

## LE CONDITIONNEMENT DU LAIT LIQUIDE

JACQUES CASALIS \* & JACQUELINE VAN DE PUTTE \*\*

---

L'objectif vers lequel doivent tendre tous ceux qui, à un titre quelconque, récoltent, traitent, transportent ou transforment le lait, c'est de livrer au consommateur un produit qui ait conservé, dans toute la mesure du possible, les propriétés alimentaires, les qualités naturelles du lait au sortir de la mamelle. Les travaux de spécialistes de différents pays, diététiciens, hygiénistes, médecins, vétérinaires ou zootechniciens, ont montré: 1) qu'au sortir de la mamelle le lait provenant d'animaux sains est exempt de germes microbiens pathogènes; 2) qu'il possède un pouvoir bactériostatique qui, pendant une temps variable, le protège contre les altérations dues à la multiplication des ferments lactiques; 3) que ses propriétés nutritionnelles et même thérapeutiques sont d'autant meilleures que les traitements qu'on lui fait subir sont plus ménagés.

Et l'idéal serait, sans aucun doute, de pouvoir fournir aux humains, pour leur consommation en nature, un lait cru provenant d'animaux sains, recueilli et conditionné avec les plus minutieuses précautions d'hygiène, transporté enfin en prolongeant sa conservation naturelle par la mise en œuvre d'une chaîne du froid, de l'usine à la table du consommateur.

Cette solution malheureusement n'est qu'exceptionnellement applicable dans les conditions actuelles de l'industrie laitière mondiale. C'est ainsi que les grandes agglomérations helvétiques ont des Centrales de lait de consommation, où le lait est simplement refroidi et conditionné avant sa mise en vente. Les facteurs essentiels de réussite de cette technique sont avant tout: la proximité des zones de production et des centres de consommation, un climat relativement plus froid que celui de la plupart des pays de climat tempéré, une discipline strictement observée par les producteurs de lait.

Mais dans la plupart des pays les facteurs climatiques, l'insuffisante discipline des producteurs, la longueur des transports enfin, imposent de faire subir au lait de consommation des traitements thermiques plus ou moins accentués avant de le conditionner pour la distribution. A fortiori ces traitements s'imposent-ils lorsqu'il s'agit d'alimenter en lait et produits laitiers

---

\* Professeur à l'École nationale supérieure des Industries agricoles et alimentaires, Paris, France.

\*\* Ingénieur I.T.A.P., Paris, France.

des pays dont les conditions climatiques ne permettent pas l'élevage de bétail laitier.

Qu'il s'agisse de lait cru, de lait pasteurisé, de lait stérilisé, de laits concentrés ou de laits en poudre, les mêmes idées générales sont applicables en ce qui concerne la protection des produits au cours de leur conditionnement et de leur commercialisation. Ce sont des produits essentiellement altérables, d'une part sous l'effet de germes microbiens les plus divers, d'autre part sous l'influence de facteurs physiques ou chimiques. Et le premier objectif à atteindre est de réduire au minimum ces causes d'altération.

#### *Causes d'altération bactériologique*

Le lait contient tous les éléments nécessaires à la vie: protides, glucides, lipides, sels minéraux, vitamines, facteurs de croissance, etc. Mais si ces éléments peuvent servir à l'alimentation humaine, ils constituent un milieu d'élection pour le développement de la plupart des micro-organismes. Le développement de ces derniers modifie la composition du lait, le rend rapidement impropre à la consommation. Les germes pathogènes qui y auraient pénétré au cours des manipulations conservent leur virulence et sont susceptibles de provoquer de graves affections chez le consommateur.

#### *Causes d'altération chimique*

Les composants du lait, et spécialement les lipides, sont extrêmement fragiles et sujets à des altérations chimiques, en particulier à l'oxydation qui, libérant les acides gras des glycérides, donnent aux produits des goûts et odeurs plus ou moins désagréables et modifient plus ou moins profondément leur valeur nutritive suivant l'intensité du phénomène. Certains métaux (fer et cuivre en particulier), certains agents physiques (température et lumière) accélèrent, catalysent ces réactions de dégradation.

### **FACTEURS D'ALTÉRATION ET DE CONSERVATION DU LAIT PENDANT ET APRÈS LE CONDITIONNEMENT**

Avant d'étudier l'emballage lui-même, il faut préciser quels sont les facteurs qui provoquent ou qui retardent l'altération du lait au cours des opérations de conditionnement et pendant la période qui s'écoule entre le conditionnement et la consommation. Ils peuvent avoir une action purement chimique, comme la lumière, ou bactériologique et chimique, comme la température et l'air.

#### **Surfaces de contact**

Les surfaces au contact desquelles le lait se trouvera sont, dans la plupart des cas, très difficiles à stériliser. C'est par ces surfaces, aussi bien à la ferme

qu'à l'usine, que se multiplieront les risques d'infection microbienne. Il y a donc intérêt à réduire le plus possible leur importance.

L'asepsie des surfaces, c'est-à-dire leur nettoyage et leur désinfection, ainsi que leur protection contre toute recontamination, doit demeurer une préoccupation constante au cours de toutes les opérations de conditionnement. Les surfaces sont aussi une cause d'altération chimique, lorsqu'elles ne sont pas absolument inertes vis-à-vis du lait et des produits de nettoyage. Les sels de métaux lourds, cuivre et fer notamment, qui pourraient être entraînés au cours des traitements ou au contact des emballages métalliques, catalysent les phénomènes d'oxydation.

Tout nouveau matériau (notamment les produits plastiques et les vernis protecteurs) qui pourrait être destiné à l'emballage du lait doit être très sérieusement contrôlé du point de vue de son éventuelle solubilité dans le lait aux différentes températures auxquelles il pourrait être soumis au cours de son utilisation.

Enfin, les surfaces du matériel et des emballages repris doivent être parfaitement rincées après les opérations de nettoyage et de désinfection, afin qu'aucun produit chimique étranger ne puisse altérer la composition du lait.

### Température

La température peut agir de deux manières sur le lait, suivant qu'elle favorise ou inhibe des altérations d'origine microbienne ou des altérations physico-chimiques en dehors de l'activité d'organismes vivants.

Même si les opérations d'assainissement et de conditionnement ont été effectuées correctement, les altérations d'origine microbienne sont à craindre dans les laits frais, crus ou pasteurisés, et dans une certaine mesure dans le lait concentré sucré. Le lait concentré non sucré et le lait stérilisé sont, par définition, des laits qui doivent être dépourvus de germes vivants, et le lait en poudre, quoiqu'il ne soit pas stérile, ne contient pas assez d'eau pour permettre aux germes qu'il contient de se multiplier. Les altérations physico-chimiques peuvent se produire dans les laits frais (contamination métallique, lumière) mais généralement on n'a pas le temps de les observer, les altérations d'origine microbienne prenant le dessus; c'est dans les laits de conserve que les altérations physico-chimiques peuvent avoir une incidence sur la qualité au moment de la consommation.

#### *Altérations d'origine microbienne*

La relation entre la température et la vitesse de multiplication des germes microbiens est bien connue. Il faut cependant se garder de considérer le froid comme un remède universel. Le froid n'est pas un moyen d'assainissement, mais un moyen de prolonger la conservation en ralentissant les phénomènes biologiques qui tendent à la dégradation du produit. Même à basse température les germes continuent à se reproduire plus ou moins lentement suivant les espèces microbiennes. Les ferments lactiques sont plus rapidement

inhibés par les basses températures que les germes protéolytiques ou alcalinisants. Cela met une fois de plus en évidence la nécessité de prendre toutes les précautions voulues pour éviter la recontamination du lait après pasteurisation, et confirme la nécessité de fixer un temps limite au-delà duquel la vente au consommateur est interdite.

Le lait cru et le lait pasteurisé doivent donc être conservés dans des conditions de température telles que les germes présents ne puissent altérer leur composition entre le moment de la traite ou de la pasteurisation et celui de la consommation. La mise en œuvre de ce programme de conservation nécessite ce qu'on est convenu d'appeler la chaîne du froid, c'est-à-dire une suite de dispositions permettant de maintenir le lait depuis le moment où il a été refroidi après la traite ou après le traitement de pasteurisation, à une température généralement comprise entre 4° et 8°C, au cours des opérations qui suivent, c'est-à-dire l'embouteillage, le stockage, le transport, et la distribution et le stockage chez le détaillant. Il ne s'agit donc pas, au cours de ces opérations, de refroidir le lait mais d'empêcher qu'il reprenne des calories au milieu ambiant. Suivant les climats et les saisons, les méthodes à appliquer et les quantités de froid nécessaires sont évidemment très variables. Les chambres froides et les installations frigorifiques doivent toujours être calculées, tant pour le volume que pour la capacité frigorifique, en fonction des températures extérieures extrêmes.

L'industrie du matériel frigorifique est en mesure de résoudre tous les problèmes d'abaissement et de maintien des températures qui se posent en laiterie. Ce qui limite les applications du froid, ce ne sont pas les difficultés techniques mais la répercussion du prix de revient de l'équipement frigorifique sur les frais généraux.

#### *Mise en bouteille*

Le lait refroidi est mis en bouteille verre ou en récipient carton. Les bouteilles sortant de la machine à laver doivent avoir été rincées à l'eau fraîche pour ne pas réchauffer exagérément le lait. Lorsque les bouteilles sont rincées avec de l'eau à une température de 12° à 15°C, l'élévation de température du lait est de 0,5° à 1,5°C suivant les conditions extérieures. Il ne serait pas économique de rincer les bouteilles à l'eau glacée, et s'il n'est pas possible de refroidir suffisamment les bouteilles à l'eau ordinaire, il est préférable d'agir sur la température du lait.

