

LA CLARIFICATION, LA RÉFRIGÉRATION ET LE STOCKAGE DU LAIT

R. J. MACWALTER, B.Sc., Ph.D., F.R.I.C., M.I.Chem. E. *

Le lait peut arriver au centre de traitement soit directement en bidons provenant de la ferme, soit en bidons ou en citernes provenant d'un centre de ramassage. Une fois l'arrivage accepté, il faut en mesurer la quantité, en examinant le niveau de remplissage de chaque bidon, ou à l'aide d'une jauge de profondeur si la livraison est faite en citerne. Cette méthode exige l'emploi de récipients calibrés en unités de volume, et le consignateur est alors crédité de la totalité du volume *livré*. Une autre méthode consiste à verser le lait dans un bac-basculé et à créditer le consignateur du poids de lait parvenu à la laiterie.

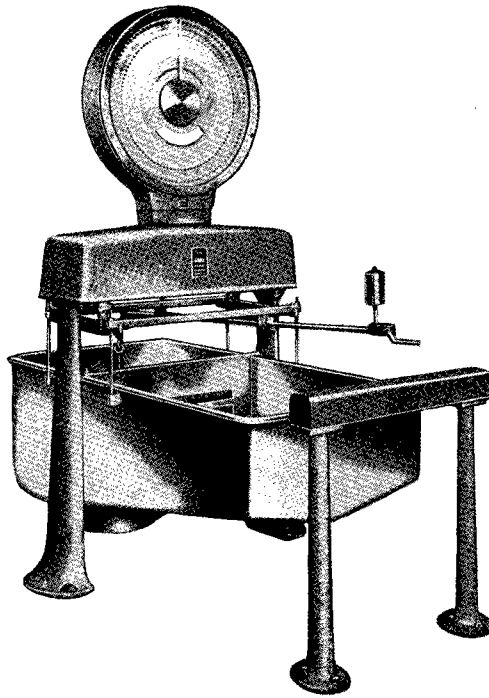
Quelle que soit la méthode adoptée, la première phase de la réception consiste à vider les bidons dans le bac-basculé (voir fig. 1). Tout peut se faire soit manuellement, soit à l'aide d'un dispositif mécanique, ou semi-mécanique à guidage manuel, de retournement du bidon. Ce retournement peut être une source sérieuse de contamination du lait par des poussières tombant des faces externes des bidons; aussi certaines laiteries ont-elles adopté un système de transvasement qui n'exige pas un retournement complet du bidon en position verticale, de telle façon que la base du bidon ne soit jamais située au-dessus de la surface du lait parvenu dans le bac. Le vidage du bidon est important et on considère habituellement que pour des bidons de 40 litres, il faut prévoir une durée d'écoulement d'au moins 30 secondes.

Quand on dispose de bacs-basculés, on enregistre la pesée, et on déverse ensuite le contenu du bac dans une cuve située au-dessous, d'où le lait est envoyé par pompage dans un réfrigérant et de là dans une citerne de stockage. En cas de simple mesure volumétrique, les bidons sont vidés directement dans la cuve d'où le lait est envoyé par pompage vers le réfrigérant.

Dans les deux cas la cuve qui alimente la pompe est munie d'un filtre de fine toile métallique qui retient les matières solides.

* Chief Chemist, Central Laboratory, United Dairies Ltd., Londres, Angleterre.

FIG. 1
BAC-BASCULE



Réfrigération

Le lait reçu de la ferme, s'il doit être conservé plus d'une heure, doit être immédiatement refroidi à 4°C. Sous les climats tempérés, où le refroidissement par l'eau est de pratique courante à la ferme, on refroidit généralement le lait à l'aide d'un échangeur à plaques avec réfrigérant secondaire. Dans les régions plus chaudes, où l'on dispose d'approvisionnements abondants en eau froide provenant d'une rivière ou d'un puits artésien, on peut avantageusement prévoir dans l'échangeur un étage intermédiaire de refroidissement.

