Transport maritime des fruits tropicaux dans des conteneurs frigorifiques

R. DEULLIN*

TRANSPORT MARITIME DES FRUITS TROPICAUX DANS DES CONTENEURS FRIGORIFIQUES

R. DEULLIN (IFAC)

Fruits, mai 1972, vol. 27, n°5, p. 383-392.

RESUME - Le conteneur frigorifique permet de disposer de capacités de faible volume (22 à 45 m^3) pour le transport des fruits tropicaux. Les caractéristiques de construction, d'isolation et les différents modes de refroidissement sont présentés. Comme ils sont construits pour les denrées congelées et les denrées réfrigérées, la précision de la régulation de la température pour le transport des denrées réfrigérées ne peut pas être très grande. Les précautions à prendre pour leur utilisation, notamment en ce qui concerne l'arrimage des emballages, sont indiquées pour les denrées réfrigérées et les denrées congelées. Les résultats d'essais de transport d'ananas sont présentés.

L'exploitation régulière de conteneurs frigorifiques de 20 pieds (6,06 m) avec un groupe de 6 navires : ANJA, ANITA, AMANDA, ANDREA, BELLATRIX et BETELGEUSE, de la Compagnie DELMAS-NAVAL, sur la ligne de l'Afrique occidentale, présente un grand intérêt pour le transport des fruits tropicaux.

Elle permet de pouvoir disposer d'une desserte d'une semaine environ avec des capacités de 22 mètres cubes, dont la température peut être choisie par l'expéditeur dans le cas d'un transport sans rupture de charge jusqu'au magasin du destinataire.

Ce mode de transport convient bien au cas de l'ananas qui peut rester à 8°C jusqu'à sa livraison au réceptionnaire, alors qu'il lui arrive souvent d'être maintenue à 12°C jusqu'au port d'arrivée lorsqu'il est chargé dans une cale à bananes et ensuite, de reprendre la température ambiante entre le déchargement du navire jusqu'à son arrivée chez le grossiste.

Avec cette généralisation de l'utilisation des conteneurs frigorifiques, il devient nécessaire d'informer les producteurs des caractéristiques et des possibilités d'emploi de ce moyen de transport et nous examinerons successivement les points suivants :

- dimensions normalisées,
- caractéristiques de construction,
- production et distribution du froid dans le conteneur,
- ventilation des conteneurs,
- régulation automatique de la température,
- renouvellement d'air,
- dispositions générales à prendre pour l'utilisation des conteneurs,
- responsabilités du fonctionnement du groupe frigorifique,
- conclusions sur l'utilisation des conteneurs frigorifiques,
- résultats obtenus avec des transports d'ananas.

* - Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer (IFAC), Paris.

DIMENSIONS NORMALISÉES

Les conteneurs doivent pouvoir être transportés par un navire, un wagon ou un camion : en conséquence, leurs dimensions doivent convenir aux gabarits routiers et ferroviaires, ce qui a conduit à adopter rapidement une largeur extérieure de 8 pieds (2,44 m) qui s'inscrit dans le gabarit routier de 2,50 m. Mais il a été constaté que les premiers utilisateurs avaient choisi des longueurs différentes :

SEALAND	35x8x8,06 pieds
MATSON	24x8x8,06 pieds

Il y avait donc risque de prolifération anarchique de conteneurs avec des longueurs et des hauteurs différentes et, pour enrayer ce danger, l'ISO (Organisation internationale de Standardisation) et l'ASA (American Standard Association) se sont mises d'accord pour normaliser les dimensions extérieures des conteneurs dans le but de permettre leur fabrication en grande série et de faciliter leur interchangeabilité entre des transporteurs différents.

Les deux modèles normalisés qui sont utilisés le plus souvent ont les dimensions extérieures suivantes :

Type	20 pieds		40 pieds	
	mètres	pieds	mètres	pieds
Longueur	6,06	20	12,19	40
Largeur	2,44	8	2,44	8
Hauteur	2,44	8	2,44	8

Les conteneurs de 40 pieds ou de 12,19 m de long sont très encombrants et leur manipulation devient difficile dans les ports qui ne sont pas équipés avec des engins de manutention spéciaux d'ailleurs très coûteux. Il en résulte que les conteneurs de 20 pieds sont les plus utilisés avec un volume utile de 20 à 25 mètres cubes dans le cas des conteneurs frigorifiques. Ce sont ceux qui sont en service sur la Côte d'Afrique à titre d'essai.

