

- W. SAUER. *Deutsche Med. Wsch.*, 1939, **65**, 1691.
- SIMONNET et GUITONNEAU. Influence de la pasteurisation du lait à l'abri de l'air sur le taux en vitamines C. *Compte rendu Acad., Sciences*, mai 1937.
- C. A. SMITH. Human's milk technology. *Journal Pediat.*, 1942, **20**, 616.
- STANDARDS FOR MOTHER'S MILK. *Journal of Ped.*, 1943, **23**, 112.
- S. STONE et E. BAKWIN. Breast feeding. *Journal of Ped.*, 1948, **37**, 660.
- J. VAN ESPEN. Stérilisation et conservation du lait dans les lactariums. *Acta Paed. Belgica* 2, **3**, 48-49.
- WRIGHT. Bacteriology of the collection and preservation of human milk. *Lancet*, 1947, **3**, 121. Cf. aussi *Lancet*, 1947, **2**, 233.
- WIELAND. Lait cru ou lait de femme chauffé ? *Schweiz. Med. Woch.*, janv. 1938.

LAIT PASTEURISÉ — LAIT STÉRILISÉ

II

Aspects techniques et hygiéniques du problème des laits destinés à la consommation (1)

par

G. MOCQUOT

Directeur de la Station centrale de Microbiologie et Recherches laitières de l'Institut national de la Recherche agronomique, Jouy-en-Josas (S.-et-O.).

PREMIÈRE PARTIE

LA DESTRUCTION DES BACTÉRIES PATHOGÈNES AU COURS DE LA PASTEURISATION DU LAIT

En 1860-1864, PASTEUR avait montré que le chauffage du moût de raisin, vers 55-65°, pendant quelques instants, suffisait à détruire les microorganismes responsables de certains défauts du vin en laissant subsister une proportion suffisante de ceux qui étaient nécessaires pour une fermentation alcoolique normale. Ce faisant, il donna son nom à un procédé qui, quelques années plus tard, fut appliqué au lait dans le seul but d'améliorer les qualités de conservation de ce produit. Mais, après la découverte par KOCH, en 1882, du bacille de la tuberculose, on observa que le lait pouvait être l'agent de transmission de la maladie. De nombreuses recherches furent alors entreprises pour déterminer la température et la durée de chauffage nécessaires pour détruire le germe dont on s'aperçut qu'il était, parmi les microbes, non sporulés, l'un des plus résistants à l'action de la chaleur.

(1) *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation*, 1955, **9**, n° 4, 251.

Les travaux relatifs à cette question ont été conduits de deux manières :

1° Avec un lait bacillifère provenant de vaches tuberculeuses ou avec un lait artificiellement infecté avec une culture de bacille de Koch, l'un ou l'autre étant soumis à des chauffages d'intensité croissante soit au laboratoire, soit avec les pasteurisateurs industriels dans le but de déterminer le chauffage minimum assurant la destruction du bacille de Koch.

Au moment où les premiers travaux ont été entrepris, on opérait le plus souvent dans les conditions de la pasteurisation basse, le lait étant maintenu vers 63° pendant 30 minutes. C'était la durée et la température minima nécessaires qu'il s'agissait de déterminer avec précision, de manière à définir ensuite la température et la durée à adopter en pratique pour disposer d'une marge de sécurité suffisante ;

2° En recherchant le bacille de Koch, dans des laits crus de grand mélange, et en vérifiant, sur les mêmes laits, après pasteurisation effectuée dans les conditions courantes de la pratique industrielle, l'absence ou la présence éventuelle du bacille.

Le premier type d'expérience est naturellement le plus complet parce qu'il permet de varier, avec un modèle déterminé d'appareil, les conditions du chauffage et de déterminer d'une part la zone dans laquelle le bacille de Koch survit, d'autre part, celle dans laquelle il est détruit ; ces deux zones étant séparées par une troisième, intermédiaire, dans laquelle le microbe subit une destruction seulement partielle.

Le seul inconvénient sérieux de la méthode est de nécessiter la mise en œuvre de moyens matériels considérables et il est pratiquement impossible de songer à répéter de tels essais avec tous les types d'appareils industriels. Il convient de noter, en outre, que dans un tel procédé, on est conduit à opérer avec un lait suffisamment infecté par les germes tuberculeux pour que les échantillons de lait cru servant de témoin soient tous positifs ; c'est-à-dire que l'on opère avec des concentrations de germes tuberculeux par unité de volume de lait supérieures à celles que l'on rencontre dans les laits de grand mélange traités par les usines.

