

solution à 25 % de potasse ou de soude et faire bouillir dans une flamme pendant une minute jusqu'à ce que la couleur maximum soit obtenue. Le lait normal donne une couleur rouge cerise foncé, correspondant à 4,5 à 5 % de lactose. Moins il y a de lactose, moins il y a de coloration. Il y a lieu de comparer avec la réaction du lait normal.

Ces quelques tests chimiques et biologiques sont, à notre avis, les plus rapides et les plus précis de ceux qui sont à notre disposition pour déceler la mammites dans les échantillons individuels de lait frais et les plus sûrs pour découvrir tout animal malade.

(A suivre.)

PASTEURISATION RATIONNELLE DU LAIT

par

le Professeur CONSTANTIN GORINI

Docteur en Médecine, Directeur au Laboratoire de Bactériologie
à l'Ecole supérieure d'Agriculture de Milan.

Au milieu de la multiplication et de la compétition de différents procédés et appareils pour la pasteurisation du lait, je crois opportun d'apporter une nouvelle contribution à ma thèse contre le système qui consiste à juger la réussite de la pasteurisation et à comparer les méthodes et les appareils à l'appui de la numération des germes avant et après la pasteurisation (1930) [1].

Bien d'autres éléments au dehors de la réduction de la charge bactérienne interviennent dans le problème de la pasteurisation. Aussi bien au point de vue sanitaire qu'au point de vue commercial, ce qui importe n'est pas tant le nombre total que la qualité des germes contenus dans le lait cru et dans le lait pasteurisé.

Parmi les différentes sortes de germes certains intéressent la salubrité du lait, d'autres intéressent sa conservabilité. En laissant de côté la microflore pathogène qui *doit* être toujours *complètement* détruite, il y a une microflore qui *ne peut pas* être complètement détruite, parce qu'elle est susceptible de supporter des températures élevées dans le lait. Cette microflore est représentée par les soi-disant bactéries *thermorésistantes*, qui survivent à des températures supérieures à celle de coagulation du cytoplasme ordinaire, c'est-à-dire au-dessus de 60° C. Il y a deux ordres de thermorésistants dans le lait : a) les sporogènes et b) les non sporogènes.

a) *Thermorésistants sporogènes*. — Ceux-ci, grâce à leurs spores durables, sont les thermorésistants par excellence ; en effet ils survivent même à 100° C. et au delà de 100° C., grâce à quoi on peut les rencontrer dans le lait bouilli, dans le lait stérilisé par les méthodes

industrielles et même par les méthodes les plus soignées de laboratoire. Ils appartiennent à différents groupes de bacilles, que, au point de vue de la pasteurisation du lait, il convient de ranger dans trois catégories : 1^o bacilles peptonisants ; 2^o bacilles thermophiles ; 3^o bacilles gazéifiants.

1. Les *bacilles peptonisants* forment la catégorie principale, puisqu'ils sont représentés par le genre *B. subtilis*, qui, avec ses nombreuses espèces (*B. mesentericus*, *B. mycoïdes*, *B. megatherium*, etc.), est l'un des plus répandus dans la nature et très-très-fréquent, dirais-je, constant dans le lait. Les peptonisants nous intéressent particulièrement par deux propriétés : a) parce qu'ils ont une zone thermique de développement très large, depuis 10° C. jusqu'à 50° C. ; b) parce qu'ils sont des producteurs très actifs d'enzymes caséolytiques, par quoi ils altèrent rapidement le lait avec réaction neutre et même alcaline, avec un caillot présurique mou flocculent et parfois simplement grumeleux, avec digestion en sérum trouble, de saveur amère dégoûtante, et souvent avec élaboration de produits toxiques ; seulement certaines races de *B. subtilis*, qui attaquent aussi le lactose en même temps que la caséine, en fonctionnant comme des *acidoproteolytes* (*B. acidificans presamigenes*) [2], donnent des caillots un peu acides, ni dégoûtants ni toxiques.

