

LA MANIPULATION DU LAIT

L. F. L. CLEGG, B. S. A., Ph.D., D.Sc., D.I.C.*

Si l'on en croit un vieil adage, il est antinaturel que le lait voie la lumière du jour. Plus nos connaissances en hygiène laitière progressent, plus cette affirmation semble se confirmer. Le lait est un liquide hautement nutritif et, par conséquent, facilement attaqué par de nombreux micro-organismes. Il apparaît donc souhaitable de le conserver à l'abri de la pollution par les germes que véhiculent les poussières et autres débris aéroportés. Quant aux vitamines du lait, elles sont partiellement détruites, même par une exposition de courte durée à la lumière solaire directe ou diffuse. La manipulation du lait dans l'étable où l'on traite doit donc viser, au premier chef, à assurer un transport aussi rapide que possible jusqu'à la laiterie, un refroidissement immédiat, puis une conservation à froid dans un récipient fermé jusqu'au moment du ramassage. C'est la meilleure façon de conserver au lait ses propriétés chimiques et bactériologiques.

Le soin qu'il faut apporter à la manipulation du lait commence à l'étable; aussi convient-il de considérer ici les différentes phases de la technique de traite qui peuvent influencer sur la qualité bactériologique du lait.

Toilette du pis

Bien souvent le pelage de l'animal laitier est propre au moment de la traite et l'on ne prête guère attention au nettoyage du pis. Il est pourtant souhaitable qu'il soit lavé avant chaque traite, à trois fins: empêcher la propagation de la mammite entre animaux, préserver le lait de la contamination et améliorer ainsi sa qualité bactériologique, stimuler l'éjection du lait.

Dans certaines étables modernes équipées d'une salle de traite, l'eau arrive au poste de traite sous canalisation et le trayeur peut laver le pis au moyen d'une fine pulvérisation, avant de l'essuyer avec une serviette en papier intacte. C'est probablement la méthode la plus satisfaisante car elle évite totalement le risque de transmission, entre animaux, des affections comme la mammite. Mais, à défaut d'installation de ce genre, le pis doit

* Professor and Head, Department of Dairy Science, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada.

être lavé à l'aide d'une solution désinfectante convenable placée dans un seau. L'usage des serviettes en papier est vivement recommandé, mais faute de pouvoir se les procurer, on pourra employer des torchons ou des serviettes-éponges. Le mieux est probablement de travailler avec deux linges et deux seaux. La solution placée dans le premier seau servira à un premier lavage rudimentaire, celle du second au nettoyage et à la désinfection. La solution du premier seau devra être renouvelée aussi souvent qu'il y a lieu; par temps sec et clair, elle pourra servir pour 6, 8 ou même 10 vaches, mais lorsque les animaux reviennent d'un pâturage boueux et humide, il pourra s'imposer de la changer après chaque lavage d'un pis. Puisque cette solution ne sert qu'à un nettoyage grossier, il pourrait sembler inutile d'y mettre un désinfectant, mais il est toujours à craindre que les bêtes ne se contaminent ainsi l'une l'autre, il est préférable de mettre une solution antiseptique dans chaque seau (sauf, bien entendu, si l'on change la solution pour chaque animal).

Nombre de désinfectants sont satisfaisants, mais l'hypochlorite de sodium à 500 p.p.m. a fait ses preuves. De bons résultats ont été généralement obtenus avec les sels d'ammonium quaternaire et d'autres produits. Newbould & Barnum (1958) ont évalué l'efficacité des désinfectants utilisés pour la toilette du pis en déterminant le nombre de micro-organismes qu'on prélève à l'intérieur des manchons-trayeurs par écouvillonnage pratiqué immédiatement après l'enlèvement des gobelets. Ils ont trouvé qu'en augmentant la concentration des solutions d'hypochlorite ou d'iode on ne diminuait que peu la numération bactérienne ainsi déterminée. En revanche, l'emploi d'un composé de la chlorhexidine, l'Hibitane, qui possède de fortes propriétés bactériostatiques a permis de mettre en évidence un rapport net entre la concentration de la solution et la réduction de la numération bactérienne.