CARACTÉRISTIQUES DE CONSTRUCTION

Les conteneurs frigorifiques sont composés des éléments suivants :

- éléments constitutifs de la caisse (montants, parois extérieures)
- isolation thermique,
- parois intérieures,
- emplacement des portes,
- caillebotis,
- système de production du froid et ventilation.

Éléments constitutifs de la caisse, montants et parois extérieures.

Les montants des conteneurs sont en acier à haute résistance alors que les parois extérieures peuvent être en tôles nervurées en acier, en aluminium ou en contreplaqué en sandwich entre deux revêtements à base de fibres de verre et de résines polyester.

Le conteneur en acier est le moins cher, mais c'est le plus lourd, le plus robuste et le plus facile à réparer, il doit être peint avec des peintures d'excellentes qualités pour éviter d'être attaqué par l'air salin ou par les embruns.

Le conteneur à parois en aluminium est plus léger et il demande moins d'entretien des parois extérieures que le conteneur en acier, mais il est plus vulnérable aux mauvaises manutentions et les réparations sont plus délicates.

Le conteneur à parois en contreplaqué et plastique est le plus léger, son entretien contre la corrosion est nul et les réparations ne sont pas difficiles, il est maintenant au point.

Isolation thermique.

Elle s'effectue avec des panneaux en mousse de polyuréthane de 7 à 12 cm d'épaisseur et les coefficients moyens de transmission de chaleur, qui sont indiqués, sont excellents : 0,25 à 0,30. Il est prudent de majorer ce coefficient de 25 p. cent pour tenir compte d'un vieillissement possible de l'isolant.

Parois intérieures.

Elles jouent un rôle important dans un conteneur frigorifique parce qu'elles ne doivent pas dégager ni s'imprégner d'odeurs, et parce que leur profil peut intervenir dans la circulation de l'air (existence de cannelures facilitant la circulation de l'air autour du chargement).

Elles sont constituées par un revêtement en fibre de verre et en résines de polyester recouvert de gel coat.

Emplacement des portes.

Les conteneurs maritimes ont tous des portes sur une des deux parois frontales et le groupe frigorifique est placé à l'autre extrémité du conteneur. Chacun des deux battants de porte est muni d'une double crémone pour obtenir une bonne fermeture.

En pontée, les conteneurs sont chargés avec les portes vers l'avant, pour protéger le mieux possible le groupe frigorifique contre les embruns.

Les conteneurs frigorifiques ferroviaires ont des portes latérales qui conviennent mieux pour le chargement des marchandises sur un quai situé en bordure de voie ferrée.

Le conteneur maritime qui est placé sur un wagon plateforme sera déchargé plus facilement avec un quai en bout.

Caillebotis.

Les emballages (caisses de fruits) composant le chargement repose à la partie inférieure sur un caillebotis en alliage d'aluminium composé d'éléments longitudinaux, ayant la longueur du conteneur et qui comprennent une plaque formant semelle supportant 4 à 5 profils en forme de T d'une hauteur de 5 à 8 cm, de manière à permettre une circulation de l'air sous le chargement. L'âme de ces profilés peut être trouée pour faciliter la circulation de l'air de refoulement.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE FROID DANS LE CONTENEUR

Trois systèmes différents sont utilisés pour la production du froid dans les conteneurs frigorifiques :

- soufflage d'air froid dans un conteneur isotherme,
- évaporation d'azote liquide,
- utilisation d'un groupe frigorifique qui peut être incorporé ou détachable.

Soufflage d'air froid dans un conteneur isotherme.

Dans ce premier cas, le conteneur n'est plus qu'une caisse isolée raccordée à un réseau de ventilation installé dans une cale du navire porte-conteneur, il est muni de deux orifices circulaires sur la paroi frontale avant pour l'entrée et la sortie de l'air de ventilation, ainsi que d'un jeu de chicanes pour conduire l'air de refoulement sous le caillebotis et l'air aspiré vers l'orifice de sortie.

Cette solution a été adoptée par l'OCL (Oversea Container Line) qui assure le trafic entre l'Australie et l'Europe, elle présente les avantages suivants :

- gain de capacité utile des conteneurs : 3 à 4 m^3,
- prix de revient inférieur des conteneurs,
- régulation plus précise de la température de l'air qui circule dans les conteneurs,
- chargement sans difficulté dans les cales du navire porte-conteneur avec raccordement au réseau de ventilation en utilisant des joints à mise en place automatique.

Leurs dimensions intérieures sont les suivantes : 5,65 x 2,23 x 2,12 m, avec un volume utile de 27 m^3.