2. Les *bacilles thermophiles* intéressent davantage parce que non seulement ils survivent à 60° C., mais ils se multiplient même jusqu'à 65-70° C. On distingue des thermophiles *facultatifs* et des thermophiles *obligés* suivant qu'ils se développent ou bien qu'ils ne se développent pas également à des températures basses (au-dessous de 37° C.). La première bactérie thermophile du lait a été décrite par moi sous le nom de *B. lactis thermophilus* dans le lait stérilisé du commerce (janvier 1894) [3] ; elle est un thermophile obligé puisqu'elle se développe seulement entre 37° et 65° C. Après moi, de nombreux auteurs, à commencer par RABINOWITSCH, KARLINSKI, WEBER, pour arriver à TANNER, ROBERTSON, PRICKETT et BREED, ont trouvé dans le lait plusieurs thermophiles, soit obligés, soit plus fréquemment facultatifs en les décrivant sous des noms différents ; vraisemblablement cependant il ne s'agit pas toujours d'espèces particulières, mais seulement de simples variétés d'espèces déjà décrites ou bien de souches thermophiles d'espèces mésophiles communes ; en effet j'ai démontré (1928) [4] que les bacilles du genre *subtilis*, s'ils sont tenus en culture thermobiotique, c'est-à-dire s'ils sont cultivés en permanence, sans refroidissements intercalaires, sans interruption à 50-70° C., de sorte que l'ensemencement même soit fait dans du lait préalablement chauffé à cette température, sont capables de donner lieu, par dissociation, à des sous-cultures thermophiles facultatives se développant également au-dessus de

37° C. ; il est donc possible que dans les procédés de pasteurisation du lait se vérifient de semblables phénomènes de dissociation. Par conséquent, les nombreuses espèces du genre *subtilis* peuvent se retrouver dans le lait pasteurisé non pas seulement grâce à leurs spores thermorésistantes, mais aussi grâce à une culture sélective de leurs souches thermophiles. Quoi qu'il en soit, la grande fréquence et le grand nombre de thermophiles rencontrés dans le lait par tant d'auteurs expliquent que le lait puisse facilement sortir du pasteurisateur suffisamment assaini, c'est-à-dire épuré de germes pathogènes, mais avec une charge bactérienne supérieure à celle précédente à la pasteurisation.

Quant à l'influence que les bacilles thermophiles exercent sur la conservation du lait pasteurisé, les choses se passent différemment suivant qu'il s'agit de thermophiles obligés ou de thermophiles facultatifs. Les obligés, ainsi que je l'ai démontré (1894) à propos de mon *B. lactis thermophilus*, représentent une cause sournoise, d'altération du lait, parce que celui-ci peut se conserver inaltéré tant qu'il reste dans un climat tempéré au-dessous de 37° C., sauf à se gâter rapidement dans les climats tropicaux, dans les voyages transocéaniques, dans les colonies, etc. ; partant, d'après mes indications, le contrôle du lait stérilisé doit être fait en tenant ce produit pendant au moins 8-10 jours à 38-40° C. [3]. Au contraire, les thermophiles facultatifs constituent un danger pour le lait pasteurisé ou imparfaitement stérilisé dans n'importe quel climat parce qu'ils se développent également à des températures basses jusqu'à 10° C., en rentrant dans la catégorie susdite des bacilles peptonisants à zone thermique large, même encore plus large, c'est-à-dire allant de 10° C. à 65-70° C. J'ai démontré en outre (1930) que parmi les bacilles thermophiles il y a des races acidoprotéolytiques, qui doivent être considérées particulièrement redoutables, parce que, en produisant simultanément de la chymase et de l'acidité, elles provoquent encore plus rapidement la coagulation prématurée du lait avec faible acidité (au-dessous de 3 pour mille d'acidité lactique). Par conséquent, la nécessité de refroidir et de maintenir le lait pasteurisé à 5° C., s'impose encore davantage à cause d'une prolifération éventuelle de thermophiles pendant la pasteurisation, ce qui peut arriver dans tous les procédés et dans tous les appareils de pasteurisation. A vrai dire, étant donné que la température maximum de développement des thermophiles ne va pas au delà de 70° C., il paraîtrait qu'ils eussent intéressé seulement les procédés à pasteurisation basse, à 63-65° C., où en effet ils ont été rencontrés premièrement ; pourtant dans les procédés à pasteurisation haute, également entre 70° et 80° C., on a observé la prolifération des thermophiles, non pas tant dans les appareils réchauffeurs proprement dits, que dans les régénéra-