De temps à autre, il est signalé que l'emploi d'un produit chimique donné provoque des crevasses et gerçures sur les trayons. Ces accidents ne sont pas seulement dus aux substances chimiques, la lésion cutanée peut avoir bien d'autres causes. On y remédie souvent par un simple changement de désinfectant.

Il est recommandé qu'après avoir lavé le pis avec un linge humide, le trayeur essore ce linge à l'extérieur du seau, le remouille, l'essore à nouveau hors du seau et s'en serve ensuite pour éponger le pis. On essuiera, évidemment, avec plus de soin encore après le lavage avec la solution du second seau. Il faut éviter de laisser le pis humide car des gouttes de solution pourraient tomber dans le lait.

Cependant, quelle que soit l'efficacité de cette toilette du pis, il ne faut la considérer que comme une mesure de sécurité contre les possibilités d'infection par une mammite inconnue. En cas de mammite décelée, on préviendra plus sûrement toute contamination en isolant les animaux infectés et en les trayant les derniers.

Récolte à part des premiers jets de lait

L'examen macroscopique du lait avant la traite permet non seulement de déceler la mammites à ses premiers stades mais aussi d'éviter l'introduction de lait anormal dans les cuves de vac. En forte proportion dans un mélange, le lait anormal nuit aux tests bactériologiques tels que le temps de réduction du bleu de méthylène et l'épreuve à la résazurine. La récolte à part des premiers jets (voir fig. 1) facilite la détection des laits anormaux; elle est indispensable à l'examen macroscopique du lait. La pratique qui consiste à envoyer les premiers jets sur le sol de l'étable ne saurait être trop sévè-

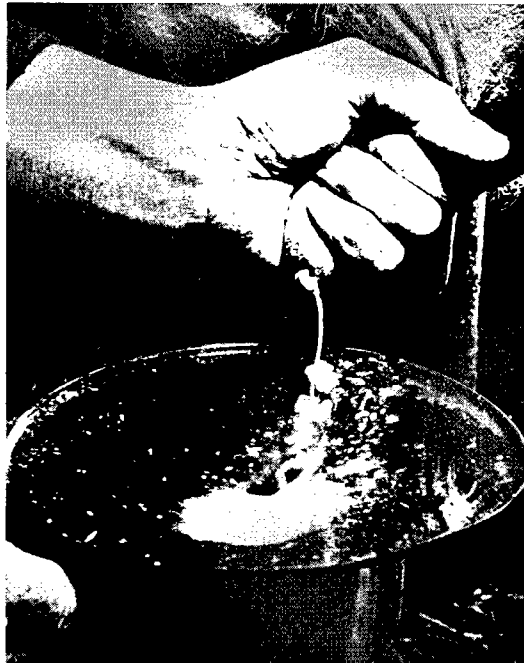
rement condamnée, non seulement parce que le lait suri sent mauvais et attire les mouches, mais aussi parce qu'il peut contenir des germes de mammites qui risquent ainsi d'être transmis aux autres trayons du même animal lorsqu'il se couche, et même à ceux d'autres animaux.

L'observation a montré que les premiers jets contiennent beaucoup plus de micro-organismes que le reste du lait. Certains auteurs ont proposé de rejeter le premier lait pour réduire la numération bactérienne, mais il est douteux que ce procédé soit très efficace. De toute façon, la quantité de lait des premiers jets est faible. Il a été estimé qu'en l'éliminant on ne réduit que de 1 - 4% la numération bactérienne (Lochhead, 1939).

Désinfection des manchons-trayeurs pendant les opérations de traite

La pratique qui consiste à tremper les mains-trayeuses dans une solution désinfectante entre deux traites remonte vraisemblablement à la mise en service des machines à traire. Il n'est toutefois pas certain qu'elle soit utile et il se pourrait même qu'elle soit nuisible parce qu'elle donne une fausse impression de sécurité.

FIG. 1
RÉCOLTE À PART DES PREMIERS JETS
POUR LA DÉTECTION DES LAITS ANORMAUX



Reproduction obligeamment autorisée par la Babson Bros. Co., Chicago, Ill., E.-U.A.