Ces conteneurs sont prévus pour le transport de denrées congelées ou de denrées réfrigérées, préalablement préréfrigérées.

Le navire porte-conteneur n'est chargé que du maintien de la température des denrées dans le conteneur.

Le renouvellement d'air frais, lorsqu'il est nécessaire, est effectué par le circuit de ventilation de l'installation frigorifique du navire qui refroidit l'air circulant dans le conteneur, il ne pose pas de problème.

Après déchargement du navire, les conteneurs sont utilisés en conteneurs isothermes pour les denrées réfrigérées transportées pendant une courte durée (2 à 3 jours) comme les pommes et les poires. Dans le cas des denrées congelées, il est prévu d'ajouter au conteneur un groupe frigorifique additionnel (clip on, clip off unit) qui a une production de 1.760 frigories/heure, utilisables à l'intérieur du conteneur, pour une température interne de -18°C.

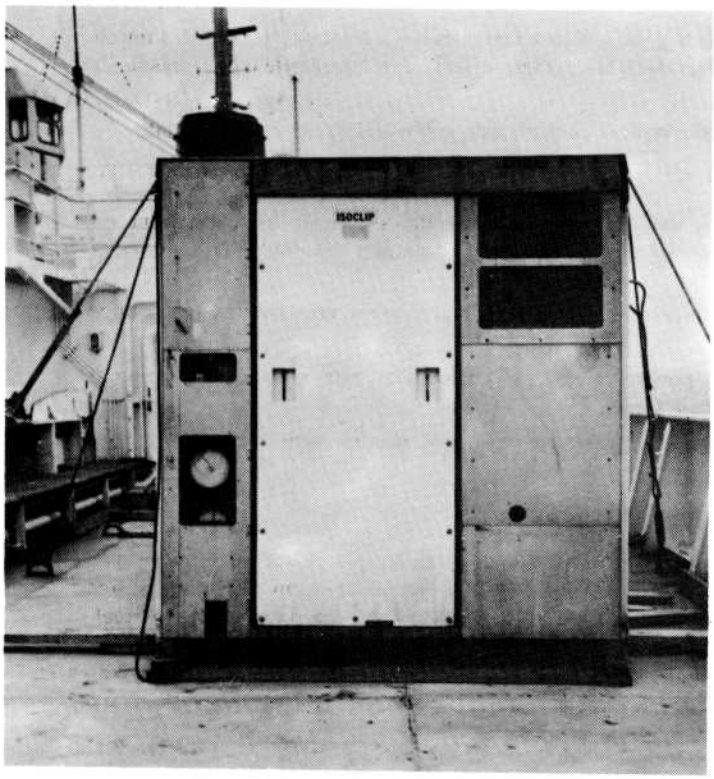


Photo 1 - Conteneur frigorifique IWK chargé en pontée.

Photo 2 - Conteneur OCL avec unité ISOCLIP.

La ventilation de ce groupe frigorifique additionnel souffle de l'air froid sous le caillebotis dans le sens longitudinal et l'air de reprise est simplement aspiré, au-dessus du chargement, par une ouverture rectangulaire placée à la partie supérieure de la paroi frontale intérieure à l'avant du conteneur, cette ouverture est reliée à l'orifice circulaire d'aspiration qui communique avec le groupe frigorifique (figure 1).