teurs et dans les filtres ou dominant des températures inférieures. Cela vient à l'appui de ce que j'ai fait remarquer dans mon travail précédent [1], que le danger des thermophiles n'est pas inhérent à des méthodes déterminées ni à des appareils déterminés de pasteurisation, mais surtout à des défauts de propreté, de fonctionnement et de conduite des installations. On peut éviter le danger des thermophiles dans tous les procédés et dans tous les appareils, pourvu que l'on observe les précautions suivantes :

a) éviter la durée excessive des séances de pasteurisation au delà de trois heures consécutives ; b) éviter le passage du lait chaud à travers un même filtre au delà de deux heures consécutives ; c) éviter l'établissement de points morts, de stagnations de lait, de nids bactériens (écume, pellicules, incrustations, etc.) soit dans les réchauffeurs, soit dans les régénérateurs et dans les filtres ; d) pourvoir à une stérilisation radicale de toute l'installation entre les séances successives de pasteurisation.

Au point de vue des précautions à prendre contre les thermophiles chaque procédé de pasteurisation peut donc présenter des conditions particulièrement défavorables ; les procédés lents présentent l'inconvénient que chez eux les températures eugénésiques pour les thermophiles durent plus longtemps ; dans les procédés rapides, les températures plus élevées rendent les incrustations plus tenaces ; par conséquent, dans les procédés lents, il convient surtout de ne pas prolonger outre mesure, d'abréger plutôt le séjour du lait dans les thermostats et, en tout cas, de ne pas laisser fonctionner les thermostats pendant plus de trois heures consécutives, sans désinfections intercalaires ; dans les procédés rapides il conviendra surtout de prévenir la formation d'enduits et d'incrustations par des mesures spéciales de lavage et de lessivage.

3. *B. gazéifiants*. — Les bacilles sporogènes, capables de donner du gaz dans le lait, constituent le genre *B. butyricus-putrificus*. Ils sont redoutables, non pas seulement par leur aérogénie, mais aussi par l'élaboration de produits caséolytiques qui parfois sont putréfactifs, et, en tout cas, toujours plus toxiques que ceux des bacilles peptonisants du genre *B. subtilis* ; heureusement, ils sont moins répandus que ceux-ci et ne présentent pas de races thermophiles ; en outre, leur action sur le lait est moins sournoise. D'après mon expérience, le danger des sporogènes gazéifiants pour le lait pasteurisé peut être envisagé comme limité à l'époque de la consommation de fourrages avec un contenu exceptionnel en ferments butyriques-putridogènes, tels que spécialement les foins et les ensilages surchauffés, mal fermentés, qui méritent précisément la dénomination de *foins et ensilages butyriques*, en opposition aux bons *foins et ensilages lactiques* que j'ai proposés (1907) [5].

b) *Thermorésistants non sporogènes*. — Dans cet ordre de thermorésistants on a signalé différents types de bactéries, tels que des courts bâtonnets (BURRI, 1915) [6], certaines races de *B. coli*, des sarcines, des streptocoques, etc. ; mais les principaux, ainsi que je l'ai démontré (1915) [7], sont représentés par les lactocoques type *Mammacoccus-Enterococcus*. Ces cocci appartiennent à la soi-disant *microflore lactique*, bienfaisante pour l'alimentation et pour la laiterie, qui donne des caillots fermes, compacts, acides ; d'aucuns sont aussi acidoprotéolytiques, en solubilisant le caillot plus ou moins lentement et partiellement en un sérum limpide toujours acide et de bon goût ; ceux-ci sont les asporogènes les plus thermorésistants. Les lactocoques revêtent un intérêt tout spécial dans la pasteurisation du lait par deux motifs : 1° parce que certaines espèces se trouvent inmanquablement dans le lait, dans quelque lait que ce soit, pour autant qu'il soit récolté hygiéniquement, puisqu'ils font partie de la microflore endomammaire ; ce sont précisément les lactocoques type *Mammacoccus*, qui ont leur paradigme dans les cocci intestinaux type *Enterococcus* ; 2° parce que parmi les dits lactocoques il y a des souches qui résistent aux températures les plus élevées qui sont en usage dans les procédés de pasteurisation industrielle.

Déjà en 1915 [7] j'ai signalé des cocci survivants dans le lait condensé qui avaient supporté des températures momentanées au delà de 80° C. Maintenant j'ai étendu mes recherches en essayant la thermorésistance de 100 souches de lactocoques isolées de laits pasteurisés par différentes méthodes et appareils.

