chimie biologique*, 1887, p. 690.
2. DE FREUDENREICH et O. JENSEN. — *Jahrb. d. Schw.*, 1906, p. 320.
3. O. JENSEN — Thèse de doctorat.
4. G. GUITTONNEAU. — Les principes d'une technique rationnelle en industrie laitière. *Le Lait*, 1923-1924.
5. TISSIER et MARTELLY. — Recherches sur la putréfaction de la viande de boucherie. *Ann. Institut Pasteur*, 1902, p. 865.
6. TISSIER et MARTELLY. — *Loc. cit.*
7. TISSIER et MARTELLY. — *Loc. cit.*
8. METCHNIKOFF. — *Ann. Inst. Pasteur*, 1908, p. 929 ; 1910, p. 755,
9. R. BÜRRI et J. KÜRSTEINER. — *Landw. Jahrb. d. Schw. Jahrg*, 23, 1909, p. 422.
10. CONN et ESTEN. — *Ann. Rep. Storr's Exp. Station*, 1904.
11. *Centralblatt f. Bakt*, II, Abt., 1911, Bd. 31, p. 129.
12. *Le Laitier romand*, 15 août 1924.
13. DE FREUDENREICH. — *Ann. de Mic.*, 1889, II, p. 353. *Landw. Jahrb. d. Schw.*, 1891-1900.
- DE FREUDENREICH et O. JENSEN. — *Landw. Jahrb. d. Schw.*, 1899, p. 167;
14. O. JENSEN. — *Landw. Jahrb. d. Schw.*, 1906, p. 303; *Centralbl. f. Bakt.*, II, Abt., Bd 6, p. 840 ; II, Abt., Bd 13, p. 521.
15. O. JENSEN. — *Dairy Bacteriology*, 1921. *Le Lait*, 1921, n° 10, p. 499.
16. G. GUITTONNEAU. — *Loc. cit.*

BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE.

1° LIVRES.

- A. FARINES, Directeur de l'École Nationale d'Industrie Laitière de Mamirolles. — **Guide pratique et élémentaire pour l'examen des laits et la recherche des falsifications.** 1 vol. broché de 120 pages, 2^e édit., édité par *La Laiterie*, 18, rue Clauzel, Paris, 1924, 5 francs.

Ce petit livre, dont la première édition avait paru en 1905, était épuisé depuis longtemps. Il faut féliciter son auteur d'en avoir fait une seconde édition.

F. a écrit son livre pour le personnel des laiteries, pour les élèves des Ecoles de laiterie qui n'ont reçu qu'une instruction primaire et qui n'ont