Les emballages carton qui sont paraffinés au moment du remplissage, nécessitent un dispositif de réfrigération pour les ramener de 85°C (température du bain de paraffine) à une température suffisamment basse pour qu'ils n'agissent pas sensiblement sur la température du lait.

#### *Protection thermique des récipients*

La conductibilité du verre est évidemment beaucoup plus grande que celle du carton ou du papier, mais, étant donné qu'il entre beaucoup plus

de matière dans une bouteille de verre que dans un récipient de papier ou de carton, la protection thermique apportée par le verre ou par le carton est sensiblement équivalente. Cependant l'expérience montre que, toutes conditions égales d'ailleurs, le lait se réchauffe ou se refroidit un peu moins rapidement dans certains types d'emballages carton qu'en bouteille de verre. Le fait que les emballages papier et carton se trouvent imbriqués les uns contre les autres dans les casiers destinés à la distribution, ce qui limite la circulation d'air entre les récipients, donne à ces derniers une beaucoup plus grande inertie thermique qu'aux bouteilles de verre. Pour les emballages papier et carton, il est donc très important que le lait soit refroidi à la température désirée avant remplissage, car il faudrait un très long séjour en chambre froide pour en abaisser encore la température.

*Le magasin de stockage ou chambre froide*

Le séjour en chambre froide n'est pas destiné à abaisser la température du lait conditionné mais à la maintenir. Il est important que le lait soit rentré dans la chambre froide aussitôt que l'embouteillage, le capsulage et la mise en casiers sont terminés. La chambre froide doit être assez grande pour pouvoir contenir toute la production de la journée si les livraisons ne commencent pas avant la fin du traitement du lait.

L'isolation sera largement calculée et les dispositions nécessaires seront prises pour éviter les déperditions de froid au moment des ouvertures et des fermetures de portes ou au chargement et déchargement. En particulier il y a intérêt à disposer en avant des portes des chambres froides, un sas (ou anti-chambre) fermé par des portes ou rideaux souples qui s'ouvrent par simple poussée et se referment d'eux-mêmes après le passage de la marchandise ou des manutentionnaires. D'excellents résultats sont obtenus en disposant au-dessus des ouvertures des chambres froides des ventilateurs spéciaux qui se mettent automatiquement en marche lorsque portes ou guichets s'ouvrent et qui créent, devant les ouvertures, un véritable rideau d'air qui réduit au minimum les échanges thermiques entre l'atmosphère des chambres froides et l'extérieur.

La puissance frigorifique nécessaire à l'alimentation de la chambre froide doit être calculée en fonction du maintien de la température du lait préalablement refroidi, compte tenu des pertes de froid qui se produisent au moment des manutentions. Les chambres froides de laiteries sont très fréquemment insuffisantes en volume et en puissance frigorifique. Elles peuvent être branchées sur une centrale frigorifique à saumure ou à eau glacée qui alimente l'usine tout entière. Dans ce cas, en période de pointe ou de forte chaleur, la chambre froide qui est le dernier stade d'utilisation de froid dans l'usine risque d'être alimentée avec un liquide frigorigène insuffisamment refroidi. D'autre part, lorsque la température extérieure est basse, la chambre froide consomme peu de frigories. Pour ces différentes raisons, on préfère actuellement équiper les chambres froides au moyen d'installations individuelles à

détente directe et, si possible, automatisées, permettant ainsi le fonctionnement à la fois le plus économique en ce qui concerne la dépense d'énergie frigorifique et le plus régulier pour le maintien de la température.

*Le transport et la distribution*

Selon la distance qui sépare l'usine de traitement du lait du centre de consommation, le transport peut se faire directement de l'usine au détaillant ou être précédé par un transport ferroviaire ou par camion gros porteur qui rapproche le lait du lieu de consommation où s'effectuera la répartition entre les voitures de livraison aux détaillants. Les camions gros porteurs, ou les wagons, doivent être calorifugés, isothermes, et même peuvent être réfrigérés à l'aide de glace hydrique, de neige carbonique ou d'un compresseur frigorifique. Généralement, la réfrigération ne s'impose que pendant une certaine période de l'année.

Les transports du camion gros porteur ou du wagon ferroviaire aux véhicules de livraison au détail doivent s'effectuer dans des conditions telles que le lait ne reste pas exposé à l'air ambiant et à la lumière. Suivant les organisations et les horaires, une chambre froide peut être nécessaire pour conserver le lait entre le moment du déchargement et celui du rechargement.

Les camions de livraison doivent être fermés et calorifugés (fig. 1). En l'absence de calorifuge, les carrosseries métalliques absorbent et concentrent

FIG. 1  
CAMION DE LIVRAISON



la chaleur solaire. Il est difficile d'assurer le maintien du lait à basse température pendant tout le temps que dure une tournée de livraison aux détaillants sans faire appel à une source de froid.

#### *La glace en paillettes*

Une des méthodes employées pour maintenir le lait à basse température pendant toute la durée des opérations de livraison consiste à remplir des casiers contenant les bouteilles avec de la glace en paillettes. Mais cela nécessite des casiers spéciaux à parois extérieures pleines, de manière que la glace puisse entourer la bouteille jusqu'au col. C'est une méthode très efficace pour maintenir le lait à une température comprise entre 0° et 2°C et qui permet tous les ajustements en fonction de la température extérieure.

### **Air et oxygène**

#### *Contaminations bactériologiques*

Du point de vue bactériologique, l'air est un agent de contamination. Il ne faut pas négliger ce risque au moment du soutirage et pour les récipients eux-mêmes. Une salle de conditionnement pour lait cru ou pasteurisé doit être propre et en bon ordre. Les bouteilles sales ne doivent pas y être entreposées. Le sol doit être lavé et désinfecté. Il sera maintenu humide pour éviter les poussières. Les plafonds et les murs seront régulièrement nettoyés, blanchis ou peints avec des enduits anti-fongiques qui éviteront le développement de moisissures, particulièrement aux endroits où il se produit des condensations. Pour protéger les bouteilles contre une contamination éventuelle par l'air ambiant, la chaîne de transport depuis la sortie de la machine à laver jusqu'à la soutireuse sera recouverte d'un carter.

Le personnel doit veiller à ne pas saisir les bouteilles vides en mettant la main sur la bague. Les bouteilles seront prises par le corps ou par le col. Bien entendu, tout le personnel de la chaîne d'embouteillage doit être soumis au contrôle médical. Il recevra une instruction simple au sujet des précautions d'hygiène indispensables. Pour le lait concentré sucré, il faut ajouter aux précautions habituelles une désinfection complète de la salle où s'effectue le soutirage. Les levures osmophiles peuvent se développer dans l'usine et sont facilement transportées par l'air. La désinfection de l'air peut être effectuée de façon efficace à l'aide d'aérosols.

Lorsque les emballages perdus, en carton ou en métal, ne sont pas fabriqués sur place, parallèlement au remplissage, ils doivent être entreposés de telle sorte qu'ils soient à l'abri de la poussière, de l'humidité et de la vapeur. On prendra les précautions nécessaires au moment de la réception des marchandises, pour placer les boîtes de telle sorte que l'ouverture se trouve à la partie inférieure. Lorsque les boîtes sont transportées depuis le magasin de stockage jusqu'à la salle de conditionnement, il faut s'assurer qu'au cours du trajet elles ne risquent pas d'être contaminées.

*Oxygène et oxydation*

L'oxygène de l'air joue un rôle extrêmement important dans la conservation du lait. D'une part, l'oxygène est nécessaire au développement des germes qui peuvent persister dans le lait sucré. Le remplissage des boîtes de lait sucré doit être effectué de telle sorte qu'il ne reste qu'un minimum d'air après fermeture de la boîte. Le remplissage sous vide est très favorable à la conservation du lait sucré.

L'oxygène est aussi le facteur déterminant des altérations physico-chimiques. Pour le lait stérilisé l'oxygène est indispensable dans le processus d'altération à la lumière. Pour la poudre de lait, l'oxygène est le facteur prépondérant du vieillissement des poudres.

Tous les phénomènes d'oxydation sont catalysés par les sels de métaux lourds qui ont pu pénétrer dans le lait au cours des opérations de traitement, depuis la ferme jusqu'au conditionnement final, par contact avec des surfaces métalliques, fer ou cuivre mal étamé.

**Lumière**

Le lait est sensible à l'action de la lumière, surtout celle de la lumière solaire directe. Une action même peu prolongée de la lumière peut déclencher dans le lait des phénomènes d'oxydation qui se traduisent par l'apparition d'un goût particulier dit goût oxydé (sunlight flavor). Ces phénomènes se poursuivent après que le lait a été soustrait à l'action de la lumière et peuvent le rendre inconsommable.

A la faveur de cette oxydation, il se produit une dégradation des matières grasses du lait (phospholipides) et une dégradation de certains éléments du non gras qui se manifestent par la destruction de l'acide ascorbique (vitamine C), de la riboflavine (vitamine B) et probablement d'autres aminoacides. Non seulement le lait prend un goût désagréable, mais il perd aussi une partie de ses qualités nutritives. Le mécanisme et l'étendue de ce processus ne sont pas encore entièrement connus. Cette action de la lumière se produit en présence d'oxygène. Il a été démontré que le lait désaéré ne prend pas le goût oxydé sous l'action de la lumière. C'est pourquoi la désaération et la mise sous vide du lait stérilisé améliorent son goût et sa résistance à l'oxydation.

