

# Possibilités d'emploi de citernes en matière plastique dans l'industrie des jus de fruits

par **P. DUPAIGNE**

*Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.*

POSSIBILITÉS D'EMPLOI DE CITERNES  
EN MATIÈRE PLASTIQUE  
DANS L'INDUSTRIE DES JUS DE FRUITS

par P. DUPAIGNE (I. F. A. C.).

*Fruits*, vol. 23, n° 4, avril 1968, p. 217 à 220.

**RÉSUMÉ.** — L'auteur rappelle que des essais précédents, publiés en 1966, ont montré que certains emballages nouveaux pouvaient convenir pour le stockage prolongé et le transport des jus de fruits, en gros volumes.

Cette fois une citerne souple, en caoutchouc armé et garnie vers l'intérieur d'une feuille collée de Rilsan imperméable et inerte, a fait l'objet d'essais d'exposition en plein soleil, afin de voir si l'échauffement du liquide contenu (introduit à basse température ou à température ambiante) n'était pas excessif.

On a pu réduire cet échauffement sans utiliser de couche isolante supplémentaire en recouvrant la surface extérieure noire d'une peinture réfléchissante.

Depuis la fin de la dernière guerre on a pu assister à l'extension spectaculaire de l'emploi des matières plastiques dans l'emballage des produits alimentaires, en raison de leurs avantages particuliers vis-à-vis des emballages classiques, et le phénomène a fait l'objet d'assez de discussions pour que nous n'ayions pas à y revenir ici. Quelques remarques cependant avant d'entrer dans les détails :

1. La liste des matières plastiques utilisables en alimentation est réduite, par rapport à l'ensemble du groupe : soit que leur innocuité ne soit pas garantie ou leur odeur désagréable, ou leur imperméabilité insuffisante, ou leur prix exagéré ; par contre on les utilise de plus en plus en association avec d'autres matières : carton, aluminium, pellicules cellulosiques, etc., et les complexes ainsi réalisés peuvent résoudre les problèmes posés. Le matériel proposé ici fait précisément partie de ces complexes qui constituent des

compromis entre les avantages et inconvénients des divers constituants.

2. Le cas particulier des liquides alimentaires est plus difficile à résoudre que celui des produits épais ou secs, en raison du contact étroit entre l'aliment et la paroi de l'emballage ; celui-ci doit être parfaitement inerte et aussi imperméable que possible aux vapeurs et aux gaz ; parmi les liquides l'huile et le lait, parfois le vin, sont maintenant distribués dans des conditions acceptables en emballages plastique.

3. Les jus de fruits présentent des conditions encore plus difficiles à cause de leur fragilité biologique et surtout de leur instabilité chimique. L'emploi concomitant du froid permet évidemment de diminuer cette instabilité ; mais si l'on décide de choisir cette voie relativement onéreuse, l'importance des qualités de l'emballage décroît et, à la limite, on peut se contenter de papier imperméabilisé.

4. La question ne nous a pas échappé puisque dès 1950 nous avons expérimenté des emballages nouveaux (carton-pliofilm) et que nous continuons à nous tenir au courant des produits ayant quelque chance de donner de bons résultats pour l'emballage des jus de fruits. Deux voies semblent possibles pour l'emballage fractionnaire :

— des sachets de complexes laminés, auxquels on peut rattacher les complexes rendus rigides par le carton,

— et des flacons moulés ou soufflés.

A titre d'exemple, les matériaux suivants nous ont donné satisfaction du point de vue qualitatif :

— sachets soudés de complexe polyéthylène-rilsan, ou polyéthylène-cellophane-polyvinyl, ou polyéthylène-aluminium-carton imperméabilisé.

— flacons moulés en polypropylène, flacons soufflés en polyvinyl sans plastifiant. Dans ce dernier cas, l'emballage à chaud nécessite des précautions spéciales pour empêcher les conséquences de la diminution de résistance mécanique du plastique.

Mais il s'agit toujours là d'emballages fractionnaires, de petit volume pour la consommation : 12 à 100 cl par exemple. En fait l'industrie des jus de fruits fait appel, principalement pour le transport d'usine à usine et pour la conservation provisoire, à des récipients beaucoup plus volumineux, allant de la boîte 5/1 à la cuve de 300 hl, en passant par les containers et les citernes de transport routier.

La cuverie utilise depuis longtemps des revêtements intérieurs appliqués sur métal ou sur ciment, qui peuvent comporter des matières de la catégorie des plastiques ; on peut rappeler aussi la rénovation des cuves de ciment armé par doublage intérieur imperméable et inerte en feuilles de Rilsan soudées, et les cuves translucides en polyester armé de fibres de verre.

Le récipient étudié ici se range plutôt dans la catégorie des cuves importantes que dans les petits emballages, bien que l'on puisse réaliser avec avantage des volumes de l'ordre de 50 à 200 l ; il fait partie du groupe des complexes car le plastique inerte, seul au contact du jus, n'en constitue que la couche interne. Il appartient aussi au groupe des emballages souples, ce qui semble étonnant pour de gros volumes, mais la résistance mécanique le permet.