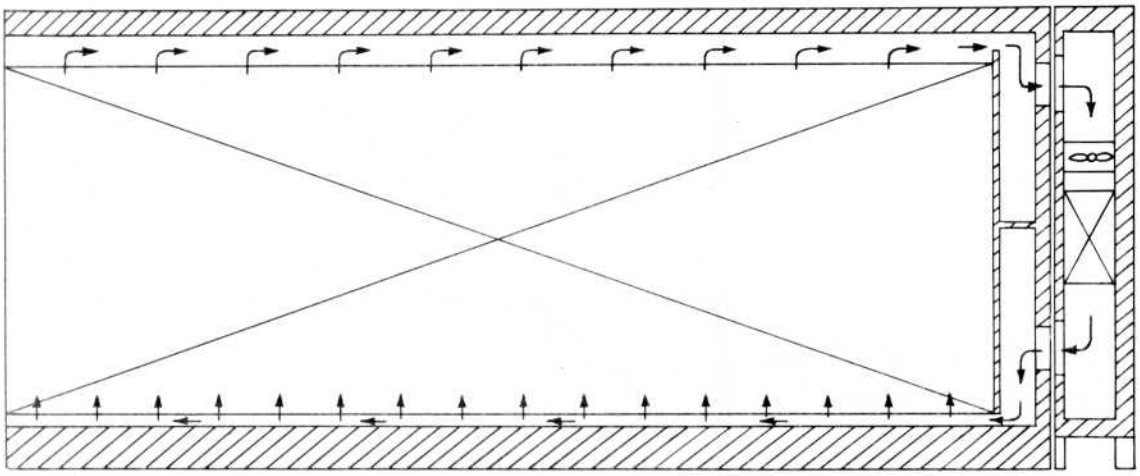


FIGURE 1 • Conteneur OCL avec unité ISOCLIP. Schéma de la circulation de l'air.

La flotte de conteneurs comprend un nombre de groupes frigorifiques additionnels inférieur au nombre total des conteneurs isothermes, ce qui limite les investissements.

Enfin, la régulation de la température pendant le transport maritime est précise (±0,5°C maximum) parce qu'elle est effectuée par l'installation frigorifique du bord qui a été équipée en conséquence.

Vaporisation d'azote liquide.

Ces conteneurs ont les dimensions intérieures suivantes: 5,74 x 2,19 x 2,05 m, avec un volume utile de 25 m^3.

L'équipement frigorifique comprend deux réservoirs de 400 litres pour l'azote liquide. Une rampe de vaporisation est commandée par une valve thermostatique. Comme il n'y a pas de pièces en mouvement, l'entretien de l'équipement frigorifique est simple, mais il faut tenir compte des difficultés d'approvisionnement et du prix de revient de l'azote liquide. Avec une consommation de 90 litres d'azote liquide par jour, l'autonomie du système n'est que de 8 jours. La vaporisation d'azote chasse une partie de l'oxygène du conteneur, sa teneur est abaissée à 5 p. cent environ, ce qui contribue à ralentir le métabolisme des fruits ou des légumes pendant le transport.

Des conteneurs de ce type ont été utilisés pour le transport de haricots verts entre le Maroc et la France.

Mais il est très important de noter que ces conteneurs n'ont pas de système de ventilation, ce qui constitue une lacune. La transmission de froid entre l'air et les denrées transportées s'effectue seulement par convection naturelle.

Groupe frigorifique incorporé ou groupe frigorifique détachable.

Le conteneur qui dispose d'un groupe frigorifique incorporé constitue une chambre froide mobile et autonome. C'est la solution qui paraît la plus indiquée, mais c'est aussi la plus compliquée pour l'exploitation et la plus onéreuse en investissement et en entretien.

L'installation frigorifique comprend un groupe électrogène pour la fourniture du courant électrique, un compresseur frigorifique semi-hermétique très robuste, au réfrigérant 12 (fréon), un condenseur à refroidissement à air, un évaporateur et un dispositif de contrôle et de régulation de la température de l'air à l'intérieur du conteneur. La position de l'évaporateur varie suivant les constructeurs.

THERMOKING, qui contrôle environ les deux tiers du marché, place l'évaporateur à l'intérieur du conteneur, à sa partie supérieure.

WEYSEHAUSER (USA) place un évaporateur à chaque bout du conteneur. Cette solution est appliquée à des conteneurs de 40 pieds (12 m) avec l'emploi d'un double plafond et d'un double plancher pour la ventilation.

IWK (Lübeck) place les évaporateurs le long des deux parois longitudinales du conteneur de 20 pieds. L'air est soufflé par deux groupes de 4 ventilateurs situés à la partie supérieure de chaque paroi latérale avec aspiration au-

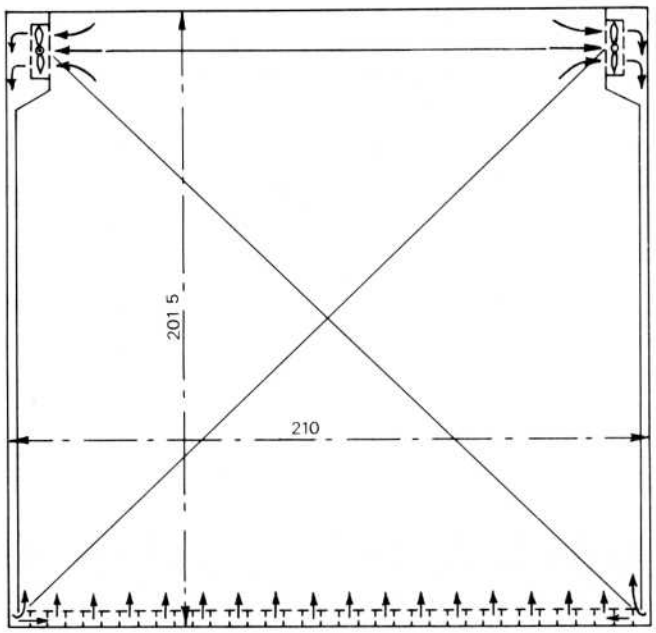


FIGURE 2 • Conteneur IWK - BBC.
Schéma de la ventilation.

