du lait dans le sol furent faits après un, deux et trois mois : la teneur en extrait diminue, le plus pour une teneur initiale de 0,5 %, le moins pour 1,5 %, vraisemblablement en raison de la diffusion du sel hors du gel vers le sol. La teneur en lactose subit une diminution régulière, comme s'il n'y avait pas de sel dans le gel. Comme dans les essais avec le lactose, les protéines ne sont pas influencées ; les cendres diminuent pour une concentration de 0,5 % et augmentent pour les concentrations 1 % et 1,5 %, ce qu'il fallait prévoir ; la teneur en phosphates subit une diminution régulière en dehors de l'influence de la concentration du gel en chlorure de sodium.

Dans 100 cc. gr.	Extrait	Lactose	Azote	Protéines (N $\times$ 6,5)	Cendres	PO ₄ ³
Lait initial	9,04	4,69	0,497	3,23	0,718	0,1408
Sans addition au gel :						
Après 1 mois	6,25	2,47	0,434	2,82	0,499	0,1025
Après 2 mois	6,20	2,43	0,423	2,75	0,479	0,1014
Après 3 mois	6,09	2,47	0,421	2,73	0,494	0,1004
Gel contenant 0,5 % NaCl :						
Après 1 mois	6,43	2,47	0,452	2,94	0,642	0,1046
Après 2 mois	6,41	2,22	0,429	2,79	0,639	0,0893
Après 3 mois	6,39	1,97	0,414	2,69	0,652	0,0890
Gel contenant 1 % NaCl :						
Après 1 mois	6,45	2,19	0,442	2,87	0,906	0,1025
Après 2 mois	6,40	1,99	0,423	2,75	0,906	0,0995
Après 3 mois	6,49	2,03	0,416	2,70	0,891	0,0888
Gel contenant 1,5 % NaCl :						
Après 1 mois	6,96	2,09	0,427	2,77	1,051	0,1023
Après 2 mois	7,05	1,96	0,428	2,78	1,020	0,0994
Après 3 mois	6,92	2,00	0,409	2,66	1,208	0,0870

Il résulte de ces différentes recherches que les constituants du lait diffusent dans le gel de gélose, et que même les protéines et les phosphates s'intéressent à cette diffusion ; les protéines conservent leur état colloïdal, même quand elles restent presque seules, après la diffusion des autres constituants du lait.

DE LA CONSERVATION ET DE L'ASSAINISSEMENT DU LAIT

Par le Dr Henri STASSANO

— SUITE —

Dans les premiers centres de ramassage du lait qui s'établirent à la campagne pour le ravitaillement des villes voisines, on ne tarda pas à sentir le besoin de chauffer le lait avant de l'expédier au loin, pour en retarder l'acidification naturelle pendant le voyage et surtout pendant le séjour du lait chez le débitant.

Le moyen assez simple qu'on employa tout d'abord pour chauffer le lait dans ces premiers centres de ramassage, fut une sorte de grand bain-marie, en forme de coffre rectangulaire, en forte tôle, partagé horizontalement en deux parties inégales par une plaque du même métal. Dans le compartiment inférieur se trouvait le foyer et au-dessus une couche d'eau de 20 à 25 cc. Le lait était distribué dans de grands récipients cylindriques, les « topettes », comme on les nommait ; les topettes étaient ensuite immergées dans l'eau très chaude du bain-marie ; lorsque le lait avait atteint la température de 95° on l'y maintenait encore de dix à quinze minutes à cette température. Le lait était après refroidi dans les pots usuels (de moindre capacité que les topettes), dans lesquels il était transvasé. On immergeait alors ces pots dans de l'eau fraîche, si possible courante, et on les y laissait jusqu'au moment de l'expédition.

Ce système n'a pas encore tout à fait disparu dans certains centres de ramassage très reculés.

Les premiers pasteurisateurs firent leur apparition tout au début de l'ère pastorienne. En Allemagne, un peu avant 1884, nous trouvons l'appareil de THIEL (1), dans lequel le lait était porté rapidement entre 75°-85° en le faisant couler sur une surface métallique ondulée chauffée par l'intérieur ; le lait était ensuite refroidi brusquement à 10°-12° par un réfrigérant rempli de glace. VON GEUNS (2) trouva que dans ces conditions l'appareil de THIEL faisait tomber le nombre des microbes du lait cru de 2.500.000 par centimètre cube à moins de 10.000.

Les résultats qu'en obtint le professeur SOXHLET, de Munich, furent moins bons et surtout très irréguliers à cet égard de l'action du chauffage sur les microbes. Il ne tarda pas ainsi à abandonner cette pratique et à mettre au point à sa place le système de chauffage en bouteille du lait au bain-marie particulièrement pour le lait destiné à la consommation des enfants.