Quelle que soit l'efficacité de la solution désinfectante, il faut veiller à ce qu'il ne se forme dans les gobelets trayeurs immergés aucune bulle d'air qui empêcherait la solution de pénétrer dans les manchons lors de leur immersion. A cette fin, il faut déconnecter le long tube trayeur de la griffe (ou du robinet qui le relie au seau ou à la canalisation d'évacuation) ou soulever le couvercle du seau ou encore sortir le robinet du couvercle. Mais même en évitant la formation de bulles, on n'est pas sûr d'obtenir une désinfection complète. La griffe du tube est mouillée par le lait de la vache précédemment traitée et une certaine quantité de ce lait est refoulée dans les manchons avant que les gobelets soient fixés à une nouvelle vache. Si le lait du premier animal véhiculait des germes de mammite, le suivant peut se trouver contaminé.

Taylor & Hoy (1954) ont publié une courte étude de travaux réalisés pendant la guerre concernant l'efficacité d'une immersion des gobelets trayeurs dans une solution désinfectante avant chaque traite. Lorsqu'on prenait garde d'éviter toute formation de bulles d'air, cette pratique faisait passer de 47 à 8 % le pourcentage des gobelets contaminés par *Streptococcus agalactiae*. Ces auteurs ont montré que si l'immersion des gobelets pendant 5 minutes dans une solution à 2000 p.p.m. de chlore était le traitement le plus efficace, il n'était cependant pas suffisant pour stériliser les gobelets servant à traire des vaches fortement infectées par *Str. agalactiae*. En outre, l'immersion des gobelets pendant 5 minutes au cours des opérations de traite n'est possible que si l'on dispose de jeux de rechange. Enfin, Taylor & Hoy ont observé que *Str. agalactiae* qui se trouve dans le lait contaminé naturellement est environ 10 fois plus résistant à l'hypochlorite que les souches de laboratoire.

En conclusion, l'immersion des gobelets entre deux traites ne vient qu'en second après la toilette du pis et la récolte à part des premiers jets; il convient de l'éviter si le temps qu'elle prend doit empêcher de faire soigneusement les deux autres opérations. L'isolement des animaux infectés demeure évidemment la mesure la plus efficace.

D'après une information assez récente du National Institute for Research in Dairying (1959), l'application d'une solution d'hypochlorite à 87°C pendant 6 secondes à l'intérieur des manchons trayeurs est plus efficace contre les germes de la mammite qu'une immersion de 1 minute dans une solution froide.

Filtration du lait

La filtration du lait n'améliore guère sa qualité bactériologique; en fait, c'est souvent l'inverse qui se produit. Même avec le plus moderne des dispositifs, les espaces entre les fibres d'un filtre sont de loin supérieurs à la taille des bactéries, sinon l'écoulement serait trop lent. Les micro-organismes traversent donc les filtres et seules les particules de grande taille sont arrêtées. L'élimination de ces grosses particules améliore le test de sédimentation, mais pas la qualité bactériologique du lait car ce sont les ferments acidifiants

qui nuisent le plus à cette qualité, et ils traversent les filtres. La filtration présente deux avantages: elle améliore la qualité du lait du point de vue esthétique et permet au producteur de voir dans quelle mesure le lait qu'il produit a été souillé.

Si le filtre métallique qui contient le tampon de filtration n'est pas convenablement nettoyé et stérilisé, l'opération peut diminuer la qualité bactériologique du lait. De toute façon, celui-ci est filtré au centre collecteur, aussi a-t-il été suggéré que les producteurs n'ont nul besoin de le filtrer avant de l'envoyer au centre. On éviterait ainsi le contact avec une surface supplémentaire éventuellement non stérile et on permettrait au centre collecteur de voir à la réception du lait si celui-ci a été produit dans des conditions satisfaisantes. Peut-être la filtration du lait est-elle plus traditionnelle que logique. Elle était évidemment très souhaitable à l'époque où l'on trayait manuellement et où de nombreuses fermes livraient directement le lait aux consommateurs. Lors de la traite manuelle, surtout si les mains du trayeur sont humides, des quantités considérables de particules sales tombent dans le lait. Lorsqu'on utilise des machines à traire et que la toilette des pis est faite consciencieusement, peu de matières étrangères se retrouvent dans le lait. La filtration assure évidemment l'élimination des caillots dans le lait des vaches atteintes de mammites, mais la récolte à part des premiers jets doit permettre de détecter rapidement ce lait et de l'éliminer à temps. Quand le lait est évacué directement par des canalisations de traite, celles-ci sont équipées de filtres spécialement conçus. Mais ceux-ci ne fournissent guère d'autres renseignements que ceux donnés par la récolte des premiers jets. La valeur des filtres, pièces supplémentaires qu'il faut nettoyer et stériliser, est donc douteuse.