dessus du chargement et refoulement transversal sous le caillebotis dont les âmes des profilés sont percées de trous pour permettre la circulation de l'air (figure 2).

Les compresseurs semi-hermétiques qui sont utilisés dans les groupes frigorifiques incorporés ne posent pas de problèmes de fonctionnement ou d'entretien, les difficultés qui ont été rencontrées dans la pratique proviennent surtout du moteur du groupe électrogène qui peut être un moteur au pentane ou un moteur diesel utilisant du gasoil.

Ces conteneurs voyagent généralement en pontée et le courant électrique nécessaire est fourni directement au terminal, à quai, ou à bord du navire sans avoir à utiliser le groupe électrogène.

Il faut encore noter que la nature du courant électrique peut poser un problème : les navires récents ont un réseau à 60 périodes et 440 volts, alors que des navires plus anciens utilisent du courant à 50 périodes et 380 volts.

VENTILATION DES CONTENEURS FRIGORIFIQUES

D'une manière générale, la ventilation des conteneurs frigorifiques est assez sommaire parce qu'elle est prévue pour un mode d'utilisation qui est bien précisé par les transporteurs : celui d'un arrimage des emballages qui réalise des canaux ou des cheminées pour la circulation de l'air dans le cas de denrées réfrigérées ou d'un arrimage compact avec une circulation d'air autour du chargement dans le cas de denrées congelées (la circulation de l'air se fait par les cannelures des parois).

De plus, la notice d'utilisation du conteneur précise que les denrées doivent être préréfrigérées avant chargement dans le conteneur frigorifique.

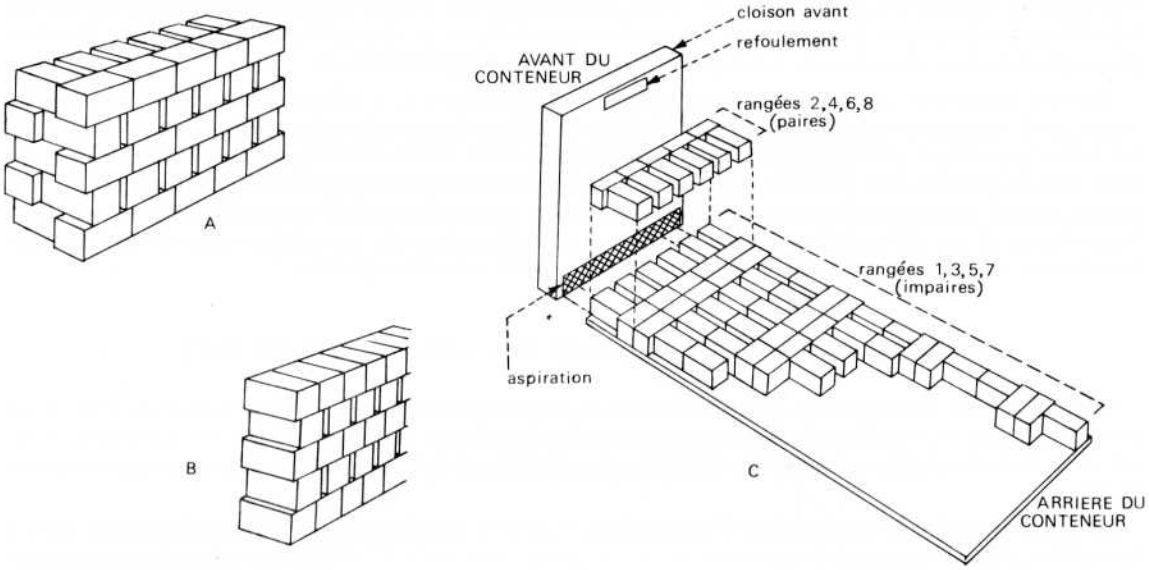
Le dispositif qui est le plus fréquemment utilisé (THERMOKING) consiste à souffler l'air froid au-dessus du chargement. L'air circule entre le plafond et la dernière rangée d'emballages et traverse le chargement soit par des cheminées verticales, soit par des canaux horizontaux qui ont été constitués avec le mode d'arrimage.