Presque à la même époque entra en fonction dans les laiteries du Danemark un appareil capable comme l'appareil de THIEL de chauffer le lait en circulation continue. Cet appareil construit par FJORD est le vrai prototype des pasteurisateurs actuels tous calqués plus ou moins sur le même principe.

Schématiquement l'appareil FJORD est un vase en cuivre étamé, cylindrique ou simplement un peu élargi en cône vers le haut. Le lait y est introduit par le bas et sort, d'une façon continue, par une ouverture latérale pratiquée d'un côté, tout en haut. Ce vase est entouré, à une certaine distance, par un autre récipient en tôle forte.

(1) W. FLEISCHMANN, *Milchzeitung*, 1884.

(2) VAN GEUNS, *Arch. f. Hygiene*, 1885.

Dans l'espace compris entre ces deux récipients circule la vapeur destinée à chauffer le lait.

Un agitateur placé dans l'axe du récipient central tourne sans cesse pour assurer une bonne et rapide répartition de la chaleur et pour empêcher le lait qui monte de brûler au contact de la paroi surchauffée.

Dans le premier type de ces pasteurisateurs on chauffait avec de la vapeur détendue ; depuis on se sert de vapeur sous la pression d'environ 1 kgr.

Les perfectionnements plus importants que l'on a réalisés depuis, vis-à-vis du modèle primitif de FJORD, affectent principalement :

1^o D'une part, la purge de l'eau de condensation qui se forme sans cesse dans la double enveloppe du pasteurisateur, ce qui permet une meilleure utilisation du chauffage et de poursuivre régulièrement la pasteurisation pendant plusieurs heures ;

2^o De l'autre côté, la réalisation mécanique de l'agitation. Dans les premiers appareils, l'arbre de l'agitateur était actionné par en bas du pasteurisateur ; dans les appareils plus récents, l'organe de transmission du mouvement de rotation à l'agitateur est placé au-dessus.

La forme de l'agitateur a été également modifiée et encore aujourd'hui on la trouve assez différente d'une marque à l'autre de pasteurisateurs. Dans les anciens modèles l'agitateur est formé par une tige verticale portant une série de plaques pleines superposées horizontalement, à une certaine distance les unes des autres. Ces plaques disposées en rayons autour de l'arbre sont à peine un peu moins longues que le rayon de la cuve dans laquelle elles tournent. De cette façon elles éloignent incessamment de la paroi surchauffée la nappe de lait qui y vient à son contact en montant dans la cuve. Une fois brisée cette nappe surchauffée, prête à gratiner, le lait chaud se mélange au lait froid qui continue toujours de monter sans atteindre la paroi de la cuve ; il s'ensuit que la température se répand plus rapidement dans la masse tout entière du lait en voie de pasteurisation.

Le pasteurisateur représenté dans la figure 5 vu de côté, et dans la figure 6 vu étant incliné et ouvert, montrant nettement l'intérieur, est l'un des pasteurisateurs en fonction dans la Laiterie Centrale de Strasbourg ; il n'est ni des premiers modèles, ni non plus des plus récents modèles de pasteurisateurs.

Dans cet appareil l'agitateur, tel qu'il apparaît dans la figure 6, possède trois plans horizontaux distincts, chacun constitué par quatre rayons en croix et une bande circulaire. Ces trois plans sont parallèles, équidistants et accusent une légère inclinaison sur un côté. Le contour extérieur de chacun de ces plans s'inscrit simplement

FIG. 5.

FIG. 6.

à un millimètre ou deux en dedans de la paroi de la cuve parfaitement cylindrique. Ces trois plans sont reliés entre eux par des bandes verticales qui finissent par donner à cet agitateur l'aspect d'une cage, dont le profil épouse, à un ou deux millimètres en dedans, la forme de la cuve. Cette dimension ainsi que cette disposition de l'agitateur ont essentiellement pour but de séparer sans cesse, et mieux que dans les premiers pasteurisateurs, le lait de la paroi surchauffée sur laquelle il est porté naturellement à s'écouler et à s'y gratiner en montant dans le pasteurisateur. L'agitateur mélange après cette portion de lait qui, ne venant pas dans la même montée en contact direct de la paroi chauffante, se chauffe plus difficilement dans la traversée du pasteurisateur. Ces trois ordres de bandes circulaires, les trois également inclinées d'un côté sur leur axe, en tournant à la vitesse de 320 tours à la minute, accroissent encore davantage la portée de ce mode de brassage, en projetant par paquets l'un après l'autre, le lait qui les affleure sans cesse, contre la paroi en suivant une direction hélicoïdale.

