

LES PRINCIPES DE BASE des méthodes modernes de préparation des Jus de fruits ⁽¹⁾

par

P. DUPAIGNE

Chef de Laboratoire à l'Institut de Recherches fruitières outre mer (I. F. A. G.)

Lorsque l'on consulte les statistiques de production des jus de fruits dans le monde, on est frappé de constater que depuis de nombreuses décades, les États-Unis viennent largement en tête, au point que les autres productions nationales semblaient presque négligeables (en 1950 par exemple, États-Unis : 96 %).

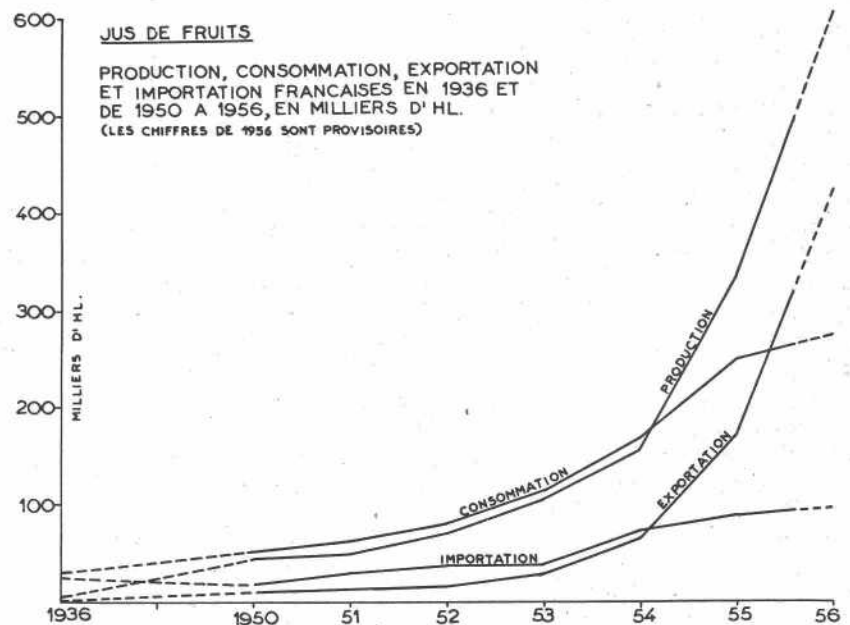
On est tenté alors de dire que seul, l'exemple américain est à imiter si l'on veut développer la production en France et Union française ; en particulier les techniques américaines qui font la preuve de leur efficacité et leur rentabilité, seraient à adopter en les transposant simplement à notre échelle. Ceci est à mon avis une erreur pour plusieurs raisons : en premier lieu les équipements industriels des deux pays ne sont pas comparables ; il est inutile, ou il serait coûteux de créer une industrie du concentré-congelé puisque les points de vente des denrées congelées sont en nombre encore très réduit en France. En second lieu, nous ne travaillons pas avec les mêmes normes que les États-Unis, nous manquons d'acier inoxydable, nos boîtes de conserve sont plus chères, notre verrerie doit effectuer des rotations et n'a pas toujours une qualité égale, la matière première elle-

même étant bien moins abondante et moins industrialisée, est moins constante, ce qui oblige à changer souvent de fabrication. Autrement dit, la solution de paresse qui consiste à importer les usines directement des États-Unis est fort onéreuse, car mal adaptée au travail en Europe.

Tout ceci ne veut pas dire que nous devons nous désintéresser des techniques américaines pour ne développer que les nôtres ; il faut aussi envisager l'avenir, certainement marqué

par une industrialisation plus poussée, le développement du froid artificiel, peut-être des procédés nouveaux de stérilisation, etc... Les techniques sont d'ailleurs en pleine évolution aux États-Unis et il est profitable de les suivre avec attention.

Sans entrer dans le détail, nous allons essayer de dégager quelques grands principes qu'il ne faut pas perdre de vue lorsque l'on tente d'améliorer les méthodes de production et de distribution des jus de fruits.



1. Étude effectuée à la demande du groupe de travail jus de Fruits de l'Institut National d'Hygiène, en liaison avec le Haut Comité d'Étude et d'Information sur l'Alcoolisme.