L'aspiration de l'air s'effectue à la partie inférieure de la paroi du fond du conteneur.

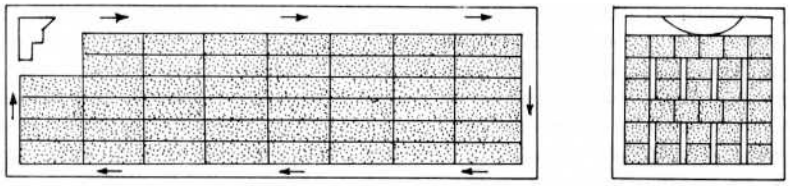
Dans le cas de l'arrimage avec des canaux horizontaux pour la circulation de l'air, il est nécessaire de laisser un espace libre entre le chargement et la porte du conteneur pour que l'air puisse descendre le long du chargement et pénétrer dans les canaux.

Ce mode de ventilation est basé sur un dispositif d'arrimage précis qui occasionne une perte de volume utile et une dépense de main-d'oeuvre plus importante que dans le cas de l'arrimage compact (figure 3).

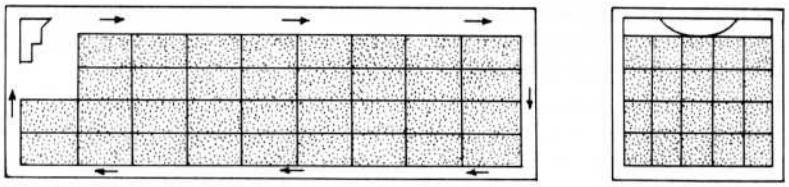
FIGURE 3 • Schémas d'arrimage. A B C D : denrées réfrigérées, E F : denrées congelées.



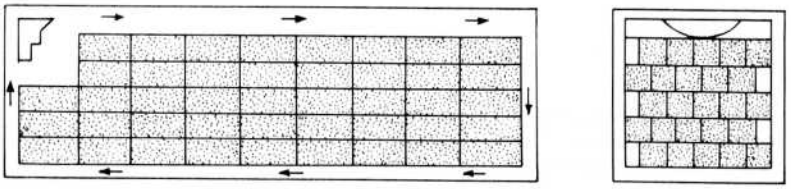
D . Chargement avec canaux de ventilation. Denrées réfrigérées.



E . Chargement compact. Denrées congelées.



F . Arrimage décalé. Denrées congelées.



Le conteneur IWK est prévu pour une ventilation verticale ascendante. L'air froid est refoulé sous le caillebotis et traverse le chargement de bas en haut, puis est aspiré à la partie supérieure. Ce système de ventilation convient à un arrimage compact s'il est homogène. Avec une largeur intérieure de 2,10 m qui, en général, n'est pas un multiple d'une des dimensions des emballages, il sera nécessaire d'adopter un dispositif mixte, par exemple, 4 cartons placés transversalement (en travers de barque) et 1 carton placé longitudinalement.

Les conteneurs IWK, utilisés sur la Côte d'Afrique, ont un système de ventilation particulier : l'air chaud est aspiré par 8 ventilateurs répartis également à la partie supérieure des parois longitudinales. Il est refoulé ensuite sur deux évaporateurs placés le long des deux parois latérales et est distribué le long de ces parois contre le caillebotis dont les profilés sont percés de trous permettant une circulation transversale de l'air. Ce dispositif est intéressant, mais il faut regretter que la pression de refoulement des ventilateurs soit trop faible (12 à 15 mm de colonne d'eau), ce qui indiquerait que ce modèle de conteneur frigorifique n'a pas été prévu pour des transports de denrées avec un arrimage compact qui oppose une résistance à la circulation de l'air.

RÉGULATION DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR DANS LE CONTENEUR

La régulation de la température de l'air à l'intérieur d'un conteneur refroidi par un groupe frigorifique incorporé comprenant un compresseur semi-hermétique avec un évaporateur en détente directe, est un problème difficile et la solution adoptée ne permet pas d'obtenir une régulation de la température de l'air avec la précision souhaitée.

Le peu de précision de la régulation de la température provient du fait que le groupe frigorifique doit pouvoir être utilisé pour une gamme de température de l'air comprise entre-20°C et +12°C, ce qui correspond à des variations importantes de la puissance frigorifique développée qui varie en sens inverse de la demande de froid :

Entre -20 et -25°C dans le conteneur, la puissance frigorifique développée est de 2.000 à 3.000 frigories/heure pour une demande qui se situe entre 1.500 et 2.000 frigories/heure, ce qui permet d'avoir un fonctionnement régulier du compresseur avec des cycles longs.