Il n'en résulte pas moins, ainsi que nous en aurons plus loin la démonstration, l'incertitude de résultats, à peu près la même irrégularité d'action du chauffage sur les microbes, qui porta SOXHLET à renoncer au premier pasteurisateur de THIEL. Pour y remédier, sans

toutefois chercher à perfectionner ou à transformer entièrement le dispositif de chauffage, on a eu recours aux deux expédients suivants sur lesquels j'aurai tout à l'heure l'occasion de revenir : faire monter le lait plus lentement que de coutume dans le pasteurisateur pour qu'il y gagne une température supérieure entre 85° et 95° (pasteurisation haute), ou le garder quelque temps chaud sans dépasser la température usuelle de pasteurisation, les 63° (pasteurisation basse), pour un but déterminé, dont nous aurons à nous occuper plus loin, avant de le refroidir.

En réglant la vanne qui commande l'entrée du lait par en bas dans le pasteurisateur, ainsi que la vanne qui commande l'entrée de la vapeur dans la double enceinte, on parvient assez facilement, mais avec une surveillance de tout instant, à atteindre et à maintenir la température voulue dans le lait qui sort du pasteurisateur.

L'appareil système TODT qui vient d'être présenté en Allemagne pour le chauffage du lait à haute température, en circulation continue, d'après le croquis schématique en coupe verticale, figure 7, doit être envisagé également comme un perfectionnement de l'appareil FJORD. C'est encore une cuve métallique à double enceinte extérieure, munie pareillement d'une arrivée et d'une sortie de vapeur, avec un purgeur pour la condensation de la vapeur. Le lait arrive de même par en bas, refoulé par une pompe et sort par une ouverture ménagée dans le haut et de côté. Dans la traversée de l'appareil, cependant, sa montée au lieu d'être conduite comme dans les pasteurisateurs usuels par la force ascensionnelle dont ils disposent et par la poussée centrifuge des ailettes ou plans de l'agitateur, qui les portent, dans les pasteurisateurs usuels, à se répandre contre la paroi chauffante de la cuve en forme de nappe d'épaisseur irrégulière constamment brisée, mais suivant toujours une trajectoire hélicoïdale jusqu'à s'échapper par l'ouverture latérale et supérieure de sortie, — la montée du lait se fait dans cet appareil très régulièrement sous une couche uniforme très réduite et contre une surface chauffante double, à parité de débit, que dans les pasteurisateurs usuels. En effet, dans cet appareil TODT, le creux de la cuve légèrement conique est occupé par un tambour de même forme placé concentriquement et dont la paroi est à peine séparée de la sienne de 6 mm. Ce tambour est traversé à l'intérieur par une circulation de vapeur propre, munie comme celle de l'enceinte extérieure de vannes d'arrivée et de sortie, ainsi que de purgeur. Le lait s'engage ainsi, dès son entrée dans l'appareil, dans l'espace annulaire équidistant, entre les deux surfaces chauffantes constituées à la fois par la cuve et par le tambour qui de plus tourne dans son intérieur pendant le chauffage, évidemment pour activer le brassage de la couche montante de lait.

FIG. 7.

Le constructeur désigne comme *mince* la couche de 6 mm. sous laquelle le lait s'engage dans son appareil entre les dites deux surfaces chauffantes. Evidemment cet adjectif est appliqué improprement en ce qui concerne l'appareil TOUT, attendu que lorsque je parle de mes appareils de chauffage où les liquides circulent sous une couche beaucoup plus mince, de $1/100$ de millimètre à 1 mm. tout au plus, je ne peux qu'employer le même adjectif. Il n'est pas moins vrai que dans cet appareil TOUT on peut parler de couche sinon mince du moins assez réduite, parce que indiscutablement le lait y accomplit un parcours régulier, quoique assez court entre deux surfaces chauffantes (dans mes appareils la longueur utile de ce trajet est un multiple de l'ordre de grandeur d'au moins 20.000 fois de l'épaisseur de la couche). Au contraire la désignation de *pasteurisateur chauffant*

le lait en couche mince donnée depuis vingt ans par quelques constructeurs à des pasteurisateurs usuels, en se rapportant simplement au faible espace qu'ils laissent entre la cuve et les organes de l'agitateur, est tout à fait, je ne dis pas impropre, mais arbitraire. J'ajouterai qu'à maintenir cette désignation, aujourd'hui qu'il y a effectivement des appareils de pasteurisation et de stérilisation en *couche mince*, ce serait franchement malhonnête. L'objet principal, en effet, dudit petit espace laissé entre l'agitateur et la cuve n'est nullement de laminier le lait, mais d'empêcher qu'il se gratine au contact de la paroi chauffante; au demeurant, c'est absurde de parler de *traitement* en couche mince dans des appareils où, en arrêtant instantanément la montée du lait, on y retrouve au moins 60 litres de lait, lesquels dans l'unité de temps sont projetés par paquets contre une surface chauffante d'à peine un peu plus d'un mètre.