Le milieu à stabiliser.

Pour faciliter la compréhension des opérations qui sont nécessaires dans la préparation des jus de fruits, il faut bien connaître leur composition, leur état physique et les transformations dont ils sont le siège.

Il est courant, dans une certaine propagande, de dire que les jus de fruits sont des liquides vivants, comme on le dit aussi du lait ou du sang. Il est plus

sion, des divers liquides et colloïdes qui étaient séparés dans les cellules, occasionne des réactions chimiques et enzymatiques qui aboutissent à des dégradations des constituants naturels et à l'apparition de nouveaux constituants ; en outre interviennent dans ces réactions des composés étrangers aux fruits et qu'il est difficile d'éviter : l'oxygène en premier lieu, dissous dans le liquide comme dans l'eau (on sait que l'oxygène est plus soluble dans l'eau que

du producteur de fruits, qui est de développer la consommation des fruits, pour aboutir en définitive à une œuvre d'intérêt public (alimentation équilibrée des populations, antialcoolisme, résorption des excédents fruitiers).

Problèmes de stabilisation.

Puisque l'industrie des jus de fruits n'est pas une industrie de transformation comme celle du vin ou seulement une distribution comme celle du lait frais, elle est en réalité une industrie de conserverie en nature, après quelques opérations d'affinage destinées à préparer le produit pour le rendre attractif et consommable.

Le problème de la stabilisation est double, d'après ce qui ressort de la composition du milieu tel que nous l'avons décrit après le pressurage :

1° Éviter autant que possible que les actions chimiques qui se produisent entre les constituants mis en présence artificiellement par le pressurage, et catalysées par les enzymes naturels et les métaux introduits accidentellement, ne se développent trop rapidement en altérant les qualités naturelles du jus frais : brunissement, oxydation, goût de passé, amertume, etc...

2° Interdire le développement des micro-organismes qui, dès le début, activent les altérations en agissant par leurs ferments et qui, après un certain temps, dénaturent complètement le jus en métabolisant les constituants les plus importants.

En général on néglige trop le premier problème pour s'arrêter au second parce qu'il paraît plus urgent à résoudre.

Examinons maintenant, à la lumière de ces principes, quelle devra être la marche à suivre dans une préparation scientifique des jus de fruits.

Extraction.

Il s'agit de faire sortir de la pulpe de fruits, par pression, le liquide qu'elles contiennent afin de pouvoir obtenir un jus facilement transformable en boisson par affinage.

Pour le raisin, en Europe tout au moins, on utilise les procédés classiques

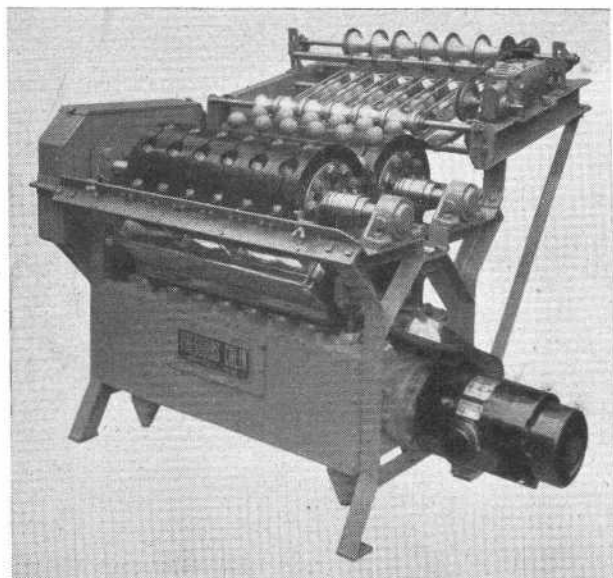


PHOTO 1.
Table d'extraction de jus d'agrumes Colin.

exact de dire qu'ils proviennent de tissus vivants, puisque selon la définition légale ils sont produits par la pression des fruits *frais, sains et mûrs* ; par la suite, naturellement, on ne peut plus parler de vie puisqu'il n'y a plus de structure cellulaire ni de multiplication. Cependant, les échanges continuent avec l'atmosphère, et surtout une transformation des constituants se poursuit activement au sein du liquide ; en outre, au bout de quelques heures une prolifération intense de micro-organismes provoque des nouvelles transformations du milieu et le dénature rapidement. En effet, les jus de fruits et de légumes à de rares exceptions près (airelle, oignon) constituent des milieux de culture parfaits pour toutes sortes de micro-organismes, en général acidophiles : levures, moisissures, bactéries lactiques par exemple.

