

LES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES UTILISÉES POUR LA CONSERVATION DES FRUITS

Le problème de la construction et de l'utilisation des chambres froides est l'un des plus importants à résoudre pour un producteur. Quelle technique adopter ? Quelles incidences économiques entraînent l'utilisation du froid ? Nous avons demandé à deux spécialistes leur opinion sur ce problème essentiel. M. GAC, ingénieur-docteur, ingénieur du Génie Rural, attaché au Centre de Recherches et d'Expérimentation du Génie Rural, traitera des tendances techniques qui se dessinent dans le domaine de l'équipement frigorifique des locaux destinés à la conservation des fruits ; M. ANQUEZ, ingénieur en Chef du Génie Rural, chef de la Section Technique du Froid, étudiera ensuite l'aspect économique du stockage des fruits en se penchant notamment sur les problèmes de la rentabilité des chambres froides à fruits.

PROBLÈMES TECHNIQUES

par M. André GAC,

Ingénieur-docteur, Ingénieur du Génie Rural.

1. Préambule.

Nous nous bornerons ici à indiquer les tendances qui semblent se dégager en France dans le domaine de l'équipement frigorifique des locaux, destinés au traitement des fruits d'origine métropolitaine.

En effet, depuis la fin de la dernière guerre on peut observer une certaine évolution dans la conception et la réalisation des chambres froides à fruits. Cette évolution résulte d'une part des progrès techniques réalisés dans le domaine de la construction des installations frigorifiques et d'autre part de la recherche systématique de l'abaissement du prix de revient.

À notre sens, il convient de souligner tout particulièrement les faits suivants :

- l'apparition des « Stations fruitières » ;
- le développement de la détente directe et de l'automatisme ;

— la simplification dans l'équipement des chambres froides ;

— l'apparition de locaux particuliers (système Kresser, fruitier refroidi par l'air extérieur).

2. La station fruitière.

Avant 1939, les fruits étaient conservés dans des entrepôts frigorifiques polyvalents situés en général près des centres importants de consommation. Cette pratique était particulièrement néfaste pour les fruits fragiles qui n'étaient soumis au froid qu'après un temps assez long après leur récolte, du moins quand les entrepôts frigorifiques n'étaient pas situés sur les lieux de production.

Depuis la fin de la dernière guerre, des stations fruitières ont été construites.

Ces stations sont des établissements spécialisés des-

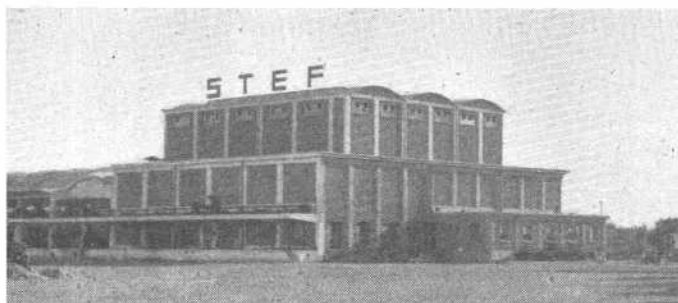


PHOTO 1. — Gare frigorifique de Perpignan. Bâtiment principal.
(Photo Jaurac.)

tinés au traitement des fruits cueillis en vue de leur livraison en état au consommateur. Elles sont toujours dans une région productrice de fruits.

L'élément de base des stations fruitières est l'atelier de triage, calibrage et emballage. Autour de cet atelier sont groupés de façon aussi rationnelle que possible les quais de réception et d'expédition, les chambres froides, etc...

Le format d'une station varie dans de larges proportions depuis la petite station appartenant par exemple à un producteur jusqu'aux établissements importants traitant en France environ 2 000 tonnes de fruits par an et même davantage. Ces stations sont exploitées pour une coopérative de producteurs, par des commerçants expéditeurs ou encore par un industriel effectuant à façon les opérations de triage, calibrage, emballage et le traitement frigorifique.

