TRAITEMENT DU LAIT PAR LA CHALEUR

(*Stassanisation*)

8^e RAPPORT DE LA LAITERIE D'ESSAIS DE L'ETAT,
A HILLEROD (Danemark) (1)

PRÉFACE

Le chauffage que le refroidissement du lait sont des moyens bien connus de prolonger la conservation du lait qui ne peut pas être utilisé immédiatement après la traite.

Les deux modes de traitement sont essentiellement différents. Le refroidissement du lait peut entraver le développement ultérieur des bactéries qui se trouvent dans le lait, mais ne peut pas les détruire. Par conséquent, le refroidissement n'est efficace comme moyen de conservation que quand il est effectué rapidement et maintenu au degré voulu.

Par contre, le chauffage du lait a un effet de conservation dû au fait que, quand il est effectué jusqu'à l'extrême limite, il tue tous les micro-organismes qui se trouvent dans le lait, le rend stérile, et, par conséquent, fait qu'il se conserve pratiquement pendant une période illimitée s'il est maintenu dans des récipients étanches. Toutefois, le chauffage ne détruit pas seulement les bactéries ; il a aussi une influence sur les composants mêmes du lait, et modifie sa composition chimique s'il dépasse une certaine limite. Cette transformation du lait se traduit en particulier par une modification de l'odeur et de la saveur aussi bien que de l'aspect, tandis qu'un examen plus approfondi montre aussi que son état physique et son état physiologique sont aussi modifiés, de sorte que le produit est devenu différent du lait brut.

Cette transformation, de même que la destruction des bactéries, dépendent de la durée et de la température du chauffage, ainsi que de la méthode appliquée.

En conséquence, une distinction doit être faite entre les divers modes de chauffage qui sont les suivants :

Stérilisation (2),

Pasteurisation à haute température,

Pasteurisation lente,

Stassanisation.

Stérilisation. — Elle exige un chauffage à une température tellement élevée qu'elle ne peut pas être effectuée en faisant bouillir le lait dans des récipients ouverts.

Dans des récipients fermés, où la température peut être élevée au point voulu, la stérilisation peut avoir lieu en chauffant à une tempé-

(1) Traduction de M. Camille WOLF.

(2) Par la stassanisation entre 130° et 140°, on parvient à la stérilisation du lait tout en épargnant les modifications plus ou moins fortes de ses éléments. (N. de la R.)

rature moins élevée pendant une durée assez longue ou à une température plus élevée pendant un temps moins long. On peut ajouter que, d'après les résultats obtenus par divers expérimentateurs, il est nécessaire, pour obtenir la stérilisation, de chauffer suivant une échelle dont les chiffres sont approximativement les suivants :

à 110 et 100 degrés centigrades (230 et 212 degrés Fahr.) pendant 60 et 90 minutes ;

à 120 et 110 degrés centigrades (248 et 230 degrés Fahr.) pendant 15 et 60 minutes ;

à 130 et 120 degrés centigrades (266 et 248 degrés Fahr.) momentanément et pendant 15 minutes,

de telle sorte que la durée du chauffage soit inversement proportionnelle à la température.

Stérilisé, le lait se conservera durant le transport et le magasinage pendant une période pratiquement illimitée, et ceci est important pour la production du lait condensé, de la crème destinée à l'exportation, etc..., mais le chauffage énergique a habituellement une influence très mauvaise sur l'arome du lait et modifie sa couleur, ce qui fait qu'une telle méthode ne peut pas être appliquée à du lait destiné à la consommation. Cependant, des essais effectués au Laboratoire d'Essais ont montré qu'un chauffage instantané à 125-130 degrés centigrades (257-266 degrés Fahr.) en tubes fermés (voir le 7^e rapport du Laboratoire d'Essais concernant les essais effectués avec l'appareil Jonas NIELSEN) n'a aucune influence sur l'arome ou l'apparence du lait, quoique celui-ci soit stérilisé par ce traitement.

