

L'examen de ce tableau confirme la *sensible constance de l'indice lipémique*. Tandis que l'écart entre les taux de lipoides d'un même sujet, mesuré par le rapport du nombre plus élevé au nombre le plus faible, ne dépasse pas 136 (chiffre qui paraît d'ailleurs exceptionnel), l'écart correspondant entre le plus élevé (6,02) et le moins élevé (3,16) des indices de la première colonne de gauche du tableau (indices les plus faibles) est de 191. Il existe donc des individus à lipoides sanguins élevés (voir notamment les femelles n<sup>os</sup> 2 et 3 ainsi que le mâle n<sup>o</sup> 9), qui peuvent se rencontrer dans la même étable avec des sujets beaucoup moins favorisés sous ce rapport (vaches n<sup>os</sup> 4, 9, 10, 12 ; taureaux n<sup>os</sup> 3 et 4).

Le coefficient lipémique présente des variations beaucoup plus considérables. L'assez grande irrégularité constatée dans les chiffres relatifs à la cholestérine explique en partie ces écarts. Certes, le tableau I nous montre que chez plus de la moitié des bêtes examinées (14 sur 26), il est possible de constater une certaine constance du rapport  $\frac{\text{cholestérine}}{\text{acides gras}}$  mais les autres, et notamment les sujets F 10, F 13 et M 2, M 3, M 4, fournissent des chiffres à première vue déconcertants. Aussi, pour mettre en évidence l'existence d'un rapport physiologique entre les quantités de cholestérine et d'acides gras présentes dans le sang au même moment, nous avons imaginé de calculer, entre tous les couples de données recueillies, au nombre de 87, le coefficient de corrélation correspondant. Voici les éléments de ce calcul ; mais auparavant, nous tenons à donner quelques renseignements sur la méthode des corrélations. (A suivre).

## LA PASTEURISATION TUBULAIRE INTÉGRALE :

CELLE QUI PREND LE LAIT DANS LE BAC DE RÉCEPTION, LE PASTEURISE ÉCONOMIQUEMENT, LE REFROIDIT ET LE CONDUIT A L'ABRI DE L'AIR, SANS PERTE PAR ÉVAPORATION, EN LUI CONSERVANT LES GAZ DISSOUS, DANS LES BIDONS DE TRANSPORT OU DANS LES BACS DE GARDE.

par

H. CORBLIN,

Ingénieur agronome-Constructeur

En janvier 1929, j'ai décrit dans *Le Lait* un procédé qui permet d'obtenir très simplement le refroidissement et même la congélation du lait sitôt la traite, afin de pouvoir le conserver et le consommer cru ou bien employer ce lait dans d'excellentes conditions pour une fabrication quelconque. Ce procédé réduit les chances de contamination de même que la main-d'œuvre autant que faire se peut, puisqu'il ne demande qu'un nettoyage soigné des seaux de traite et des bidons de transport.

Dans les lignes qui suivent, il est question d'un appareil tubulaire à contre-courant qui sert d'échangeur thermique, de réchauffeur, de pasteurisateur et de réfrigérant clos. Cet appareil travaille dans les conditions les plus favorables, il permet en outre, partant toujours des mêmes idées, de supprimer le plus possible la main-d'œuvre. Son fonctionnement est très simple, son nettoyage complet des plus faciles. Il tient peu de place.

Pour le mettre en service, on se sert d'une pompe à débit continu qui prend le lait dans le bac de réception ou à la sortie du nettoyeur centrifuge et le fait passer tout d'abord dans une série de tubes formant échangeur thermique, puis dans une autre série où il est pasteurisé à la température voulue et d'où il revient dans l'échangeur pour réchauffer le lait qui est poussé par la pompe. Il sort de l'échangeur pour passer dans un troisième système tubulaire où il est refroidi avec de l'eau courante et enfin dans un quatrième groupe de tubes dans lesquels circule de l'eau glacée ou de la saumure, de telle manière que le lait sort finalement de ces derniers tubes, en conservant les gaz dissous, sans avoir été mis au contact de l'air, toujours sous pression, et à une température de quelques degrés seulement au-dessus de 0°. On évite ainsi tout réensemencement et toute perte par évaporation après pasteurisation.

On peut conduire ce lait directement, soit dans les bacs de garde placés en hauteur, soit dans les citernes de transport, soit enfin dans l'emplacement où il doit être traité ultérieurement.