L'équipement frigorifique de la station dépend des espèces et variétés de fruits qui y sont livrées. On a coutume de distinguer les trois types suivants :

Les stations d'expédition, spécialisées dans le travail des fruits fragiles d'été. Ces stations doivent disposer de locaux permettant un refroidissement rapide des fruits : chambres de prérefrigération et d'entreposage d'attente. Dans les régions à climat particulièrement chaud, il peut être souhaitable de conditionner l'atmosphère de l'atelier de triage, calibrage et emballage. Cependant ce besoin n'est jamais impérieux en France métropolitaine. Lorsque l'expédition est effectuée en véhicules réfrigérants, il est bon que le véhicule soit protégé contre le rayonnement solaire (auvent ou quai couvert). Enfin, si le chargement des bacs à glace ne peut être effectué aisément à une fabrique de glace de la région, il peut être utile de réaliser une resserre de glace.

Les stations de conservation sont réservées pratiquement à l'entreposage des fruits d'hiver qui sont naturellement résistants (pommes, poires, certaines variétés de raisins). Ces stations ne disposent que de chambre de conservation à moyen et long terme. Ces locaux sont équipés d'une installation frigorifique dont la puissance exprimée, par unité de volume et par unité de temps, est nettement moindre que celle des locaux de premier refroidissement (prérefrigération).

Enfin les *stations mixtes* assurent aussi bien la prérefrigération que la conservation.

Il apparaît ainsi que l'équipement frigorifique d'une station fruitière consiste essentiellement en chambres froides de divers types. Mais étant donné que le temps d'utilisation des chambres froides spécialisées dans un traitement déterminé ne s'étend que sur quelques semaines à quelques mois dans l'année, les charges

d'amortissement par kilogramme de fruits traité sont souvent excessives.

Il importe donc de réduire ces charges. La tendance actuelle qui s'effectue sous les actions conjuguées des stations fruitières et, en particulier des coopératives, et des impératifs économiques est orientée vers l'augmentation de la durée annuelle de service de l'équipement frigorifique. Cet objectif est atteint :

- en étalant, par un choix judicieux des espèces et des variétés, la récolte des fruits fragiles de l'été :
- en favorisant dans les régions productrices de fruits d'été, la production de pommes et de poires ;
- en développant certaines cultures maraîchères, etc...

Cette recherche du plein emploi des chambres froides est souvent une condition capitale du bon fonctionnement économique d'une station fruitière. Dans le cas d'une station d'expédition, dont la durée de service est particulièrement brève dans l'année on peut dire paradoxalement, qu'une installation frigorifique n'est rentable qu'autant que son utilisation est assurée en dehors des périodes de traitement des fruits.

3. Développement de la détente directe et de l'automatisme.

Dans les années qui suivirent la fin des hostilités, les installations frigorifiques des stations fruitières étaient souvent des installations à circulation de saumure. En effet, il était légitime de craindre que la qualité des matériaux ne soit pas suffisante pour que le fonctionnement des installations soit inoffensif pour les produits entreposés. Mais l'emploi de la saumure présente deux inconvénients majeurs, d'une part la saumure corrodant à échéance plus ou moins longue, les canalisations et les échangeurs, ces derniers doivent être changés ; d'autre part, le rendement énergétique d'une installation à saumure est inférieur à celui d'une installation en détente directe.

En outre, actuellement on cherche à maintenir les fruits à des températures et humidités relatives bien définies selon les espèces et les variétés. Il en résulte que dans une station comprenant un certain nombre de chambres froides, la température de source froide est différente d'un local à l'autre. Il est peu aisé de réaliser un tel réglage avec une installation à circulation de saumure.

Les installations les plus récentes sont, pour les raisons exposées ci-dessus, des installations en détente directe.