Pasteurisation à haute température. — Comme on le sait, cette méthode de chauffage du lait ou des autres liquides fut imaginée par le Professeur Louis PASTEUR, savant français qui, dans ses études des bactéries et des organismes des fermentations, fut aussi amené à étudier leurs propriétés de résistance à la chaleur, et trouva qu'elles étaient très différentes suivant les différentes variétés de microbes. PASTEUR profita de cette circonstance pour ne pas traiter ses liquides et composés nutritifs à des températures plus élevées que celles juste nécessaires pour détruire les micro-organismes qu'il désirait faire disparaître, et, de cette façon, l'échelle de chauffage fut formée de températures descendant de l'ébullition ordinaire (chauffage à 100 degrés centigrades ou 212 degrés Fahrenheit) jusqu'à des températures aussi basses qu'environ 50 degrés centigrades (122 degrés Fahrenheit). Cette opération est généralement appelée *pasteurisation*.

Par conséquent, le terme de pasteurisation ne donne pas d'indication précise en ce qui concerne la température à laquelle le chauffage a eu lieu, car la pasteurisation comporte toute une série de températures commençant à l'ébullition pour descendre à des températures plus basses.

Toutefois, au Danemark, la loi a prescrit pour la pasteurisation du lait quelque chose de précis : le chauffage à 80 degrés centigrades (176 degrés Fahr.) ou plus. Cette précision est probablement due, d'une part, aux essais qui ont prouvé, aussi bien à l'Etranger (Amérique) qu'au Danemark (Professeur BANG), qu'étant données les conditions dans lesquelles le chauffage a généralement lieu, il est nécessaire de s'approcher de cette température pour être absolument sûr que les bacilles de la tuberculose du lait sont détruits dans le lait, et, d'autre part, au fait que par l'essai à l'eau oxygénée et à la paraphénylène-diamine, indiqué par le Professeur STORCH, il est possible de contrôler qu'un tel chauffage du lait a eu lieu.

Outre la destruction de certaines bactéries, le chauffage du lait à 80 degrés centigrades (176 degrés Fahr.) produit certaines modifications de la composition chimique et physiologique du lait, les substances protéiques dissoutes du lait se coagulent, la faculté de montée de la crème est entièrement ou partiellement détruite, le lait prend une saveur de « cuit » qui peut, toutefois, être quelque peu évitée par un refroidissement rapide et énergique immédiatement après le chauffage.

On n'attache pas d'importance à ces modifications de l'état naturel du lait, quand le lait ainsi chauffé est destiné à la nourriture des animaux ou, en ce qui concerne la crème, quand celle-ci est destinée à la production du beurre, et c'est pourquoi il a été relativement facile de pratiquer cette méthode de pasteurisation si utile et si importante pour ces utilisations.

La question se présente toute différente quand le lait est destiné à des enfants, ou quand il est destiné à être bu ou à être employé à des usages domestiques. Ici, l'attention est appelée sur la modification ci-dessus mentionnée, à laquelle le lait est exposé par un chauffage à 80 degrés centigrades (176 degrés Fahr.) ou plus, et c'est pourquoi la pasteurisation d'un tel lait n'est pas prescrite, mais autorisée, de sorte que c'est au consommateur à décider s'il veut boire du lait brut ou du lait chauffé à 80 degrés centigrades (176 degrés Fahr.) ou plus, avec la modification qui en résulte dans sa saveur et sa composition. Dans le lait ainsi chauffé, les bactéries pathogènes ont été détruites, et il présente, au point de vue hygiénique, bien plus de garanties que le lait brut ordinaire, mais beaucoup de personnes l'estiment moins digestible que le lait brut.

Pasteurisation lente. — Comme il est admis que la majorité des consommateurs de lait n'aiment pas le goût de « cuit » du « lait pasteurisé à haute température », et comme, en même temps, on prétend, de divers côtés, que la transformation des substances protéiques du lait qui a lieu pendant la pasteurisation à haute température l'a rendu moins digestible, de nombreux et importants essais et recherches ont été effectués dans le monde entier sur la pasteurisation du lait à des températures

suffisamment basses pour qu'aucune transformation n'ait lieu dans le lait brut, autre que la destruction des bactéries qui y sont contenues, ou tout au moins leur affaiblissement à un point tel qu'on puisse les considérer comme inoffensives. Cette pasteurisation à basse température est généralement effectuée en chauffant le lait dans des appareils spéciaux à 63 degrés centigrades (145,4 degrés Fahr.) et en le conservant à cette température pendant 30 minutes (pasteurisation lente). Les résultats de ces essais ont eu pour conséquence l'adoption sur une grande échelle à l'étranger, et en particulier en Suède, en Angleterre et en Amérique, de la méthode de chauffage en question pour le lait destiné à la consommation en remplacement du lait brut ou du lait pasteurisé à haute température. En Norvège, la question est en discussion depuis longtemps, et on nous dit qu'on prépare, en Allemagne, une loi qui prescrit la pasteurisation à basse température de tout le lait destiné à la consommation des villes, loi qui se base sur les essais effectués et contrôlés par les autorités sanitaires de Berlin, dont les résultats ont prouvé que la pasteurisation à basse température (63° C. = 145°4 F. pendant 30 minutes) n'a pas d'inconvénients sensibles si on la compare à la pasteurisation à haute température, mais a, d'un autre côté, de nombreux avantages.