Refroidissement

L'utilité technique du refroidissement du lait est de le maintenir en état bactériologique stable. Quelle que soit l'hygiène des méthodes de production, quelques germes pénètrent dans le lait et il est souhaitable d'empêcher leur multiplication. Il est évident que si les méthodes de production ne sont pas satisfaisantes, les micro-organismes peuvent être excessivement nombreux. L'intérêt du refroidissement est alors d'autant plus grand. Le tableau suivant (p. 192) le met en évidence. La qualité bactériologique de l'échantillon A est encore satisfaisante au bout de 22 heures bien que le refroidissement ait été peu poussé (18,3°C); elle est presque aussi bonne que celle de l'échantillon C qui a été maintenu pendant le même temps à 4,4°C. Mais celui-ci surit s'il n'est pas refroidi pendant 22 heures.

Les chiffres qui suivent le tableau montrent l'influence de la température de stockage sur l'épreuve de la réductase en présence de bleu de méthylène.

On voit qu'à 10,0°C la stabilité bactériologique du lait est assurée pendant 5 heures environ (Smythe, 1945). Au-dessus de cette température, le lait se dégrade en fonction de la température; au-dessous de 10,0°C au con-

INFLUENCE DE 22 HEURES DE STOCKAGE À DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES
SUR LA NUMÉRATION BACTÉRIENNE ET LA DURÉE DE CONSERVATION
DE TROIS ÉCHANTILLONS DE LAIT CRU BACTÉRIOLOGIQUEMENT DIFFÉRENTS *

Température de stockage °C	Echantillon A		Echantillon B		Echantillon C	
	Numération bactérienne (30°C)	Durée de conservation à 18°C (heures)	Numération bactérienne (30°C)	Durée de conservation à 18°C (heures)	Numération bactérienne (30°C)	Durée de conservation à 18°C (heures)
4,4	1 900	46	41 000	38	270 000	24
10,0	1 720	44	48 000	34	740 000	20
15,6	15 000	40	110 000	26	17 000 000	8
18,3	500 000	26	2 420 000	18	58 000 000	4
21,1	1 700 000	22	16 600 000	6	200 000 000	Suri

* D'après Thiel (1948).

<i>Température de stockage (°C)</i>	<i>Diminution (en minutes) du temps de réduction par demi-heure de stockage à concurrence de 5 heures</i>
5	-2,2
10	0
15	2,0
20	8,2
25	13,3
30	19,9
35	23,4

traire, il s'améliore, à en juger par l'épreuve de la réductase en présence de bleu de méthylène.

La valeur du refroidissement dépend dans une large mesure de la température à laquelle le lait peut être refroidi, c'est-à-dire le plus souvent des conditions locales. Quand on se sert de réfrigérants sans machine frigorifique et dont l'échangeur thermique est tout simplement de l'eau, la température de celle-ci peut atteindre 21°C en été. Refroidir le lait dans ces conditions ne présente évidemment aucun intérêt. En outre, à moins que le lait ne quitte pas le bidon, l'opération est sans doute plus nuisible qu'utile, car elle met le lait en contact avec une nouvelle surface. Il faut donc s'efforcer d'avoir de l'eau aussi fraîche que possible, par exemple en isolant les cuves dans la laiterie, en calorifugeant les conduites de connexion au réfrigérant, en veillant à ce que les canalisations de captage de la source ne soient pas exposées au soleil, etc. Ces simples précautions dictées par le bon sens sont trop souvent négligées. Dans les fermes disposant de deux sources d'eau, dont une seule est suffisamment froide, c'est cette dernière qu'il faudra utiliser pour les opérations de refroidissement à moins qu'elle ne soit trop polluée.

Le refroidissement du lait par les ressources en eau de la ferme peut se faire par ruissellement ou en bidons.