La substitution de la détente directe à la circulation de saumure s'est accompagnée de l'emploi de plus en

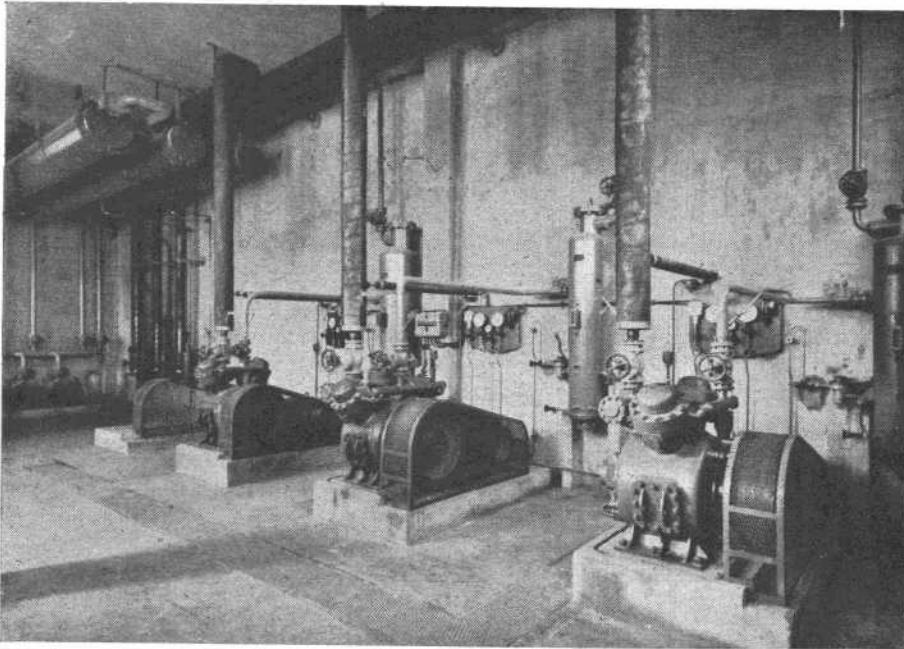


PHOTO 2. — Salle des machines d'une station fruitière. (Photo Pellas-Avignon.)

plus poussé de l'automatisme. Une installation moderne même importante est à « marche automatique » ; elle est pratiquement « surveillée » par un mécanicien alors qu'il y a une dizaine d'années encore, une telle installation était véritablement « conduite » par une équipe de mécaniciens.

Cet essor de l'automatisme résulte des progrès considérables réalisés dans la conception et la construction des différents dispositifs de commande et de sécurité.

L'emploi de la saumure et la conduite manuelle d'une installation frigorifique impliquaient la réunion de toutes les machines essentielles dans un même local, la salle des machines. En raison de l'apparition de la construction en série des ensembles frigorifiques, ainsi que du développement de l'automatisme, il peut être économiquement avantageux, dans certains cas, d'équiper une station fruitière de plusieurs installations frigorifiques, desservant chacune un nombre réduit de chambres de même type. Chaque installation est montée alors à proximité des locaux qu'elle dessert.

En résumé, pour des raisons d'ordre économique, et grâce aux progrès techniques importants qui ont été réalisés, l'installation centrale de production de froid à commande manuelle et la distribution du froid par circulation de saumure sont remplacées par une ou plusieurs installations en détente directe à marche plus ou moins complètement automatique.

4. L'équipement des chambres froides.

Les chambres froides étaient équipées avant guerre soit en convection naturelle soit en convection forcée. La convection naturelle présente l'avantage de moins dessécher l'atmosphère lorsque la température du fluide réfrigérant est trop basse. Les installations de ce type sont par contre onéreuses, parce que la surface des échangeurs thermiques est plus grande, pour une même puissance frigorifique, que celle des batteries en convection forcée. En outre, le dégivrage des radiateurs plafonniers est toujours une opération malaisée. Actuellement les radiateurs plafonniers ou muraux sont abandonnés pour les chambres à fruits.

Les installations en convection forcée réalisées avant 1939 ou dans l'immédiat après guerre comprenaient des gaines de reprise et de distribution de l'air. Un tel ensemble permet de répartir le froid de façon très homogène dans un local même de grande surface et de forme irrégulière. Par contre, il est onéreux. En outre, les gaines sont difficilement nettoyables.

Actuellement, on recherche, pour des raisons d'ordre biologique, à réaliser des locaux de moyenne ou petite surface, dans lesquels on n'entrepose qu'une seule variété de fruits ou un nombre réduit d'espèces ou de variétés différentes présentant des caractères biologiques semblables.