*Une seule pompe est nécessaire et ceci a son importance, car il est toujours mauvais de faire passer le lait une fois pasteurisé dans une pompe, quel qu'en soit le modèle ; on court ainsi des chances de le réensemencer.*

Lorsqu'il s'agit simplement de réchauffer le lait, un nombre réduit de tubes suffit sans qu'il soit besoin naturellement ni d'échangeur, ni de réfrigérant.

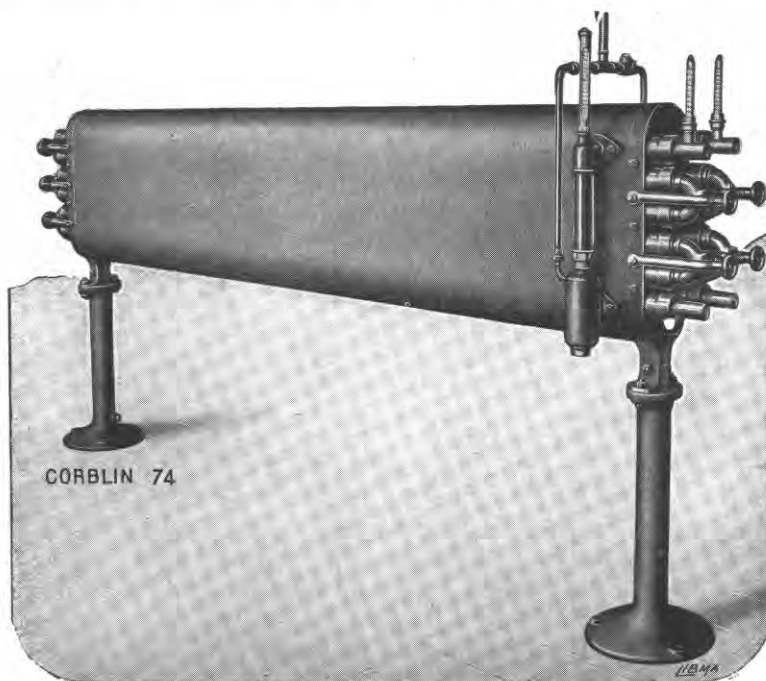
Il est clair qu'un tel pasteurisateur est beaucoup plus simple et prend moins de place, tant en surface qu'en hauteur, que l'installation habituelle avec cuve dans laquelle tourne un agitateur, avec échangeur tubulaire ou cylindrique et réfrigérant plat à ruissellement, ces appareils nécessitant d'ailleurs transmissions, poulies, courroies et le plus souvent deux pompes.

Pour obtenir dans la pratique une pasteurisation répondant autant que possible aux conditions indiquées par la théorie, le système dont il est question ici a été étudié sous différents points de vue :

1° *Nettoyage et stérilisation très faciles*, c'est-à-dire qu'il faut que toutes les pièces soient démontables aisément par un manœuvre quelconque, que toutes les surfaces qui sont baignées par le lait ou la

crème ou tout autre liquide à pasteuriser puissent être brossées commodément.

2° *Les tubes sont à dilatation libre*, parce qu'ils sont soumis à des températures qui peuvent varier de plus de 100° suivant qu'on les



PL. I. — Vue d'ensemble de l'appareil.

stérilise ou bien qu'on y fait circuler de l'eau glacée. Il est donc nécessaire que ces tubes ne soient pas soudés d'aucune manière, et de ce fait ils sont démontables à la main pour réétamage éventuel.

3° Quant à la pasteurisation elle-même, elle doit s'effectuer *sur une épaisseur de liquide aussi faible que possible*, quoique compatible avec un travail industriel.

Ce souci de la couche mince, on le trouve dans les pasteurisateurs paraboliques dans lesquels le liquide est sous faible épaisseur au niveau de la tubulure de sortie, dans les pasteurisateurs à plaques, ou bien dans ceux à bandes ou lames spiralées et aussi dans la plupart des échangeurs thermiques, condenseurs, etc..., parce que, plus les sections de passage des fluides sont réduites pour une surface d'échange donnée, plus les vitesses sont grandes, et en conséquence mieux on utilise cette surface, en même temps qu'un plus grand

nombre de molécules sont portées par contact direct, ou par conductibilité entre elles, à la température désirée.