Le second procédé a l'avantage d'être basé, au contraire, sur les résultats de la pratique courante en utilisant le lait cru de grand mélange tel qu'il est livré aux laiteries d'une région déterminée et donne, par suite, une image plus exacte du nombre de bacilles tuberculeux que l'on peut y rencontrer.

Par contre, il ne permet pas, pour des raisons économiques et sanitaires faciles à comprendre — lorsqu'il s'agit de grands volumes

de lait destinés à être livrés à la consommation et lorsque l'expérimentation doit s'étendre sur une période de temps assez longue — de faire varier les durées et les températures de chauffage. De plus, ce procédé ne peut pas toujours s'accompagner d'un contrôle constant, par les expérimentateurs eux-mêmes, du fonctionnement des appareils.

En d'autres termes le premier procédé permet de juger l'efficacité d'un appareil de pasteurisation et de déterminer, d'une façon peut-être trop sévère, les conditions dans lesquelles cet appareil parvient à détruire le bacille tuberculeux.

Le second juge à la fois la technique de pasteurisation et les professionnels qui l'utilisent, mais ne permet pas de séparer avec exactitude la part qui revient à chacun dans le résultat final.

Enfin, un troisième ordre de constatation est venu s'ajouter, depuis plusieurs dizaines d'années, aux résultats des deux types d'expériences que nous venons de citer : il s'agit de la diminution progressive de la tuberculose due au bacille bovin chez l'homme, dans les régions (surtout les grandes villes) où la pasteurisation du lait s'est étendue et perfectionnée.

Quelle que soit la méthode adoptée, la recherche du bacille tuberculeux dans le lait est extrêmement longue, fastidieuse et difficile : la croissance du bacille tuberculeux sur les milieux artificiels à partir de faibles doses d'inoculation n'est pas considérée comme une méthode satisfaisante et il faut recourir à l'inoculation du cobaye.

D'autre part, la détermination du point où l'on obtient une destruction à 100% des microbes présents est toujours délicate, quel que soit le germe envisagé. Aussi cherche-t-on souvent à tourner cette difficulté, mais dans le cas du bacille de Koch, il n'y a pas d'autre alternative que la détermination de ce point de destruction à 100%. Il est donc nécessaire de répéter un très grand nombre de fois les observations avant de pouvoir affirmer avec certitude que tel ou tel traitement thermique assure la destruction totale (MEANWELL, 1927 [31]). Notons enfin que le résultat de tels essais ne peut être connu que plusieurs semaines après l'inoculation des cobayes.

Le premier travail vraiment important, réalisé en tenant compte de ces préoccupations, est celui maintenant classique de NORTH et PARK en 1927 [34] [35]. Ils opérèrent au laboratoire, puis avec des appareils industriels et le tableau I résume une partie de leurs résultats.

Dans le tableau complet de NORTH et PARK, on voit qu'en parlant des températures les plus élevées, le premier cas pour lequel

TABLEAU I
DURÉE DE CHAUFFAGE ET TEMPÉRATURE MINIMA NÉCESSAIRES
A LA COMPLÈTE DESTRUCTION DU BACILLE TUBERCULEUX

| Durée de chauffage (Minutes) | Température Degré C. |
|------------------------------|----------------------|
| 60 | 55 |
| 60 | 56 |
| 40 | 57 |
| 30 | 58 |
| 20 | 59 |
| 10 | 60 |
| 10 | 61 |
| 6 | 63 |
| 2 | 65 |
| 0,05 | 68 |

l'échantillon de lait contient encore du bacille tuberculeux vivant s'observe pour un chauffage à 65° pendant une minute.

Quelques années après ce travail, KAY et GRAHAM, 1935 [23], établirent que la phosphatase alcaline du lait de vache était légèrement plus résistante à l'action du chauffage que le bacille tuberculeux et mirent au point une méthode permettant le dosage de quantités, même très petites, de cet enzyme.

Cette découverte a véritablement marqué le moment où un contrôle efficace de la pasteurisation du lait, en ce qui concerne le degré de chauffage subi par le lait, est devenu possible.