Dans un petit *Traité de laiterie*, je trouve, au sujet des plaques de l'agitateur des pasteurisateurs usuels, la remarque suivante : « Ces plaques ont un diamètre légèrement inférieur à celui de la cuve, elles obligent le lait arrivant de la partie inférieure à passer en *couche très mince* le long de la paroi chaude ». Cela est absolument faux. Ce n'est qu'une toute petite portion de la masse totale de lait en voie de pasteurisation qui est laminée pour ainsi dire par les palettes de l'agitateur au niveau de la paroi chauffante, ou, si le lait ne se gratine pas, il s'y forme sans cesse un dépôt qu'on est obligé d'enlever tous les deux jours à l'aide d'un grattoir de peintre en s'aidant vers le fond d'un marteau.

Dans les premiers appareils dont je me suis servi particulièrement pour la stérilisation des émulsions microbiennes, l'appareil représenté à la figure 1 en est un exemple, la couche sous laquelle le liquide en traitement s'écoulait entre les surfaces chauffantes équidistantes était absolument de l'ordre de grandeur des bactéries que je visais à atteindre directement et sur un court parcours qui variait entre 25 et 50 cm. au plus.

Je remplaçai ensuite, pour des considérations d'ordre technique et pour rendre encore plus actif le brassage du liquide au cours du traitement, l'appareil à trois plaques planes par un appareil composé également de trois plaques, mais qui, au lieu d'être planes et de s'empiler l'une sur l'autre, sont coniques et s'emboîtent exactement l'une dans l'autre, figure 8.

Dans cet appareil, purement de laboratoire, le liquide qui le traverse se répand en lame mince et se ramasse alternativement de plein jet deux fois. J'arrivai ainsi à concevoir mes appareils industriels actuels, d'une construction beaucoup plus simple et dont les parois sont infiniment plus propres aux échanges très rapides, de l'ordre de durée des bactéries à atteindre, qui doivent s'y opérer incé-

samment. Cependant avant de pouvoir réaliser le type actuel de mes appareils en question, il me fallut m'assurer que — avec le dispo-

FIG. 8.

FIG. 8 bis.

sitif représenté par la figure 9, un serpentin aplati en ruban — si, on augmente à la fois dans des rapports différents, l'épaisseur de la couche du liquide en traitement et la longueur du trajet qu'il doit effectuer entre les deux surfaces chauffantes, on parvient également à atteindre les microbes d'une façon élective et sans modifier

sensiblement les liquides organiques qui les charrient : les deux caractéristiques essentielles de mon système.

Pendant les multiples et variés essais que j'accomplis avec ce dispositif, soit à basse, soit à haute température, j'arrivai à retenir

FIG. 9.

les deux données suivantes, qui me guidèrent à rechercher et à établir le type de mes appareils industriels. Les voici ces deux données :

1^o L'épaisseur de $1/2$ à 1 mm. d'une paroi métallique en laiton ou surtout en cuivre rouge, se prête parfaitement autant aux échanges rapides exigés par la circulation intense d'importantes masses de liquides à maintenir à une température donnée, qu'à transmettre cette dernière avec une vitesse de l'ordre de durée des bactéries ;

2^o L'épaisseur de $1/2$ mm. à 7 ou 8 dixième de millimètre pour la couche du liquide qui doit circuler entre des surfaces chauffantes disposées parallèlement, suffit à ce que tous les microbes qu'il véhicule soient atteints par la chaleur au cours de la traversée qu'il accomplit. Il faut pourtant que ce liquide ne soit ni trop chargé en microbes, ni qu'il s'écoule entre ces surfaces chauffantes, relativement distantes l'une de l'autre, à une vitesse trop grande qui ne dépasse en moyenne une seconde par mètre linéaire de parcours.

Ayant reconnu ainsi clairement les avantages que des simple tubes étirés en laiton, à paroi lisses et minces, présentent comme surfaces chauffantes dans un appareil de stérilisation et me trouvant, d'autre part, dans l'impossibilité de les utiliser sous la forme de serpent à ruban, j'eus l'idée de tourner ce dernier obstacle, de prime abord insurmontable, de la manière suivante, au demeurant la plus simple du monde. Ce sont les solutions les plus simples auxquelles on songe en dernier. Au lieu de déterminer l'espace réduit par lequel j'avais à traiter les liquides avec un seul tube en cuivre, en l'aplatissant, je le formai avec les parois de deux tubes, également en cuivre, les logeant l'un dans l'autre.