Le mélange, provoqué par la pres-

l'azote) et à la surface en contact avec l'air ; les métaux aussi, comme le fer ou le cuivre qui peuvent intervenir comme catalyseurs, les résidus de traitement des fruits, les solutions de nettoyage des fruits et du matériel si le lavage est insuffisant, les hypochlorites de l'eau, etc...

Ainsi la connaissance du milieu jus de fruits et de son évolution nous trace la voie dans les méthodes qui devront être choisies pour sa préparation et sa stabilisation ; de même il ne faut pas perdre de vue le but qui est très particulier : il s'agit d'offrir au consommateur des boissons qui rappellent le plus possible, par leur arôme et leur fraîcheur, la saveur du fruit frais, tout en gardant au mieux ses qualités nutritionnelles et tout en étant de présentation agréable. En effet, l'intérêt du consommateur (qualités nutritionnelles et organoleptiques) doit rejoindre celui

de vinification, pour des raisons de tradition, de matériel existant, d'habitudes dans la vendange, etc... On peut vendanger en comportes si la vendange est saine, fouler, presser au pressoir mécanique ou hydraulique ou encore à la presse continue (qui donne un moût très chargé). Si la vendange est moins belle, il est préférable de l'apporter à l'usine en récipients de petite taille pour éviter l'écrasement des grappes, puis de laver le raisin avant de l'égrapper et le fouler.

Lorsque l'installation est mixte, on réserve au jus de raisin le produit de l'égouttage en cuve de la vendange foulée : c'est le jus de goutte ou de saignée ; le reste est laissé à la vinification. Ce jus de goutte est riche en sucre et facile à clarifier, mais il est pauvre en tanins, colorants et autres principes provenant de la pellicule.

Le procédé américain consiste à traiter le raisin comme une baie dont on veut retirer surtout les arômes et les colorants : après égrappage les grains sont chauffés, puis passés à la presse continue ; le jus est donc très chargé et fortement aromatisé, ce qui, avec les cépages américains, donne des boissons peu recommandables pour le goût français.

Les baies (cassis, framboise, groseille) sont donc traitées, en Europe, pour en retirer le maximum d'arômes ; aussi leur jus n'est pas consommable pur, mais en mélange avec d'autres jus sucrés ou dans les boissons.

La pomme, étant donné la résistance de sa pulpe, doit être déchiquetée par une râpe ou un broyeur à marteaux avant d'être soumise à l'extraction sous une presse hydraulique.

Cette extraction n'est possible que par une répartition de la pulpe en paquets superposés, dans des toiles de presse séparées par des clayettes de bois qui permettent le drainage. Le jus qui en sort est déjà relativement débarrassé des débris cellulodiques.

La poire est traitée, soit comme la pomme, soit comme les fruits à noyaux. Ceux-ci (abricot, pêche, prune) sont en général transformés en pulpe par passage à la presse continue ou à la passoire, avant ou après dénoyautage. Mais on les traite aussi parfois — c'est

souvent le cas de la cerise — à la presse hydraulique en paquets.

Passons maintenant aux agrumes. Les oranges, les pomelos et les citrons ne sont jamais pressés en vrac, pour éviter le passage dans le jus des essences de l'écorce qui, étant riches en terpènes, s'oxyderaient en donnant des saveurs désagréables de térébenthine. On a donc dû mettre au point des ma-