Réfrigérants par ruissellement

Les réfrigérants par ruissellement (voir fig. 4 de l'article de Rice, p. 484, et fig. 3, 4 de l'article de Anquez & Tiersonnier, pp. 560 et 561) peuvent fonctionner par échange thermique avec de l'eau ou avec un dispositif frigorifi-

fique. Dans cette dernière éventualité, on peut adopter le système à détente directe, le réfrigérant primaire étant injecté dans les tubes de l'échangeur thermique, ou le système indirect dans lequel un deuxième liquide réfrigérant — souvent de la saumure — agit comme véhicule thermique entre le lait et la vapeur réfrigérante.

Le réfrigérant à tôle ondulée. C'est un appareil dans lequel l'eau circule simplement à contre-courant du lait et trois fois plus vite que lui; il permet d'amener la température du lait à celle de l'eau augmentée d'environ 2°C. Il n'est adaptable que sur des canalisations où la pression de l'eau est très faible (de l'ordre de 0,35 kg/cm²).

Le réfrigérant tubulaire à double tôle ondulée. Deux tôles ondulées sont soudées l'une à l'autre par leurs génératrices terminales et le tout est doté d'embouts tels que l'on obtient un espace tubulaire continu pour la circulation du liquide réfrigérant. Cet appareil peut supporter des pressions plus fortes que le précédent, mais il n'est pas utilisable pour la détente d'un liquide frigorigène primaire.

Le réfrigérant tubulaire proprement dit. Il est fait de tubes sans soudure convenablement espacés verticalement. Il résiste à des pressions de 14 à 17,5 kg/cm² et peut être utilisé avec un frigorifique.

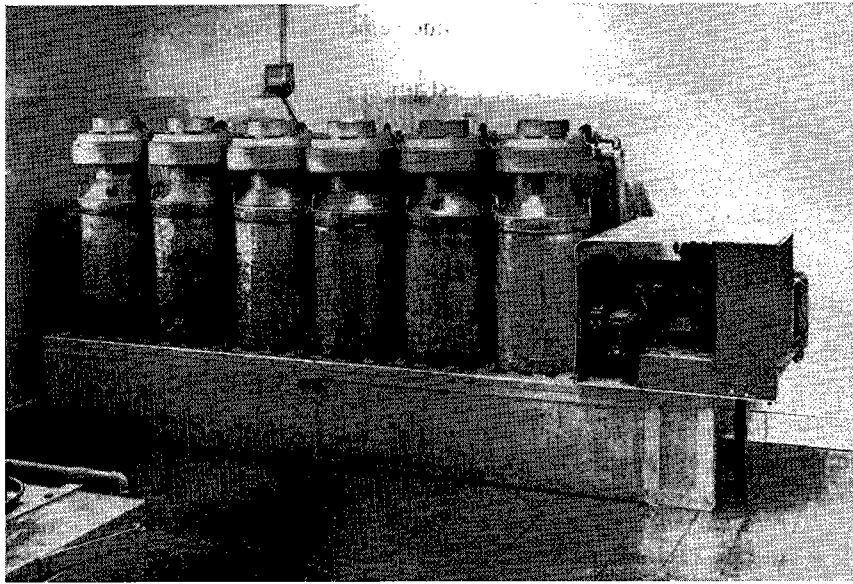
Le refroidisseur à tambour. Il est formé de deux cylindres en acier inoxydable de 15 à 20 cm de diamètre, disposés l'un au-dessus de l'autre, et convenablement espacés verticalement. Le cylindre supérieur permet un pré-refroidissement à l'eau et le cylindre inférieur le refroidissement final par le frigorigène primaire.

Réfrigération en bidons

Réfrigération par immersion. Il suffit d'une cuve bien calorifugée, dans laquelle on immerge les bidons jusqu'au niveau du lait (voir fig. 12 de l'article de Blodgett, p. 139). Dans les pays tempérés septentrionaux, la température de l'eau peut être assez basse toute l'année pour le refroidissement du lait. Dans les contrées où il gèle suffisamment l'hiver, on peut mettre de la glace dans des réserves calorifugées et s'en servir l'été venu pour le refroidissement par immersion.