Je constituai de la sorte aussi aisément un interstice annulaire bien régulier, à parois également minces et propres aux échanges de température et à produire l'effet de la paroi sur les microbes, que le creux rectangulaire du tube unique. Cet interstice annulaire présente, en outre, bien d'autres avantages sur le précédent, dont quelques-uns d'importance capitale. Car ce sont eux qui permettent de résoudre la difficulté, insurmontable dans l'autre, du nettoyage et de l'étamage intérieur :

1^o La résistance intérieure de l'interstice constitué par l'assemblage de deux tubes, l'un dans l'autre, concentriquement, est considérable : pratiquement il ne se déforme pas ;

2^o Cet interstice peut être réalisé d'une épaisseur sensiblement plus restreinte que dans le tube aplati et avec une plus grande régularité ;

3^o Il se monte et se démonte avec la plus grande facilité, ce qui permet le nettoyage direct des parois aussi parfait que celui des surfaces planes ou coniques de mes appareils à plaques épaisses ;

4^o Et enfin, il permet le nickelage ou l'étamage parfait et renouvelable des parois des tubes qui le constituent.

On maintient facilement l'écartement entre les deux tubes par de fines nervures soudées longitudinalement sur le tube de moindre calibre (au tour on en réduit exactement l'épaisseur), ou même tout simplement par une garniture en tresse d'amiante aux deux extrémités. Cette garniture à la fois empêche leurs parois de se toucher et contribue à maintenir l'étanchéité du long interstice annulaire résultant entre les deux tubes, étant convenablement serrées par un presse étoupe approprié, figure 10.

Pour préciser, le tube intérieur, selon que l'indiquent les croquis, est ouvert aux deux extrémités et sur chaque partie filetée se visse un manchon qui emboîte le tube de moindre calibre et qui sert de joint entre les bouts du tube et du manchon. On peut aussi limiter, d'une façon parfaitement étanche, par un système de raccordement à trois pièces, système qui offre en outre l'avantage de pouvoir être monté et démonté beaucoup plus facilement et en moins de temps.

La jonction entre un élément et le suivant, afin de réaliser des cheminements annulaires de la longueur suffisante, 8 à 10 m., se fait d'après le croquis, figures 11 et 12.

Le liquide pénétrant de plein jet et de côté d'après ces mêmes croquis par un tuyau relié à une pompe aspirante-foulante, dans l'espace annulaire d'un de ces éléments à tubes concentriques s'étale en nappe mince et le suit de bout en bout, sous cette forme, jusqu'à ce qu'il se ramasse pour passer de plein jet dans l'extrémité d'un autre long interstice annulaire, identique, constitué par un deuxième

FIG. 10.

élément à tubes concentriques. Là, également, le liquide, tour à tour, s'étale en lame mince et se replie en couche épaisse, l'opération finie, à moins qu'il ait à subir, ce qui est le cas général, encore deux autres

FIG. 11.

FIG. 12.

évolutions semblables pour atteindre le degré voulu de pasteurisation ou la stérilisation complète.

Nous voilà ainsi revenus, avec les appareils industriels, aux schémas de l'appareil à trois plaques coniques dont ils tirent origine, constituant de même un assemblage cylindrique où le liquide, avec la même alternance utile de traitement par la chaleur en couche mince et de brassage intime de la couche à chaque passage d'une cuve à l'autre, se répandait en nappe circulaire pour reprendre chaque fois sa forme primitive.

*
* *

Les figures 13, 14, 15, représentent, vues de différents côtés, le premier pasteurisateur de mon système de 2.500 litres de débit par heure, que la Laiterie Centrale de Strasbourg a mis en fonction en septembre dernier, après avoir procédé pendant plus d'un an à des essais répétés et variés de pasteurisation, soit du lait, soit de la crème, avec un appareil de moindre débit, 350 litres par heure du même système.

Je crois utile de reproduire à cette place le rapport que le direc-

FIG. 13.

FIG. 14.

teur de la Laiterie Centrale, M. HEINTZ, a bien voulu rédiger sur le fonctionnement de cet appareil. Il y analyse les avantages des deux ordres, hygiéniques et économiques, fournis par ce premier modèle industriel de pasteurisateur, répondant en tous points aux prémisses de la nouvelle méthode.

La Laiterie Centrale de Strasbourg ayant introduit en France, il y a trois ans, la méthode dite de *pasteurisation basse*, y a trouvé des avantages notables sur l'ancienne méthode de *pasteurisation haute*. Cependant, en vue des résultats démontrés par M. le Dr Stassano, en faisant fonctionner un appareil de petit débit (350 litres par heure) de son système dans la laiterie même, nous nous sommes décidés à faire construire un appareil de plus grand rendement d'après les indications et sous la surveillance de M. le Dr Stassano. Cet appareil a été mis en marche au mois de septembre dernier.

Le fonctionnement nous a donné la confirmation de tous les avantages déjà constatés antérieurement, avantages d'ordre économique et d'ordre hygiénique.