De nombreuses recherches ont été consacrées à cette question. Il semble que ce sont les ondes courtes du spectre solaire qui soient actives. Pour éviter toute action oxydante de la lumière, il faudrait exclure les longueurs d'onde inférieures à 620 m $\mu$ , c'est-à-dire toute la partie du spectre qui précède l'orange et le rouge. Les verres colorés, verts et bruns, les récipients en carton et en papier, retardent le processus d'oxydation en absorbant une partie du spectre. Les bouteilles de verre coloré retardent le processus d'oxydation à la lumière, mais ne l'empêchent pas complètement. Leur emploi ne s'est pas généralisé en industrie laitière à cause de leur prix de revient plus

élevé et de la difficulté de contrôler optiquement leur état de propreté à la sortie des machines à laver.

Mattsson\* a comparé la bouteille verre et l'emballage Tetrapak. Les résultats relatifs à la perméabilité à la lumière sont les suivants: A 250 m $\mu$ , la lumière ne traverse ni le verre ni le papier Tetrapak. A 350 m $\mu$ , le verre laisse passer 70% de la lumière initiale et le papier Tetrapak 1%. Entre 400 et 700 m $\mu$ , le verre laisse passer 80-90% de la lumière initiale et le papier Tetrapak 1-2%.

Les recherches relatives à la disparition de l'acide ascorbique et à l'apparition du goût oxydé confirment l'influence protectrice de l'emballage papier, qui n'est cependant pas totale. Actuellement cette protection n'est applicable qu'aux laits cru et pasteurisé, mais pas au lait stérilisé qui, du fait de sa longue durée de commercialisation, est le plus exposé à l'action de la lumière. Des précautions s'imposent donc pour soustraire le lait stérilisé à la lumière même diffuse. Les casiers à bouteilles en bois plein offrent déjà une certaine protection par rapport aux casiers métalliques à claire-voie. Le transport du lait stérilisé en bouteille doit être effectué en camions couverts et l'organisation du magasinage et des livraisons doit être prévue de telle sorte que le lait ne soit pas soumis à l'action directe de la lumière solaire. Une exposition de quelques minutes à la lumière solaire suffit à déclencher le processus d'oxydation. Les bouteilles de lait stérilisé doivent aussi être protégées autant que possible contre l'action de la lumière diffuse qui agit avec moins de rapidité, mais qui aboutit au même résultat.

Les magasins de stockage du lait stérilisé en bouteille devront être prévus en conséquence. Le commerçant doit être instruit des inconvénients qui résultent d'une exposition du lait à la lumière et plus particulièrement du lait stérilisé.

La boîte métallique protège très efficacement le lait stérilisé contre l'oxydation. C'est un argument sérieux en faveur de son emploi.

## LES EMBALLAGES

### Caractéristiques d'un emballage hygiénique

L'évolution actuelle des exigences des autorités sanitaires et des consommateurs, aussi bien dans l'industrie laitière que dans toutes les industries alimentaires, fait que l'on tend de plus en plus à conditionner les aliments en emballages répondant aux conditions suivantes: 1. L'emballage doit être inviolable, de telle sorte qu'entre le moment du conditionnement et le moment de la consommation il soit protégé contre les manipulations frauduleuses, et que l'acheteur ait une garantie en ce qui concerne son origine; 2. L'emballage doit être d'un format tel que son contenu corresponde aux besoins

\* Mattsson, S. (1954): L'influence de la lumière sur le lait en bouteille verre et sur le lait en Tetrapak. *Svenska Mejeritidningen*. (Traduction française.)

quotidiens du consommateur. En tous les cas sa capacité doit être en rapport avec les qualités de conservation du produit.

Dans ces conditions on assiste à la disparition, pour les produits de consommation immédiate, de la vente en récipients de grand format, exception faite pour quelques cas particuliers qui seront évoqués ultérieurement. La disparition progressive des emballages de grande dimension est en contradiction avec la notion évoquée plus haut de la nécessité de réduire l'importance des surfaces avec lesquelles le lait peut entrer en contact. Le rappel de ces notions très générales permet de formuler les conditions auxquelles doit répondre un emballage de bonne qualité.

#### *Conditions bactériologiques*

Un emballage de bonne qualité doit permettre d'éviter ou de limiter au minimum toute recontamination microbienne. A cet égard il faut noter que les emballages peuvent ne servir qu'une fois (emballages perdus) ou qu'au contraire ils peuvent être retournés aux usines de conditionnement et servir à plusieurs reprises. Dans ce dernier cas ils devront être fabriqués de telle sorte que leur forme permette un nettoyage efficace. En particulier il est nécessaire qu'ils ne présentent pas d'angles morts où se constitueraient des dépôts microbiens difficiles à éliminer, et que leur surface interne soit parfaitement lisse.

#### *Conditions chimiques*

Un emballage de bonne qualité doit :

1) être constitué par des matériaux qui ne risquent pas de céder la moindre trace de leurs constituants (par solubilisation ou fusion à la chaleur) aux produits qu'ils sont appelés à contenir ;

2) être inattaquable par ces mêmes produits (produits conditionnés et produits de nettoyage, et cela pour deux raisons essentielles : d'une part, l'attaque des parois internes du récipient par les produits pourrait provoquer l'altération des composants du lait, d'autre part ces attaques risquent de provoquer des piqûres plus ou moins profondes des parois, où proliféreraient aisément des colonies microbiennes très difficiles à éliminer ;

3) permettre, dans toute la mesure du possible, d'éviter toute cause directe ou indirecte d'altération chimique des composants du lait, et en particulier l'oxydation des lipides.

Des précautions particulières devront être prises pour tous les produits destinés à une longue conservation.

#### *Choix de l'emballage en fonction de la catégorie de lait*

Chaque catégorie de lait demande un emballage qui lui soit adapté. C'est pourquoi chaque emballage doit être étudié en fonction du produit auquel il est destiné. Une bouteille de lait pasteurisé n'a pas les mêmes caractéris-

tiques qu'une bouteille de lait stérilisé. Il en est de même pour les boîtes métalliques utilisées pour le conditionnement du lait concentré ou du lait en poudre.

Qu'il s'agisse de lait cru, de lait pasteurisé, de lait stérilisé, de lait concentré non sucré, de lait concentré sucré, pour chacune de ces catégories il faut étudier spécialement les caractéristiques d'un conditionnement hygiénique et les moyens d'obtenir et de vérifier ces caractéristiques.

### **Emballage du lait cru**

En dehors du cas exceptionnel signalé plus haut de centrales laitières assurant l'alimentation des agglomérations urbaines en lait cru (et là le problème du conditionnement est le même que dans les centrales laitières fournissant du lait pasteurisé), la distribution hygiénique de lait cru est le fait d'entreprises artisanales sinon fermières, soumises, dans les différents pays, à une réglementation différente mais généralement très sévère, tant en ce qui concerne l'hygiène du bétail que celle de la récolte du lait ou celle des ateliers de conditionnement. La mise en bouteilles, précédée d'un refroidissement à 4°C est généralement effectuée par le producteur immédiatement après la traite. Les bouteilles sont les mêmes que celles utilisées pour le lait pasteurisé (voir p. 591 et fig. 2).

Les quantités à traiter sont généralement de faible importance et ne justifient pas économiquement l'emploi de machines automatiques tant pour le lavage des bouteilles que pour les opérations d'embouteillage et de capsulage. Le facteur humain joue donc un rôle prépondérant. Si le lait provient d'animaux en bonne santé, correctement alimentés, si les précautions d'hygiène nécessaire sont respectées en ce qui concerne le logement des animaux, la récolte du lait, etc., le lait sera pauvre en germes. Mais il sera d'autant plus sensible à toutes les causes de contamination microbienne. Outre le refroidissement du lait aussitôt après la traite, c'est dans une très stricte discipline appliquée aux opérations de nettoyage et de désinfection des bouteilles, puis dans leur remplissage lui-même, que réside la sécurité hygiénique.

#### *Lavage manuel ou semi-automatique des bouteilles*

Les bouteilles sales doivent être stockées en dehors du local où s'effectue le remplissage. Le lavage des bouteilles doit comporter les opérations suivantes :

- 1) Trempage ou rinçage à l'eau froide ou tiède contenant un peu de désinfectant (hypochlorite de soude par exemple) pour retarder la prolifération microbienne pendant cette opération.

- 2) Bossage mécanique.

- 3) Trempage dans une solution détersive chaude.

4) Rinçage à l'eau claire.

5) Trempage dans une solution désinfectante.

6) Rinçage final. La qualité bactériologique de l'eau utilisée pour cette opération est évidemment un des facteurs essentiels de réussite. Si cette qualité est insuffisante, il faut y remédier en ajoutant à l'avance une dose d'antiseptique convenable (hypochlorite de soude par exemple, dosé de telle sorte que l'eau contienne de 25-50 mg de chlore libre par litre).

7) Egouttage. Les paniers et casiers dans lesquels les bouteilles sont généralement mises à égoutter la tête en bas, doivent eux aussi être soigneusement nettoyés et désinfectés.

Les solutions détersives et désinfectantes doivent être spécialement étudiées pour être efficaces sans attaquer les mains des opérateurs. Elles ne doivent pas non plus laisser de résidus ou de traces dans la bouteille au moment de l'embouteillage. Les produits désinfectants à base de chlore sont les plus recommandables.

#### *Capsulage*

Le capsulage doit être effectué avec des capsules d'aluminium, de préférence aux rondelles de carton. Ces capsules, qui sont généralement préfabriquées, doivent être stockées dans un lieu sec, à l'abri des poussières et des contaminations.