D'une part, en effet, les laboratoires ont disposé d'une méthode applicable au contrôle journalier du lait — alors qu'un contrôle de la destruction du bacille tuberculeux est absolument impraticable dans les mêmes conditions — d'autre part, le test de la phosphatase a été largement mis à profit pour vérifier le fonctionnement efficace des différents appareils de pasteurisation qui ont successivement été construits. Une expérience de vingt années permet, aujourd'hui, d'affirmer qu'un lait qui donne une phosphatase négative a bien été soumis à un traitement thermique suffisant pour assurer la destruction du bacille de Koch.

A partir de 1930 et surtout à partir de 1935, on assista à un remplacement graduel des appareils de pasteurisation basse par les appareils dits de pasteurisation haute, dans lesquels le lait était chauffé à une température plus élevée (70° minimum) pendant un temps plus court (durée inférieure à une minute). Ces appareils étaient moins encombrants, et présentaient divers avantages du point de vue technologique et aussi bactériologique (en réduisant par exemple, les risques de développement de certaines bactéries

thermophiles), mais il était bien entendu nécessaire de vérifier leur efficacité en ce qui concerne la destruction des pathogènes.

Cette vérification offrait une difficulté supplémentaire : en effet, lorsqu'on atteint des températures de l'ordre de 70°, la durée du chauffage nécessaire à la destruction du bacille de Koch dans le lait, aux concentrations où l'on est susceptible d'y rencontrer ce germe, est très courte, de l'ordre de quelques secondes. Le temps nécessaire pour atteindre la température de 70° et pour redescendre de 70° à une température plus basse intervient presque autant, au point de vue de l'effet léthal sur le bacille de Koch que le temps de maintien à la température envisagée.

La construction d'un appareil de laboratoire permettant d'obtenir un tel chauffage dans des conditions absolument précises quant à la durée de maintien à chaque température essayée a déjà fait l'objet de plusieurs tentatives : GILCREAS et O'BRIEN, 1946 [13]; BROWN, HOYLER et BIERWITH, 1947 [5]; THOMÉ et OLSSON, 1947 [44]; PASCOE, 1948 [36]; LINDQVIST, 1949 [29] et est encore actuellement à l'étude [33].

Les expériences concernant la pasteurisation haute ont donc été effectuées, en règle générale, avec des appareils industriels et ont conduit à l'adoption de températures et durées de chauffage qui sont, selon toute vraisemblance, non seulement suffisantes, mais inutilement larges pour assurer la destruction du bacille tuberculeux (ROWLANDS, 1950 [41]).

HISCOX, 1944 [17] a résumé un ensemble de résultats obtenus par divers expérimentateurs, dans plusieurs pays (Etats-Unis, Angleterre, Danemark) de 1935 à 1944, avec une douzaine de types d'appareils de pasteurisation haute et concernant les températures et durées de chauffage minima nécessaires pour la destruction effective du bacille tuberculeux.

Des résultats plus récents ont été donnés en Allemagne par SEELEMANN [42] [43] et par LEMBKE, SEELEMANN et coll., 1951, en Autriche par GLÖSEL et coll., 1951 [15] et enfin, au Danemark, par JENSEN, PEDERSEN et OVÉRGAARD, 1952 [21].

En Amérique, BUNDESEN, DANFORTH, WOOLEY et LEHNER, 1953 [6] ont étudié la destruction du bacille tuberculeux dans les laits chocolatés.

Les données essentielles que l'on peut retenir de ces travaux sont les suivantes :

Avec les appareils de pasteurisation haute, dans lesquels le lait est maintenu pendant un temps court mais cependant mesurable à la température maxima, un chauffage à 71° pendant 6-8 secondes assure la destruction complète du bacille de Koch.

Avec les appareils dits de pasteurisation « éclair » dans lesquels

il n'y a pas de maintien à la température maxima atteinte, 74-75° représente le minimum nécessaire pour la destruction du même germe.

En France, des essais non publiés, jusqu'ici, ont été poursuivis en 1936-1937 sous la direction de RINJARD, GUITTONNEAU et leurs collaborateurs avec un appareil de pasteurisation haute de construction française. Ils ont permis de constater la destruction du bacille de Koch dans les conditions voisines de celles citées plus haut.

Dans tous les cas le chauffage nécessaire, pour obtenir la destruction de la phosphatase, a été reconnu comme étant légèrement mais très nettement supérieur au chauffage nécessaire pour la destruction du bacille de Koch.