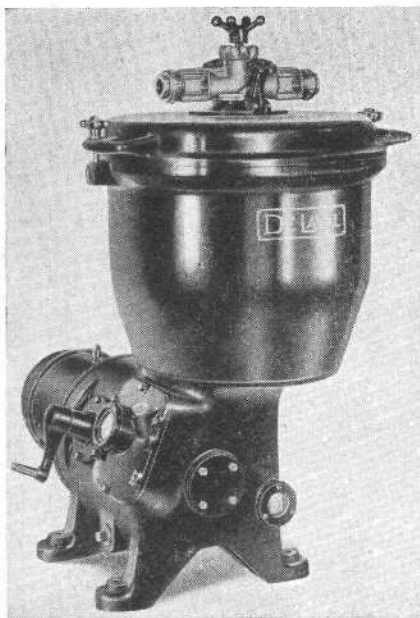


PHOTO 2. — Clarificateur-débourbeur Alfa-Laval.

chines qui extraient le jus de la pulpe sans le mettre en contact avec l'écorce, en général en reproduisant mécaniquement le travail manuel du presse-citron (photo 1).

Le cas des mandarines est spécial, car elles peuvent être facilement épluchées à la main avant de passer au pressoir continu.

L'ananas enfin est passé à la presse continue après écorçage ; d'ailleurs la plupart du temps on ne fait de jus d'ananas qu'avec les parties de la pulpe qui ne sont pas retenues pour la fabrication de la conserve en tranches.

La tomate que l'on peut considérer comme un fruit ou un légume, passe dans une découpeuse avant de donner son jus dans une presse continue, soit à froid, soit à chaud.

Les autres légumes sont autant de cas d'espèce ; le jus limpide est obtenu par un broyage suivi de pressurage en paquets.

Les précautions à prendre lors de ces extractions visent à éviter l'oxydation et la contamination par les métaux, donc : rapidité, emploi de métaux inoxydables, propreté des toiles et du bois, emploi de matières plastiques (toiles en nylon, vannes et tuyauteries en polystyrènes ou vinyle).

Affinage.

L'affinage dépend du jus que l'on désire obtenir ; pour le jus de tomate, d'agrumes ou d'ananas, il consistera seulement à les tamiser pour enlever les pépins ou les particules grossières ; pour les jus de pomme ou de raisin il consistera à les clarifier plus ou moins complètement, par centrifugation (photo 2), débourbage naturel ou au froid, collage divers, filtration enfin.

Les traitements physiques sont autorisés, ainsi que certains collages classiques ; le traitement enzymatique n'est pas mentionné dans la législation, mais sera sans doute aussi autorisé ; le traitement au ferrocyanure est interdit.

On peut aussi ranger dans ces opérations la désaération, qui est indispensable pour certains jus, et l'homogénéisation parfois pratiquée pour éviter la formation rapide d'un dépôt dans les flacons au repos.

Toutes ces opérations doivent être pratiquées avec discernement pour éviter les oxydations et la contamination par les métaux, les saveurs étrangères et les micro-organismes.

Un certain affinage sera toujours nécessaire ; cependant il se peut que le public en vienne à préférer aux jus brillants des jus légèrement troubles, moins affinés par conséquent, et conservant mieux l'arôme naturel du fruit qui vient d'être pressé.

Stabilisation.

L'emploi des antiseptiques et des antibiotiques a été préconisé pour obtenir des jus de fruits à bas prix ; ces procédés sont interdits et c'est heureux, car s'ils peuvent empêcher les fermenta-

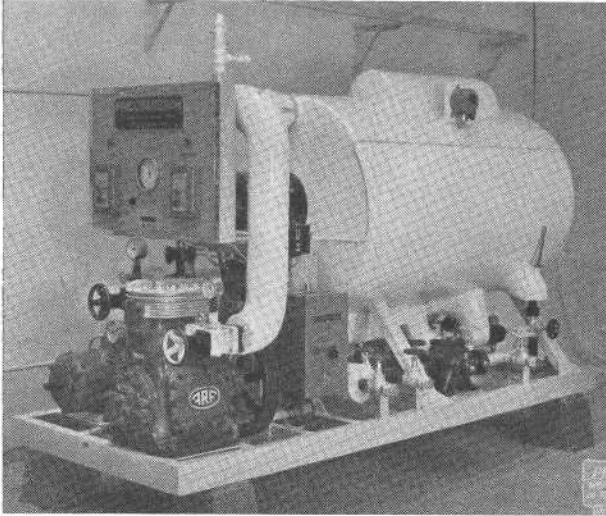


PHOTO 3. — Congélateur Daubron.

tions, ils n'agissent pas sur les réactions lentes, chimiques ou enzymatiques. Leur autorisation permettrait de présenter au public des jus de qualité insuffisante, bien que stables biologiquement, et dangereux au point de vue de l'hygiène du tube digestif.

