L'EMPLOI DES MATIÈRES PLASTIQUES DANS L'INDUSTRIE LAITIÈRE (1)

par

R. LEFAUX, C. ALAIS, et G. MOCQUOT

Avec la collaboration de H. DRAPIER, J. GUEZENNEC
et C. LINDENLAUB

En laiterie, les principaux avantages des matières plastiques sont, outre leurs propriétés physiques (films, tuyaux souples, etc.), la propreté bactériologique des surfaces, notamment dans le cas où les emballages ne servent qu'une fois, leur bonne résistance à la corrosion (par les produits acides) et leur facilité de nettoyage.

I. — Récolte du lait

A. — Traite à la main

Des seaux à traire en *nylon*, d'une capacité de 15 litres, ont été essayés et utilisés en Hollande ; ils conviennent bien pour cet usage. Deux remarques ont été faites :

Au début, le seau donne une saveur amère à l'eau qu'il contient, mais ce défaut disparaît après plusieurs utilisations.

Le poids du seau augmente progressivement par suite de l'absorption d'eau (4,5 p. 100 du poids initial du seau).

B. — Traite à la machine

1° Le tuyau à lait, qui relie le manchon trayeur au seau, peut être en polychlorure de vinyle souple.

2° Le manchon trayeur est fait de caoutchouc synthétique, chimiquement inerte. Le *caoutchouc butyle* a été essayé sans succès ; la matière grasse du lait et le chlore du liquide de nettoyage le dégradent.

3° La tuyauterie collectant le lait dans les installations de traite fixe, à plusieurs postes, habituellement en métal, est réalisée aujourd'hui en *résine polyacrylique*, transparente, de section assez forte : 24/30 mm.

(1) *An. Nutr. et Aliment.*, 1964, [18], n° 3, 25.

II. — Transport du lait

A. — Bidons ou pots à lait et à crème

Ils sont en *polyéthylène* et déjà très répandus en France. A l'étranger, leur emploi semble très limité ; seul le couvercle est en matière plastique. Dès le début (1957) ; le polyéthylène haute densité a été utilisé : les bidons sont incolores, blancs (coloration par l'oxyde de titane) ou gris (coloration par le noir de carbone).

On trouve des bidons de 10 à 40 litres, celui de 20 litres étant le plus répandu ; la présentation varie peu d'une fabrication à l'autre. Ces bidons présentent des avantages et des inconvénients (certains de ceux-ci étant la conséquence d'un avantage). En France, les inconvénients sont considérés comme mineurs et le matériel se répand ; à l'étranger, en Allemagne notamment, on estime que les inconvénients sont encore trop grands pour en permettre l'emploi.

1° *Avantages.*

- a) Prix bas (par rapport à l'aluminium) ;
- b) Légers (manutention, transport) ;
- c) Insonores ;
- d) Elastiques (moins d'usure des sols) ;
- e) Non cabossables (volume constant) ;
- f) Absence de joints de caoutchouc au couvercle (toujours difficiles à désinfecter).

2° *Inconvénients.*

a) Du fait de leur légèreté, on ne peut les nettoyer avec certaines machines à laver courantes, type tunnel (il faut utiliser les machines avec fixation des pots et buses d'injection rentrantes). D'autre part, il faut modifier le réglage des machines à dépoter la crème, pour la même raison.

b) Transparence aux rayonnements solaires pouvant provoquer l'apparition de goût defectueux et la destruction de vitamines. Ces inconvénients sont soulignés par les Allemands ; en France, aucune apparition de goûts anormaux n'a été signalée, même dans les bidons non colorés. La coloration de la matière plastique doit réduire cet inconvénient : l'obtention d'une teinte grise donnée par un mélange d'oxyde de titane et de noir de carbone est recommandable.

c) Résistance mécanique faible : la surface se raye facilement ; par frottement contre des surfaces dures des taches noirâtres se

forment qu'on ne peut faire disparaître ; il y a aussi une usure plus rapide des fonds (un brevet récent concerne l'utilisation de plaques métalliques sur la couronne de base).