L'examen comparatif a été exécuté sur des lactocultures à peine préparées par des largesensemencements et tenues dans des bains-marie chauffés à températures différentes entre 63° et 80° C., en veillant à ce que les cultures fussent plongées complètement dans l'eau et en contrôlant les températures dans des tubes témoins ; aussitôt que le temps nécessaire pour chaque épreuve était écoulé, les cultures étaient rapidement refroidies, dans la glace, incubées à 37° C. pendant 10 jours et contrôlées à nouveau par des piqûres en bouillon. Voici les résultats obtenus :

Température de pasteurisation	Souches thermorésistantes
63° C. pendant 30 minutes	98
68° C. pendant 20 minutes	90
70° C. pendant 10 minutes	70
75° C. pendant 5 minutes	32
80° C. pendant 1 minute.....	14

De ces résultats sortent les faits suivants :

1° Parmi les lactocoques survivants à différents procédés et appareils de pasteurisation industrielle, la presque totalité s'est

montrée effectivement thermorésistante, même dans les épreuves de pasteurisation de laboratoire ;

2° La grande majorité des lactocoques a toléré jusqu'à 70° C. ; cependant, au delà de 70° C., leur thermorésistance va se réduisant notablement ;

3° Puisque dans mes épreuves j'ai adopté des températures et des durées de réchauffement qui ne sont pas inférieures mais plutôt parfois supérieures à celles communément employées dans les divers procédés et appareils de pasteurisation, les lactocoques doivent nécessairement être considérés, à côté des bacilles sporogènes, comme des composants normaux de la microflore du lait pasteurisé par n'importe quelle méthode.

* * *

De tout ce qui précède on doit conclure que le sort du lait pasteurisé est confié essentiellement au travail et à la concurrence vitale de deux classes de thermorésistants : bacilles sporogènes et lactocoques. Or, puisque ces deux classes de germes exercent une action différente, bien plus, une action antithétique sur le lait, il n'est pas indifférent, autant au point de vue sanitaire qu'au point de vue commercial, que l'une plutôt que l'autre soit prévalente dans le lait pasteurisé. En effet, ainsi que nous l'avons vu, les lactocoques appartiennent à la microflore lactique innocente, bien plus, bien-faisante pour l'alimentation et pour la laiterie ; aux bacilles sporogènes au contraire appartiennent des espèces caséolytiques peptonisantes dangereuses par l'élaboration de produits toxiques ; en outre, les bacilles sporogènes sont plus défavorables pour la conservation du lait pasteurisé parce qu'ils sont plus microthermes que les lactocoques, se multipliant même autour de 10° C. et en altérant sournoisement le lait avec une forte production de chymase, de sorte que le lait, aussitôt qu'il est porté à des températures un peu supérieures (20-25° C.), subit une coagulation précoce de saveur amère, dégoûtante ; enfin il y a des bacilles sporogènes qui sont gazéifiants et même putridogènes, tels que les ferments butyriques, le *B. putrificus*, etc.

Malheureusement, ainsi que je l'ai dit, les bacilles sporogènes sont plus thermorésistants que les lactocoques, et de ce fait, leur destruction exige des traitements thermiques trop énergiques, qui sortent du cadre d'une pasteurisation rationnelle. En revanche, les lactocoques ont une action antagoniste sur les bacilles sporogènes, en en entravant la multiplication. Il est logique pourtant que, pour exercer cette influence entravante, il est nécessaire que les lactocoques dans le lait pasteurisé se trouvent dans des conditions favorables comme nombre et comme activité ; cela doit changer, en

premier lieu, selon la composition de la microflore originaire du lait, c'est-à-dire selon la proportion entre bacilles sporogènes et lactocoques dans le lait cru ; en deuxième lieu, selon le degré de destruction et d'atténuation que les lactocoques subissent dans les différents procédés de pasteurisation vis-à-vis des bacilles sporogènes plus thermorésistants.