STASSANISATION

Le chauffage du lait appelé de ce nom se distingue des 3 précédentes méthodes parce qu'il a lieu dans un système de tuyauterie complètement fermé à travers lequel le lait passe en couche très mince (environ 1 m/m), ce qui a pour effet un chauffage rapide et effectif sans admission d'air et sans qu'aucune partie du lait ne soit trop chauffée.

Le principe de cette méthode de chauffage a été donné par le Docteur Henri STASSANO, de nationalité italienne, qui vit en France, et qui y est attaché à l'Institut Pasteur. Le Dr STASSANO a effectué ses recherches et ses essais sur le lait livré à la consommation à Strasbourg, mais la méthode de traitement est de date récente et a été essayée pour la première fois à notre Laiterie Nationale d'Essais.

Les essais, analyses et recherches relatifs à cette méthode ont été effectués de 1927 à 1929. Les conclusions et les résultats des essais sont indiqués dans le rapport qui suit. A cette occasion, la Laiterie Nationale d'Essais adresse ses meilleurs remerciements au Professeur L. S. FRIDERICIA, docteur en médecine de l'Institut d'Hygiène de l'Université ; au Professeur O. BANG de l'Ecole Royale Supérieure d'Agriculture et de Médecine Vétérinaire, pour l'amabilité avec laquelle ils ont effectué les recherches sur l'influence de la stassanisation, sur la teneur en vitamines du lait et sur la destruction des bactéries de l'avortement infectieux et de la tuberculose.

PRINCIPES DE LA STASSANISATION. — Le chauffage du lait qui a

lieu d'après la méthode du Dr STASSANO se distingue de la pasteurisation ordinaire à haute température ainsi que de la pasteurisation lente par les points suivants :

Le chauffage s'opère dans une tuyauterie entièrement fermée dans laquelle le lait est distribué en couches extrêmement minces, et ce chauffage est de très courte durée.

D'après les propres déclarations du Dr STASSANO, cette méthode de chauffage du lait posséderait un certain nombre d'avantages sans avoir aucun effet de détérioration sur le lait.

Ils sont indiqués comme suit :

1° La conservation du lait traité par ce système est plus grande que si le lait est pasteurisé par chauffage à 63° C. (145° F.) pendant 30 minutes ou que s'il est pasteurisé par chauffage à 95° C. (203° F.) pendant 2 minutes, et les bactéries pathogènes sont détruites.

2° Le lait ne prend pas le goût de cuit.

3° La montée de la crème est la même que dans le lait brut, même s'il est chauffé à 80° C. (176° F.).

4° La faculté de coagulation du lait reste normale, même à un très haut degré de chauffage.

5° Le lait ne perd pas son acide carbonique pendant le chauffage, de sorte que les sels de chaux et les phosphates restent en dissolution, et, par conséquent, la valeur alimentaire du lait ne change pas.

6° Comme l'air n'est pas admis, il n'y a pas de perte par évaporation, et les vitamines du lait ne sont pas détériorées.

7° Après le chauffage du lait, il est suffisant d'employer de l'eau de fontaine pour refroidir le lait, ce qui est meilleur marché que d'employer de la saumure.

8° La consommation de vapeur pour ce chauffage est très économique.

Telles sont les conclusions du Dr STASSANO, auxquelles il est arrivé, d'abord par des essais de laboratoire avec de petits appareils, puis avec de grands appareils construits par lui-même, appareils qui sont employés à la Laiterie Centrale de Strasbourg pour le traitement du lait destiné à la consommation.

La construction de l'appareil avec lequel les essais furent effectués fut basée sur ces recherches, et elle fut confiée aux Ateliers de Construction SILKEBORG par le Dr STASSANO.