d) Lenteur des échanges thermiques : le refroidissement du lait chaud après la traite, est lent. Des expériences effectuées au Centre national de Recherches zootechniques à Jouy-en-Josas, ont montré qu'il faut quatre à six fois plus de temps pour abaisser la température du lait de 35° à 15° C, dans le bidon en plastique que dans le bidon en métal ; avec, comme conséquence, une multiplication plus rapide des germes de pollution. Pour une importante coopérative laitière française (Le Mans), c'est le défaut dominant, étant donné qu'elle poursuit une campagne en faveur du refroidissement du lait à la ferme. Les producteurs de lait se rendent bien compte de cet inconvénient et certains refroidissent le lait dans un vieux bidon métallique, ce qui est une mauvaise pratique. Le refroidissement avant la mise en bidon, qui serait la meilleure solution dans le cas de l'emploi du plastique, est difficile à appliquer au niveau des petits producteurs de lait.

e) Les inconvénients dus au mode de moulage tendent à disparaître par suite de perfectionnements techniques :

- Déformation du corps du pot (ovalisation) par compression.
- Cassure au niveau de la carotte d'injection.
- Décollement du fond rapporté.

f) Sur les surfaces de polyéthylène, souillées par du lait entier ou de la crème et non nettoyées dès après vidange du bidon, peut se développer une moisissure (*Phoma*) qui teinte en rouge la masse du plastique, d'une manière indélébile. Cet accident est signalé comme assez fréquent dans les pays qui n'emploient que le couvercle en plastique. A la Coopérative laitière du Mans, sur 3 000 bidons en service, l'accident a été constaté dix fois environ, soit sur le couvercle, soit sur le corps du bidon ; les bidons ainsi colorés ont été mis au rebut en raison de leur aspect déplaisant.

Observations

Il est à noter que la Coopérative laitière du Mans n'emploie les bidons en plastique que pour la crème ou pour le lait qui ne sont pas destinés aux troupes américaines, dont elle est le fournisseur agréé. Il lui a été fait interdiction de cet emploi en raison du fait qu'aux U.S.A. aucune décision favorable aux bidons en plastique n'a été prise à ce jour par les services officiels.

Le nettoyage des bidons en plastique, par emploi de solutions détersives chaudes, se réalise aussi facilement que pour les bidons métalliques, l'égouttage est même plus rapide (essais du Centre national de Recherches zootechniques, 1958). Par contre, on ne peut les nettoyer avec certains types de machines industrielles qui emploient l'eau très chaude et la vapeur.

B. — Transport du lait par tuyaux (pipelait)

Ce procédé présente une grande importance économique dans les régions montagneuses, pour descendre le lait produit à l'alpage vers la laiterie de la vallée. Ces tuyaux peuvent atteindre de grandes longueurs (plusieurs kilomètres) ; leur section est faible (diamètre intérieur : 11 à 16 mm). A l'étranger, ils sont le plus souvent en polyéthylène naturel ou coloré par addition de 2 p. 100 de noir de carbone ; en France, il en existe trois en *polychlorure de vinyle* et cinq en *polyéthylène*. Certains tuyaux comportent une ligne téléphonique prise dans la masse. Le tuyau peut être aérien ou souterrain.

Les inconvénients signalés se rapportent au nettoyage et à l'action de la lumière :

1° La Station laitière de Jouy-en-Josas a procédé à de nombreux essais concernant le contrôle bactériologique du lait passant dans le pipelait et l'efficacité du nettoyage. Celui-ci, pour être efficace, doit être très soigné ; il ne suffit pas de passer une solution détergente et de rincer ; il est bon de laisser séjourner dans le tuyau préalablement bouché une solution chlorée, entre deux descentes de lait. Si ces précautions ne sont pas prises, le lait peut être fortement contaminé par des bactéries coliformes et les bactéries caractéristiques des eaux polluées qui pullulent d'une manière importante dans le tuyau et qui sont dangereuses pour les fabrications fromagères ; il peut également se produire un développement de moisissures (*Fusarium*) suffisant pour obturer le tube (ceci n'a pas été constaté en France mais en Autriche et en Suisse).