En ce qui concerne la composition de la microflore originaire du lait cru, plusieurs circonstances sont à même d'influencer la proportion entre lactocoques et sporogènes. Un premier ordre d'influences est représenté par la *propreté dans la récolte du lait* ; à ce propos il convient de rappeler que les lactocoques thermorésistants dérivent en grande partie de la mamelle même (*Mammacoccus*), tandis que les bacilles sporogènes ont une origine extérieure ; par quoi, plus un lait est produit hygiéniquement, d'autant moins haute est sa charge en microflore sporogène vis-à-vis des lactocoques, qui au contraire, par une éventuelle abondance, non rare, de la microflore endomammaire, peuvent se trouver en nombre notable même dans un lait traité aseptiquement. Un deuxième ordre d'influences est donné par la *saison*, puisqu'on sait que la microflore sporogène est plus répandue et plus abondante dans la nature pendant la saison d'été. Un troisième ordre d'influences est déterminé par l'*alimentation* des vaches, de laquelle dépend la microflore fécale, qui est une des sources les plus redoutables et les moins évitables de contamination du lait ; ici on doit considérer que la microflore fécale, quoiqu'elle soit toujours riche en microflore sporogène type *B. subtilis* provenant des fourrages, contient aussi des lactocoques thermorésistants type *Enterococcus*, et cela dans une mesure variable suivant l'état de santé, de fermentation, de conservation des fourrages ; le cas le plus favorable est donné par les fourrages à fermentation lactique prévalente ; le cas le plus défavorable se vérifie lorsque les fourrages sont marcescents, pourris ou surchauffés (herbes de terrains marécageux, foin ou ensilages butyriques, etc.), parce que, dans ces cas, les selles sortent chargées de ferments butyriques putridogènes qui sont sporogènes et en plus gazéifiants. Un quatrième ordre d'influences est donné par la *température du lait cru*, c'est-à-dire par la température à laquelle le lait est tenu depuis la traite jusqu'à la pasteurisation ; j'ai déjà dit que la microflore sporogène en général était plus microtherme que les lactocoques ; il en dérive que la conservation habituelle du lait entre 15° et 20° C. retarde, ralentit la multiplication des lactocoques, mais non pas celle des bacilles sporogènes ; par quoi, pour maintenir invariée la proportion originaire entre les deux classes des thermorésistants, il est nécessaire de baisser la température du lait aussitôt après la traite au-dessous de 10° C.

En ce qui concerne l'action des différents procédés de pasturi-

sation sur les lactocoques, elle n'est pas facile à être jugée *a priori*, puisque elle varie non pas seulement selon le degré et la durée de réchauffement, mais aussi selon d'autres facteurs et notamment selon l'épaisseur de la couche du lait ; en tout cas mes essais démontrent, ainsi que nous l'avons vu, un fait intéressant : que au delà de 70° C. le nombre des lactocoques capables de survivre va se réduisant notablement. Il est vrai que, dans les appareils à pasteurisation au delà de 70° C., la durée d'action de la température élevée se borne à quelques minutes secondes, ou même à un seul instant, par quoi, en tout cas, elle est toujours sensiblement inférieure à la durée que j'ai adoptée dans mes expériences ; toutefois mes observations peuvent incliner à condamner la tendance consistant à poursuivre des effets germicides plus énergiques moyennant des perfectionnements de pasteurisation haute. Puisque il est vain d'espérer arriver à tuer les bacilles sporogènes (cela exigerait un traitement thermique stérilisant trop dangereux pour l'intégrité du lait) on risque de laisser aux sporogènes, champ libre des lactocoques avec une aggravation plutôt qu'une amélioration dans la conservation du lait pasteurisé. J'ai pu constater cela plusieurs fois dans les contrôles exécutés sur de nombreuses pasteurisations soit industrielles soit de laboratoire. Les laits pasteurisés jusqu'à la limite des lactocoques thermorésistants, c'est-à-dire jusqu'à la destruction de tous les germes au dehors des lactocoques type *Mammacoccus-Enterococcus* et des sporogènes type *subtilis*, récoltés dans des récipients stérilisés, se sont conservés pendant 48-72 heures à la température ambiante de 20-25° C., après quoi, ils se sont altérés avec un caillot ferme, compact, décidément acide, de bon goût ; au contraire les mêmes laits superpasteurisés, c'est-à-dire pasteurisés au delà de la limite des lactocoques thermorésistants, de sorte à laisser en vie seulement ou presque seulement les bacilles sporogènes, se sont altérés 12 à 24 heures plus tôt que les précédents, en donnant des caillots mous, séreux, à réaction alcaline ou neutre, seulement quelquefois tout faiblement acide (dans le cas de bacilles acidoprotéolytiques), avec une saveur ordinairement amère, souvent dégoûtante. Même en gardant les laits pasteurisés autour de 10° C. on n'a pas réussi à améliorer la condition d'infériorité des laits superpasteurisés vis-vis des laits pasteurisés jusqu'à la limite du *Mammacoccus*. Seulement, en les gardant autour de 5-6°, on a réussi à égaler le sort des deux qualités de laits, lesquelles cependant, aussitôt qu'elles étaient portées à la température ambiante, ont présenté la même différence de comportement avec infériorité du lait ultra pasteurisé.