Dans la pratique on adopte une durée de maintien à la température maxima, ou une température maxima, ou les deux à la fois qui comportent une marge de sécurité très large non seulement pour la destruction du bacille tuberculeux, mais pour celle de la phosphatase [1].

En ce qui concerne la sécurité des opérations, de nombreux travaux ont porté sur le contrôle du temps de maintien à la température de chauffage. On a étudié, notamment de façon très précise, la différence qui pouvait exister entre les particules de lait qui traversent la section chauffante du pasteurisateur à la vitesse maxima et celles qui, situées le long des parois, séjournent plus longtemps dans l'appareil [4], [11], [26]. De même les pasteurisateurs modernes ont été munis d'un dispositif de sécurité commandé par un thermomètre — la valve de diversion — qui renvoie le lait au bac de lait cru si la température atteinte est insuffisante [24].

A cet égard, GLEGG et LOMAX, 1946 [7], ont montré à la suite de nombreux examens, que la pasteurisation haute présentait une sécurité de fonctionnement pratique probablement supérieure à celle de la pasteurisation basse.

Parmi les ateliers employant la pasteurisation basse ils ont trouvé 5,4% des échantillons avec une phosphatase positive, alors que 1% seulement des échantillons provenant des ateliers utilisant la pasteurisation haute avaient une phosphatase positive.

Les essais poursuivis par le deuxième procédé, c'est-à-dire avec des laits crus et des laits pasteurisés du commerce, ont confirmé dans l'ensemble l'absence du bacille tuberculeux dans les laits pasteurisés.

MINETT et PULLINGER, 1933 [32] montrent que 43 échantillons représentant les prélèvements effectués à l'arrivée, à Londres, de 43 citernes contenant chacune 14.000 litres de lait cru, renferment tous du bacille tuberculeux. Le même nombre d'échantillons, repré-

sentant le même volume total de lait après pasteurisation, ne renferme plus de bacilles tuberculeux.

PRICE, 1934 [38] au Canada, trouve que 26% des échantillons de lait cru examinés par lui renferment du bacille tuberculeux, alors qu'aucun des 100 échantillons de lait pasteurisé ne renferme le même germe.

HUMPHRISS et coll., 1937 [20] examinent 440 échantillons de lait destiné aux distributions dans les écoles. Ce lait avait subi un traitement de pasteurisation dans les conditions commerciales habituelles. Aucun ne contenait de bacilles tuberculeux. Les auteurs insistent sur le cas de 102 échantillons de ce lait pasteurisé provenant de la même laiterie et dont aucun ne renfermait de bacilles tuberculeux. Cependant, parmi le même nombre d'échantillons du lait cru ayant servi à la préparation de ce lait pasteurisé, 61 révélèrent la présence du bacille tuberculeux.

En France, VERGE, 1945 [45] a examiné 100 échantillons de lait pasteurisé du commerce donnant une réaction négative à la perodyxase. Il n'a retrouvé le bacille tuberculeux dans aucun.

DAVIS a rassemblé, 1952 [10], un nombre important de résultats (environ 70.000) obtenus en Angleterre au cours des dernières années (1940-1951) sur la présence du bacille tuberculeux dans le lait cru reçu par les laiteries et le lait pasteurisé livré à la consommation.

Le tableau II donne un résumé des résultats cités par DAVIS.

TABLEAU II

| | Phosphatase | Nombre d'échantillons | | P. 100 d'échantillons BK + | |
|--|-------------|-----------------------|------|----------------------------|----------|
| | | Total | BK + | dans chaque catégorie | du total |
| Pasteurisation basse | — | 3.608 | 2 | 0,06 | } 0,16 |
| | + | 192 | 4 | 2,0 | |
| Pasteurisation haute | — | 5.424 | 2 | 0,04 | } 0,04 |
| | + | 65 | 0 | 0,00 | |
| Lait pasteurisé provenant de bétail non tuberculeux .. | — | 1.855 | 0 | 0,00 | } 0,00 |
| | + | 28 | 0 | 0,00 | |
| Lait pasteurisé sans précision sur la méthode utilisée | — | 1.082 | 0 | 0,00 | } 0,08 |
| | + | 105 | 1 | 1,00 | |

Entre 1940 et 1951, le lait cru reçu par les laiteries (en camions-citernes) renfermait le bacille tuberculeux dans 17,5% des cas en moyenne, alors que le bacille tuberculeux n'était retrouvé en moyenne que dans moins de 0,1% des échantillons de lait pasteurisé (0,07%). Si l'on considère seulement les échantillons provenant de la pasteurisation haute, la proportion tombe à 0,04%.