Cependant l'utilisation de l'anhydride sulfureux est autorisée pour la conservation provisoire, et utilisée sur une grande échelle pour le jus de raisin. En effet, cet antiseptique peut être enlevé dans les jus destinés à la commercialisation, par une opération de désulfuration qui consiste à décomposer l'acide sulfureux et à l'entraîner par évaporation.

Peu de désulfiteurs, malheureusement, sont bien conçus et bien construits ; beaucoup sont de simples évaporateurs en cuivre ou en acier émaillé, travaillant souvent à l'air libre, c'est-à-dire à trop forte température. Avec l'augmentation rapide de la production des jus de raisin en France, il est permis d'espérer que les quelques constructeurs ayant réalisé des appareils convenables pourront les multiplier.

Restent les procédés physiques de stabilisation. Actuellement, trois sont utilisables : le froid, la filtration stérile et la chaleur. L'action des rayons ultraviolets est décevante, car elle nécessite une forte puissance pour les jus rouges et les jus troubles et produit des altérations. Quant aux recherches sur les rayons λ et les rayons X, elles en sont à leur début aux États-Unis.

Le froid est certainement un procédé presque idéal : il ralentit les actions chimiques, enzymatiques et biologiques et permet donc de conserver pour une durée illimitée les qualités naturelles du jus frais. Aussi a-t-il été envisagé depuis longtemps, à la fois pour la conservation provisoire en vrac et pour la distribution. Notons que c'est essentiellement l'emploi du froid (entre -20 et -10°) qui a fait le succès du concentré-congelé d'orange aux États-Unis, plus que le procédé de concentration partielle avec réincorporation de jus frais.

En Europe, de nombreuses tentatives ont été faites pour conserver le jus soit en blocs, soit en neige. Elles ont échoué pour une simple raison de prix de revient et par manque d'équipement frigorifique dans la distribution des produits congelés ; mais, en observant avec quelle rapidité se développent ces derniers produits en Scandinavie et Grande-Bretagne, on peut penser que le froid est bien un procédé d'avenir pour la stabilisation des jus de fruits.

Rappelons aussi que le froid, ménagé cette fois, a seul permis le développement spectaculaire des exportations françaises de jus de raisins vers l'Allemagne ; mais il s'agit là d'une conservation toute provisoire pour la durée de l'affinage et du transport en vrac.

C'est d'Allemagne, par contre, que nous est venu le procédé de filtration stérile, en application d'ailleurs des tra-

voux de Pasteur ou Chamberland. Les jus, une fois clarifiés, passent à travers des plaques filtrantes en carton-amianté, qui retiennent les plus fines particules, en particulier les levures et moisissures ; il est donc pratiquement stérile (les bactéries ne pouvant s'y développer) et à l'abri des fermentations s'il n'est pas recontaminé.

L'avantage du procédé est de ne jamais chauffer le jus, s'il est embouteillé de façon stérile.

L'inconvénient est que les actions enzymatiques ne sont pas stoppées, bien que le jus soit déjà très appauvri par les clarifications et filtrations. En outre, au point de vue de la pratique industrielle, il est difficile de réaliser les conditions nécessaires d'asepsie des cuves, pompes, tuyauteries, remplisseuses, bouteilles et bouchages.

Le procédé le plus largement utilisé est l'emploi de la chaleur. Comme nous l'avons vu, les jus de fruits étant acides sont bactéricides et seules les levures et les moisissures (sauf dans le cas des jus de tomate) sont susceptibles de s'y développer ; or, ces organismes sont thermolabiles, au moins pour leurs formes en activité, de sorte qu'une simple pasteurisation à 65° suffit à éviter les fermentations. Deux chauffages à 65° au moins, séparés par un repos de 24 ou 48 heures, permettent de détruire les formes actives, puis les formes sporulées après leurs germinations : c'est ce qu'on appelle la tyndallisation.