Si l'on dispose d'une étuve de stérilisation pour le matériel de traite, de refroidissement et de soutirage, il ne faut pas hésiter à faire subir ce traitement aux capsules.

Pour les installations de conditionnement du lait cru qui disposent d'un matériel automatique, tout ce qui est dit ci-dessous pour le lait pasteurisé est également valable pour le lait cru.

#### **Emballage du lait pasteurisé**

On utilise, pour la distribution du lait pasteurisé :

des bidons dont la capacité est en général de 20 litres ; des bouteilles en verre ; des emballages perdus en carton ou en matière plastique.

#### *Le bidon*

Le bidon de 20 litres est encore utilisé pour la distribution du lait pasteurisé dans les agglomérations de faible importance (en France, agglomérations de moins de 20 000 habitants) où l'installation d'une chaîne d'embouteillage serait trop onéreuse. Mais il est également employé pour les fournitures de lait aux collectivités (pensionnats, restaurants, casernes, etc.). Le problème des bidons a été précédemment traité (voir l'article de Ekman, p. 567). Il suffira d'indiquer que les recommandations concernant leur forme, les matériaux utilisés pour leur fabrication et surtout celles qui ont trait à

leur nettoyage doivent être appliquées avec plus de minutie lorsqu'il s'agit du conditionnement après pasteurisation que lorsqu'il s'agit de leur utilisation pour la collecte et le transport du lait de la ferme à l'usine.

#### *La bouteille*

Que ce soit pour le lait cru ou pour le lait pasteurisé, la bouteille remplace peu à peu le bidon pour la distribution dans les centres urbains, au fur et à mesure du développement des exigences des autorités sanitaires et des consommateurs. Malgré son poids, malgré les sujétions que représentent la reprise des verres vides et leur aseptisation, la bouteille est encore le récipient le plus répandu.

Les emballages perdus se développent et se perfectionnent néanmoins avec régularité et répondent aux exigences nouvelles de l'industrie laitière et des méthodes modernes de vente.

*Avantages de la bouteille.* La bouteille de verre a de nombreux avantages. Sa transparence permet de voir le lait, et dans certains pays on attache une importance toute particulière à la mise en évidence de la ligne de crème. Cette transparence a en outre l'avantage de révéler la présence éventuelle d'impuretés ou de dépôts. Les verres à bouteilles actuels ne sont pas attaqués par le lait et les solutions de nettoyage. Ils peuvent subir sans inconvénients des traitements de nettoyage et de désinfection à des températures élevées avec des produits caustiques.

*Forme de la bouteille à lait* (voir fig. 2). Du point de vue de l'hygiène, la forme de la bouteille a une grande importance. Elle doit faciliter le nettoyage, en permettant aux injecteurs ou aux brosses d'agir sur toute la surface interne. Le col doit se raccorder au corps de la bouteille sans former d'angle vif; il ne doit présenter ni renflements, ni rétrécissements. Le fond doit être concave et non convexe, pour que les résidus de lait se rassemblent au centre plutôt que sur le pourtour du fond où ils seront plus difficiles à atteindre.

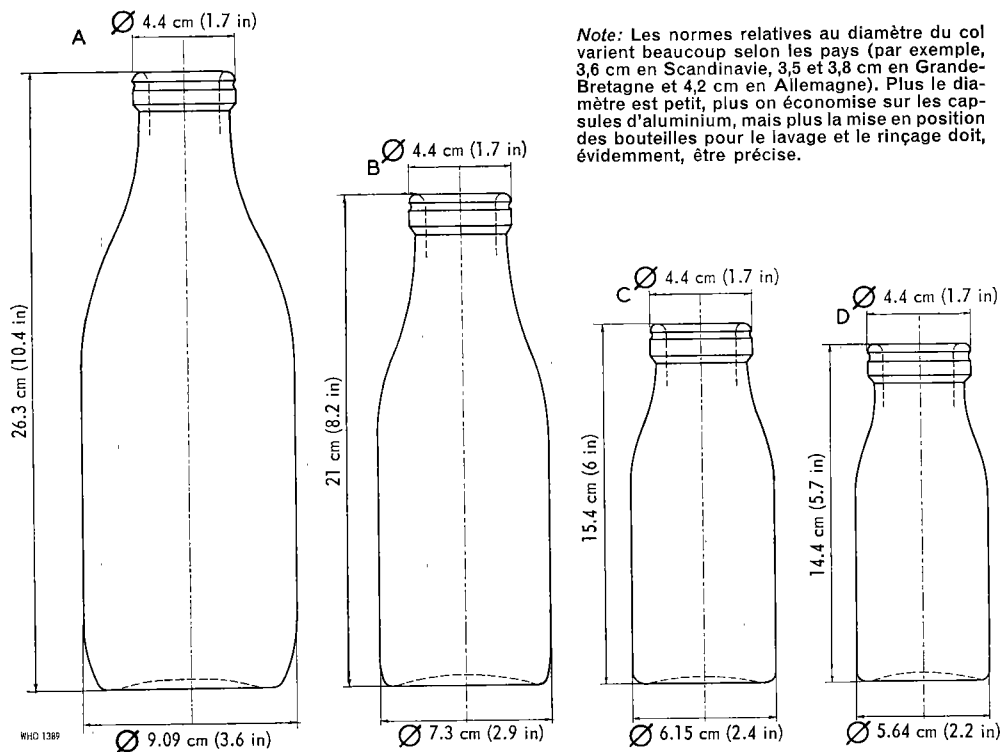
La forme de la bouteille doit être adaptée le mieux possible aux appareils de lavage, de soutirage, de capsulage et de manutention, ce qui limite les risques de casse au cours du passage dans ces appareils. Si la casse a des inconvénients sur le plan économique, elle en a aussi au point de vue de l'hygiène, car les éclats de verre, le lait répandu, les arrêts de machine, ont une influence qu'il ne faut pas sous-estimer.

Des études récentes entreprises dans différents pays, et notamment en Norvège, \* ont abouti aux conclusions suivantes:

en ce qui concerne la forme extérieure du col, le profil droit est supérieur au profil renflé; la bague terminale du col ne doit pas être ovalisée mais parfaitement circulaire, dans les limites d'une faible tolérance, de façon à permettre l'étanchéité du capsulage. L'épaisseur optimale de cette bague est de 17 mm.

\* Hougen, A. G. (1959) *Milk bottle design and quality control*. In: *Proc. XV Int. Dairy Congr.* 1, 497.

FIG. 2  
BOUEILLES À LAIT PASTEURISÉ



Note: Les normes relatives au diamètre du col varient beaucoup selon les pays (par exemple, 3,6 cm en Scandinavie, 3,5 et 3,8 cm en Grande-Bretagne et 4,2 cm en Allemagne). Plus le diamètre est petit, plus on économise sur les capsules d'aluminium, mais plus la mise en position des bouteilles pour le lavage et le rinçage doit, évidemment, être précise.

WHIC 1389

	Capacité totale	Capacité utile *	Poids
A	1020 cm <sup>3</sup>	1000 cm <sup>3</sup> (1 litre)	600 g
B	520 cm <sup>3</sup>	500 cm <sup>3</sup> (½ litre)	370 g
C	270 cm <sup>3</sup>	250 cm <sup>3</sup> (¼ litre)	280 g
D	220 cm <sup>3</sup>	200 cm <sup>3</sup> (2 dl)	175 g

\* Bouteille remplie jusqu'à 27 mm du bord.

Il fut un temps où, aux Etats-Unis notamment, la forme de la bouteille était un argument de vente. Les fabricants s'efforçaient de trouver des formes originales, mettant en valeur la ligne de crème. Aujourd'hui, dans la plupart des pays, la préférence est revenue à une bouteille de corps cylindrique, et il paraît souhaitable que les différentes normes établies dans plusieurs pays soient mises à l'étude pour aboutir, sur le plan international, à une unification.

*Capacité de la bouteille.* Le lait est vendu au volume. Les capacités les plus courantes sont le litre, le demi-litre et le quart de litre, pour les pays où le système métrique est en vigueur; pour les pays anglo-saxons ce sont le quart, la pinte et la demi-pinte. Les appareils de remplissage qui dosent le lait versé dans chaque bouteille sont de moins en moins utilisés à cause des difficultés de nettoyage et de stérilisation. Le remplissage s'effectue de préférence au

moyen d'embouteilleuses travaillant à un niveau constant et sous vide. Il est donc important que la capacité des bouteilles soit constante, régulière, et adaptée aux appareils de remplissage. La plupart des pays ont une réglementation fixant les tolérances relatives à la quantité exacte de lait que doit contenir la bouteille mise en vente.

*Résistance de la bouteille.* La forme même de la bouteille a une influence sur la résistance aux chocs. La fabrication, la régularité dans la qualité et l'épaisseur du verre interviennent également. Pendant les opérations de stérilisation ou de pasteurisation en bouteilles, celles-ci sont soumises à des pressions internes importantes. Elles doivent pouvoir résister à ces pressions. Les bouteilles doivent résister aux différences de température qu'elles subissent pendant les opérations de lavage et supporter les températures de stérilisation.

*Qualité du verre.* L'irrégularité dans la composition du verre, la présence de bulles d'air, de coulures ou de matières étrangères dans le verre, ne sont pas seulement un défaut de présentation, mais influent sur la résistance aux chocs mécaniques et thermiques. La régularité du poids est un facteur qui conditionne la régularité des autres caractéristiques de la bouteille, celle-ci étant fabriquée à partir d'une quantité déterminée de verre.