Dans ces conditions il est économiquement rentable

de supprimer les gaines de reprise de l'air et même également celles de distribution. Du seul point de vue technique, un frigorifère dépourvu de gaines ne peut fonctionner dans de meilleures conditions qu'un frigorifère prolongé par des gaines et le plus souvent, son fonctionnement est moins bon. Mais de façon générale le bénéfice résultant de l'emploi des gaines n'est pas économiquement intéressant.

En outre, dans une chambre refroidie par un frigorifère dépourvu de gaine, le volume utilisable est accru, et enfin le nettoyage et la désinfection sont grandement facilités.

5. Les équipements particuliers.

Après la guerre sont apparus deux équipements particuliers : le système Krebsler et le fruitier refroidi par l'air naturellement froid. Tous deux sont réservés aux fruits d'hiver.

Le système Krebsler, d'origine suisse, devait permettre de conserver les fruits sans apport de froid artificiel, grâce à la circulation de l'air du local sur de la mousse humide. De fait, en France tout au moins où l'hiver n'est pas très rude, il est rapidement apparu nécessaire de refroidir artificiellement des chambres Krebsler du moins pour la conservation de poires.

Par ailleurs, le prix de revient de l'installation d'un Krebsler exprimé par tonne de fruits est supérieur à celui d'une chambre froide ordinaire, en raison en particulier de la place occupée par les lits de mousse.

La construction des chambres de Krebsler est pratiquement abandonnée en France.

Le fruitier refroidi par l'air extérieur est apparu tout d'abord en Hollande. Son principe consiste à faire circuler dans le local de l'air prélevé à l'extérieur aux heures les plus froides de la journée. Un tel équipement ne convient qu'à l'entreposage des pommes et des pommes de terre. Il ne peut être utilisé que dans les régions dont l'automne et l'hiver sont assez froids. Le principal avantage que présente un tel équipement est d'être d'un coût de première installation et d'un prix de fonctionnement particulièrement intéressants.

Conclusions.

Nous avons voulu dans cet article faire le point de l'équipement frigorifique destiné aux fruits, en nous bornant à ne dégager que des tendances générales particulièrement marquantes de cet équipement depuis la fin de la dernière guerre mondiale. Nous pouvons constater finalement que la raison profonde qui est la base de cette évolution est la recherche permanente, systématique et raisonnée de l'abaissement des prix de revient tout en préservant les qualités initiales des fruits.

Antony, le 10 avril 1957.

*Centre de Recherches
et d'Expérimentation du Génie rural.*

PROBLÈMES ÉCONOMIQUES

par M. Michel ANQUEZ,
Ingénieur en Chef du Génie Rural.

Les techniques actuelles de conservation des fruits concourent toutes, on vient de le voir, à l'abaissement du prix de revient de ce stockage. Mais d'autres considérations interviennent qui ont aussi une incidence directe sur la rentabilité des installations frigorifiques. Ce sont ces facteurs, d'ordre juridique ou économique, que nous voudrions maintenant évoquer : Où réaliser cet équipement frigorifique ? Quel format donner à l'installation ? Comment calculer, en définitive, le prix de revient de la prérefrigération et de la conservation ?

1. Quelques éléments statistiques.

En matière d'information économique, la statistique est un auxiliaire précieux, parce qu'elle permet de déceler des tendances.

Comme on l'a déjà vu, c'est au lendemain de la dernière guerre qu'un effort considérable a été entrepris pour doter notre arboriculture fruitière de *stations spécialisées*, coopératives le plus souvent, permettant la prérefrigération, si besoin est, et la conservation à plus ou moins long terme des fruits. Il n'existait, en 1939,

aucune station fruitière frigorifique ; on en compte plus de 60 aujourd'hui. La capacité de prérefrigération de ces installations, partie de 0 en 1945, a atteint 700 tonnes/jour en 1949 et 1 100 tonnes/jour en 1951 ; cette capacité n'a pratiquement pas progressé depuis, notamment parce que l'accroissement de la vitesse des transports et l'amélioration technique des wagons réfrigérants tendent à limiter l'intérêt de cette méthode, au moins pour les transports intérieurs. D'autre part, le volume des chambres froides de conservation, à peu près nul en 1939, dépasse aujourd'hui 100 000 m³.