En général on se contente d'un chauffage unique à $72-75^{\circ}$: c'est ce qu'on peut appeler la pasteurisation basse, la plus facile. Elle peut s'appliquer directement sur le jus avant embouteillage, au moyen d'un appareil échangeur de chaleur, chauffé à l'eau chaude ou à la vapeur détendue ; dans ce cas, on remplit à chaud les récipients avant de les fermer.

Plus généralement, on remplit à froid, on ferme définitivement le récipient en laissant un espace libre pour la dilatation, puis on pasteurise par immersion, ou pulvérisation à l'eau chaude ; la durée totale de l'opération dépasse 1/2 heure (photo 4). Ce procédé facile est sûr puisque le récipient est pasteurisé en même temps que le

jus ; il a l'inconvénient de laisser celui-ci au chaud pendant trop longtemps, et de laisser au contact du jus un volume d'air appréciable, qui produit ensuite des altérations chimiques.

Aux États-Unis, la verrerie étant perdue ne retourne pas à l'usine, évitant le transport des verres vides et les machines à laver ; les bouteilles sont déjà propres et peuvent être remplies sans inconvénient par du jus chaud, puis capsulées immédiatement. Quelques usines en France procèdent ainsi, évitant l'espace libre en achevant à la main le remplissage complet et en bouchant avec des capsules à spot de caoutchouc.

De plus en plus on équipe les usines avec des pasteurisateurs continus capables d'obtenir une pointe de température plus élevée, par exemple 10 secondes à 95-98° : c'est ce que l'on appelle improprement, les flash-pasteurisateurs. Un tel chauffage n'occasionne pas de goût de cuit, car sa durée est réduite, mais a l'avantage d'inactiver en grande partie les enzymes responsables des oxydations et brunissements ainsi que de la destruction des pectines.

Poussant plus loin ce chauffage, on arrive maintenant à des températures de l'ordre de 120 à 150° pendant un temps très bref, avec comme résultat une inactivation complète des enzymes, une stérilisation presque totale et une absence de goût de cuit. Bien entendu l'installation nécessaire doit être entièrement automatique (régulation et cir-

Tableau I.
Production américaine par espèces.
En million d'hl, en 1955 ou par prévision, en 1956.

	Jus appertisés	Jus congelés	Concentrés au au 1/6	Concentrés au au 1/4 congelés
Pomme	0,8			—
Raisin.....	0,9			0,090
Ananas.....	3			—
Tomate.....	4			—
Orange.....	2,3	0,014 jus refroidi : 0,6	0,16	2,6
Pomelo	1,5		0,009	0,04
Mélange				
Orange-pomelo	0,5			0,02
Citron	0,18	0,03	0,022	0,03
				limonade : 0,31
Nectars	0,5			
Prune juice. ...	0,6			

Production totale, volume ramené en jus frais : 27 millions d'hectolitres.

cuits de sécurité), en acier inoxydable poli, de formes étudiées pour éviter les espaces morts et les mouvements tourbillonnaires où la surcuisson risquerait de se produire.

Après la pointe de chauffage, le jus est rapidement ramené à la température de remplissage, celui-ci est effectué sans tarder, suivi du bouchage ou du sertissage, puis les récipients eux-mêmes sont refroidis.

Par ce procédé, on obtient des jus de fruits conservant au mieux leurs qualités et leur aspect ; aussi est-il en plein

développement malgré les investissements qu'il entraîne.

La pasteurisation gagne aussi du terrain en ce qui concerne la stabilisation provisoire en grands récipients ; ceux-ci sont remplis soit à chaud, soit de préférence à froid après stérilisation des tuyauteries, des parois et de l'atmosphère interne, avec du jus qui a été pasteurisé au moyen d'un échangeur continu. Après quoi le remplissage définitif des récipients fractionnaires nécessite une seconde pasteurisation, au fur et à mesure des besoins de la vente.