A. *Avantages d'ordre économique*. Nous relevons :

1° La simplification de la conduite et de la surveillance des opérations. A la place de deux personnes une seule suffit.

2° Le nettoyage se fait régulièrement et très aisément après chaque opération, par des moyens mécaniques inhérents à l'appareil lui-même (circulation d'eau et circulation de vapeur). Ce nettoyage porte non seulement sur le pasteurisateur, mais encore sur ses accessoires, l'économiseur de température et le réfrigérant, ainsi que sur toute la canalisation, à partir du bac d'arrivée du lait jusqu'aux dispositifs de la distribution du lait en bouteilles ou en pots laitiers. Les dépôts minéraux surtout (pierre de lait) qui se produisent fatalement dans tous les appareils usuels et compliquent le nettoyage des pasteurisateurs ne se retrouvent pas, pour les raisons qui seront signalées plus loin, dans les nouveaux appareils dont il s'agit.

3° Les pertes de volume et de poids, déterminées par l'évaporation, selon les anciennes méthodes de chauffage d'après lesquelles la pasteurisation est opérée en circuit ouvert, sont complètement épargnées par le procédé Stassano en circuit fermé. Nous estimions jusqu'à ce jour, malgré les améliorations que nous avons déjà réalisées, cette perte à $1\frac{1}{2}\%$ du volume primitif du lait. Mais comme il y a de très grandes laiteries qui l'estiment à 3% , en prenant la moyenne, cette perte se chiffrerait pour notre entreprise à 300.000 francs environ par an.

4° L'installation de l'appareil Stassano ne coûte, à rendement égal, qu'environ 60% du prix des pasteurisateurs d'anciens modèles. Dans ce prix sont compris, en plus du pasteurisateur proprement dit, l'échangeur de température ou économiseur et le réfrigérant.

5° Le lait stassanisé se conserve de quarante à quarante-huit heures plus longtemps que le lait pasteurisé par les procédés usuels, avantage très appréciable dans la distribution en ville et surtout pour les transports à grande distance.

FIG. 15.

6° L'utilisation régulière de l'appareil Stassano présente une économie de charbon, apportée tout d'abord par le fait d'une meilleure utilisation de la chaleur et ensuite par l'emploi de l'échangeur. Dans la pratique des procédés usuels, l'emploi des échangeurs ou économiseurs de température est plutôt une gêne qu'un avantage, ce qui fait que la plupart des laiteries y ont renoncé.

7° Les constatations faites chez nous ont démontré que l'emploi du pro-

cédé Stassano, attendu la plus parfaite pasteurisation du lait qu'il assure, permet de se passer de la coûteuse réfrigération avec la saumure. Avec le lait stassanisé, l'eau courante suffit pour la réfrigération. On sait que la circulation de saumure coûte presque autant que le chauffage du lait.

B. Avantages culinaires et hygiéniques :

1° Le lait traité par le pasteurisateur Stassano ne présente nullement le goût de cuit que l'on constate plus ou moins accusé dans tous les laits pasteurisés par les procédés usuels, parce que dans tous ces procédés, sans aucune exception, la surchauffe du lait ne peut pas être évitée. Elle peut seulement être réduite en faisant monter plus rapidement le lait dans les pasteurisateurs ainsi qu'on le pratique dans la pasteurisation basse. Cette surchauffe tient inévitablement au mode et au degré de chauffage des parois de pasteurisateurs usuels qui sont maintenues entre 115 et 120 degrés par une circulation extérieure de vapeur sous pression.

Dans les pasteurisateurs Stassano, la paroi chauffante est portée à la température de pasteurisation uniquement par une circulation d'eau chaude. La température de cette eau ne dépasse que d'un à deux degrés celle où le lait sort du pasteurisateur dans ce procédé.

2° Si par hasard ou par nécessité dans la *pasteurisation basse* on est obligé de pasteuriser au delà de 63 degrés, la couche de crème ne se produit plus spontanément. Avec l'appareil de M. Stassano, on peut même dépasser 80 degrés sans que cet inconvénient se produise.

3° La pasteurisation usuelle en circuit ouvert ne provoque pas seulement l'évaporation du lait, mais encore le départ de l'acide carbonique, élément nécessaire pour entretenir à l'état soluble dans le lait les sels de chaux et les phosphates. On sait l'importance que ces sels ont pour l'ossification, ainsi que pour la croissance en général. C'est certainement aux fâcheuses conséquences de cette absence plus ou moins complète de l'acide carbonique dans les laits chauffés qu'il faut attribuer la répugnance de certains médecins pour l'usage de ces laits chauffés. Seul le lait stassanisé fait exception à cette règle, en conservant intégralement l'acide carbonique.