Le refroidissement dans ces cuves est lent, à moins que l'on ne brasse le lait, opération qui aujourd'hui se fait mécaniquement. La densité de l'eau passe par un maximum à 3,9°C, par conséquent les courants de convection qui se forment dans une cuve d'eau maintenue entre 1,5 et 4,5°C sont extrêmement lents. L'eau proche des surfaces de refroidissement de l'évaporateur a légèrement tendance à monter, sa densité à 0,6°C étant inférieure au maximum. L'eau qui entoure les bidons étant à environ 10°C a aussi tendance à monter. On voit donc que le brassage mécanique de l'eau est très souhaitable. Sans brassage, une eau à 1,5°C mettra 200 minutes environ pour abaisser à 10,0°C la température d'un lait à 32°C; avec brassage, l'opération ne demandera que 90 minutes. On peut accélérer beaucoup en agitant aussi le lait.

FIG. 2
REFROIDISSEMENT DU LAIT EN BIDONS
À L'AIDE D'UN GROUPE RÉFRIGÉRANT À EAU GLACÉE



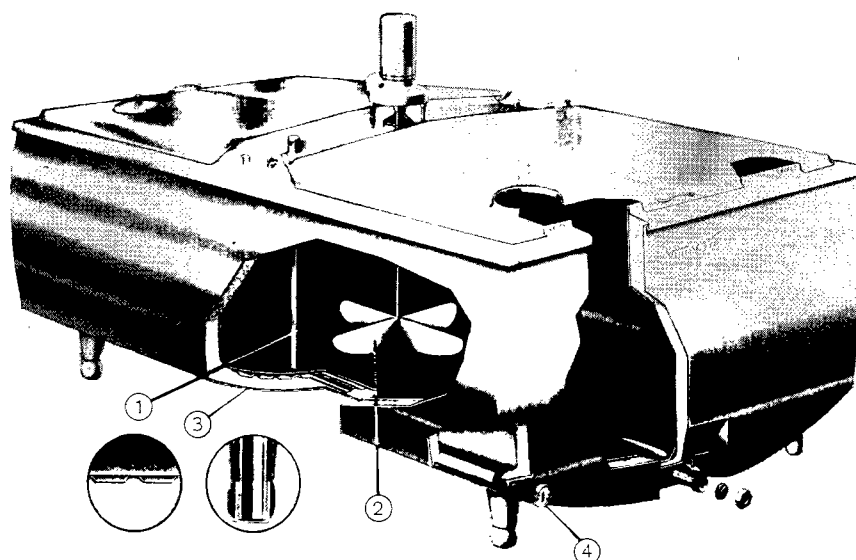
Reproduction obligeamment autorisée par M. Stewart Smith, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Reading, Angleterre, et par The Electrical Development Association, Londres, WC 2, Angleterre.

L'un des inconvénients de l'emploi des réfrigérants à immersion est qu'il oblige à soulever des bidons pleins de lait. Les bidons de plus de 35 litres sont très difficiles à manier. Un bidon de 50 litres peut contenir plus de 52 kg de lait et, sauf s'il est en aluminium, pèse vide 15 kg. Il est évidemment souhaitable de disposer d'un dispositif de levage mécanique pour manier ces 67 kg.

Réfrigérants à cascade. Le réfrigérant à cascade le plus simple est constitué d'un collier (voir fig. 2; voir aussi fig. 5 de l'article de Anquez & Tiersonnier, p. 561) que l'on obtient simplement en courbant un tube garni de trous, de manière à pouvoir le poser sur le col d'un bidon: l'eau ruisselle le long du bidon. Si l'on utilise de l'eau non refroidie, il est nécessaire de disposer de volumes importants d'eau car celle-ci sera perdue ou servira à l'abreuvement du bétail. Si l'on peut la refroidir mécaniquement, il faut que ce soit dans un système à circuit fermé, éventuellement avec une réserve de glace, permettant l'emploi d'un petit compresseur. Le réfrigérant à cascade avec frigorifique refroidit un peu plus vite que la simple cuve à immersion. A titre d'exemple, un dispositif alimenté en eau à 1,5°C refroidit en une heure environ, de 32° à 10°C, un bidon de 45 litres.