Dans la pratique industrielle, pour le lait, la crème, le vin, il y a une limite qu'il est difficile de dépasser. On ne peut réduire à l'extrême l'épaisseur de la couche de liquide à pasteuriser à cause de la nature même de ces liquides et aussi des pressions qu'il faut alors demander aux pompes de circulation. Comme dans tous ces appareils les mêmes joints doivent être facilement démontés et remis en place après chaque nettoyage par un manœuvre, des pressions élevées ne sont pas à recommander.

Dans notre pasteurisateur, le liquide est en outre animé d'un mouvement giratoire autour des tubes, dans le but d'augmenter encore sa vitesse et de provoquer un meilleur échange de calories, ainsi qu'un mélange plus intime des molécules qui sont ainsi toutes portées au degré voulu.

Il est facile, si on le juge nécessaire, d'intercaler, après le groupe tubulaire de pasteurisation, des cylindres chambreurs pour le cas où l'on s'en tiendrait à la pasteurisation basse.

Tout le système tubulaire une fois remonté peut être stérilisé à la vapeur avant chaque opération.

Pour assurer une pasteurisation parfaite sans gratinage ou cuisson du liquide, le groupe de tubes « pasteurisateur » n'est pas chauffé directement par la vapeur. Celle-ci arrive dans une *bouteille d'éjection* qui, étant placée à la partie inférieure, reçoit l'eau de condensation et reste toujours pleine d'eau. Lorsqu'on ouvre la vanne de vapeur, l'éjecteur établit une circulation forcée d'eau et de vapeur dans les tubes, de sorte que le chauffage s'effectue au bain-marie et n'a pas les inconvénients connus du chauffage par vapeur directe.

Toute pasteurisation bien comprise doit supprimer les chances de réensemencement et, dans les appareils échangeurs à contre-courant, ceci implique une condition importante :

Il est essentiel que le liquide qui vient d'être pasteurisé ne soit pas contaminé dans l'échangeur par le liquide à pasteuriser ou bien dans les réfrigérants par l'eau de circulation, ce qui correspondrait d'ailleurs à un mouillage ; il faut aussi qu'au cas où l'on emploie la saumure de chlorure de calcium pour refroidir en dernier lieu, aucune trace de saumure ne puisse se mélanger au lait, car le chlorure de calcium provoque la coagulation de ce lait dès qu'on le chauffe,

*Il faut donc séparer complètement les deux circulations dans les divers groupes de tubes.*

Il faut que, sans toucher aux appareils, on s'aperçoive immédiatement d'une fuite quelconque sous un joint qui permettrait une communication entre les deux liquides circulant en sens inverse.

*Description.*

Les figures 1, 2 et 3 Pl. II font bien comprendre la construction de ce système échangeur, pasteurisateur, réfrigérant.

La figure 1 est une vue en coupe longitudinale par la partie d'extrémité de deux jeux de tubes concentriques.

La figure 2 est une vue en coupe suivant la ligne 2-2 de la figure 1.

La figure 3 est une vue correspondant à la figure 1, montrant l'un des raccords d'entrée ou de sortie.

L'appareil est formé par un certain nombre de jeux de 2 tubes *a* et *b*, montés concentriquement l'un à l'intérieur de l'autre et reliés par des coudes *c*.

L'espace annulaire compris entre les deux tubes *a* et *b* est fermé de manière étanche, à chaque extrémité, par un anneau en caoutchouc *d* qui prend appui sur le tube intérieur *b* et sur une bride inclinée *a*<sup>1</sup>, formée par un évasement de la partie d'extrémité du tube extérieur *a* et sur une face inclinée correspondante *e*<sup>1</sup> d'une bague de section triangulaire.

Le joint entre le tube intérieur *b* et le coude *c* est réalisé au moyen d'un anneau semblable en caoutchouc spécial *f*, prenant appui sur la face inclinée symétrique *e*<sup>1</sup>, de la bague *e* et sur une bride inclinée *c*<sup>1</sup>, formée par évasement de la partie d'extrémité du coude *c*, ainsi que sur le tube intérieur *b*.