#### *Nettoyage des bouteilles*

Le nettoyage des bouteilles est un des problèmes les plus délicats de ceux que pose le conditionnement hygiénique du lait. Toutes les précautions prises pour détruire la flore bactérienne du lait par des traitements thermiques appropriés sont inutiles si ce lait n'est pas conditionné dans des récipients aussi propres que possible. Et cette propreté a un aspect macroscopique et un aspect microscopique, aussi importants l'un que l'autre. Les magasins de vente renvoient aux usines des bouteilles vides dont certaines ont pu séjourner longtemps chez le consommateur ou le détaillant, servir à des usages variés, avoir contenu les produits les plus divers : huile, pétrole, peinture, par exemple, qui risquent, par l'intermédiaire des bains de lavage, de communiquer des odeurs plus ou moins prononcées à tout un lot de bouteilles. Mais, à supposer même que la bouteille n'ait contenu que du lait, à supposer, ce qui malheureusement n'est pas le cas général, que les bouteilles aient été rincées par le consommateur, pendant le temps que la bouteille vide met à revenir du consommateur à l'usine, il se forme sur les parois internes du récipient une pellicule, un film plus ou moins épais dû à la dessiccation des résidus de lait ou d'eau de rinçage qui restent dans la bouteille. Ce film, constitué surtout par de la matière grasse et des matières protéiques, se dessèche peu à peu, adhère de plus en plus solidement aux parois, et devient d'autant plus difficile à éliminer. S'il n'était formé que des constituants chimiques du lait, il faudrait néanmoins procéder à son élimination. Mais il est toujours le lieu de proliférations microbiennes plus ou moins marquées. Les microbes qu'ils renferment

se dessèchent eux aussi, et lorsque les conditions de température et de milieu le permettent, c'est-à-dire lorsque les bouteilles sont à nouveau remplies de lait, ils se mettent à proliférer.

Il est donc indispensable d'éliminer ces dépôts, à la fois pour des raisons d'ordre commercial et d'ordre bactériologique, d'une part en provoquant la solubilisation de la matière grasse, la peptisation des matières protéiques desséchées, de façon qu'elles puissent être entraînées mécaniquement lors du lavage par les machines, d'autre part en détruisant la flore microbienne qu'ils contiennent.

Ces deux aspects, détersion d'une part, et désinfection d'autre part, sont aussi importants l'un que l'autre. Rien ne servirait d'éliminer les dépôts sans assurer la destruction des germes, et l'emploi des seuls produits désinfectants serait inefficace si l'on ne procédait pas d'abord à l'élimination des films.

Dans certains pays, la réglementation permet aux usines de refuser la reprise des bouteilles sales. Il serait souhaitable que de pareilles prescriptions soient appliquées partout où le lait est vendu en bouteilles.

Il serait, de toutes manières, très opportun que, par tous les moyens possibles, on se préoccupe d'éduquer le consommateur en lui indiquant: *a)* le danger que peut présenter, pour la qualité du lait, l'utilisation des bouteilles à lait pour d'autres usages; *b)* le concours qu'il pourrait apporter à l'amélioration de cette qualité en rendant les bouteilles aux détaillants dès qu'elles sont vides, après avoir pris le soin de leur faire subir un rinçage soigneux.

Les bouteilles arrivant à l'usine doivent, avant d'être placées dans les machines à laver, être soumises à un tri: on éliminera celles qui sont fêlées ou ébréchées, celles qui sont anormalement sales ou qui ont une odeur prononcée. Celles qui pourront être récupérées seront soumises à un traitement de nettoyage spécial. Les autres seront détruites.

*Types de machines à laver les bouteilles.* Les machines à laver les bouteilles sont conçues suivant différents principes:

machines rotatives à injection; machines rectilignes à trempage et à injection; machines rectilignes à tambour rotatif à trempage et à injection.

Une machine à laver, quel que soit son type, doit permettre aux solutions de nettoyage et de désinfection d'atteindre tous les points de la surface interne et de la surface externe des récipients. Le contact des bouteilles avec les solutions doit être suffisamment prolongé. Les solutions ne doivent pas se mélanger entre elles ou être diluées par les eaux de rinçage ou des injections de vapeur.

Les opérations de lavage doivent se succéder dans l'ordre suivant:

Prérinçage à l'eau tiède qui réchauffe le verre, élimine les particules qui ne sont pas fortement attachées au verre, et hydrate sans les cuire les souillures sèches.

Action mécanique, par brossage ou injection à forte pression.

Injection ou trempage avec la solution détergente à la température la plus élevée possible. La température de 80°C est considérée généralement comme satisfaisante.

Rinçage à l'eau chaude pour éliminer complètement la solution détergente, avant l'injection de la solution désinfectante dont l'efficacité diminue en milieu alcalin.

Injection ou trempage avec la solution désinfectante qui est plus active à chaud.

Rinçage final pour éliminer les produits désinfectants et refroidir la bouteille avant le remplissage.

Cependant, quels que soient les perfectionnements de la machine, il faut qu'elle soit correctement utilisée et contrôlée pour donner des résultats satisfaisants et constants.

*Contrôle des solutions de lavage.* La concentration des solutions de lavage et de désinfection doit être fixée et maintenue pour obtenir la meilleure action de nettoyage et de stérilisation.

La concentration des solutions détergentes est généralement contrôlée par la titration à l'acide chlorhydrique en présence de phénolphtaléine. Cette méthode permet d'apprécier la dilution des solutions, mais ne donne pas d'indication sur les modifications chimiques qui se produisent au cours du vieillissement des bains de lavage. Lorsque la solution détergente est carbonatée, saturée de matières grasses et de protéines, il faut la renouveler. La fréquence du renouvellement sera établie d'après l'expérience, en fonction du volume des bains et du nombre de bouteilles traitées.

Les solutions désinfectantes le plus employées sont à base de chlore. On contrôle le chlore libre. Une teneur comprise entre 100 et 250 parties par million est considérée comme satisfaisante. Il existe plusieurs méthodes de titration. Les solutions à base de chloramines sont plus stables que celles à base d'hypochlorites. Le chlore est plus actif, a un pH neutre ou légèrement acide. On peut abaisser le pH des eaux dures en veillant à ne pas descendre au-dessous d'un certain degré, qui serait corrosif pour le matériel.

*Contrôle des températures des bains.* Ce contrôle est extrêmement important. L'efficacité de tout le processus de lavage dépend d'une succession correcte des températures en passant d'un bain à l'autre, et d'une température suffisamment élevée dans le bain de détergent. Il faut donc que ces températures soient aisément contrôlables et régulièrement contrôlées par l'opérateur de la machine.

*Nettoyage des machines à laver et stérilité des solutions.* Dans les machines à laver mal entretenues, entartrées et où la solution détergente n'est pas assez chaude ni assez souvent renouvelée, une certaine flore microbienne peut survivre. Ce sont généralement des sporulés aérobies qui peuvent être à l'origine d'accidents de fabrication, en ce qui concerne en particulier la conservation du lait stérilisé. Il faut veiller à l'entretien et au nettoyage régulier des machines et procéder périodiquement, s'il y a lieu, au détartrage, notamment en ce qui concerne les injecteurs.

*Produits détersifs et désinfectants.* Il ne peut être question d'étudier ici la gamme très variée des produits détergents et désinfectants que l'industrie chimique met à la disposition des usines laitières. Une excellente étude de

cette question a été publiée par le Professeur Mohr \* et traduite en français par J. Pien. Il paraît cependant nécessaire de rappeler que les produits de déterSION et de désinfection ne sont pas polyvalents. Suivant la nature des matériaux constituant les surfaces à nettoyer, suivant la nature des dépôts à éliminer, leur composition chimique peut varier. Mais ils doivent tous répondre aux prescriptions générales suivantes :

- a) ne pas être toxiques aux doses d'emploi,
- b) ne pas être dangereux à manipuler,
- c) être sans action sur les matériaux constituant les surfaces à nettoyer,
- d) être parfaitement solubles dans l'eau, de telle sorte qu'un rinçage soigneux les élimine totalement,
- e) être efficaces, quelle que soit la qualité de l'eau utilisée pour les nettoyages.

A ces caractéristiques générales, il faut en ajouter qui sont particulières aux produits détersifs :

- a) avoir une tension superficielle faible, afin de mouiller les impuretés à éliminer, et de pénétrer dans tous les interstices des surfaces à nettoyer,
- b) provoquer la peptisation et le gonflement des matières protéiques contenues dans les dépôts.
- c) provoquer l'émulsion et la saponification des matières grasses,
- d) maintenir en suspension, dans la solution de nettoyage, les impuretés à éliminer.

*Contrôle de la propreté des bouteilles après lavage.* Le contrôle de la propreté des bouteilles après lavage est une opération délicate, pour laquelle on n'a pas, jusqu'ici, trouvé de solution parfaitement satisfaisante. Les essais entrepris pour déceler, à l'aide de cellules photo-électriques, les imperfections de lavage n'ont pas, jusqu'ici, donné de résultats concluants. Le procédé le plus généralement employé est le mirage des bouteilles. L'ouvrier chargé de cette opération effectue un contrôle visuel qui peut être facilité par des dispositifs d'éclairage, des fonds blancs, des loupes, des miroirs, qui reflètent l'image d'une face de la bouteille. Mais l'observation de chacune des bouteilles qui passent sur la chaîne de contrôle à une cadence qui peut atteindre 12 000 à l'heure, est une opération délicate, fatigante et l'on estime que la même personne ne peut effectuer convenablement ce travail pendant plus d'une demi-heure d'affilée.