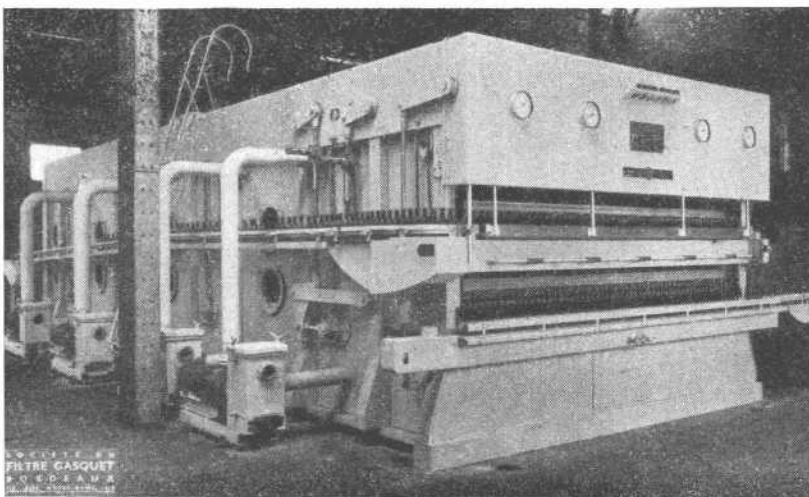


PHOTO 4. — Pasteurisateur Gasquet à grand rendement.

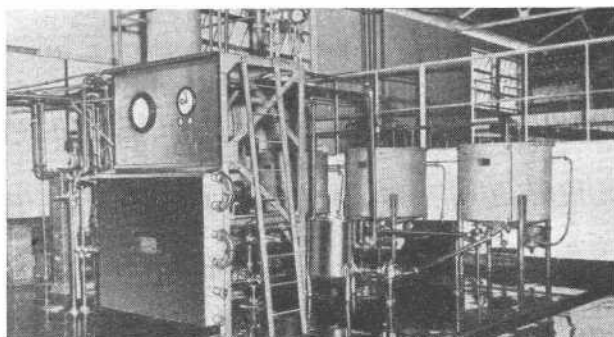


PHOTO 5. — Ensemble d'appareils A. P. V. en acier inoxydable installés dans une usine de jus de fruits.

Il reste à dire quelques mots d'un autre procédé de stabilisation provisoire, qui donne toute satisfaction mais nécessite des investissements importants : l'imprégnation à la dose de 1,5 % de gaz carbonique, qui agit alors comme antiseptique. Suivant la température de garde, la pression nécessaire pour maintenir ce taux de solubilité peut aller de 6 à 12 kg/cm², nécessitant pour les cuves une épaisseur d'acier assez considérable. Bien entendu, il n'est pas question de maintenir une telle pression dans les bouteilles, aussi le jus doit-il être désaturé avant d'être em-

bouteillé, puis pasteurisé. Le gaz carbonique n'entre pas en réaction avec les constituants du jus, il se dégage donc immédiatement ; il offre l'avantage d'entretenir une atmosphère réductrice et d'éviter ainsi l'oxydation lente qui peut se produire dans les tanks de garde de jus pasteurisé ou maintenu sous froid.

Remplissage, conservation en récipient définitif.

Beaucoup d'essais restent à faire sur le récipient idéal : est-ce le verre pour

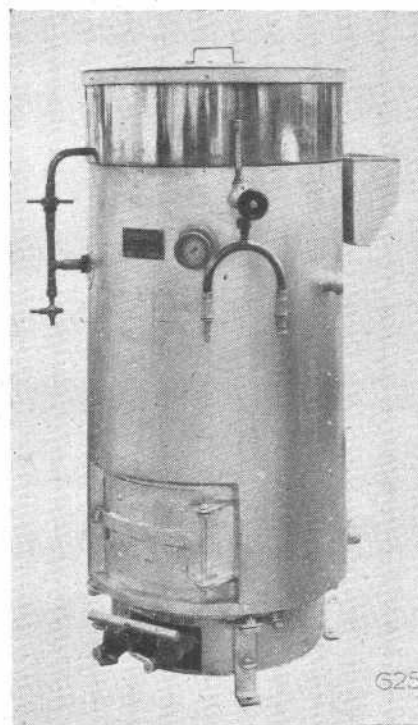
sa propreté et son inertie, le fer-blanc pour sa facilité d'emploi et de transport, le fer ou le métal verni évitant les importations d'étain, les plastiques rigides ou souples, les complexes ? Dans l'état actuel de notre technique et de nos approvisionnements, les récipients les plus courants sont en verre ou en fer-blanc ; des tentatives sont faites avec des bonbonnes de plastique semi-rigide (distributions dans les écoles) et des sachets de Rilsan ou de Mylar dont la soudure peut résister à la chaleur. Bien entendu, lorsqu'il s'agit seulement de distribuer des jus congelés ou refroidis non soumis à une pasteurisation, tout récipient imperméable peut convenir ; ainsi un grand nombre de laiteries américaines livrent en même temps que le lait des boîtes en carton paraffiné de jus d'orange produit en Floride, flash-pasteurisé, refroidi et transporté en citernes sous froid. Ceci exige une organisation sans défaut de la chaîne du froid et du système de distribution. Il avait été question en 1955 de l'appliquer à une distribution massive au Salon de l'Enfance, mais on a dû y renon-