A 10°C dans le conteneur, la production frigorifique est supérieure à 4.000 frigories/heure, alors que le besoin de froid est compris entre 300 et 500 frigories/heure. Le compresseur devient surpuissant et il serait indiqué de pouvoir utiliser un dispositif permettant d'obtenir une réduction de puissance frigorifique (réduction de vitesse, by passage des gaz de refoulement, élimination de cylindre, etc.), mais les groupes frigorifiques de conteneurs n'ont pas de dispositif de réduction de production frigorifique et il en résulte que leur fonctionnement pour des températures d'évaporation comprises entre 0 et +10°C n'est pas favorable à l'obtention d'une bonne régulation de la température de l'air à l'intérieur du conteneur.

Dans ce cas, les cycles de fonctionnement du compresseur sont nombreux et courts, et l'abaissement de température de l'air de refoulement est rapide et brutal avec une amplitude qui peut atteindre 3 à 4°C. La variation de température de l'air de reprise qui a traversé le chargement est plus limitée (de l'ordre de 2 à 3°C) par suite de l'inertie du système, c'est ce qui explique le fait que la régulation de la température de l'air circulant dans le conteneur s'effectue habituellement en plaçant le capteur (bulbe sensible) dans l'air de reprise qui a des variations de températures plus amorties que celles de l'air de refoulement.

Ceci ne présente pas d'inconvénient pour les fruits qui sont peu sensibles au froid. Dans le cas contraire, il faut choisir une température de consigne assez élevée pour que la température la plus basse de l'air de refoulement ne soit pas dangereuse pour les fruits, ce qui revient à dire schématiquement qu'il faut relever la température de transport de +2°C environ par rapport à la température minimum de l'air de refoulement pour éviter les risques d'altération par le froid.

Il existe des dispositifs de régulation qui limitent la différentielle du thermostat de régulation en ajoutant la mise en service d'un réchauffage par résistances électriques lorsque la température est trop basse (thermorégulateur PARTLOW).

Contrôle de la température de l'air.

Ce contrôle s'effectue avec un thermomètre à lecture directe dont le bulbe sensible est placé dans l'air de reprise ou avec un thermomètre enregistreur. Ces appareils ont une assez grande inertie et sont peu sensibles parce qu'ils doivent résister aux chocs de manutention et aux mouvements du navire par mauvais temps. Il est essentiel de savoir que la température lue est une température moyenne, qui ne donne pas d'indication sur la température minimum et maximum correspondant à un cycle complet et qu'il faut considérer la possibilité d'un écart de 2°C avec la température minimum de l'air de refoulement.

RENOUVELLEMENT D'AIR FRAIS

Le renouvellement d'air frais est réalisé généralement avec des moyens simples.

Il existe un modèle de conteneur américain équipé avec un ventilateur particulier pour le renouvellement d'air, mais il est peu répandu. La solution adoptée habituellement consiste à ouvrir une trappe à commande manuelle à l'avant et à l'arrière du conteneur.

Les groupes frigorifiques additionnels des conteneurs de l'OVERSEA CONTAINER LINE ont un taux de renouvellement d'air de une fois le volume du conteneur en quatre heures, l'admission d'air s'effectue à l'aspiration du ventilateur.

Les conteneurs IWK utilisés sur la Côte d'Afrique n'ont pas de renouvellement d'air et il est remarquable de constater que les ananas sont transportés correctement. On admet l'existence d'une fuite d'air de l'ordre de 3 à 5 mètres cubes par heure par les portes, et par les orifices d'écoulement d'eau condensée, ce qui devrait être suffisant pour les ananas.

CONCLUSION SUR LES GROUPES FRIGORIFIQUES DE CONTENEURS

La sécurité de fonctionnement a conduit à l'emploi de compresseurs semi-hermétiques qui sont très robustes et conviennent bien pour l'utilisation du conteneur à -20°C. Mais ces compresseurs deviennent beaucoup trop puissants pour des températures de transport de +10 à +12°C, et comme il n'y a pas de dispositif de limitation de puissance, le compresseur fonctionne avec des cycles courts et fréquents, avec une différentielle de 2°C environ sur la température de l'air de reprise.