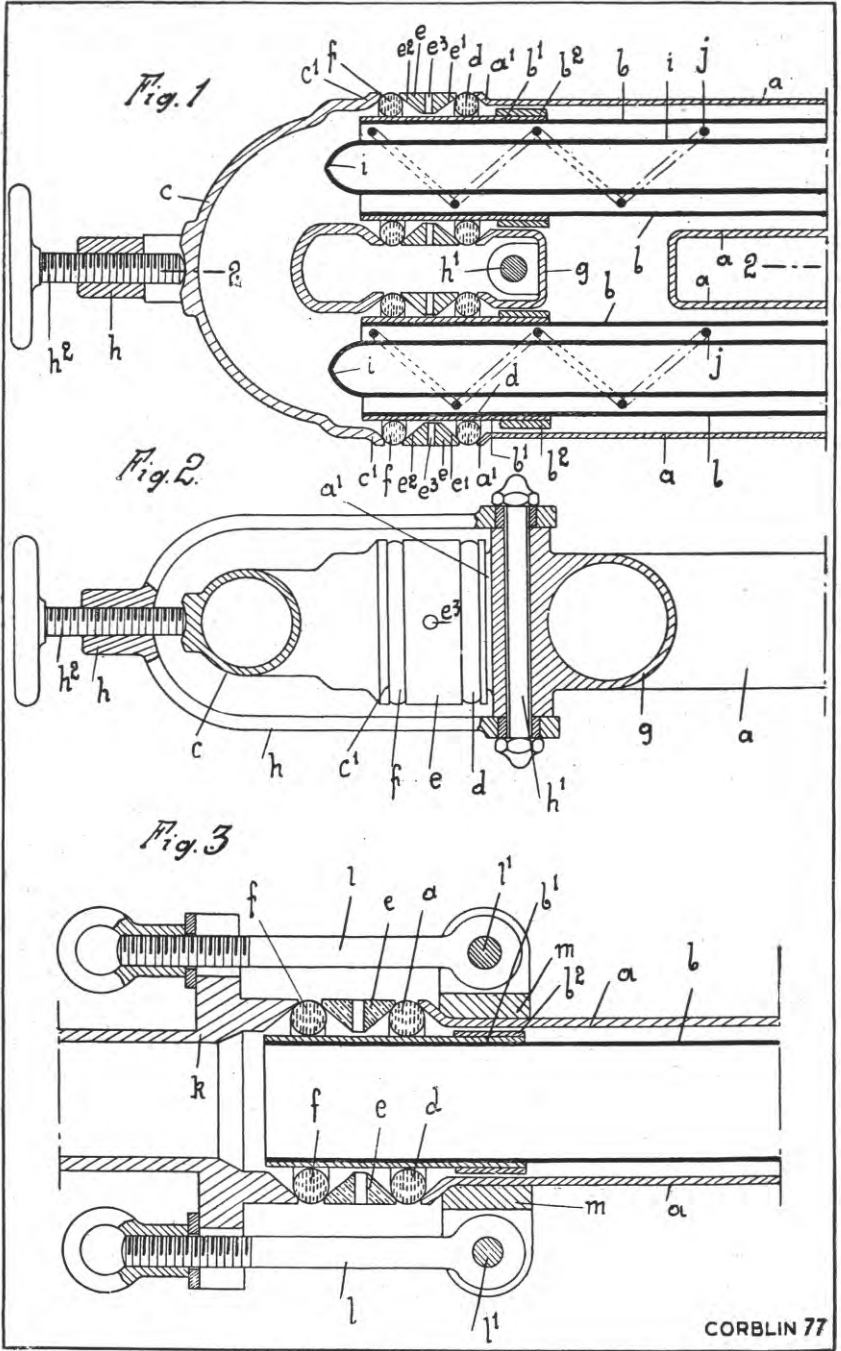
Les tubes extérieurs *a*, *a* communiquent entre eux, deux à deux, alternativement à l'une et à l'autre extrémité par des tubulures *g* qui forment entretroises et qui sont soudées de telle manière qu'elles ne présentent pas d'aspérités à l'intérieur.

Le coude *c* est appliqué sur les dispositifs de joints par un étrier *h*, articulé sur un axe *h*<sup>1</sup>; une vis *h*<sup>2</sup> permet de régler la pression du coude *c* sur les dispositifs de joints.

Le tube intérieur *b* porte, à chaque extrémité, une gaine *b*<sup>1</sup> qui augmente sa solidité et qui permet par conséquent d'appliquer avec force les anneaux de joint *d* et *f* sur ce tube *b*, même s'il est relativement mince; en outre, au démontage, les chocs que peuvent subir les extrémités des tubes *b* ne les déforment plus.

Sur cette gaine *b*<sup>1</sup> est encore soudé un anneau *b*<sup>2</sup> qui sert à assurer le centrage du tube intérieur dans le tube extérieur et à obtenir un espace annulaire de même épaisseur en tous les points. L'anneau *b*<sup>2</sup> maintient aussi le tube *b* à sa place par un arrêt à baïonnette.