EXÉCUTION PRATIQUE DE LA STASSANISATION

Construction de l'appareil à stassaniser. — Comme on le verra sur la figure I ci-dessous, l'appareil Stassano utilisé pour les essais consistait en un système de tuyauteries divisé en 3 sections ou batteries, se détaillant comme suit :

1^o La section régénérative avec 8 longueurs de tuyau de 3 m. 5 (1) chaque.

2^o La section chauffante avec le stassaniseur consistant de 8 longueurs de tuyau de 2 m. 5 chaque.

3^o La section refroidissante avec 8 longueurs de tuyau de 3 m. 5 chaque.

Fig. 1

Les 3 éléments consistent en doubles tuyaux, c'est-à-dire qu'il y a 2 tuyaux emboîtés l'un dans l'autre, dont les diamètres diffèrent d'environ 2 m/m 5 (environ 3/32 de pouce) laissant un espace de 1 à 1 m/m 25 entre le tuyau intérieur et le tuyau extérieur. Les extrémités des tuyaux sont reliées par des coudes spécialement construits de telle sorte qu'aussi bien le tube intérieur que le tube extérieur forment un conduit d'environ 28 m. (env. 91 pieds) pour la section régénérative et refroidissante et d'environ 20 m. (65 pieds) pour la section chauffante. Cette section est plongée dans la cuve carrée montrée en 8 qui est remplie d'eau maintenue à température constante par admission de vapeur. En

(1) La figure montre 12 longueurs de tuyau, mais une des batteries avec 4 longueurs de tuyau n'a pas été utilisée.

outre, deux pompes, une pour la circulation du lait et une pour la circulation de l'eau dans la section chauffante, appartiennent à l'appareil.

Tous les éléments étaient munis de thermomètres, de telle sorte que la température intérieure et la température extérieure de chaque élément pouvaient être suivies et contrôlées. De plus, la sortie du stassaniseur était munie d'un thermographe enregistreur qui, à chaque instant, donnait la température à laquelle le chauffage avait lieu.

En liaison avec la pompe à lait se trouve un robinet qui est muni d'un système permettant de régler la pression du courant de lait.

Quand l'appareil est en fonctionnement, le lait est conduit au récipient à lait supérieur (1) contenant un système de plusieurs filtres pour épurer le lait et pour retenir l'écume et les petites particules qui pourraient empêcher le passage du lait à travers les tuyaux. Par son propre poids, le lait coule du récipient à travers le tuyau 2 vers les tuyaux intérieurs de la section régénérative (3), et pendant son trajet, il se rencontre là avec le courant de lait chaud venant du stassaniseur et qui passe dans les tuyaux extérieurs de la section régénérative. Pendant ce passage, un échange de températures a lieu entre le lait chaud et le lait froid, de sorte que, quand il quitte le régénérateur, le lait froid a atteint une température de 50°C. (122° F.). Il passe ensuite à la pompe de pression de lait qui l'envoie au stassaniseur, où il est de suite chauffé à la température désirée. Les essais furent effectués à une température de 75° C. (176° F.) produite en plongeant les tuyaux du stassaniseur dans de l'eau maintenue à une température constante par addition de vapeur. Du stassaniseur, le lait chaud retourne à travers les tuyaux extérieurs du régénérateur, et, comme indiqué plus haut, il cède une partie de sa chaleur au lait froid qui arrive.

Du régénérateur, le lait qui a été ainsi refroidi à environ 30° C. (86° F.) est conduit à la section refroidissante (4), et passe à travers ses tuyaux intérieurs, de l'eau froide circulant à travers les tuyaux intérieurs pour enlever le reste de la chaleur du lait et le refroidir à la température voulue, qui dépend de la température de l'eau de circulation.

Le lait est ensuite versé dans les récipients (bouteilles ou pots) dans lesquels il est vendu ou expédié.

Le nouveau modèle de stassaniseur montré sur la fig. 2 fonctionne de la même manière.

Ce nouveau modèle se distingue de l'ancien par sa maniabilité plus facile, les nombreux tuyaux et liaisons entre les tuyaux séparés étant ici rassemblés en trois unités, qui sont les trois cylindres montrés sur la fig. 2.