Il existe un réfrigérant à cascade moderne avec agitateur rotatif et un modèle plus récent encore équipé d'un élément tubulaire à circulation d'eau,

FIG. 3
CUVE À LAIT EN VRAC



1 = Jauge
2 = Hélice

3 = Canaux de réfrigération et isolant dans les parois de la cuve
4 = Thermomètre à cadran

Reproduction obligeamment autorisée par
la Van-Vetter Inc., Seattle, Wash., E.-U.A.

plongeant dans le lait et animé d'un lent mouvement de rotation; de plus, à la sortie de cet élément l'eau est déversée sur le bidon.

Réfrigérants de lait en vrac

Nous nous bornerons à une description rapide de ce réfrigérant, car il en existe de nombreuses marques et les brochures explicatives des fabricants sont très détaillées (voir fig. 3). En outre, l'installation de ce genre de réfrigérant est coûteuse; elle n'est rentable que dans le cas où le lait est ramassé tous les deux jours par camion-citerne.

Il y a deux types de cuves de réfrigération du lait en vrac: *a*) celles qu'on remplit par gravité, à la pression atmosphérique, et *b*) celles qu'on remplit par aspiration, en y faisant le vide à l'aide d'une machine à traire. On y associe un dispositif frigorifique à réserve de glace ou à détente directe.

Le système à réserve de glace exige le fonctionnement d'un compresseur pendant 80 à 90 % du temps. Le système à détente directe demande un compresseur plus puissant mais qui ne fonctionne que 25 à 30 % du temps. Les compresseurs et condenseurs refroidis par air sont conçus à raison de 750 watts environ par 500 litres de capacité de cuve. C'est ainsi qu'une cuve de 1000 litres refroidie par détente directe exige un compresseur de 1500 watts si le ramassage se fait chaque jour et de 750 watts seulement s'il se fait tous

les deux jours. Le réfrigérant à détente directe est plus cher d'installation que le type à réserve de glace, mais il est de fonctionnement plus économique, car le second comporte une pompe de circulation. Les cuves à vide présentent l'avantage de débarrasser le lait de certaines odeurs (car celui-ci est refroidi sous vide) et de le conserver à l'abri absolu des poussières.

Le lait arrive dans les cuves à 33°-37°C. La plupart des cuves refroidissent le lait de première récolte à 2°C en 1,5-2 heures. Les arrivées suivantes sont refroidies plus rapidement, car la surface du réfrigérant en contact avec le lait est plus grande et le lait déjà refroidi agit comme réserve de frigorifiques. La température maximale du mélange oscille entre 7° et 10°C. Néanmoins, la quantité de calories à ôter est voisine de celle qu'il faut enlever au lait de première récolte et le temps nécessaire pour amener la température à 2°C serait sensiblement le même si la surface de réfrigération n'était pas effectivement accrue.

Conclusion

Une fois le lait produit et efficacement refroidi, il faut évidemment veiller à ce qu'il soit maintenu au frais jusqu'à son arrivée à la laiterie. Le ramassage par camion-citerne ne pose pas de problème, car la citerne est efficacement calorifugée. Dans certains pays, les camions collecteurs sont bâchés ou même réfrigérés, surtout lorsque le transport se fait sur de longs parcours. Mais dans de nombreux cas les exploitants des camions de ramassage négligent malheureusement de prévoir une bâche ou une toile pour couvrir les bidons. Dans certaines régions ils n'y sont guère incités car les fermiers laissent souvent les bidons de lait sur des supports disposés au bord de la route et exposés au soleil. Il est de toute évidence nécessaire d'aménager des supports bien construits et ombragés. Une bonne collaboration entre producteurs et ramasseurs s'impose pour que le lait arrive suffisamment froid au centre laitier.

BIBLIOGRAPHIE

- Lochhead A. G. (1939) *Introducing clean milk* (Publication N° 524 du Département de l'Agriculture du Canada)
- National Institute for Research in Dairying (1959) *Annual Report...* Reading, Lamport Gilbert & Co., Ltd.
- Newbould, F. H. S. & Barnum, D. A. (1958) *J. Milk Tech.*, **21**, 306
- Smythe, V. R. (1945) *Qd J. agric. Sci.*, **1**, 1
- Taylor, M. E. & Hoy, W. A. (1954) *J. appl. Bact.*, **17**, ii
- Thiel, C. C. (1948) *J. Soc. Dairy Tech.*, **1**, 199