Pour obtenir une circulation de liquide en couche de faible épaisseur dans les tubes intérieurs *b*, on dispose comme représenté sur la figure I, concentriquement et à l'intérieur de chacun des tubes *b*, un tube *i*, bouché à ses deux extrémités, formant noyau, remplaçant la tige pleine de certains condenseurs à contre-courant, afin que le



CORBLIN 77

Pl. II. — Vue en coupe de certaines dispositions de l'appareil.

liquide à pasteuriser circule dans l'espace annulaire compris entre les tubes  $b$  et les noyaux  $i$ .

Chaque tube  $i$  porte à ses extrémités et en un ou plusieurs points de sa longueur un fil de cuivre étamé de section convenable, soudé et enroulé en hélice pour forcer le liquide à prendre un mouvement giratoire entre les deux tubes  $i$  et  $b$  ; ceci augmente la vitesse de circulation, brasse le liquide, favorise l'échange des calories et donne une température uniforme à toutes les molécules.

Il résulte de cette construction que les tubes intérieurs  $b$  sont à dilatation libre ; il est tout à fait facile de les sortir des tubes extérieurs  $a$  en enlevant les anneaux de joint  $d$  et  $f$  et la bague  $e$ , puisqu'il suffit de desserrer l'étrier  $h$  du coude  $c$  pour dégager celui-ci, de sorte que toutes les pièces sont ainsi démontables.

Grâce à une très légère pente pour chaque tube (environ 1 cm. pour mètre), chaque nappe forme un conduit en zig-zag très peu accentué, ce qui permet au moyen de robinets placés à la partie inférieure de vidanger complètement, avant démontage, les liquides qui se trouvent dans les tubes intérieurs et extérieurs.

Le nettoyage des tubes intérieurs  $b$  est facile ; il en est de même du nettoyage de la paroi interne des tubes extérieurs  $a$  qui est la seule intéressante pour ces tubes, en particulier dans l'échangeur.

Le nettoyage des tubulures entretoises  $g$ , faisant communiquer les tubes  $a$ , est également facile puisqu'elles sont d'assez grand diamètre et se trouvent tout près des extrémités de ces tubes  $a$ . Le nettoyage des coudes  $c$  peut s'effectuer séparément même en les plongeant dans un seau ainsi que les bagues en métal et les anneaux en caoutchouc.

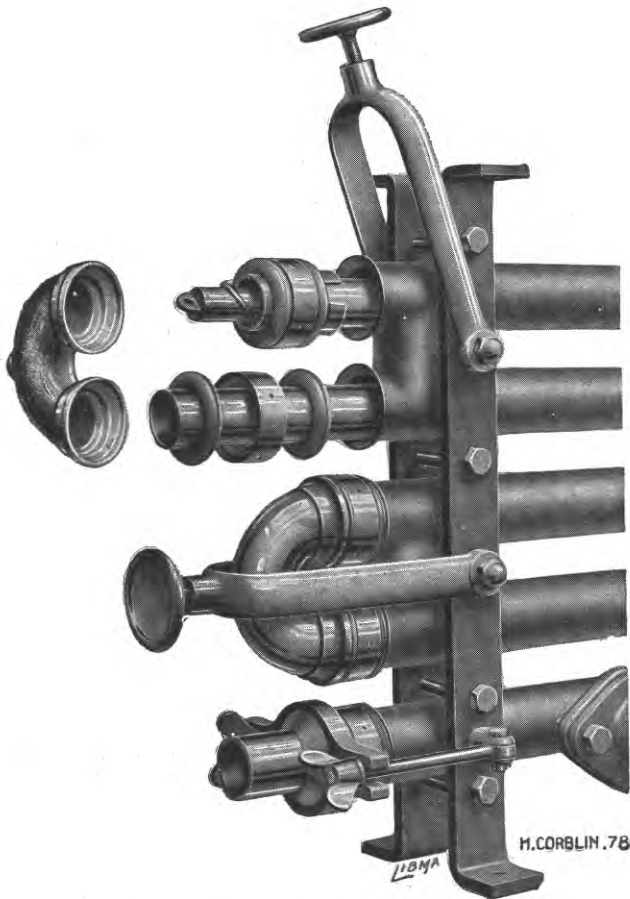
*Le mélange des liquides ou fluides circulant à contre-courant dans l'appareil ne peut s'opérer* : s'il y a fuite d'un des liquides, on en est averti immédiatement. En effet, s'il y a fuite du liquide ou du fluide, circulant dans l'espace annulaire entre les tubes  $a$  et  $b$ , cette fuite ne peut se produire que par les joints entre les anneaux  $c$  et les brides  $a^1$  des tubes extérieurs  $a$  et les bagues  $e$  : ce liquide ou fluide s'écoulera de suite par les joints eux-mêmes ou par les trous  $e^3$  percés dans les bagues  $e$ .