Le stassaniseur 2 est placé ici de telle façon qu'il est accessible de tous les côtés, avec le régénérateur 3 au-dessus et le refroidisseur 4 au-dessous, le bain-marie ayant été remplacé par un réchauffeur d'eau isolé 5 qui est fixé sur l'appareil ou qui, dans le cas des gros appareils,

est placé dans la même position allongée que les cylindres 2, 3 et 4, symétriquement le long de ce dernier.

Les avantages obtenus seraient les suivants :

1^o Les tuyaux sont plus facilement accessibles, car en tournant les volants à main, les couvercles des cylindres individuels peuvent être facilement enlevés et les tuyaux sortis.

Fig. 2

2^o Le nettoyage journalier du régénérateur est effectué facilement par le moyen de brosses passées à l'intérieur de celui-ci, après que les deux couvercles ont été enlevés.

3^o On peut faire passer de la vapeur à travers le régénérateur et le refroidisseur avant de les employer, ce qui rend inutile l'examen et l'ouverture du refroidisseur plus d'une ou deux fois par mois, le tout suivant la quantité de lait traitée journellement.

Dans l'ensemble, le système est, du reste, le même que l'ancien modèle, excepté toutefois que le lait passe d'abord à travers le filtre et est ensuite pompé à travers le régénérateur vers le stassaniseur et de celui-ci, de nouveau, à travers le régénérateur, puis à travers le refroidisseur.

Chaque cylindre contient son système de doubles tuyaux reliés aux extrémités des cylindres. La communication entre les tuyaux individuels à l'extrémité d'un cylindre est établie à travers le couvercle qui est serré par un volant à main, et la construction est telle que le lait brut et le lait stassanisé, de même que le lait et l'eau, ne peuvent se mélanger. De plus, si un défaut d'étanchéité apparaît, dû à ce que

l'appareil n'est pas suffisamment serré, on peut le constater de suite et le réparer.

Fig. 3

Pour éviter que de l'air ne se mélange au lait, ce qui pourrait être dû à l'utilisation de types défectueux de pompes et aurait pour effet une détérioration aussi bien chimique que mécanique du lait, on emploie (figure 3,) une pompe spécialement construite pour pomper le lait à travers l'appareil. (1)

CAPACITÉ DE L'APPAREIL A STASSANISER. —

L'appareil employé pour les essais était calculé pour traiter 1.000 litres (env. 220 gallons) par heure. Il s'est trouvé, toutefois, que pour différents motifs cette capacité n'a pas pu être atteinte. Lors d'un des essais, un maximum de 860 litres (env. 191 gallons) fut atteint ; mais la capacité horaire n'a généralement été que de 800 à 840 litres (env. 178 à 187 gallons) quand l'appareil a travaillé normalement, c'est-à-dire quand la pression de circulation du lait a été de 4 à 5 atmosphères.

Si cette pression est réduite, par exemple si on fournit une quantité plus réduite de lait à l'appareil, ou si on réduit la vitesse de la pompe, la capacité de l'appareil est réduite proportionnellement. En outre, la capacité peut être réduite par un dépôt de plaques de boue ou de lait brûlé produit par le traitement du lait, ou parce que la période de temps entre la séparation des éléments réchauffants et des éléments régénératifs et leur nettoyage complet a été trop longue étant donné la quantité de lait traitée.

C'est pourquoi ces conditions doivent être prises en considération lorsqu'on utilise l'appareil : si la pression a des tendances à augmenter pendant qu'en même temps la capacité donne des signes de diminution, de sorte qu'on soit obligé d'ouvrir le robinet de circulation, c'est un signe certain que le diamètre intérieur des tuyaux a été réduit par les dépôts de boue, etc., et l'appareil doit être ouvert et nettoyé.

NETTOYAGE DE L'APPAREIL A STASSANISER. — Comme indiqué plus haut, l'appareil à stassaniser employé pour les essais consistait en 24 longueurs de tuyaux divisés en 3 groupes de 8 tuyaux chaque. Grâce à des pièces d'extrémité spécialement construites, les tuyaux sont réunis 2 à 2, de sorte que l'ensemble total forme un tuyau continu long de 76 mètres (env. 247 pieds) dont 28 m. (env. 91 pieds) forment

(1) Cette pompe ne reçoit plus de lait déjà tiédi, mais froid, car il lui provient directement du filtre. On peut se servir de ce modèle de pompe sans crainte ni de perte sensible en Co^2 , ni d'aération.

le groupe régénératif, 20 mètres (env. 65 pieds) le groupe chauffant, et 28 mètres (env. 91 pieds) le groupe refroidisseur.