Dans ces échangeurs, le réfrigérant secondaire circulant est habituellement une solution de chlorure de calcium à 20% refroidie entre -7° et -4°C ou de l'eau à 1,5°-2,5°C.

L'usage de l'eau présente un certain nombre d'avantages par rapport à celui du chlorure de calcium :

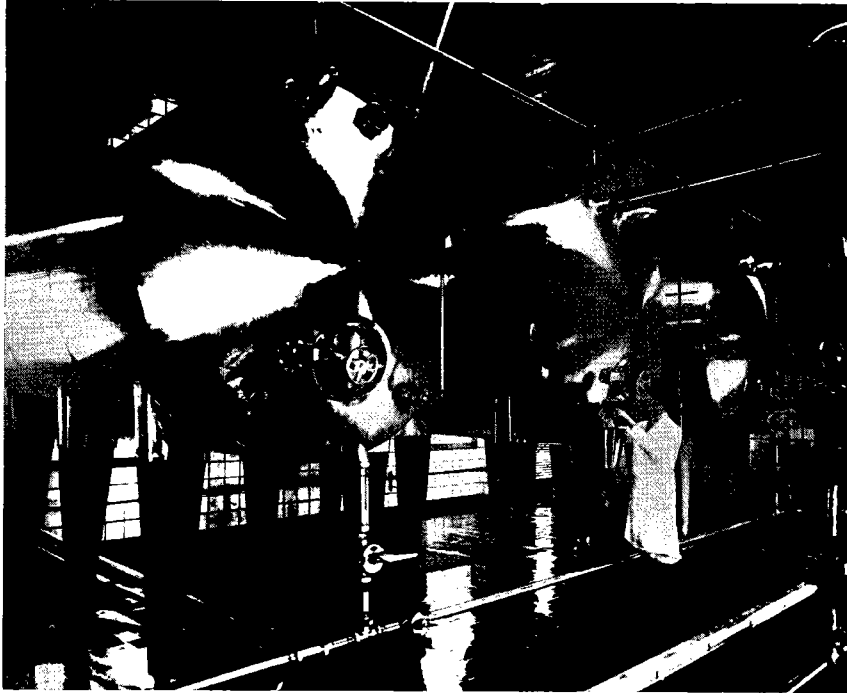
- 1) les risques de corrosion de l'acier inoxydable sont notablement moindres;
- 2) la formation de dépôts sur les plaques du refroidisseur est moins facile;
- 3) le lait ne risque pas de geler dans le refroidisseur, si le courant du lait est interrompu sans que la circulation du réfrigérant le soit;
- 4) il existe des types de réfrigérants à eau qui permettent de profiter des périodes où l'on ne refroidit pas de lait et de constituer une réserve de glace utilisable pour refroidir les excédents de lait pendant de courtes périodes;
- 5) le remplacement du réfrigérant secondaire perdu (eau) ne coûte rien.

Dans les petites installations, on peut utiliser un refroidisseur capillaire ou à ruissellement (voir fig. 4 de l'article de Rice, p. 484) dans lequel le lait s'écoule sur une plaque métallique ondulée dont la face interne est refroidie par de l'eau ou par une solution réfrigérante (ou successivement par l'une et par l'autre). Pour les plus petites installations on adopte souvent la réfrigération par détente directe. Mais, dans ce cas, la stérilisation par la chaleur

des surfaces qui entrent en contact avec le lait peut offrir des difficultés à moins qu'un dispositif n'ait été prévu pour chasser le réfrigérant du refroidisseur par pompage avant la stérilisation.

Quel que soit le système de réfrigération adopté, il est souhaitable que la capacité de l'installation soit aussi voisine que possible du taux de déversement du lait à la réception, de telle sorte que le courant de lait à refroidir soit aussi continu que possible.