Si la fuite existe du côté du liquide ou fluide circulant dans les tubes intérieurs  $b$  de l'appareil, elle se produira par les joints entre les anneaux  $f$  et les brides  $e^1$  des coudes  $c$  et les bagues  $e$  ou bien elle passera de même par les trous  $e^3$ .

La figure 3 représente le montage des raccords d'entrée et de sortie du liquide circulant dans les tubes intérieurs  $b$  de l'appareil ; les dispositifs de joints sont les mêmes que ceux décrits précédemment ; le coude  $c$  est remplacé par le raccord  $k$ , qui est serré sur des

anneaux de joint *f* et *d* au moyen de boulons *l* articulés en *l*<sup>1</sup> sur des pieds *m* fixés aux extrémités des tubes extérieurs *a*.

Cette description fait bien comprendre la simplicité de l'appareil



PL. III. — Vue de l'extrémité du pasteurisateur.

dont toutes les pièces sont démontables et interchangeables, c'est-à-dire qu'il n'est pas besoin de repérer les coudes ou les bagues mobiles non plus que les joints.

*La première de ces pièces qui se présente sous la main au remontage peut être mise à la place d'une pièce semblable, d'autant qu'elles sont symétriques ; aucune précaution n'est à prendre, elles se montent également bien dans les deux sens.*

Le système peut être agencé pour des débits et pour des tempé-

ratures très variables, il suffit d'assembler un nombre de tubes déterminé pour constituer l'échangeur, le pasteurisateur et les réfrigérants.

Le groupe formant *échangeur récupérateur* est composé d'une série de tubes extérieurs en cuivre étamé ou en aluminium dans lesquels sont les tubes intérieurs munis de leurs tubes formant noyaux. Le liquide à pasteuriser est introduit dans le tube extérieur, il circule dans l'espace annulaire entre les tubes *a* et *b*, il reçoit les calories du liquide déjà pasteurisé qui parcourt l'espace annulaire compris entre le second tube et le tube formant noyau, comme il est facile de s'en rendre compte sur la figure 1 ; il sort du tube extérieur pour entrer au moyen d'un coude démontable dans les tubes intérieurs du pasteurisateur.

En résumé, lorsqu'il s'agit d'un réchauffeur, il n'y a qu'un groupe de tubes avec circulation forcée d'eau et de vapeur par bouteille d'éjection ; lorsqu'il s'agit de pasteurisation, on peut également n'avoir qu'un groupe de tubes ou bien plusieurs groupes, l'un formant échangeur qui économise la vapeur et l'eau de refroidissement, le second est le pasteurisateur proprement dit et le dernier ou les deux derniers sont les réfrigérants à eau courante et à eau glacée ou à saumure si l'on veut refroidir le lait à une température voisine de 0°, à l'abri de l'air avec les avantages énumérés plus haut.

Il est évident que les 2 réfrigérants ci-dessus peuvent être employés l'un ou l'autre ou tous les deux à la fois, pour réfrigération à l'abri de l'air en dehors des appareils de pasteurisation si ceux-ci existent déjà.

Cet appareil tubulaire est breveté s. g. d. g. ; il se trouve actuellement en service courant dans un certain nombre de laiteries importantes, où l'on pasteurise le lait et la crème. On atteint facilement 90-95° sans aucun goût de cuit ni gratinage. Chez un industriel, le lait est porté à 115-118° ; il reste blanc et de bon goût, pas de gratinage dans les tubes.

## ÉTUDES BACTÉRIOLOGIQUES SUR LE LAIT

### MICROFLORE MAMMAIRE ANORMALE

par M. C. DUPONT

Directeur de la Station Agronomique de Nancy.

#### Raisons qui ont motivé ces recherches.

Chaque année, en été, pendant la période des chaleurs, des cultivateurs, éprouvant des difficultés à livrer en bon état le lait à la clientèle ou au laitier, viennent à ce sujet nous demander des conseils ; souvent ils nous apportent un échantillon de la dernière traite, pen-