Ce chiffre est très faible et si l'on tient compte du fait que certains échantillons tuberculeux proviennent de laits pour lesquels la réaction de la phosphatase était négative (enzyme inactivé), on peut se demander avec DAVIS, s'il ne s'agit pas d'erreurs d'analyse (erreur d'étiquetage, par exemple). De telles erreurs ne paraissent pas invraisemblables, même avec de bons expérimentateurs, lorsqu'elles se chiffrent par 1 cas sur 10.000.

Il est d'ailleurs probable que l'examen d'un nombre aussi important d'échantillons de n'importe quelle catégorie de lait risquerait de faire apparaître des proportions analogues de résultats positifs.

A cet égard, une indication est donnée, dans le même travail de DAVIS, à propos du lait stérilisé pour lequel un échantillon sur dix examinés fut trouvé contenir du bacille tuberculeux. La survivance du bacille tuberculeux dans un tel produit, à la lumière des faits connus, paraît cependant bien peu vraisemblable. On peut penser que l'examen d'un nombre suffisant (plusieurs dizaines ou centaines de mille) d'échantillons de lait stérilisé, de lait bouilli, etc., conduirait à des proportions d'échantillons positifs représentant, pour une part, les chances d'erreur probable de la méthode au niveau du prélèvement ou de l'expérimentation. Il est possible, par exemple, que les cobayes utilisés soient déjà tuberculeux avant l'inoculation.

Une autre possibilité, également invoquée pour expliquer les résultats dans lesquels la phosphatase est négative alors que l'on a trouvé du bacille tuberculeux, est que le test de la phosphatase permet de déceler seulement 0,1% de lait cru dans le lait pasteurisé ; si la proportion de lait cru est inférieure à 0,1% on peut admettre une contamination par le bacille tuberculeux provenant du lait cru sans que le test de la phosphatase puisse le déceler.

Les chances pour qu'un tel phénomène se produise sont faibles et l'analyse bactériologique du lait (contamination par les microbes de la flore banale) permet alors de s'en apercevoir. DAVIS note d'ailleurs qu'au cours d'une autre investigation, dans laquelle seuls les échantillons donnant un test de la phosphatase positif furent inoculés au cobaye pour la recherche du bacille de Koch, aucun de ceux-ci (sur 177 examinés) ne fut trouvé positif, pour le bacille de Koch.

Enfin, beaucoup d'auteurs ont avancé l'argument que le bacille

tuberculeux pouvait se trouver protégé au moment du chauffage par une enveloppe constituée par les débris de tissu ou les protéines coagulées. Il est difficile de vérifier ou d'infirmer expérimentalement ce fait mais il est bon de noter que le lait est toujours soumis, avant la pasteurisation, soit à une filtration soit à une épuration centrifuge qui éliminent les dépôts ou les amas qui peuvent se trouver dans le lait.

En regard des travaux nombreux et concordants sur l'efficacité de la pasteurisation du lait en ce qui regarde la destruction du bacille de Koch, on rencontre un petit nombre d'avis opposés. Les plus récents sont ceux de WAGENER [46] et de BECK [3], en Allemagne, qui ont trouvé une proportion, plus importante que celle citée par DAVIS, d'échantillons de lait pasteurisé contenant du bacille tuberculeux.

WAGENER l'a isolé dans 6,4% des échantillons de lait en bidon ayant subi la pasteurisation haute et 1,6% des échantillons de lait en bouteille ayant subi la même pasteurisation.

BECK a trouvé le bacille tuberculeux dans 3,6% des échantillons ayant subi la pasteurisation haute et 2,1% des échantillons ayant subi la pasteurisation éclair.

De même GIBERT 1945 [14], en France, retrouve deux fois le germe dans 66 échantillons de lait pasteurisé venant du commerce, mais ne donne aucune information quant au traitement thermique subi par ces laits.