4° En dehors des faits relevés il y a lieu de signaler que, de toutes les expériences et déterminations qui ont été faites à ce sujet dans notre laiterie, il ressort que le lait traité d'après le procédé Stassano est celui qui se rapproche le plus du lait cru, ce qui s'explique par la rapidité avec laquelle il est chauffé dans ce procédé et l'absence complète des parties surchauffées que l'on y constate.

5° L'avantage signalé plus haut, au point de vue économique concernant la plus longue conservation du lait stassanisé se traduit, au point de vue de l'hygiène, par un assainissement plus complet et parfait, et cela grâce au fait qui caractérise ce procédé, à savoir le mode de chauffage. Le lait, en effet, dans le pasteurisateur Stassano, est soumis uniformément dans toute sa masse, jusque dans sa moindre parcelle, à l'action directe de la surface chauffante, dont M. Stassano a signalé le premier l'effet électif, singulier sur les microbes.

6° C'est précisément en vue d'assainir rigoureusement le lait que M. Stassano a choisi la température de 75 degrés, comme température de régime de son procédé, car d'après les observations du Dr Calmette, sous-

directeur de l'Institut Pasteur, dont la compétence est indiscutable pour tout ce qui concerne la tuberculose, cette température est la température minima mortelle des bacilles tuberculeux qui souillent si souvent le lait de vache.

Je tiens à mettre ici sous les yeux du lecteur, encore assez près des photographies de mon pasteurisateur, la figure (16) d'un de ces

FIG. 16.

appareils américains de laiterie (on en trouve même ailleurs, en Allemagne, par exemple), constitués également par l'assemblage d'un certain nombre d'éléments tubulaires chacun formé par deux tubes logés l'un dans l'autre concentriquement. J'emprunte cette figure au traité de KILBOURNE (1), où cet auteur explique que parfois l'on se sert de cet appareil encore comme pasteurisateur ; ordinairement son emploi est de simple réfrigérant.

De prime abord, mon appareil ne semble qu'une variété de ce type mixte d'appareil américain, mais après réflexion, on reconnaît que la ressemblance est purement extérieure et se borne au réfrigérant de mon système. Mon réfrigérant, en effet, de même que l'appareil américain en question, est un simple échangeur tubulaire de température ; en cela, l'un n'est pas plus original que l'autre. D'ailleurs, cet appareil tubulaire américain, étant employé comme pasteurisateur, descend en droite ligne du banal serpentin essayé naturellement au début de la pasteurisation du lait. Le serpentin a été aussitôt abandonné encore moins par l'insuffisance des résul-

(1) KILBOURNE, *The Pasteurization of milk of the practical viewpoint*, New-York 1916.

tats qu'il donnait, malgré son grand développement en longueur, à l'égard des microbes, que par l'obstruction qui ne tardait pas à se produire dans ses nombreuses spires.

Le pasteurisateur à serpentin a pu, néanmoins, survivre dans les traitements des vins. Dans un de ces pasteurisateurs d'œnologie, la récupération est entièrement assurée par le contact de la tuyauterie, enroulée en spirale, où circule le liquide chaud sortant du

FIG. 17.

pasteurisateur, avec la tuyauterie enroulée également en spirale, où circule le liquide froid se rendant au pasteurisateur.

Pendant la guerre on s'est servi sur le front de cet appareil pour assainir les eaux potables suspectes. A ce moment, on chercha même à l'employer pour le traitement du lait. Son échec fut complet et il ne pouvait pas être autrement que lors du premier essai fait avec le serpentin dans les laiteries.

Il n'en est pas de même pour mon pasteurisateur proprement parlant. Dans mon pasteurisateur il ne s'agit pas simplement de chauffer un liquide froid à l'aide d'un liquide chaud sans qu'ils se mélangent et de façon que le liquide froid soit porté le plus rapidement possible à la température donnée. Tel est le cas des échangeurs tubulaires usuels de température. Mais il s'agit de soumettre l'un de ces deux liquides à l'action de deux surfaces chauffantes, absolument à la même température, et assez rapprochées entre elles pour que

les microbes que le dit liquide charrie ne se trouvent jamais plus éloignés de l'une ou de l'autre paroi entre lesquelles ils s'écoulent à plus de 4 ou 5 dixièmes de millimètres, sur un parcours qui ne doit pas être inférieur à un multiple de 20.000 fois la valeur du petit écartement ci-dessus.

Ces conditions sont indispensables pour *obtenir avec le minimum de modifications dans le liquide organique* que l'on traite de la sorte, *le maximum d'action de la chaleur sur les bactéries* qu'il renferme. Telles sont les caractéristiques essentielles de mon système, caractéristiques répondant à des points de repères objectifs que je vais énumérer dans la suite et non à ces vagues affirmations des constructeurs qu'il suffit d'ailleurs de posséder un palais fin, non émoussé par le tabac, l'alcool ou les épices, pour les trouver en grande partie mensongères.