Des auteurs allemands prétendent que le nettoyage des tubes est toujours imparfait avec les méthodes actuelles.

2° Comme dans le cas des bidons en polyéthylène, certains redoutent des phénomènes d'oxydation, par l'action de la lumière solaire pendant le transport. Des études conduites en Autriche ont donné des résultats variables d'une installation à l'autre, en ce qui concerne l'oxydation du lait (mesuré par le test à l'acide thiobarbiturique).

En 1963, après cinq ans d'usage en France, le comportement de ces pipelaites au point de vue de la qualité bactériologique s'est révélé très satisfaisant.

III. — Transformation du lait

A. — Ecrémage

Dans les petites et moyennes stations d'écrémage, on commence à substituer à l'acier inoxydable ou au fer-blanc le polystyrène « choc » (mélange de polystyrène cristal et de caoutchouc synthé-

tique) pour confectionner les réservoirs d'alimentation du lait entier et les goulottes de distribution du lait écrémé et de la crème. C'est uniquement une question de prix qui est en cause (40 p. 100 moins cher).

L'inconvénient est la faible résistance thermique du matériau ; la solution de lavage doit être au maximum à 70° C.

B. — Tables de travail ou d'égouttage (beurrerie, fromagerie)

Elles sont en *polychlorure de vinyle* dur.

C. — Revêtement du fromage en cours d'affinage (préemballage)

On cherche à substituer aux méthodes anciennes (enrobage dans des cires et de la paraffine, badigeonnage avec des huiles végétales ou minérales) le préemballage par des matières plastiques, soit sous forme d'enduits (émulsions polyvinyliques qui forment un film en séchant), soit sous forme de feuilles souples.

Cette méthode, qui n'était employée que pour quelques types de fromages à pâte ferme (Hollande), tend fortement à s'étendre à de nombreux types de fromages, avec application précoce, en raison de l'intérêt qu'elle présente pour le contrôle de l'affinage : réduction des pertes par dessiccation, protection de la croûte ou, même, empêchement de formation de croûte, et pour la réduction des manipulations en cave.

Des recherches extensives ont été faites depuis cinq ans, mais les résultats obtenus dans divers pays sont parfois discordants et cela tient aux conditions très différentes de l'affinage : par exemple, dans les pays scandinaves où l'on affine les fromages durs dans des caves relativement sèches, les films plastiques formés par les émulsions donnent des résultats médiocres.

Le préemballage est indispensable pour la méthode d'affinage avec immersion dans une solution saline.

1° Les émulsions sont à base de dérivés polyvinyliques, généralement plastifiés et additionnés d'un agent conservateur.

2° Les feuilles minces d'emballage les plus satisfaisantes sont en *copolymères chlorure de vinyle-chlorure de vinylidène*. Les films de *cellulose* rendus imperméables par un revêtement de ces mêmes copolymères conviennent mais sont moins durables. Les feuilles de *polyéthylène* pur ne conviennent pas en raison de leur perméabilité, mais en « laminé » avec une feuille de cellulose elles deviennent utilisables. Les feuilles d'aluminium recouvertes de polyéthylène sont peu employées dans ce but.

On a également essayé les films de *polytéréphtalate d'éthylène-glycol* et de *polyundécanamide* ; ils donnent une bonne protection mais sont relativement coûteux.

Pour la production de fromages sans croûte (type Cheddar), il semble que l'emballage dans une feuille mince soit préférable à l'enduit (par une émulsion). Avec certains lots de fromages, il n'est pas possible, de mener à bien l'affinage après préemballage, car il se forme des quantités importantes de gaz.