Sans vouloir minimiser la portée de ces derniers résultats, il convient de rappeler qu'ils se rattachent aux essais effectués par la deuxième méthode dans laquelle on juge à la fois le procédé et ceux qui l'utilisent. Les auteurs précités ne donnent pas d'indications sur les températures et durées de chauffage auxquelles les échantillons de lait incriminés ont effectivement été soumis.

Aux essais de laboratoire s'ajoutent depuis vingt-cinq ans les statistiques concernant la fréquence de la tuberculose d'origine bovine chez les consommateurs de lait. Elles démontrent l'efficacité du chauffage utilisé pour la destruction du germe.

Nous citerons, par exemple, le travail de LETHEM, 1946 [28] qui compare la mortalité des enfants de moins de cinq ans par tuberculose abdominale dans différents districts ruraux et urbains de l'Angleterre et constate un abaissement d'autant plus grand de cette mortalité que la pasteurisation du lait est plus généralisée. C'est ainsi que dans les campagnes où le lait ne subit pas de traitement par la chaleur, la mortalité est passée de 252 par million en 1921 à 60 par millions en 1944, soit une réduction d'un quart.

A Londres, par contre, où 20% seulement du lait était pasteurisé en 1911, 90% en 1930 et 98% en 1939, le taux de mortalité

est passé de 136 par million en 1921 à 6 par million en 1944, soit une réduction de $1/23^e$. LETHEM considère que cette différence indique l'efficacité du traitement du lait par la chaleur en ce qui concerne la fréquence des infections.

REILLY, 1950 [40] fait, en Irlande du Nord, des constatations analogues : en 1939, 7% seulement du lait consommé subissait la pasteurisation, le bacille tuberculeux bovin était retrouvé dans 25% des cas de méningite et 40% des cas d'adénite. En 1949, 90% du lait est pasteurisé et le bacille tuberculeux bovin n'est plus retrouvé que dans 3,3% des cas de méningite et 13,3% des cas d'adénite.

KNOWLES, 1951 [25] trouve qu'à Sheffield la mortalité par tuberculose non pulmonaire tombe de 0,15‰ en 1931 à 0,05‰ en 1948, alors que dans le même laps de temps la proportion de lait pasteurisé passe de 27 à 90%.

En Hollande, HOOGENDOORN, 1953 [18] constate une chute régulière de la mortalité par tuberculose depuis que la pasteurisation s'est généralisée, c'est-à-dire depuis 1940, de 85,6 ‰ en 1945 elle passe à 15,9 ‰ en 1951. Cette chute intéresse tous les âges, y compris celui des enfants de 0 à 4 ans qui peut être considéré comme reflétant le mieux l'action du lait pasteurisé.

Aux Etats-Unis, FRANK, 1940 [12] dans une revue générale sur les maladies transmises par le lait au cours de l'année 1938 (et en y comprenant d'autres affections que la tuberculose) donne la statistique suivante :

| | Nombre d'épidémies | Nombre de malades | Nombre de décès |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| Lait cru | 37 | 1.462 | 27 |
| Lait pasteurisé | 1 | 100 | 0 |

Il note, en outre, que 12% seulement des épidémies se sont produites dans des agglomérations de plus de 10.000 habitants, c'est-à-dire dans celles où la surveillance sanitaire est la plus efficace.

PRICE, 1938 [39] trouve que tous les malades tuberculeux chez lesquels on a pu isoler le bacille bovin ont contracté cette infection à l'extérieur de la ville de Toronto dans laquelle le lait de consommation subit une pasteurisation efficace.

Il convient d'ajouter, enfin, que dans de nombreux pays, l'élimination du bétail tuberculeux représente une mesure de sécurité dont les avantages ont déjà été si souvent soulignés qu'il n'est pas nécessaire de s'y étendre à nouveau. On peut simplement rappeler

la comparaison imagée donnée à ce sujet par DAHLBERG et coll. [9] : « Il n'est jamais recommandé de jouer avec un fusil chargé, même lorsque le verrou de sûreté est en place. Il vaut mieux que le fusil ne soit pas chargé. »

Les autres germes pathogènes susceptibles d'être présents dans le lait sont détruits par le chauffage plus rapidement que le bacille tuberculeux. C'est ainsi que, précisant dans une étude récente [26] les très nombreux travaux déjà effectués sur la destruction par la chaleur des *Brucella*, KRONENWETT et coll. concluent que le chauffage nécessaire à la destruction de ces germes dans le lait est très inférieur à celui qui entraîne la destruction de la phosphatase.