#### Caractéristiques du matériau.

La feuille complexe avec laquelle sont réalisées les cuves souples que nous avons soumises à l'expérience comporte les éléments suivants, de l'intérieur vers l'extérieur :

1. Une couche de polyamide inerte et imperméable, souple mais sans plastifiant, obtenue par synthèse et connue sous la marque Rilsan. Suivant le schéma fourni par la Société Organico, cette polyamide est obtenue à partir des glycérides de l'acide ricinoléique selon le processus suivant :

— Huile de ricin ;

— Ricinoléate de méthyle ;

— Undécylate de méthyle ;

— Acide undécylique ;

— Acide 11 — amino undécanoïque monomère ;

— Polyamide 11 :  $H[HN-(CH_2)_{10}-CO]_n-OH$

Le produit est thermoplastique, mais ne fond qu'à 186° et se trouve encore solide à 170° ; il supporte sans altération une température de 140° et les soudures ne sont pas affectées, ce qui permet de l'employer pour l'emballage des jus de fruits subissant une pasteurisation après soudure du récipient ; il est préparé sans aucun plastifiant.

2. Une couche intermédiaire composée de fils de textile synthétique entrecroisés, qui donne à l'ensemble une grande résistance à la traction et aux déchirures.

3. Une couche externe en caoutchouc synthétique (néoprène) maintenant l'armature médiane et résistant aux effets extérieurs de corrosion. Seule la couche interne est en contact avec le liquide alimentaire ; pour obtenir ce résultat, le procédé d'assemblage, décrit par un brevet de 1961, consiste à séparer puis à coller les autres couches par adhésifs ou colles auto-vulcanisantes. L'assemblage réalisé est plus résistant que la paroi et l'on peut fixer, par vulcanisation, des sangles de renforcement, des attaches, des anneaux, etc., qui facilitent la manutention.

Avant que la citerne soit terminée, on lui adjoint les embases métalliques ou plastiques permettant de fixer les pièces de robinetteries pour le remplissage et la vidange.

Une telle citerne résiste aussi bien aux températures élevées qu'à la congélation ; ainsi nous avons pu en désinfecter l'intérieur, en vue de l'introduction aseptique de jus de citron ou de pomme, par un dégagement de vapeur pendant 10 mn sous très légère pression, l'eau condensée étant évacuée à la partie inférieure du récipient gonflé. Ces essais ont été décrits en 1966 (\*).

Ayant reçu depuis une autre citerne expérimentale du même fabricant, et sachant que ce matériau est utilisable pour les jus de fruits au même titre qu'une

(\*) P. DUPAIGNE : Die Verwendung von Weichplastikbehältern zum Transport und zur Lagerung von Fruchtsäften. *Flüssiges Obst.*, mai 1966, 33, 5, 203-208.

cuve rigide comportant un revêtement parfaitement inerte, imperméable et opaque, nous nous sommes cette fois attachés plus particulièrement aux questions d'échanges thermiques avec l'extérieur.

En effet, un usage pratique de telles citernes serait le transport d'usine à usine, soit à basse température, soit même à température ambiante.

Actuellement, pour un transport de courte durée, on utilise couramment des citernes métalliques posées sur wagon ou plateau, et plus fréquemment encore des camions citernes ou semi-remorques à cuve-poutre, en matériel inerte, spécialisés dans le transport des boissons ; pour le transport sous froid, les réservoirs sont parfois calorifugés, mais ce n'est indispensable que pour les longues distances ; il est d'usage de constater un relèvement de température d'un demi-degré seulement pour un transport d'une durée de 24 h de jus de raisin refroidi, à l'automne, sur les camions citernes.

Par ailleurs, le transport en vrac de jus d'ananas ou d'orange par bateau a souvent été essayé, avec des résultats variables (containers à vin par exemple), mais n'est vraiment réalisé en grand que dans le cas particulier des expéditions de « chilled juice » depuis la Floride jusqu'à New-York et Montréal.

Dans les deux cas précédents, le problème de retour à vide des citernes pose un problème économique ; l'emploi de la citerne souple, légère et peu encombrante une fois repliée, permettrait de le résoudre.

#### Essais réalisés.

Le matériau complexe buna-toile support-buna-Rilsan constitue par lui-même une paroi relativement isolante, par rapport à l'aluminium ou à l'acier inoxydable. Cependant si la forme assez aplatie des coussins, posés sur plateau de bois, ne semble pas favorable à l'échange thermique avec l'air en mouvement, (car la surface intéressée ne représente guère que 50 % de la surface totale du récipient), par contre elle favorise le réchauffement en cas de séjour à l'arrêt au soleil, d'autant plus que la surface extérieure noire et mate du buna est très absorbante.

Des essais pratiques d'exposition à l'air et au soleil ont été réalisés dans les conditions suivantes.