L'aspect du verre permet de se rendre compte à l'œil si la bouteille est bien dégraissée, ou s'il reste encore un film de matières organiques à l'intérieur. Il est possible de mettre en évidence, par des méthodes simples, la présence d'un film de matière organique persistant après le lavage. Dans une bouteille propre, l'eau de rinçage forme un film continu uni, alors que, sur les parois d'une bouteille sale, elle s'écoule en filets irréguliers. La méthode

\* Mohr, W. (1954) In: Mann, Th., éd., *Die Reinigung und Desinfektion in der Milchwirtschaft*, (Traduit en français par J. Pien).

par coloration est très instructive pour le personnel. La matière organique, même invisible à l'œil nu, peut absorber facilement certains colorants. Le colorant généralement employé est la fuchsine. Une certaine quantité de la solution colorante est versée dans la bouteille. La bouteille est agitée de telle sorte que le colorant entre en contact avec toute la surface interne. On vide le colorant restant et on rince. S'il reste des matières organiques, elles apparaîtront en couleur. Cette méthode fait apparaître aussi les traces de sels minéraux provenant d'eaux dures.

Les méthodes d'examen visuel renseignent sur l'efficacité du nettoyage macroscopique. Seuls des examens au laboratoire permettent de contrôler l'efficacité des traitements de désinfection. Cependant, une bouteille macroscopiquement souillée est à peu près à coup sûr une bouteille polluée par des germes microbiens.

#### *Remplissage et fermeture des bouteilles*

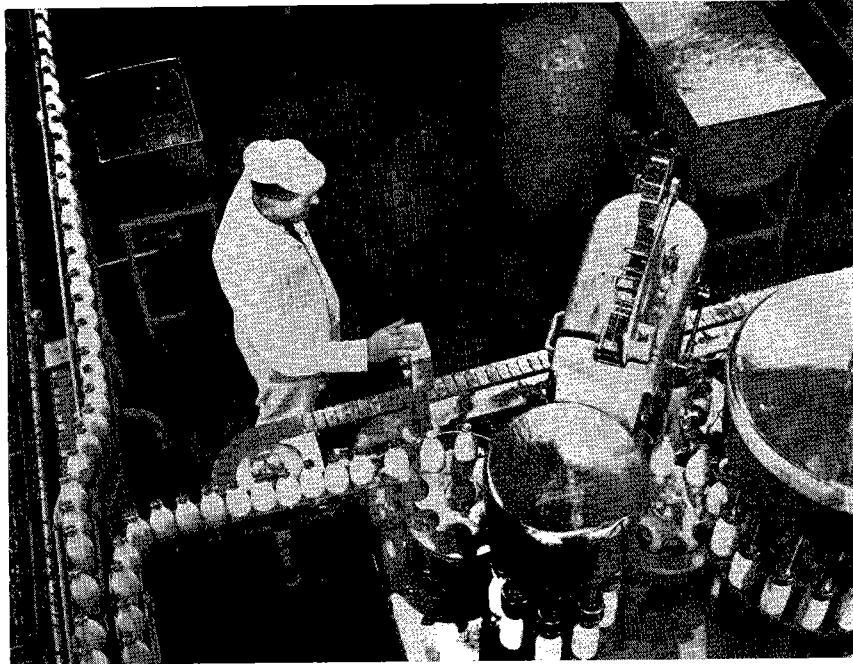
Les soutireuses à niveau constant sont plus faciles à démonter, à nettoyer et stériliser que les soutireuses doseuses. Pour leur bon fonctionnement elles nécessitent des bouteilles de hauteur et de capacité régulières.

Les trois modes d'obturation les plus répandus sont : la rondelle de carton, la capsule d'aluminium et le bouchon couronne. La *rondelle de carton* est de moins en moins employée. Elle est placée à l'intérieur du goulot dans une gorge difficile à nettoyer, qui est une source de contaminations microbiennes difficilement évitables et qui diminue la résistance du col. Elle n'est pas inviolable, car il est facile de la retirer et de la remettre en place. Elle n'est pas étanche. Elle ne protège pas la surface interne de la partie supérieure de la bague au contact de laquelle le lait se trouvera lorsqu'on videra la bouteille. La rondelle de carton n'offre donc pas toutes les garanties hygiéniques.

*La capsule d'aluminium.* Les premières utilisations de l'aluminium pour le capsulage des bouteilles sont apparues peu après la première guerre mondiale. On commença d'abord par utiliser des capsules livrées par l'industrie aux usines d'embouteillage. Ces capsules préfabriquées sont encore utilisées sur des chaînes d'embouteillage ou dans les usines de laits fermentés (yaourts) de faible débit. Actuellement la plupart des chaînes d'embouteillage comportent des machines qui découpent, dans des rubans d'aluminium, des rondelles embouties, les marquent à l'aide d'une matrice, les posent sur les bouteilles et effectuent le sertissage (voir fig. 3).

Les premières capsules avaient une épaisseur de 0,1-0,08 mm. Elles étaient lourdes, souvent doublées de papier pour en diminuer le prix. Les machines à découper et à sertir les capsules étaient délicates à conduire. Les outils découpeurs s'émoissaient rapidement et la lubrification de l'aluminium posait des problèmes. Toutes ces difficultés ont été progressivement résolues. Les capsules actuelles ont une épaisseur de 0,06-0,04 mm. Les

FIG. 3  
REPLISSAGE ET FERMETURE DES BOUTEILLES



Reproduction obligeamment autorisée par les  
United Dairies, Ltd., Londres W.2, Angleterre

capsuleuses peuvent suivre les plus grands débits sur les chaînes d'embouteillage qui fournissent de 6000 à 12 000 bouteilles/heure. La capsule d'aluminium recouvre bien toute la surface de la bague, il faudrait encore qu'elle soit stérile, étanche et inviolable.

*Stérilité de la capsule.* On préconise la stérilisation de la capsule juste avant la mise en place sur la bouteille; cette stérilisation est très difficile à réaliser efficacement. Il ne faut pas oublier que la capsule peut parfois être une cause de contamination; il convient donc de faire effectuer des contrôles bactériologiques à intervalles réguliers par le laboratoire.

*Étanchéité et inviolabilité.* On peut contrôler l'étanchéité de la capsule en mettant une bouteille capsulée dans l'eau. Il est cependant préférable de vérifier l'étanchéité dans le temps et de laisser une bouteille pleine la tête en bas pendant 24 heures. L'étanchéité est considérée comme satisfaisante s'il n'y a pas de suintement de lait pendant cette période. Pour que la capsule soit inviolable, il faut qu'il ne soit pas possible de la faire tourner autour de la bague et qu'on ne puisse l'enlever sans la déchirer ou la rendre inutilisable. La bouteille elle-même est souvent responsable de défauts de sertissage

provenant d'écarts de dimensions dans les bagues: diamètre et hauteur, centrage. Dans la plupart des pays la réglementation exige que les bouteilles de lait pasteurisé portent une date de fabrication. Cette date est marquée sur la capsule au moment de l'emploi. Le timbre à date est souvent une pièce mobile de la matrice de fabrication.

*Dimension des capsules.* La dimension de la capsule est évidemment adaptée à la bague de la bouteille. Ce qui a été dit pour la normalisation des bouteilles en général, s'applique tout particulièrement aux dimensions de la bague. Il existe dans le monde un grand nombre de types, de diamètres et de profils de bagues. Il serait souhaitable que ce nombre soit réduit, ce qui permettrait aux fabricants de simplifier leur matériel tout en améliorant sa précision. Il faut toujours souligner que la régularité de marche et de rendement est une des conditions du fonctionnement hygiénique d'une chaîne d'embouteillage.

#### *Les emballages perdus*

L'utilisation des emballages perdus, pour le conditionnement des laits pasteurisés, est en progression sensible depuis quelques années. Inviolabilité, diminution du poids transporté par les camions de distribution, encombrement moindre, suppression de la consigne (des récipients mais non des casiers), du retour des emballages vides et surtout des servitudes et des inconvénients du nettoyage, tels sont, schématiquement résumés, les avantages des emballages perdus par rapport à la bouteille. Le développement de leur utilisation est entravé par des facteurs d'ordre très divers: prix plus élevé par rapport à celui de la bouteille, opacité qui change les habitudes des consommateurs, en particulier pour ceux qui attachent une grande importance à la ligne de crème. Dans certains pays leur emploi a été imposé par des réglementations qui ont interdit la vente, dans les mêmes magasins, de lait en bouteilles et de lait en emballages perdus.

L'opacité protège le lait contre l'action de la lumière qui catalyse les phénomènes d'oxydation susceptibles d'altérer le goût. Au point de vue bactériologique, il n'y a pas grande différence entre une bouteille convenablement lavée et un emballage perdu. L'étanchéité et la stabilité des revêtements internes déterminent la valeur hygiénique de ces emballages. Ces revêtements ne doivent pas contenir de produits toxiques et ils doivent être inattaquables par les constituants du lait. On utilise actuellement deux types principaux d'emballages perdus: emballages préfabriqués ou emballages fabriqués au moment même de leur utilisation.

*Récipients préfabriqués* (voir fig. 4). Les récipients de carton revêtus de paraffine ne peuvent subir un traitement avant l'emploi. Certains fabricants conditionnent les récipients préfabriqués de manière qu'ils soient à l'abri des contaminations. L'utilisateur doit veiller à ce que les lots de récipients entamés soient conservés à l'abri de la poussière et de l'humidité. De son côté, le fabricant doit s'assurer que les récipients ne soient pas contaminés par

FIG. 4  
EMBALLAGE PERDU EN CARTON PARAFFINÉ



des spores de moisissures ou autres en cours de fabrication. Un accord concernant l'état bactériologique des emballages devrait intervenir entre l'utilisateur et le fabricant. Une solution intermédiaire consiste à effectuer le paraffinage des récipients au moment de l'emploi. La température du bain de paraffinage est suffisante (85°C) pour assurer l'asepsie.