FIG. 2
BATTERIE DE CITERNES CALORIFUGÉES D'UNE CONTENANCE
DE PRÈS DE 15 000 LITRES
(Agitation par barbotage d'air)



Stockage

Les citernes de stockage modernes du lait cru sont généralement des cylindres disposés horizontalement (voir fig. 2). Dans les pays tempérés où la période de stockage ne doit pas excéder 24 heures, on considère souvent inutile de calorifuger les citernes d'au moins 12 000 litres pour maintenir à 4°C le maximum de température souhaité. Dans les pays plus chauds et dans le cas des citernes de moindre contenance, il est préférable de prévoir un isolement thermique, 7 à 10 cm de liège par exemple. Il faut alors que le matériau isolant soit recouvert d'une tôle à joints étanches.

Il est indispensable de prévoir des moyens d'agitation du lait pendant le stockage: pales immergées rotatives ou courant continu de bulles d'air arrivant par des perforations ménagées le long d'un tuyau disposé au fond de la cuve. Les pales peuvent être commandées par un dispositif placé au-dessus de la cuve ou être actionnées par l'intermédiaire d'un axe traversant le flanc de la cuve, à condition que le presse-étoupe soit hygiénique. Celui-ci était autrefois considéré comme une source de contamination bactérienne, d'où la mise au point du dispositif d'agitation par barbotage d'air. Mais les modèles modernes de presse-étoupe suppriment tout danger de contamination. Dans les grandes citernes de 25 000 litres, l'agitation par barbotage d'air est plus efficace que par rotation. Toutefois, quelle que soit la méthode adoptée, il faut réaliser une agitation qui ne soit ni trop forte (ce qui provoquerait la formation de granules de beurre) ni trop faible (elle favoriserait le crémage).

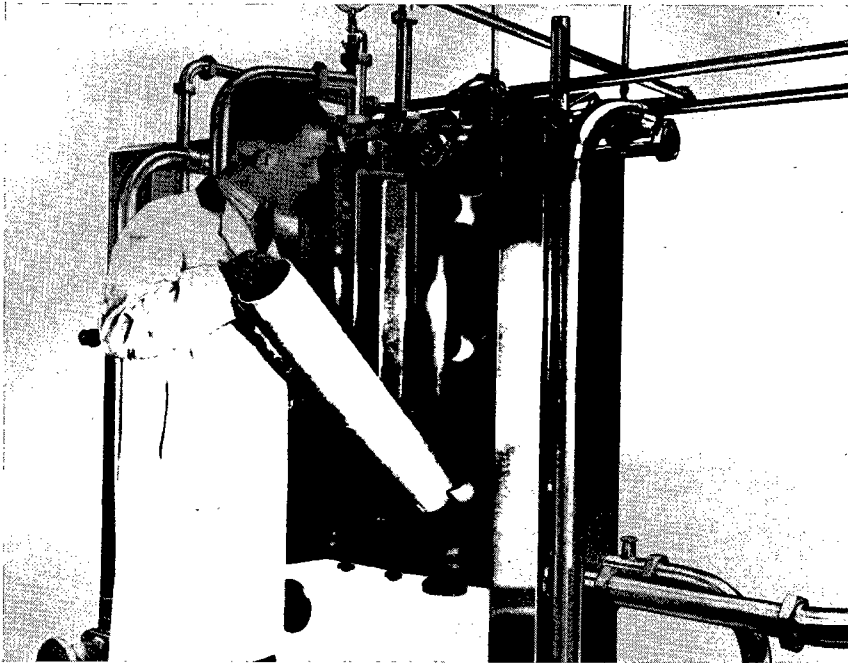
Quant à savoir s'il vaut mieux remplir les citernes de stockage par le bas ou par le haut, les opinions diffèrent. Des considérations d'ordre local dictent souvent la méthode à adopter, mais il importe toujours d'éviter que le lait ne mousse pendant le remplissage. Si la citerne est remplie par un orifice voisin du sommet, il est souhaitable que le jet vienne frapper la paroi de la citerne sans provoquer de projections.