La pompe à lait est fixée entre le groupe régénératif et le groupe chauffant.

Les pièces d'extrémité susmentionnées sont fixées aux tuyaux par un simple cadre, de sorte que les connections sont facilement rendues étanches avec des joints en fibre, et qu'en même temps les pièces d'extrémité sont, de cette façon, très facilement détachables. Quand les pièces d'extrémité ont été enlevées, on peut retirer les tuyaux intérieurs : on peut alors nettoyer facilement le système à l'aide d'une brosse à tuyaux quand c'est nécessaire.

La nouvelle construction de l'appareil permet d'enlever facilement la pièce d'extrémité commune à chaque section en desserrant le volant montré sur la fig. 2 : on a alors toute facilité pour nettoyer et examiner les tuyaux.

Le nettoyage de l'appareil à stassaniser, qui a lieu chaque jour après la fin du travail, se pratique comme suit :

Immédiatement après que la dernière quantité de lait a traversé l'appareil, on y fait passer de l'eau pure et froide jusqu'à ce que cette eau de rinçage sorte propre et sans entraîner de résidus de lait à la sortie de la section refroidissante, ce qui demande environ 200 kilogs (environ 444 livres anglaises) d'eau. Ensuite, on envoie dans l'appareil une faible solution de soude qu'on peut, ou bien faire circuler plusieurs fois, ou bien laisser reposer pendant quelque temps. Elle est ensuite évacuée par pompage, et, immédiatement après, on fait circuler de l'eau bouillante à travers l'appareil.

Une inspection ultérieure des tuyaux a montré que cette méthode de nettoyage est la seule susceptible de maintenir propres pendant assez longtemps (2 à 3 semaines) les tuyaux de la section refroidissante. Dans la section régénérative, un peu de boue apparut dans les tuyaux intérieurs, sans incrustation, qu'on enleva au moyen d'une brosse à tuyaux sans sortir les tuyaux. Une couche transparente très mince de dépôt lacté pierreux apparut également après quelques jours sur une longueur de un à deux mètres sur la première portion de tuyau du régénérateur à la suite de la section chauffante, mais elle fut facilement enlevée par la brosse après que ledit tube eut été sorti.

Après environ une semaine d'emploi journalier, on trouve une mince couche de dépôt lacté pierreux sur la section chauffante, qui, comme on l'a vu, reste plongée dans l'eau ; elle n'eut, toutefois, pas d'influence pernicieuse, ni en ce qui concerne la transmission de la chaleur, ni en ce qui concerne la capacité de l'appareil. Pendant une des périodes d'essai, cette section fut employée, sans être ouverte, pendant 3 semaines, et, pendant cette période, la capacité diminua graduellement au fur et à mesure que les dépôts de boue et les incrus-

tations des tuyaux augmentaient. Après ouverture de l'appareil, on trouva que la boue et les incrustations se trouvaient surtout dans le 3^e tiers des tuyaux après le régénérateur, tandis que les autres parties des tuyaux n'avaient qu'un mince dépôt transparent. Ces boues et ces incrustations furent facilement enlevées à la brosse.

A ce sujet, il faut mentionner que l'emploi journalier de cet appareil ici a été bien moins important que dans le cas où de grosses quantités de lait seraient traitées : les renseignements ci-dessus en ce qui concerne le nettoyage ne doivent pas être considérés comme exacts dans tous les cas. Toutefois, on peut conclure des essais que le nettoyage de l'appareil à stassaniser n'est pas plus difficile que le nettoyage d'autres appareils ayant à effectuer le même travail.

En outre, il faut ajouter que tous les matins, avant le travail, l'appareil à stassaniser était passé à l'eau bouillante, et qu'on peut facilement, si on le désire, effectuer ce travail à la vapeur.

Il faut mentionner, à ce sujet, que la nouvelle construction de l'appareil à stassaniser présente cet avantage que la section chauffante (stassaniseur) n'est pas plongée dans un bain-marie et est, par conséquent, aussi facile à nettoyer que les deux autres sections.

CONSOMMATION DE VAPEUR DE L'APPAREIL A STASSANISER. —

Il semble naturel, au premier abord, de supposer que le court chauffage du lait à 75° C. (167° F.) n'entraînera qu'une consommation de vapeur relativement minime. Les essais ont confirmé cette supposition, ainsi qu'il ressort de ce qui suit au sujet de la consommation de vapeur.