*Emballages fabriqués au moment de l'emploi.* Les premiers appareils destinés à former et à paraffiner les bouteilles de carton au moment de l'embouteillage ont été mis au point aux Etats-Unis.

Comme ils sont très chers à l'achat, ils sont généralement mis en location ainsi que la soutireuse correspondante.

La mise au point en Suède, ces dernières années, de l'emballage Tetrapak, a donné une impulsion nouvelle à l'emballage perdu; lancé en Suède en 1953, il a conquis le marché mondial.\*

Le principe de cet emballage consiste à former un tétraèdre à partir d'une bande de papier. La bande est soudée par ses côtés parallèles pour former un tube. Le fond de ce tube est coupé et soudé, formant une arête du tétraèdre. La quantité de lait nécessaire est introduite. Une pince soude et coupe le tube au-dessus du lait, formant une arête perpendiculaire à la précédente.

Le revêtement intérieur employé pour imperméabiliser le papier est le polyéthylène pur. Il est considéré comme inactif et insoluble à l'égard du lait. Les expériences faites à ce jour en France ont confirmé son innocuité et il est officiellement autorisé pour l'emballage des aliments.

Des expériences effectuées pour vérifier l'état bactériologique des récipients Tetrapak au moment de l'emploi, donnent des résultats satisfaisants: absence de coliformes indologènes dans le récipient entier et moins de deux germes vivants en moyenne par centimètre carré de surface en contact avec le lait. Aux Etats-Unis la norme admise pour une paroi bactériologiquement satisfaisante est de 5 germes/cm<sup>2</sup>.

D'abord employé pour les petits formats de 1/4 et 1/2 litre, l'emballage Tetrapak est au point actuellement pour le format d'un litre.

\* Il convient de mentionner, également, un emballage analogue, le Zupack.

Dans les pays où le lait est habituellement conditionné en bouteilles, l'usage de l'emballage perdu se développe pour les livraisons de lait aux écoles, cantines d'usines, magasins de libre service; il se généralise dans les crémeries. Dans les pays où les lieux de production et de traitement du lait sont très éloignés des lieux de consommation, et où les inconvénients propres aux bouteilles (poids, retour des emballages vides) n'ont pas permis une distribution de lait pasteurisé, l'usage de l'emballage perdu se développe d'emblée.

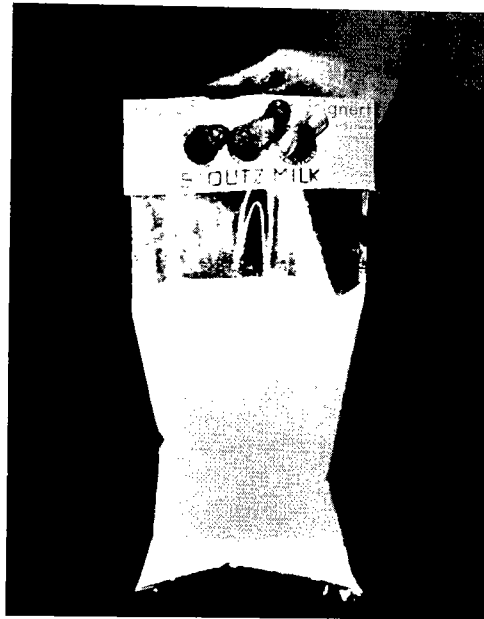
En quelques années, les cinq continents ont reçu des installations Tetrapak et des fabriques de papier se sont implantées pour les alimen-

ter. Des améliorations constantes sont apportées aux appareils à former et à conditionner les emballages perdus. Si actuellement leur usage paraît réservé surtout aux laiteries d'une certaine importance, il y a tout lieu de penser que des appareils seront rapidement mis au point, qui répondront aux besoins des laiteries de petite et moyenne importance.

*Emballages en matières plastiques.* Le conditionnement en sachets de matière plastique est encore à ses débuts (voir fig 5). Il n'est pas encore possible de porter un jugement sur sa valeur du point de vue de l'hygiène. Le problème consiste à trouver une matière plastique absolument neutre et non absorbante vis-à-vis du lait et supportant des températures permettant un traitement efficace d'aseptisation.

Le polyéthylène est neutre vis-à-vis du lait jusqu'à 50°C environ. Il existe des sachets en polyéthylène indéchirables qui sont remplis individuellement grâce à une valve automatique (Brevet W.P. de Stoutz), ainsi que des appareils de soutirage à faible débit. On peut penser que les recherches sur les matières plastiques poursuivies actuellement, aboutiront à la mise au point de matières plastiques résistant aux températures élevées, ce qui modifiera les données du problème.

FIG. 5  
EMBALLAGE EN MATIÈRE PLASTIQUE



Reproduction obligamment autorisée  
par Stoutz Actini-France S.A.R.L.,  
Larringes-sur-Evian, France

### Emballage du lait stérilisé

Le lait stérilisé ne devrait plus contenir aucun germe vivant. Le principe de la stérilisation du lait consiste, le produit étant conditionné dans un récipient hermétiquement clos, à le porter dans une enceinte sous pression à une température et pendant un temps suffisants pour détruire tous les germes existants. La conservation en serait théoriquement indéfinie.

En fait, l'appellation «lait stérilisé» est admise dans certains pays pour des laits dont la durée de conservation, tout en étant supérieure à celle du lait pasteurisé, est limitée à une période définie. C'est le cas en Grande-Bretagne où le temps de conservation doit être d'au moins sept jours.

La vente du lait stérilisé, qui permet d'éviter la distribution journalière et autorise un certain stockage, a commencé à prendre de l'extension avec la mise au point d'appareils de stérilisation respectant les caractéristiques organoleptiques du lait et l'apparition d'un système de fermeture hermétique permettant un capsulage automatique.

Le conditionnement du lait stérilisé s'effectue exclusivement en bouteille ou en boîte. La méthode la plus répandue consiste à stériliser le lait en boîte ou en bouteille, le remplissage étant effectué immédiatement avant la stérilisation avec du lait chaud et quelquefois préstérilisé. L'autre méthode consiste à réaliser un soutirage et un remplissage parfaitement aseptiques avec du lait préalablement stérilisé en couche mince. Le procédé le plus connu est le procédé Martin (Etats-Unis). Il demande un matériel onéreux et important. Il ne s'applique qu'au conditionnement en boîtes métalliques. Les boîtes sont stérilisées, immédiatement avant remplissage, à une température de 215°C. Le soutirage parfaitement aseptique en bouteille verre pose des problèmes qui ne sont pas résolus sur le plan industriel.

#### *La boîte métallique*

La boîte métallique pose les mêmes problèmes pour le lait stérilisé que pour le lait concentré non sucré (voir p. 343). Les caractéristiques en seront étudiées plus loin. La boîte est plus chère que la bouteille et son emploi ne se justifie économiquement que pour des transports à longue distance où le retour des emballages n'est pas réalisable.

#### *La stérilisation en bouteille*

La stérilisation en bouteille peut s'effectuer dans des autoclaves avec ou sans agitation. Les appareils modernes sont des stérilisateurs continus où la pression nécessaire pour atteindre la température de stérilisation est maintenue par des colonnes d'eau faisant équilibre à une enceinte de vapeur sous pression. La bouteille, remplie de lait à 70°C environ, préalablement pasteurisé ou stérilisé, est bouchée hermétiquement. Elle pénètre ensuite dans le stérilisateur par une des colonnes d'eau où elle est réchauffée progressivement, puis elle pénètre dans l'enceinte de vapeur où elle demeure un temps

suffisant pour que la totalité du lait atteigne la température prévue de stérilisation. Cette température peut varier de 110° à 130°C, suivant le traitement préalable du lait et suivant la durée de chauffage. La bouteille ressort de l'enceinte de stérilisation par une autre colonne d'eau à l'intérieur de laquelle elle est progressivement refroidie. Le lait subit une certaine agitation due au mouvement de la chaîne de transport et aux changements de direction de celle-ci. Cette agitation facilite la répartition de la chaleur et diminue les risques de caramélisation du lactose.

#### *Caractéristiques de la bouteille*

Etant donné les traitements thermiques auxquels les bouteilles sont soumises au cours de la stérilisation, elles doivent répondre à certaines normes en ce qui concerne la résistance aux chocs thermiques et à la pression interne.

*Forme.* La bouteille de lait stérilisé est caractérisée par le diamètre de la bague, qui ne dépasse pas 30 mm, et le profil de celle-ci qui doit s'adapter au mode de fermeture de la bouteille.

La forme du corps varie et on peut distinguer trois types (voir fig 6):

- 1) la bouteille haute et étroite qui offre la plus grande surface pour un volume donné;
- 2) la bouteille moyenne qui permet d'utiliser les mêmes casiers que pour le lait pasteurisé;
- 3) la bouteille courte et large dont le format se rapproche le plus de celui des boîtes de conserve et permet d'utiliser des autoclaves de conserverie avec le minimum de perte de place.