Un autre inconvénient lié à l'ultrapasteurisation concerne les aptitudes fromagères du lait ; cela est facile à comprendre, lorsque

l'on considère que les lactocoques type *Mammacoccus* font partie de la microflore fondamentale de maturation des fromages ; cela en effet est bien connu par les techniciens fromagers, qui pour mieux assurer la bonne réussite de certaines sortes de fromages (Bel Paese, etc.), soumettent préalablement le lait à un réchauffement pasteurisateur, en tâchant cependant de ne pas outrepasser les 65-68° C. au maximum ; de fait les contrôles que j'ai exécutés sur ces pasteurisations grossières du lait dans les fromageries ont toujours constaté la survivance *providentielle* des mammocoques [8].

Par toutes ces prémisses on est amené à déduire que les perfectionnements de pasteurisation doivent viser non pas autant à une destruction plus profonde et plus large de germes, mais plutôt à une *destruction plus rapide* des germes, de sorte que le lait subisse les moindres modifications, les moindres détériorations biochimiques, tout en se délivrant de tous les germes pathogènes et des germes saprophytes jusqu'à la limite des lactocoques plus thermorésistants.

* * *

Ici vaut la peine d'avertir qu'une condition d'infériorité du lait *bouilli* vis-à-vis du lait pasteurisé consiste précisément dans la facilité avec laquelle dans le lait bouilli se vérifie la destruction des lactocoques avec la survivance des bacilles sporogènes seuls ou presque seuls.

* * *

Résumé. — D'une série de recherches exécutées sur différents procédés et différents appareils de pasteurisation et sur des pasteurisations de laboratoire j'ai recueilli d'autres éléments à l'appui de ma thèse, que, tant au point de vue sanitaire qu'au point de vue commercial, il importe de prendre en considération moins le *nombre* total que la *qualité* des germes survivants dans le lait pasteurisé. En reliant mes résultats actuels avec les précédents, j'en arrive aux conclusions suivantes qui embrassent le côté alimentaire et le côté industriel de la question.

La pasteurisation du lait doit répondre aux exigences suivantes : garantir en même temps la salubrité parfaite et une conservabilité satisfaisante du lait, en sauvegardant le plus possible ses propriétés organoleptiques, nutritives et fromagères. Pour concilier tous ces postulats une bonne pasteurisation doit se proposer une tâche microbicide plutôt qualitative que quantitative sur la direction de trois principes :

1. Qu'elle ne peut pas arriver à une stérilisation complète du lait à cause de la microflore thermorésistante et surtout à cause des bacilles sporogènes, dont l'anéantissement exige des traitements

thermiques trop dangereux pour les qualités biochimiques du lait ;

2. Que, d'autre part, elle ne doit pas laisser survivre seulement les germes sporogènes, parce que ceux-ci provoquent des altérations précoces et nuisibles du lait ;

3. Que, heureusement, après les sporogènes, les germes les plus thermorésistants sont constitués par les inmanquables lactocoques, type *Mammacoccus*, lesquels sont non seulement par eux-mêmes innocents, mais bien plus, bienfaisants au double point de vue alimentaire et fromager, et entravent le développement des bacilles sporogènes.

Par conséquent, une bonne pasteurisation doit être suffisante pour détruire tous les germes pathogènes et la plus grande partie des germes saprophytes, en ménageant pourtant les lactocoques les plus thermorésistants. Cette pasteurisation donc peut s'appeler la *pasteurisation rationnelle* du lait, soit pour les usages alimentaires, soit pour les usages fromagers. Elle peut être réalisée par différents procédés et appareils et toujours d'autant plus facilement que le lait a été produit et récolté plus hygiéniquement, c'est-à-dire que le lait est plus pauvre en germes sporogènes avant la pasteurisation ; cela prouve combien l'effet de la pasteurisation dépend moins de la charge microbienne totale du lait cru que de la qualité des germes y contenus.