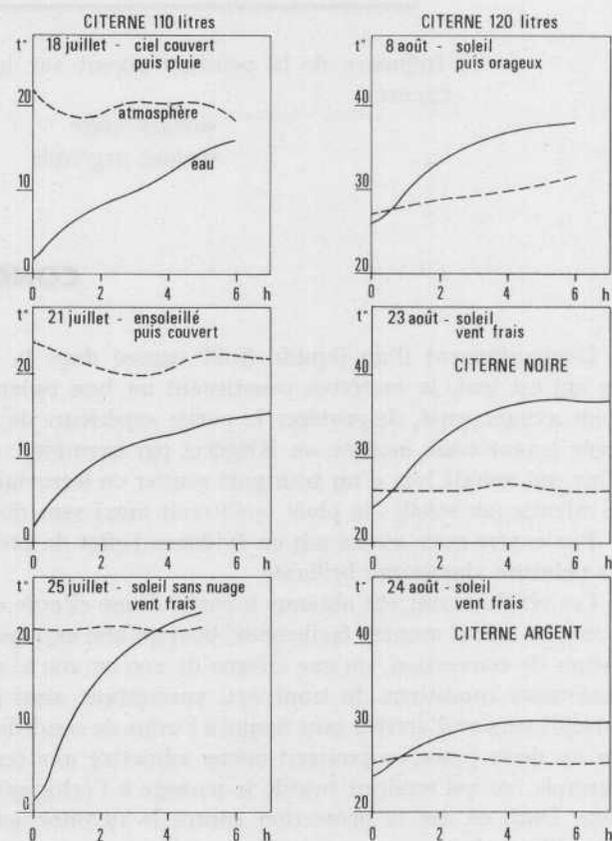
La citerne était remplie avec de l'eau à 0 ou + 2° et exposée à la température ambiante, soit à l'ombre, soit au soleil ; les températures extérieure et intérieure étaient enregistrées pendant l'opération. On a aussi exposé plus longtemps au soleil d'été la citerne préala-

blement remplie d'eau à température moyenne pour connaître l'allure de la montée en température et le degré maximum atteint.

L'eau a remplacé dans ces essais un jus de fruits quelconque, pour des raisons de commodité et de prix, car il avait été constaté que les jus normaux de viscosité et de capacité calorifique voisines de celles de l'eau s'échauffent et se refroidissent comme l'eau ; bien entendu il n'en serait pas de même avec des concentrés ou des jus très pulpeux.

La citerne étant normalement de couleur noire et mate, il était intéressant de voir si l'application d'une couche réfléchissante brillante de peinture pouvait réduire notablement l'absorption des rayons calorifiques du soleil ; effectivement, on a pu le constater sur des essais d'exposition de la citerne pleine d'eau, glacée ou non, et par des mesures de températures maximales atteintes dans la pratique dans la couche située juste au-dessous de la surface de divers échantillons du matériau.

Les résultats sont donnés ci-après.



**Annexe.**

Étude de la température de surface du matériau :

1) Température des matériaux A et B.

A : toile de nylon enrobée de caoutchouc Butyl formant une surface brillante blanche à l'intérieur et noire à l'extérieur des cuves ;

B : matériau blanc brillant à l'intérieur (revêtement de Rilsan) et noir mat à l'extérieur des cuves.

Les observations ont été faites par beau soleil. Température de l'atmosphère : 26°.

Les températures relevées par sonde sous la surface ont été les suivantes selon l'heure :

	A		B	
	face blanche	face noire	face blanche	face noire
à 11 h	4°	54	52	7°
à 14 h	49	72	56	82

2) Influence de la peinture argent sur la température de surface du matériau B selon l'heure :

surface noire	46	48	57	60	50
surface argentée	37	38	39	42	35

**CONCLUSION**

L'échauffement d'un liquide froid exposé dans la citerne souple aux conditions atmosphériques normales en été est lent, le matériau constituant un bon isolant thermique. Il apparaît inutile, contrairement à ce que nous avons pensé, de protéger la partie supérieure de la citerne, par une couche d'isolant souple collée ou appliquée (caoutchouc mousse, ou Klégécel par exemple) ; cependant nous n'avons pas examiné les effets du courant d'air qui agirait lors d'un transport routier ou ferroviaire tantôt pour hâter le réchauffement (la nuit), tantôt pour le ralentir (au soleil) ; la pluie faciliterait aussi sans doute le réchauffement.

Par contre nous avons mis en évidence l'effet de protection contre le rayonnement solaire d'une simple couche de peinture aluminium brillante.

Les résultats ont été obtenus à partir d'une citerne d'un hectolitre seulement, ayant une surface extérieure de 2 m<sup>2</sup>. Le calcul montre facilement, bien qu'une extrapolation en la matière soit assez aléatoire à cause des phénomènes de convection, qu'une citerne de 100 ou 200 hl ne se réchaufferait que très lentement, même dans les plus mauvaises conditions de transport, permettant ainsi à un jus de fruit préparé sur les lieux de production et refroidi vers 0° d'arriver sans risque à l'usine de conditionnement ; pour un transport d'une durée ne dépassant pas un ou deux jours, on pourrait même admettre une température un peu plus élevée au remplissage, 5 à 7° par exemple, ce qui rendrait inutile le passage à l'échangeur-refroidisseur au sortir d'une cuve isotherme si le jus est sain. Dans ce cas la protection contre le rayonnement solaire par une couche de peinture réfléchissante est à conseiller.