Pour améliorer cette situation, il faudrait ajouter un dispositif de réduction de puissance frigorifique qui augmente le prix d'achat de l'installation ainsi que sa complexité en diminuant sa sécurité de fonctionnement.

La sécurité de fonctionnement est un facteur très important parce que l'accès des conteneurs peut être rendu difficile ou même impossible par leur empilage sur le pont du navire ou par le gros temps, c'est ce qui explique le fait que les constructeurs ont une tendance marquée à adopter des solutions simples qui conviennent bien au cas du transport de denrées congelées constituant actuellement la principale utilisation de ce moyen de transport.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES A PRENDRE POUR L'UTILISATION DES CONTENEURS

Avant le remplissage du conteneur, il est nécessaire :

- de s'assurer de son état général : propreté, absence d'insectes, d'odeurs, etc. Il est recommandé de laisser les portes ouvertes jusqu'au moment du remplissage ;
- de vérifier le bon fonctionnement du groupe frigorifique et éventuellement du groupe électrogène ;
- d'arrimer le fret jusqu'à la porte ;
- de fermer soigneusement les portes ;
- de régler le thermostat à la température du transport.Entre le lieu de chargement et le terminal portuaire, le courant électrique est fourni par le groupe électrogène. Sur le terminal portuaire et à bord du navire, le courant électrique est fourni directement sans avoir besoin du groupe électrogène.

- Dans le cas de transport de fruits, ouvrir les volets avants et arrières pour assurer le renouvellement de l'air pour les conteneurs qui en sont munis.

RESPONSABLES DU FONCTIONNEMENT DU GROUPE FRIGORIFIQUE

Les responsables du fonctionnement du groupe frigorifique sont les personnes suivantes :

Dans le cas de transport terrestre : le transporteur chargé de l'acheminement qui signe le reçu pour remise de matériel et peut noter ses réserves sur ce document.

Pendant le stationnement sur le terminal : le spécialiste désigné pour alimenter le conteneur en courant électrique et vérifier son fonctionnement.

Pendant le transport maritime : le chef mécanicien du navire transporteur.

Les conteneurs frigorifiques sont très coûteux et assez vulnérables. Ils doivent être suivis avec vigilance de bout en bout du transport si l'on veut obtenir des résultats satisfaisants.

ESSAIS DE TRANSPORT D'ANANAS

En 1970, deux essais de transport d'ananas du Cameroun en conteneurs frigorifiques IWK ont été suivis par l'IFAC :

du 7 au 28 novembre 1970, 28 tonnes d'ananas du Cameroun expédiés dans 6 conteneurs. Durée du voyage maritime 14 jours. Observations effectuées 23 jours après la récolte (retard de 3 jours au Havre à cause d'une grève de dockers).

Arrivage satisfaisant. Caisses en carton en bon état. Pas de blessures des ananas.

Du 27 novembre au 26 décembre 1970, expédition de 3 conteneurs. Durée du voyage maritime 17 jours. Observations effectuées 20 à 21 jours après la récolte.

Arrivage très satisfaisant. Cartons en bon état. Fruits sans blessures.

Ces deux expéditions ont montré que les expéditions d'ananas par conteneurs donnaient de meilleurs résultats que celles faites par navires bananiers. Les fruits sont plus frais, moins meurtris et les cartons en excellent état, ce qui montre que les manutentions avec le transport en cales de navires sont plus brutales que celles du transport par conteneurs.

Il faut signaler que ces expéditions d'ananas par conteneurs frigorifiques ont été effectuées sans qu'il soit procédé à un renouvellement d'air parce que les conteneurs IWK n'ont pas de dispositif prévu à ce sujet. L'explication de l'absence d'avarie peut être la suivante : à +8°C, l'intensité respiratoire de l'ananas est faible (5 mg CO_2/kg/heure) ce qui correspond à une production de 0,250 m^3 de CO_2 par jour pour un chargement de 4,5 tonnes d'ananas. Les fuites d'air par les portes et par les deux orifices d'écoulement de l'eau condensée sont estimées entre 3 et 5 m^3 par heure, ce qui correspondrait à un taux de 3 à 5 renouvellements d'air par jour et pourrait être suffisant pour ne pas avoir une concentration trop élevée de gaz carbonique.

Transport des avocats par conteneurs frigorifiques.

L'utilisation des conteneurs frigorifiques pour le transport des avocats présente un intérêt réel puisqu'elle permet de remplacer le tarif du fret aérien par le tarif du fret maritime avec une diminution importante des frais de transport.

Il est prévu d'effectuer des essais de transport en 1972.