Or, ce n'est pas, certes, avec ce système banal de chauffage méthodique que l'on réalise dans un simple échangeur tubulaire de température où les deux liquides, l'un froid et l'autre chaud, se croisent à deux niveaux différents, que l'on peut arriver à ce même résultat.

Le problème donc du pasteurisateur en couche mince, que j'ai posé et que j'ai résolu le premier en cherchant inlassablement la solution depuis seize ans, est bien plus complexe. Les deux problèmes ne se ressemblent même pas, bien qu'en atteignant mon but particulier, par mon procédé de chauffage, je réalise à la fois un excellent échange de température.

Pour obtenir l'égalité rigoureuse de température sur les deux surfaces chauffantes des espaces annulaires de mon pasteurisateur, immergé dans un grand bain-marie, je fais circuler incessamment l'eau de ce même bain-marie, qui est chauffée par un serpentín de vapeur, dans l'espace central de chacun des éléments tubulaires du pasteurisateur, ouverts aux deux extrémités, à l'aide d'une pompe aspirante-foulante que l'on voit, au premier plan, à droite de la figure 15 ; plus loin sur la même ligne on voit la pompe qui actionne la circulation du lait qui, par contre, se fait dans les espaces annulaires du pasteurisateur.

Je disais plus haut que pour remédier à l'incertitude et à l'irrégularité de l'action de la chaleur sur les microbes dans les pasteurisateurs usuels, malgré toutes les améliorations apportées au modèle original établi par FJORD, on a préconisé soit de chauffer plus fort, soit de prolonger l'action du chauffage, mais à une température, moins élevée, tout en se servant des mêmes appareils de chauffage. Ces deux modes constituent les deux procédés distincts de pasteurisations : la pasteurisation haute ou continue et la pasteurisation basse ou discontinue qui, de prime abord, peuvent paraître essentiellement différents. Après réflexion, l'on trouve que la *pasteurisation basse* débute tout

à fait comme la pasteurisation haute et utilise le même matériel ; elle finit également comme celle-ci, si ce n'est qu'entre l'intervention du pasteurisateur et l'intervention du réfrigérant, aux moyens des mêmes appareils, on fait intervenir des chambres spéciales. Déjà, avant que ce mode de pasteurisation ait été élevé au grade d'un vrai système, pas mal de laitiers avaient trouvé avantageux de garder quelque temps le lait à la sortie du pasteurisateur avant de le refroidir. De là est venue tout d'abord l'indication remplie par le fabricant Gaulin de construire un récipient intermédiaire, qui se place entre le pasteurisateur et le réfrigérant. Ensuite, a pris origine de la même indication le procédé de pasteurisation qui dispose aujourd'hui d'un matériel spécial de chambreurs, munis d'agitateurs mécaniques et de soupapes automatiques livrant passage au lait des chambreurs au réfrigérant aussitôt accompli dans chacun d'eux la période de vingt ou vingt-cinq minutes, jugée utile pour que le lait tout en sortant du pasteurisateur à 63° accuse un degré suffisant de pasteurisation. Dans la figure 17, qui représente l'un des pasteurisateurs de la Laiterie Centrale de Strasbourg, on peut suivre le chemin que le lait fait depuis la sortie du pasteurisateur jusqu'à l'un des quatre chambreurs avec lequel le pasteurisateur est relié dans ce système de pasteurisation basse.

Dans les deux cas, il y aura toujours à déplorer la perte en gaz carbonique et par évaporation que le lait subit étant traité en circuit ouvert. L'épaisse buée que l'on remarque à l'arrivée du lait chaud sur le réfrigérant doit attirer l'attention du profane sur cette perte.

(A suivre.)

ÉTUDE SUR LA VITESSE DE VARIATION DANS LA COMPOSITION DU COLOSTRUM DE VACHE ⁽¹⁾

Par O.-R. OVERMAN et F.-P. SANMANN

de la Section d'Economie laitière
Université de l'Illinois, Urbana (Illinois).

Il existe déjà une documentation riche et variée sur la question du colostrum des diverses espèces de mammifères. En général, les renseignements donnés montrent que le colostrum diffère nettement du lait sécrété alors que la période de lactation dure depuis un cer-

(1) Une partie des renseignements utilisés dans cet article, proviennent d'une thèse soumise avec d'autres par F.-P. SANMANN, à la Faculté de l'Ecole supérieure de l'Université de l'Illinois, en vue de l'obtention du titre de professeur d'économie laitière. Un exemplaire de la thèse originale existe à la Bibliothèque de l'Université de l'Illinois.