En ce qui concerne les maladies à virus, dont la transmission par le lait est possible, KAPLAN et MELNICK [22] ont constaté la destruction du virus de la polyomyélite par les méthodes de chauffage utilisées, en Amérique, pour la pasteurisation du lait.

Des études plus nombreuses ont porté sur le virus de la fièvre Q, *Coxiella burnetii*, pour lequel on sait que le lait représente un agent fréquent de transmission de la maladie et qui semble relativement résistant à l'action de la chaleur. Les études de HUEBNER [19], en Amérique, et celles de MARMION [30] en Angleterre, qui ont opéré avec du lait naturellement infecté par le virus, confirment cependant de façon très nette la destruction du virus dans les conditions de la pasteurisation et notamment celles de la pasteurisation haute (154 à 156° F. pendant 15 secondes suffisent).

Il est permis de conclure de cette étude que l'efficacité des procédés de pasteurisation du lait en ce qui concerne la destruction des germes pathogènes est largement démontrée.

La transmission par le lait de ces maladies à l'homme ne peut donc provenir que de la consommation du lait cru ou d'un mauvais emploi des procédés de pasteurisation.

L'ensemble des résultats relatifs à la destruction des microbes pathogènes du lait ont été confirmés d'une manière officielle dans les textes réglementant les conditions de pasteurisation du lait dans différents pays.

Dès 1941, en Grande-Bretagne, un chauffage à 162° F. (72°2) pendant 15 secondes fut reconnu comme suffisant pour une bonne pasteurisation. Actuellement (1950), 161° F. (71°7) pendant 15 secondes est reconnu officiellement comme le chauffage efficace pour la pasteurisation du lait.

Aux Etats-Unis, le Service de Santé [9] demande que le lait pasteurisé soit chauffé à 161° F. pendant 15 secondes (pasteurisation haute) ou à 143° F. pendant au moins 30 minutes (pasteurisation basse).

L'application au lait d'un procédé de chauffage efficace peut

être vérifiée facilement par l'emploi du test de la phosphatase.

D'autre part, la vérification du fonctionnement des appareils de chauffage et l'inspection des diagrammes de température par des services de contrôle compétents apportent une garantie supplémentaire.

(A suivre.)

SUPPLEMENT TECHNIQUE

L'INSOLUBILISATION ET LE DURCISSEMENT DES CRINS DE CASÉINE

par G. GÉNIN

Ingénieur E.P.C.I.

Il y a une dizaine d'années, McMEEKIN de l'Eastern Utilization Research Branch de l'Agricultural Research Service du Ministère de l'Agriculture, avait, avec plusieurs collaborateurs [1], mis au point un procédé de fabrication de crins de caséine. Ce procédé était particulièrement simple, puisqu'il comportait uniquement l'addition d'eau à de la caséine acide, puis le filage de la pâte ainsi obtenue dans une filière chauffée à 100° C., le traitement des fibres par une solution de formaldéhyde et le séchage. Ce procédé a d'ailleurs été utilisé industriellement pour la fabrication de crins de caséine et l'équipement nécessaire à sa mise en œuvre a été décrit par C. W. BENDIGO [2]. Les crins de caséine, ainsi fabriqués, sont d'ailleurs encore utilisés industriellement pour la fabrication de pinceaux et de brosses de peintres, ainsi que pour le garnissage de coussins, de matelas et de filtres à air, les crins étant dans ce dernier cas utilisés sous la forme de boucles.

Les crins de caséine présentent une résistance convenable aux solvants et aux huiles utilisés dans la fabrication des peintures grasses, mais on sait que depuis quelques années déjà, l'emploi des peintures émulsions, dont le liant est constitué par une dispersion ou une émulsion de latex de caoutchouc artificiel dans l'eau, a pris une grande importance. A signaler d'ailleurs en passant que, dans la préparation de ces peintures, la caséine joue un rôle important et est employée comme agent stabilisant. Or, les crins de caséine ont l'inconvénient de gonfler dans ces liants aqueux et il n'est donc plus possible de les utiliser pour des travaux comportant l'emploi de ces peintures.

L'Agricultural Research Service a donc été conduit à entreprendre des travaux ayant pour objet, par un traitement chimique des crins de caséine, d'insolubiliser ces crins et de permettre leur emploi pour l'application des peintures à l'eau. Les travaux entre-