Tableau II.

Productions nationales.
En milliers d'hectolitres, selon diverses sources.

	1953	1954
États-Unis.	19 200	22 275
Allemagne	954	1 212
Suisse.	560	718
Espagne.	—	364
Italie.	272	270
Philippines	228	—
S. Afrique.	180	—
Canada	168	—
France.	115	139
Israël	105	186
Hollande.	90	80
Danemark	80	45
Yougoslavie	—	50
Autriche.	—	76
Grèce.	—	15
Algérie	13	—
Maroc	13	11
Maroc	13	11
A.-O. F.	12	20
Importations Canada.	680	—
— Grande-Bretagne	436	—
— Allemagne.	122	—

PHOTO 6. — Petit appareil de pasteurisation artisanal ou familial.



cer et transporter des jus de raisin sous forme pasteurisée, pour le livrer en récipients de carton imperméabilisé à consommer immédiatement.

Il est bon de noter, pour terminer, que les jus de fruits, malgré toutes les précautions prises, s'altèrent progressivement et gagnent à être consommés rapidement. Divers facteurs entrent en ligne de compte dans cette altération inéluctable : oxygène présent, métaux catalyseurs, action de la lumière, mais surtout et en première place, action de

la température. c'est-à-dire de l'activité moléculaire. Autrement dit, le seul procédé utilisable pour garder longtemps une solution aqueuse aussi complexe est le froid ; que le jus soit pur ou concentré, ses réactions chimiques internes sont d'autant plus actives que sa température est plus élevée. Un autre moyen pour éviter l'emploi des basses températures, si l'on veut conserver la qualité, serait de supprimer l'eau, véhicule nécessaire pour les réactions chimiques, et de maintenir la poudre ainsi

obtenue en atmosphère inerte ou sous vide : mais si une telle réalisation est possible à l'échelle du laboratoire, elle ne l'est pas encore dans des conditions satisfaisantes quant à la qualité ou au prix de revient, à l'échelle industrielle, tout au moins pour les jus de grande consommation comme le raisin ou la pomme ; pour la tomate les résultats sont encourageants, ainsi que pour les jus dont le prix élevé justifie une préparation coûteuse, comme la framboise, le cassis ou l'abricot.

PAM-PAM

JUS D'ORANGE

ORANGE
PAMPLEMOUSSE
TOMATE
ANANAS
NECTAR D'ABRICOT

PURETÉ - SANTÉ

PAM-PAM

JUS DE FRUITS naturels en boîtes de 13 cl. 5 et 55 cl.
Distributeur : S.F.D. 30, Av. Kléber, Paris 16° - KLÉ 15-40

APPAREILLAGE
POUR
Fabrication de
POUDRE DE FRUITS
ET
Extraits solubles en
poudre des:
PLANTES, CAFÉ, etc.

SÈCHEUR ATOMISEUR

APPAREILS & ÉVAPORATEURS

. KESTNER .

TEL: 477-14
)) 477-15

7, Rue de Toul, LILLE

TÉLÉGRAMMES
KESTNER-LILLE

ÉVAPORATION
DE
JUS de FRUITS
AVEC
RÉCUPÉRATION
DES
ARÔMES

CONCENTRATEUR

1205