On peut également considérer que les *halls climatisés* construits dans les ports, principalement pour les agrumes et primeurs d'outre-mer, font partie de l'équipement frigorifique spécialisé pour les fruits et légumes. Des halls de réception existent ainsi dans 3 des principaux ports français, représentant environ 60 000 m³ de locaux climatisés. A ceux-ci s'ajoutent également les magasins conditionnés, à + 12° C environ, pour la réception des bananes (plus de 60 000 m³).

Depuis fort longtemps, les *entrepôts frigorifiques polyvalents* étaient équipés pour la conservation des fruits. Avant la guerre, les chambres froides pratiquement réservées, en automne et en hiver, pour le stockage des poires et des pommes, représentaient déjà un volume de 150 000 m³. Depuis la guerre, quelques entrepôts nouveaux ont été créés et d'autres ont procédé à des extensions importantes (vallée de la Garonne et du Rhône notamment), portant ainsi à 180 000 m³ environ le volume des chambres froides spécialement adaptées à la conservation des fruits. Quelques « gares frigorifiques » (vallée du Rhône, Roussillon) se livrent également à la prérefrigération, soit en chambres froides, soit par soufflage d'air ; leur capacité qui était déjà de 100 tonnes/jour en 1939, a été portée, en 1951, à 400 tonnes/jour ; pour les raisons

exposées à propos des stations fruitières, leur capacité n'a guère progressé depuis.

Enfin, nombre de producteurs ont fait construire, pour leur usage personnel, des chambres froides qui leur permettent de conserver tout ou partie de leur récolte. Les statistiques, en la matière, sont beaucoup plus difficiles à établir, parce que ces installations frigorifiques sont généralement d'assez faible capacité (10 à 15 tonnes dans la plupart des cas). On peut estimer cependant qu'il existe environ 500 installations particulières, représentant un volume global d'à peu près 50 à 60 000 m³ de chambres froides. On constate également que le nombre de ces chambres froides augmente rapidement.

Il n'est pas suffisant de construire des chambres froides pour la conservation des fruits ; encore faut-il que leur utilisation soit suffisante pour les rendre rentables. Il est certes très difficile d'obtenir des indications précises en ce domaine, notamment pour les chambres froides des producteurs. Par contre, une enquête effectuée parmi les stations fruitières coopératives, les plus importantes, en 1954, a montré que, pour une capacité de stockage de 6 500 tonnes environ, le tonnage réellement entreposé a été de l'ordre de 7 000 tonnes, ce qui représente un coefficient de rotation un peu supérieur à 1. Les déclarations de stocks des entrepôts frigorifiques publics polyvalents permettent de connaître, pour cette catégorie d'établissements, les quantités de produits conservés ; en 1955, par exemple, 107 000 tonnes de fruits frais ont été stockés à plus ou moins long terme dans les entrepôts publics, avec un maximum en août (21 000 tonnes) pour la conservation des poires d'été, alors que le volume des chambres froides plus ou moins spécialisées à la conservation des fruits, dans les entrepôts, est de l'ordre de 180 000 m³.



2. Format et nature des installations adaptées à la conservation des fruits par le froid.

Ces informations statistiques ont déjà montré que les installations frigorifiques utilisées pour la conservation des fruits peuvent être groupés en trois grands types :

- installations individuelles des producteurs, ce type se rencontrant à peu près exclusivement pour la conservation de poires et de pommes ;
- installations collectives, coopératives la plupart

PHOTO 3. — Hall de triage et de calibrage climatisé.
(Entrepôts de Cabannes.)

*

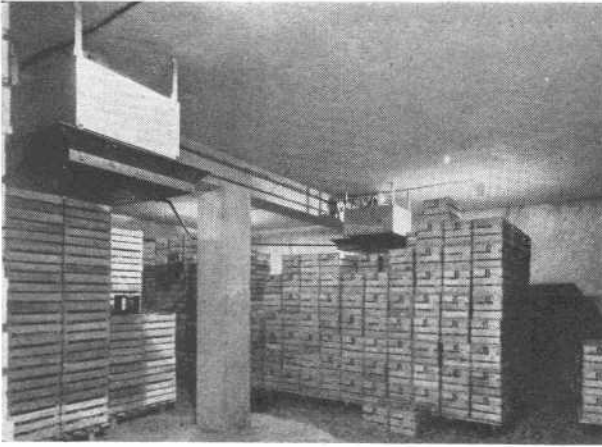


PHOTO 4. — Chambre à fruits (Coopérative fruitière du Valais).