Une *superpasteurisation*, qui serait poussée jusqu'à la destruction ou à la paralysie absolue des lactocoques les plus thermorésistants, en laissant champ libre aux bacilles sporogènes, peut donner des résultats plus satisfaisants au contrôle bactériologique quantitatif, mais peut se révéler plus nuisible à la conservation du lait et à son utilisation fromagère.

Les perfectionnements dans la technique de pasteurisation du lait doivent viser moins à une destruction quantitative plus profonde et plus large de germes qu'à une *destruction plus rapide* des germes, de sorte que le lait subisse moindres modifications, moindres détériorations biochimiques, tout en se délivrant de tous les germes pathogènes et des germes saprophytes jusqu'à la limite des lactocoques les plus thermorésistants, type *Mammacoccus*, en prenant garde que la résistance de ces lactocoques, quoiqu'elle puisse arriver jusqu'à 80° C., va s'amointrissant notablement au delà de 70° C.

De mes contrôles, il résulte que la capacité de conservation d'un lait soumis à la dite pasteurisation rationnelle, prélevé en des récipients stériles à sa sortie du pasteurisateur, est telle qu'il peut se maintenir inaltéré pendant au moins 48 heures (parfois même 72 heures) à la température de 20-25° C. Le contrôle de la durée de conservation du lait pasteurisé devrait donc s'accoupler au contrôle

de sa charge microbienne pour juger la réussite de la pasteurisation et pour comparer les procédés et les appareils de pasteurisation.

Conclusions. — La pasteurisation rationnelle du lait, soit pour les usages alimentaires soit pour la laiterie, est celle qui arrive à garantir en même temps une salubrité parfaite et une conservation satisfaisante du lait, tout en sauvegardant le plus possible ses propriétés organoleptiques, nutritives et fromagères. A cet effet elle doit détruire tous les germes pathogènes et la plus grande partie des germes saprophytes, jusqu'à la limite des lactocoques les plus thermorésistants type *Mammacoccus*.

Le contrôle du lait pasteurisé doit se fonder moins sur sa charge microbienne totale que sur la qualité de ses germes et sur la durée de sa conservation.

Un lait rationnellement pasteurisé doit se conserver au moins 48-72 heures à 20-25° C., en donnant ensuite un caillot ferme et acide se solubilisant lentement avec prévalence de lactocoques ; aujourd'hui, que la production hygiénique du lait va se répandant, un tel lait devrait être exigé par tous les procédés de pasteurisation.

RÉFÉRENCES

- [1] *Rend. R. Acc. Lineci*, 1930, 12, 591. — *Le Lait*, 1931, XI, 225.
- [2] *Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett.* 1904, 37, 939.
- [3] *Giorn. R. Soc. It. Igiene*, 1894, 16, 5.
- [4] *Rend. R. Acc. Lineci*, 1928, 8, 598.
- [5] *Ann. Ist. Agr. Ponti R. Scuola Sup. Agricult., Milano*, 1907 et suiv. Vol. 7-11.
- [6] *Burri u. Staub, Landw. Jahrb. Schweiz.*, 1915, 626.
- [7] *Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, 1915, 48, 956.
- [8] *Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, 1901, 34, 1279 ; *Rend. R. Acc. Lineci*, 1902, , 159 ; 1925, 1, 99.
- [9] *V. Rend. X Congresso Intern. Latteria, Roma-Milano* 1934.

LE CONTRÔLE CHIMIQUE DE LA PASTEURISATION BASSE

par

JEAN PIEN

et

JACQUES BAISSÉ

Ingénieur-chimiste (I. C. R.),
Docteur ès Sciences, Directeur
des Laboratoires des « Fermiers Réunis ».

Ingénieur Chimiste (I. C. R.)
du Laboratoire de Bactériologie
des « Fermiers Réunis »

La pasteurisation du lait devant avoir pour but la destruction des microbes pathogènes, la technique la plus sûre du contrôle de cette pasteurisation devrait être fondée sur l'analyse bactériologique qualitative du lait mis en œuvre.