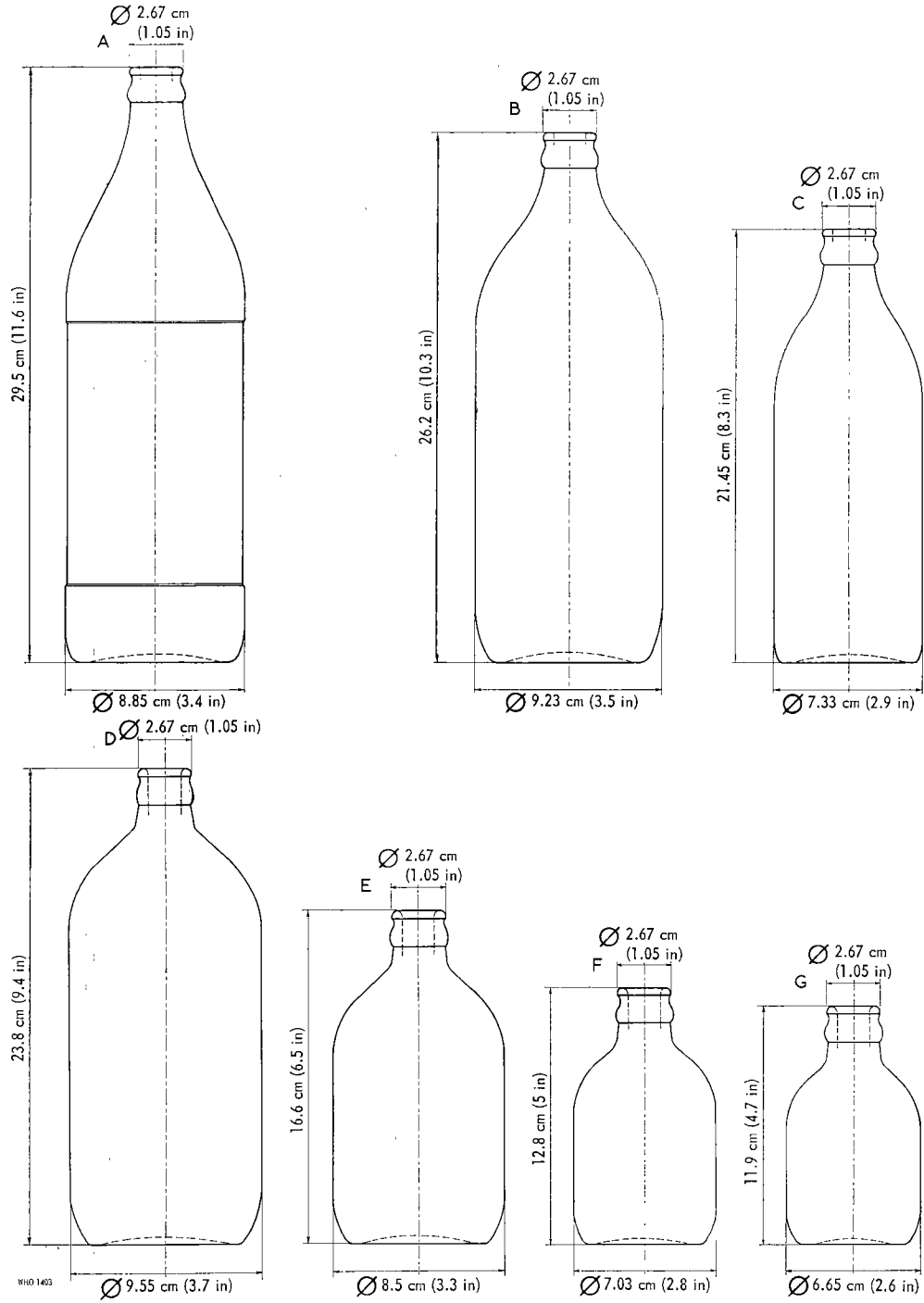
Du point de vue de l'hygiène, ces différents types se valent.

Mais il faut attacher une importance toute particulière à la régularité de leurs dimensions: pour que la fermeture soit hermétique et qu'elle résiste aux pressions subies lors de la pasteurisation, les spécifications relatives au diamètre et au profil de la bague doivent être soigneusement respectées. Il en est de même en ce qui concerne la hauteur des bouteilles: des écarts de hauteur entre les bouteilles seraient un obstacle au travail des machines à cap-suler.

*Fermeture.* A l'origine, les bouteilles de lait stérilisé étaient fermées à l'aide de bouchons mécaniques (fermeture canette) munis de joints de caoutchouc. Ce mode de fermeture présente de nombreux inconvénients. La partie métallique et les joints se détériorent rapidement et rendent difficile le nettoyage mécanique. D'autre part, le bouchage ne peut s'effectuer à la machine. Aussi le bouchon-canette est-il pratiquement abandonné au profit du bouchon-couronne.

Le bouchon-couronne permet d'automatiser toute la chaîne d'embouteillage du lait stérilisé. C'est une capsule métallique assez fortement doublée d'un joint. La capsule est préfabriquée. Elle est placée et sertie par des machi-

FIG. 6  
BOUTEILLES À LAIT STÉRILISÉ



WHO 1403

	Type	Capacité totale	Capacité utile	Poids
A	Haut	1100 cm <sup>3</sup>	1000 cm <sup>3</sup> (1 litre)	650 g
B	Moyen	1100 cm <sup>3</sup>	1000 cm <sup>3</sup> (1 litre)	630 g
C	Moyen	550 cm <sup>3</sup>	500 cm <sup>3</sup> (½ litre)	350 g
D	Court	1100 cm <sup>3</sup>	1000 cm <sup>3</sup> (1 litre)	610 g
E	Court	550 cm <sup>3</sup>	500 cm <sup>3</sup> (½ litre)	320 g
F	Court	275 cm <sup>3</sup>	250 cm <sup>3</sup> (¼ litre)	275 g
G	Court	218 cm <sup>3</sup>	200 cm <sup>3</sup> (2 dl)	170 g

FIG. 7  
SERTISSEUSE  
DE BOUCHON-COURONNE

- A = Contre-écrou  
B = Butée réglable  
C = Espace dont dépend la course du piston  
D = Ressort du plongeur  
E = Ressort compensateur  
F = Plongeur  
G = Gorge  
H = Support du bouchon-couronne

nes qui doivent être calculées de façon à suivre le débit des embouteilleuses. La fermeture est hermétique et inviolable. L'herméticité est assurée par le joint fortement comprimé sur l'ouverture de la bouteille, de telle façon qu'il vient se mouler exactement sur la partie supérieure de la bague. Le joint est maintenu en place, ainsi comprimé, par le sertissage de la capsule dont les dents viennent s'accrocher à la partie inférieure de la bague (voir fig. 7).

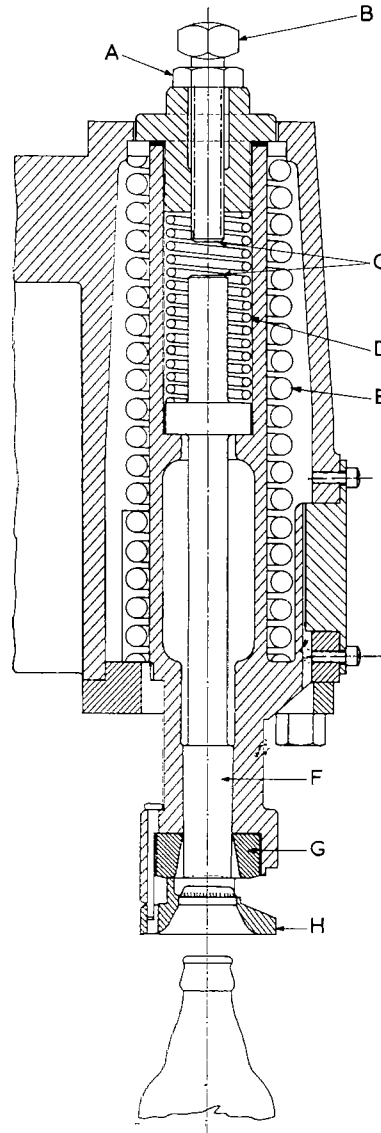
#### *Lavage des bouteilles de lait stérilisé*

Les méthodes et les appareils sont identiques à ceux mis en œuvre pour le lavage des bouteilles de lait pasteurisé.

Mais l'opération est plus difficile pour différentes raisons :

1) Au cours de la stérilisation, et particulièrement lorsque les bouteilles ne subissent pas une agitation suffisante, des dépôts peuvent se former sur la paroi interne de la bouteille, dépôts d'autant plus adhérents que la température de stérilisation est plus élevée.

2) Les bouteilles de lait stérilisé sont souvent stockées dans les usines pendant un certain temps avant d'être commercialisées et surtout elles restent dans le circuit de commercialisation plus longtemps que les bouteilles de lait pasteurisé. Aussi les pollutions signalées précédemment sont-elles encore beaucoup plus à craindre, et la dessiccation des dépôts et films sur la paroi des bouteilles rend-elle leur élimination très difficile.



3) Enfin, l'étroitesse du col des bouteilles de lait stérilisé réduit l'efficacité des jets de lavage.

Le trempage des bouteilles dans des bains détergents, puis dans des bains désinfectants est une nécessité.

Il n'y a pas lieu de craindre la survivance de germes pathogènes, de ferments lactiques banaux ou de moisissures dans le lait stérilisé, étant donné les traitements thermiques qu'il subit. Les accidents de conservation sont presque toujours dus à des microbes sporulés. Et toutes les causes de contamination par ces microbes doivent être soigneusement recherchées. En particulier, ces microbes peuvent se trouver dans les solutions détergentes de lavage si celles-ci ne sont pas maintenues à une température ou à une concentration suffisante, ou dans l'eau de rinçage. L'absence de germes sporulés dans les solutions de nettoyage doit être régulièrement contrôlée au laboratoire, et les machines à laver soigneusement nettoyées et éventuellement détartrées.

---