du temps, ces réalisations pratiquant à la fois la pré-refrigération et la conservation ;

— installations des entrepôts frigorifiques publics, qui jouent le rôle de prestataires de services (gares frigorifiques dans le cas de la pré-refrigération ; entrepôts proprement dits pour la conservation).

Que faut-il conseiller dans ce domaine ? Il est à peu près impossible de dégager des règles précises qui permettent de dire, à coup sûr, qu'une formule est plus intéressante qu'une autre. Ce ne sont que cas d'espèce. Cependant quelques indications simples peuvent être tirées de ces considérations :

— lorsqu'un producteur possède un verger isolé, il est bien évident que la solution individuelle est pratiquement imposée, à moins que ne se trouve, à proximité immédiate, un entrepôt frigorifique public dont les services seront certainement moins onéreux que l'amortissement et l'exploitation d'une chambre froide privée ;

— dans une région à vocation fruitière, où les vergers sont nombreux et rapprochés, les réalisations collectives semblent plus intéressantes. Les frais de premier établissement sont relativement moins élevés, les frais d'exploitation sont également moins importants, parce que la masse des fruits est plus grande. Mais ces installations ne sont viables, dans le cas des réalisations du type coopératif, que si les producteurs comprennent que la station fruitière est réellement leur affaire, à qui ils doivent apporter toute leur production et non pas seulement les fruits les moins beaux

— il va de soi enfin que si, dans une zone de forte densité fruitière, des entrepôts frigorifiques publics sont installés, des solutions de « symbiose » peuvent et doivent être trouvées : l'entrepôt pourra soit vendre

du froid en gros à la station fruitière, soit, ce qui paraît préférable, assurer la conservation des fruits en contrepartie, par exemple, d'une garantie de trafic.

3. Prix de revient de la pré-refrigération et de la conservation.

Pré-refrigération.

Déterminer avec précision le prix de la pré-refrigération n'est pas simple, parce que les frais fixes d'amortissement représentent une part très importante des dépenses (70 % environ lorsque la station est utilisée pendant 60 jours par an à la capacité maximum) ; encore faut-il ajouter que ces amortissements dépendent uniquement de l'époque à laquelle la station a été construite, ce qui complique encore le problème. Dans l'état actuel des choses, où les installations sont généralement utilisées 20 à 30 jours par an à pleine capacité, le prix de revient, pour des stations édifiées en 1950, est à peu près de 2 500 francs la tonne.

Les avantages qui résultent de cette technique tiennent à l'économie de glace dans les wagons, à la réduction de la freinte de route, au meilleur aspect des fruits à l'arrivée. On estime généralement que la plus-value correspondante est de l'ordre de 6 à 8 % du prix de vente des fruits, alors que les frais représentent de 4 à 6 %.

En définitive, la rentabilité de la pré-refrigération dépend du caractère périssable du fruit (indispensable pour les fraises par exemple, utile seulement pour les pêches), de la durée du parcours (nécessaire pour des transports durant plus de 4 jours), de la température extérieure (elle est très recommandée en juin, juillet, août).

Enfin la répartition des frais fixes est considérablement différente suivant que l'installation est spécialisée (postes de soufflage d'air par exemple) ou au contraire que les mêmes locaux peuvent être utilisés également pour la conservation (dans le cas de la pré-refrigération en chambres froides).

Conservation.

Des enquêtes ont été faites en la matière dans une quinzaine de départements producteurs. De plus, M. Thevenot, alors qu'il était chef de la Section technique du Froid, a présenté sur ce sujet une communication fort documentée au Congrès de l'Institut international du Froid de Londres. Les conclusions de ces études, qui remontent à quelques années, restent va

lables, à condition bien entendu de les adapter aux conditions économiques actuelles.