Pour être renseigné en tout temps sur le contenu d'une citerne de stockage, il suffit de prévoir un tube de verre vertical dont l'extrémité supérieure sera ouverte et dont l'extrémité inférieure sera en communication avec le fond de la citerne; la hauteur du lait dans le tube indiquera le niveau du lait. Mais ce procédé laisse à désirer du point de vue de l'hygiène et la jauge plongeante qui émerge d'en haut est préférable. Dans tous les cas, il est indispensable qu'elle soit étalonnée une fois la citerne en place.

Des trous d'homme pour le nettoyage sont prévus, soit en position basse, soit au voisinage du sommet et deux regards sont nécessaires. Comme tout matériel laitier, les citernes doivent être montées sur des pattes qui gênent aussi peu que possible les opérations de nettoyage du sol de la laiterie; les installations modernes demandent des citernes en tôle d'acier inoxydable poli.

Clarification

Le lait stocké froid doit être clarifié avant d'être pasteurisé. Dans le présent texte, la clarification s'entend de l'élimination des substances insolubles étrangères. Lorsqu'il est produit dans des conditions d'hygiène satisfaisantes, le lait est à peu près exempt de matières étrangères visibles car il a été filtré sur tissu avant la mise en bidons pour le transport. Il est toutefois souhaitable de prévoir au centre de réception des moyens de filtration supplémentaires et généralement plus efficaces que ceux de la ferme, de telle façon que le produit final soit entièrement exempt de poils d'animaux, de poussières, de débris de terre, etc. Peut-être convient-il de mentionner ici que ce

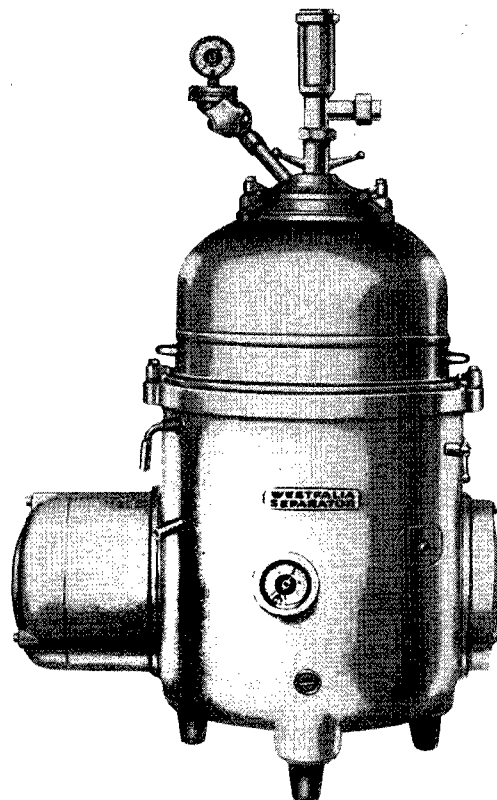
FIG. 3
FILTRE DE TOILE

traitement n'influe guère sur l'état bactériologique du lait, car les micro-organismes associés aux matières étrangères risquent fort d'être passés dans le lait avant la clarification. Aussi l'emploi des tampons de sédimentation pour juger de la qualité hygiénique de la production n'a-t-il qu'une valeur restreinte, car si l'obtention d'un mauvais résultat du test de sédimentation indique un manque d'hygiène, un bon résultat peut simplement prouver qu'un lait de qualité aussi peu satisfaisante a été bien filtré avant la mise en bidons.

L'emploi du filtre à la laiterie vise simplement à protéger le refroidisseur et les autres appareils contre les dépôts provenant du lait. Pour obtenir une bonne clarification, on dispose de deux moyens : le filtre de toile (voir fig. 3) et l'épurateur centrifuge (voir fig. 4).