Comme déjà indiqué, le lait réchauffé quitte le régénérateur à environ 50° C. (122° F.) et est chauffé dans le stassaniseur à 75° C. (167° F.). La chaleur spécifique du lait étant fixée à 0,9 et la température de l'eau de condensation à 77° C. (170° 6 F.), la consommation de vapeur nécessaire peut être exprimée comme suit :

$$\frac{0,9 (75 - 50) \times 840}{640 - 77} = \frac{18.900}{563} = 33 \text{ kilogs } 57 \text{ (environ } 74 \text{ livres } 6) \text{ de}$$

vapeur, correspondant à 40 kilogs (environ 88 livres 8) de vapeur par 1.000 litres (env. 220 gallons) de lait.

Toutefois, la consommation de vapeur est plus grande, car, pendant l'utilisation de l'appareil, une perte de chaleur a lieu à certains endroits. Il y a ainsi une perte de chaleur dans la cuve d'eau, qui a été fixée, en mesurant la chute de température de l'eau pendant 24 heures, à 1.800-2.000 calories par heure (environ 7.200-8.000 B. T. U.), suivant la température de l'air extérieur. En outre, la circulation de l'eau à travers la pompe et les tuyaux cause aussi une perte de chaleur qui ne peut pas, toutefois, être mesurée exactement, mais qu'on a estimé être entre 500 à 700 calories par heure (env. 2.000-2.800 B. T. U.). En tout, les pertes

s'élèvent à 2.500 calories (environ 10.000 B. T. U.) par heure, correspondant à une consommation de vapeur de $\frac{2.500}{640 - 77} = 4 \text{ kg. } 44$ (env. 9 livres 87) de vapeur, la consommation totale de vapeur s'élevant ainsi à environ 45 kilogs (100 livres) de vapeur par 1.000 kilogs (env. 220 gallons) de lait par heure. La détermination de la température de l'eau de condensation a donné une température de 77° C. (env. 170° 6 F.), et la moyenne d'une suite de déterminations des produits de la condensation a donné comme résultat que la capacité normale de l'appareil étant de 840 kilogs (env. 187 gallons) de lait par heure, la quantité d'eau de condensation était de 36 kilogs 2 (env. 80 livres), ce qui correspond à environ 47 kilogs (env. 104 livres) par 1.000 kilogs (220 gallons) de lait. Ceci correspond très bien à la consommation de vapeur, car une certaine quantité de vapeur se condense dans la conduite d'alimentation de vapeur, augmentant ainsi le produit de la condensation sans qu'il soit possible de chiffrer cette augmentation.

En outre, il faut noter que les chiffres indiqués sont des moyennes d'un certain nombre d'observations et de mesures effectuées pendant diverses saisons de l'année, et avec des variations dans la capacité de l'appareil et la température d'arrivée du lait, ainsi qu'avec une utilisation plus ou moins grande du régénérateur, de sorte que les observations séparées diffèrent des chiffres moyens. Toutefois, ces variations ne sont pas suffisamment grandes ni importantes pour qu'on ne puisse pas considérer que le chiffre de consommation de vapeur de 45 kilogs par 1.000 kilogs de lait (100 livres par 200 gallons) s'applique bien à l'appareil utilisé pour les essais.

Si on la compare à la consommation de vapeur d'autres méthodes de chauffage, on peut dire qu'elle est très basse, car, d'après les diverses données recueillies, on peut admettre que la consommation de vapeur des autres systèmes de pasteurisation est la suivante :

Pasteurisation ordinaire à haute température (90° C. = 194° F.) : 135-155 kilogs vapeur par 1.000 kgs de lait (300-345 livres de vapeur par 220 gallons de lait).

Pasteurisation ordinaire à haute température avec régénération de chaleur (90° C. = 194° F.) : 90-100 kilogs de vapeur par 1.000 kilogs de lait (200-222 livres de vapeur par 220 gallons de lait).

Pasteurisation lente (à 63° C. = 145° 4 F.) pendant 1/2 heure : environ 100 kg. de vapeur par 1.000 kilogs de lait (220 livres de vapeur par 220 gallons de lait).

A cet égard, la stassanisation est une méthode de chauffage du lait économique.

(A suivre.)