Il en résulte en particulier que la conservation est payante lorsqu'il s'agit de fruits de qualité, par suite de la réduction des pertes en cours d'entreposage (elles n'atteignent que 5 % environ pour une durée de conservation de l'ordre de 5 à 6 mois), de la plus-value importante qui résulte de la vente différée (variable évidemment d'une année à l'autre, elle peut néanmoins être estimée à 50 % en moyenne), enfin de la meilleure qualité des fruits au moment de la vente. Dans l'état actuel des choses, les frais de conservation atteignent approximativement, pour une durée de conservation de 4 à 5 mois, de 16 à 20 fr le kilogramme, amortissement compris. La conservation en entrepôt public revient à 3 fr 70 le kilogramme, manutentions comprises, pour le 1^{er} mois, et à 2 fr 50 les autres mois. L'expérience montre que ce « report » est rentable pour les pommes et plus encore pour les poires.

4. La recherche de l'économie.

Si, dans l'ensemble, la préréfrigération et la conservation à long terme paient, il demeure que le producteur n'est pas maître de deux facteurs importants : le prix d'achat moyen au moment de la récolte et la plus-value qui résulte de la vente différée. Il est donc indispensable de chercher à réduire le prix de revient du traitement frigorifique. On a vu déjà que l'évolution technique tendait à ce but. Mais il n'est pas inutile de rappeler brièvement quelques principes qui doivent être respectés pour obtenir des solutions aussi économiques que possible.

Il faut en tout premier lieu — fait particulièrement important pour des réalisations coopératives — déterminer avec le plus grand soin le format de la station fruitière et la capacité des chambres froides en vue de les utiliser aussi complètement que possible.

Il est nécessaire d'adopter un mode de construction aussi économique que possible : c'est un point sur lequel on n'insistera jamais trop ; le bâtiment doit être conçu comme un simple abri, réalisé avec des matériaux économiques.

Il est indispensable enfin de réduire la main-d'œuvre qui est un poste important de dépense : pour ce faire, les circuits seront soigneusement étudiés afin de réduire autant que possible les manutentions.

* * *

Il n'est pas sans intérêt, au terme de ces considérations d'ordre économique, de jeter un coup d'œil sur les réalisations étrangères. Il ne s'agit pas de les copier servilement, mais il n'est pas mauvais de savoir comment nos futurs partenaires du marché commun européen ont résolu le problème de la conservation des fruits.

L'Italie et la Hollande ont une production fruitière importante, orientée depuis longtemps vers l'exportation. Dans le premier pays, de vastes stations fruitières frigorifiques ont été réalisées vers 1930, dans les grandes zones de production de Lombardie et de Vénétie. La préréfrigération y est quasi systématique pour les fruits exportés vers l'Allemagne ou l'Angleterre ; par contre, les fruits destinés au marché intérieur sont généralement expédiés sans préréfrigération. Les stations fruitières destinées à la conservation à long terme sont généralement de format plus petit, voisin de celui des réalisations françaises. Dans l'ensemble, les techniques italiennes, sont assez proches de celles qui sont adoptées en France. On peut cependant remarquer quelques particularités, telle cette « galleria vagoni », qui permet le chargement des wagons en atmosphère réfrigérée. Le prix de construction et les charges d'exploitation semblent, c'est là un point important à signaler, sensiblement moins lourds que chez nous.

La Hollande s'efforce, elle aussi, de réaliser des équipements aussi économiques que possible. On a par exemple construit de nombreux magasins ventilés, qui font appel à l'air extérieur, suffisamment froid en hiver ; ces installations servent au stockage des choux, des oignons, des pommes de terre, voire des pommes. Enfin, une remarquable organisation des marchés, dont l'un des facteurs les plus typiques est le « veiling » où se pratique la vente aux enchères descendantes, permet de vendre les fruits hollandais dans les meilleures conditions. Il est certain que cette méthode pourrait être introduite en France : une première expérience sera d'ailleurs prochainement tentée dans la vallée du Rhône.

Ces deux exemples méritent d'être médités, afin que notre production fruitière contribue, plus encore qu'aujourd'hui, à l'expansion économique de notre pays.

Paris, le 15 avril 1957.

Section Technique du Froid.