La Station de Recherches laitières de Jouy-en-Josas a fait des essais de préemballage de fromages à pâte molle à croûte fleurie. En utilisant le procédé par emballage sous vide dans un film de polychlorure de vinylevinylidène, l'affinage ne se fait pas. Par contre, le pliage dans une feuille de ce même copolymère avec conservation à basse température (1° C) donne d'excellents résultats, meilleurs que l'emballage sous aluminium pratiqué habituellement.

D. — Moules à fromages

Ils sont en *polychlorure de vinyle dur* ou en *Nylon*. Le contact entre le caillé et le moule peut être long ; mais il est probable que les substances venant du moule, qui peuvent passer en solution, doivent être entraînées par le lactosérum et ne vont pas dans le fromage.

IV. — Conditionnement et emballage des produits laitiers

Des formules très diverses ont été utilisées ; actuellement, on en propose toujours de nouvelles, sous forme de feuilles, de sacs, de boyaux, de récipients divers plus ou moins souples.

A. — Feuilles simples

— Cellulosiques et polyéthylène, peu étanches, réservées aux produits secs ; poudre de lait, de lactosérum, fromage râpé.

— Copolymère chlorure de vinyle-chlorure de vinylidène.

— Chlorhydrate de caoutchouc.

— Polytéréphtalate d'éthylèneglycol. Cette résine confère à l'emballage d'excellentes propriétés mécaniques et thermiques et est absolument sans goût. En Allemagne, on utilise les boyaux faits en cette matière pour le fromage et les préparations de viande.

B. — Matériaux de base

Ce sont le papier, l'aluminium, la cellulose recouverts :

- 1^o D'une laque plastique : dérivés polyvinyliques (acétate ou, mieux, chloro-acétate car plus résistant à l'eau) ;
- 2^o De cire ou de paraffine ;
- 3^o D'une couche de polyéthylène ou du copolymère chlorure de vinyle-chlorure de vinylidène.

C. — Emballages complexes

De nombreuses formules nouvelles comprennent plusieurs couches de matériaux plastiques appliquées les unes sur les autres, par exemple le *lamithène III*. 406, utilisé pour le fromage et composé de :

- 1^o Polyéthylène (côté fromage) ;
- 2^o Couche d'impression ;
- 3^o Vernis au copolymère vinyle-vinylidène ;
- 4^o Cellophane ;
- 5^o Vernis au copolymère vinyle-vinylidène.

D. — Récipients (rigides ou non)

Pots en *polystyrène* ou en *polystyrène de choc*, transparents ou opacifiés par de l'oxyde de titane, comme conditionnement des yaourts ou de la crème fraîche.

E. — Pour le lait

On emploie des récipients en carton :

- 1^o Type « Perga », paraffiné, peu utilisé en France ;
- 2^o Type « Tétrapak », recouvert d'une couche de polyéthylène ;
- 3^o Dès 1959, des sacs de polyéthylène basse-densité (traités extérieurement pour permettre l'impression) étaient utilisés pour le conditionnement du lait cru, produit par étable, contrôlé et conservé jusqu'au moment de la vente à une température inférieure à 15° C.

Ce type de récipients très souples oblige à transvaser tout le contenu au moment où l'on commence à l'utiliser.

V. — Observations générales

A. — Les plus importants problèmes posés par l'utilisation des matières plastiques dans l'industrie laitière sont :

1° *Transparence*, permettant à l'action photochimique de la lumière de s'exercer (destruction de vitamines, apparition de goûts « oxydés ».) L'usage de colorants ou de couches opaques réduit cet inconvénient. On n'a pas encore trouvé une substance efficace, stable et inoffensive qui absorbe complètement les rayons ultraviolets. Pour les bidons à lait, en polyéthylène incolore, des expériences effectuées en Allemagne montrent qu'une proportion notable de la vitamine C est détruite en un temps assez court qui correspond à la durée d'un transport. La coloration du plastique par le noir de carbone, de qualité hygiénique, est à conseiller.