La filtration sur toile se fait généralement après chauffage partiel du lait par passage dans le pasteurisateur, car l'élévation de température diminue la viscosité et facilite le passage du lait à travers le filtre. Dans les installations de pasteurisation modernes, le filtre est incorporé à la machine sous la forme d'un manchon cylindrique dont on garnit un tube perforé d'acier inoxydable. En installant deux filtres en parallèle, on peut les utiliser alternativement, ce qui permet de remplacer l'un d'eux sans interrompre l'écou-

FIG. 4
ÉPURATEUR CENTRIFUGE



lement du lait. La filtration se fait entre 35° et 60°C; on emploie une toile duveteuse sur l'une des faces, celle qui est disposée à contre-courant.

Quant à la clarification centrifuge, elle se pratique avant la pasteurisation; dans les installations modernes, elle se fait à froid. L'appareil ressemble à une écrémeuse, mais son aménagement intérieur est légèrement différent: la crème et le lait ne sortent pas séparés. Les insolubles sont projetés et se rassemblent dans le bol rotatif d'où ils sont éliminés à intervalles réguliers. L'épurateur centrifuge est plus efficace que le filtre de toile mais il exige évidemment des soins d'entretien minutieux. Son emploi est particulièrement utile dans le cas suivant: Dans le lait homogénéisé, les traces de substances insolubles, en particulier les cellules épithéliales, sédimentent plus facilement

au repos que dans les laits ordinaires. On observe alors parfois l'apparition d'un dépôt foncé même lorsque le lait a été filtré avant d'être homogénéisé. Le passage du lait dans un épurateur centrifuge, beaucoup plus efficace qu'un filtre, élimine totalement ce dépôt.

Nettoyage et stérilisation

Il est souhaitable que l'ensemble de l'installation de réception, de réfrigération et de stockage du lait cru, y compris les canalisations et les pompes, soit nettoyé et stérilisé chaque jour après la fin des arrivages. Les citernes de stockage du lait cru doivent être nettoyées et stérilisées chaque fois qu'elles sont vidées.

Dans de nombreuses laiteries, on pratique des méthodes efficaces de nettoyage *in situ*, c'est-à-dire que l'on fait circuler la solution détergente dans l'installation non démontée, que l'on rince ensuite à l'eau et qu'on stérilise finalement par un courant d'eau à 85°C. Il est néanmoins nécessaire,

avant de faire confiance à ce procédé, de s'assurer qu'il permet d'éliminer complètement tous les résidus de lait. On peut adopter des méthodes analogues pour nettoyer les citernes de stockage; à cette fin, on utilise un dispositif rotatif qui pulvérise et projette la solution détergente sur toutes les surfaces de contact avec le lait.

Effet hygiénique de la clarification et de la réfrigération

Comme on l'a indiqué précédemment, l'élimination des solides exogènes n'influe pas beaucoup sur la qualité bactériologique du lait, mais son importance du point de vue de l'esthétique est considérable. Les consommateurs de lait et de produits laitiers sont fondés à exiger que ces produits alimentaires soient exempts de substances étrangères, et il appartient au centre de traitement d'épurer convenablement le lait, à toutes fins utiles.

Quant au refroidissement, il s'impose tant du point de vue du fournisseur que du consommateur. A la température de 4°C, peu de micro-organismes gênants prolifèrent, sauf ceux qui appartiennent au groupe des psychrophiles, dont l'importance est relativement faible.

Entre 10° et 15°C, peut se produire en quelques heures, une dégradation appréciable des approvisionnements laitiers, beaucoup plus accentuée toutefois si les conditions ont été médiocres que si elles ont été hygiéniques.

Cela ne signifie cependant pas qu'en refroidissant le lait à 4°C, on arrête toute dégradation, ni que l'on puisse négliger l'hygiène du stockage à cette température. En fait, les micro-organismes que l'on trouve dans les appareils mal stérilisés sont très thermorésistants et nuisent à la conservabilité du lait. Le traitement à ce stade exige l'application des mêmes normes de nettoyage et de stérilisation qu'à tous les autres stades de manipulation au centre laitier; le stockage du lait réfrigéré ne doit jamais être indûment prolongé, et en aucun cas ne doit excéder 48 heures.