2° *Goûts anormaux* qui peuvent être dus à plusieurs sortes de substances venant du plastique et solubles dans le lait ou les produits laitiers (notamment dans la partie grasse) :

a) *Monomères* : persistance en fin de fabrication ou dépolymérisation par suite d'un traitement irrationnel du produit de base par le transformateur (les Allemands craignent le travail de petites entreprises ; ils ont signalé que le calandrage peut provoquer une dépolymérisation du polyéthylène) ;

b) *Lubrifiants, plastifiants* et, plus particulièrement, certains *plastifiants* (esters phtaliques, notamment) solubles dans les matières grasses.

3° *Le contrôle de l'étanchéité* est le problème capital de l'emballage (et du préemballage des fromages), principalement vis-à-vis de la vapeur d'eau et de l'oxygène. Les défauts d'étanchéité font que la durée de protection assurée par l'emballage plastique sera brève. Pour les fromages, il semble que l'emballage sous azote soit préférable à l'emballage sous vide.

L'étanchéité à la matière grasse est également à considérer. On a signalé l'altération de l'impression (externe ou en sandwich) par la graisse qui dissout les substances formant l'impression, lesquelles peuvent d'autre part diffuser dans le produit emballé.

N.B. — La modification de la matière plastique au cours du vieillissement ne paraît notable que pour le film de *chlorhydrate de caoutchouc*, qui devient cassant.

B. — Dans certains cas, ce sont les produits les moins chers qui sont les plus utilisés et non pas ceux qui présentent les meilleures qualités, pour un emploi donné.

Les résines du type polyamide pourraient être plus largement utilisées si leur prix était plus bas. Un exemple est donné pour les bidons à lait ; devant les reproches faits au polyéthylène, un fabricant avait envisagé de les mouler au Rilsan, mais le prix de revient aurait été supérieur à celui du bidon métallique (almasilium).

C. — Pour un même type de matière plastique, il peut y avoir des variétés présentant des propriétés légèrement différentes.

C'est le cas du polyéthylène qui peut se présenter sous la variété « haute densité » ou la variété « basse densité ». Les critiques concernant l'étanchéité des feuilles s'adressent au produit « basse densité » (la variété « haute densité » est cinq à six fois plus imperméable).

D. — Il faut considérer l'intensité au contact du produit alimentaire avec la matière plastique.

Il est bon de connaître :

- 1^o La surface de contact par gramme de produit ;
- 2^o La durée du contact ;
- 3^o Les températures extrêmes.

Conclusion

En conclusion, sur le plan technologique, l'emploi des plastiques dans l'industrie laitière a déjà donné lieu à de nombreuses applications qui se sont révélées intéressantes.

D'autre part, l'exploitation méthodique des possibilités d'emploi des matières plastiques existantes pour le traitement du lait ne peut pas, aujourd'hui, être considérée comme terminée et il est à peu près certain que d'autres verront le jour dans les années qui viennent.

Enfin, il est très vraisemblable que de nouvelles matières plastiques pourront s'ajouter utilement à la liste actuelle.

ASPECTS PARTICULIERS DE LA PASTEURISATION DU MÉLANGE DE CRÈME GLACÉE (1)

par

Joseph IOBIAS et G. A. MUCK

On admet généralement que la pasteurisation appliquée aux produits laitiers a comme but premier, la destruction des bactéries pathogènes, par un traitement à la chaleur approprié. Cependant cet exposé est incomplet, car ce n'est pas dans ce seul but de rendre les produits sains et inoffensifs que l'on utilise la pasteurisation. Une meilleure conservation, une protection contre l'oxydation du gras et le contrôle de la stabilité à la chaleur sont autant d'exemples des nombreux services que peut rendre la pasteurisation.

Dans la préparation des mélanges de crème glacée, la pasteurisation facilite la dissolution des ingrédients tels que la poudre

(1) *Le Québec Laitier et Alimentaire*, juin 1964.