

TRANSPORT MARITIME DE LA BANANE DE L'UNION FRANÇAISE SOUS RÉGIME DU FROID

par

R. DEULLIN

Ingénieur

à l'Institut Français des recherches fruitières Outre-mer (I. F. A. C.).

Le transport maritime de la banane a pour but d'amener des lieux de production jusqu'aux centres de consommation un fruit en survie, maintenu en phase préclimactérique tout en ayant un degré de plénitude aussi élevé que possible.

Plus le fruit est plein, plus il est rentable pour le producteur et intéressant pour le consommateur puisqu'il sera plus savoureux et plus nutritif, mais sa stabilité diminue lorsque sa plénitude augmente. Le problème posé par le transport maritime de la banane consistera donc à mettre en œuvre les moyens techniques les plus appropriés pour prolonger sa stabilité : la réfrigération rapide, le maintien à la température de conservation la plus basse possible et la réalisation des conditions d'ambiance les plus indiquées (humidité, oxygène, gaz carbonique, etc.). Pour situer l'importance de ce transport il suffit d'indiquer que le tonnage exporté annuellement par mer dépasse 2 millions de tonnes à l'échelle mondiale et qu'en 1956 il a atteint 325 000 tonnes pour les territoires de l'Union Française. La flotte bananière française qui est en plein renouvellement s'accroît régulièrement et son effectif dépasse maintenant 30 navires.

Avec l'amélioration de nos connaissances sur la physiologie, l'évolution qui s'est produite dans la conception des installations frigorifiques et les progrès réalisés dans la technique de la ventilation, le transport maritime de la banane a subi au cours de ces dernières années des changements notables qui justifient un exposé d'ensemble constituant une mise au point.

Constatons d'abord que ce problème est loin d'être simple. Pour bien se rendre compte de sa complexité, il suffit de savoir qu'il y a quatre variétés exportées (Sinensis Naine, Grande Naine, Poyo, Gros Michel) avec des modes de conditionnement et de commercialisation qui peuvent varier, que les conditions portuaires et les trajets maritimes diffèrent (distance, climat, escales cadence de chargement), que l'armateur qui commande et exploite les navires bananiers a le choix entre des solutions techniques variées pour répondre au programme qu'il a établi (vitesse du navire, disposition des cales, tranches de froid, puissance frigorifique, détente directe ou indirecte, fluide frigorigène, système de ventilation, courant continu ou alternatif, etc.).

Il en résulte que la flotte bananière française qui se trouve répartie entre cinq armements n'est pas composée de navires du même type, mais par des groupes de navires répondant à la doctrine de chaque armateur.

Une présentation détaillée des différents types de navire nous entraînerait trop loin, aussi nous nous bornerons à donner une vue générale du transport maritime de la banane en indiquant ses bases essentielles avec les problèmes qui en découlent et les tendances nouvelles qui s'en dégagent.

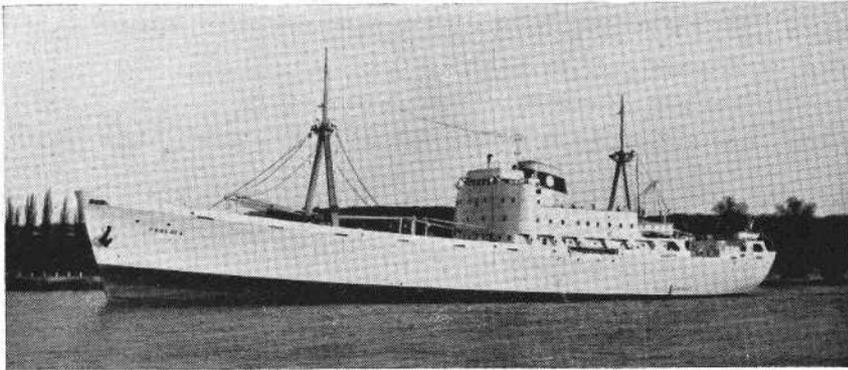


FIG. 1. — Le *Foulaya* de la Compagnie Fruitière de Navigation
(Documentation Chantiers de la Loire).

LA DURÉE DU TRANSPORT

Elle doit être aussi courte que possible, ce qui revient à dire qu'il faut disposer de navires rapides.

Avant la guerre les navires bananiers avaient des vitesses commerciales de 13 à 14 nœuds avec des puissances motrices de 3 500 à 4 500 CV pour un volume de cales de 4 500 à 5 000 m³. Actuellement la vitesse commerciale est de 16 à 17 nœuds pour une puissance motrice de 5 000 à 6 400 CV et un volume de cales de 4 900 à 6 000 m³. Ce qui montre qu'un gain de vitesse de 2 à 3 nœuds a été obtenu avec une forte augmentation de la puissance motrice. Il en résulte un gain de temps appréciable, de plusieurs jours, pour les territoires éloignés (Antilles, Cameroun, A.-E. F.).

Peut-on espérer que l'augmentation de la vitesse va se poursuivre ? Il est difficile de le savoir. Mais il est permis de dire que pendant quelques années la vitesse commerciale des navires bananiers ne subira pas de changements importants, autrement dit, la durée du transport pour les territoires de l'Union Française qui se situe entre 9 et 14 jours est peu susceptible de grandes variations.

STABILITÉ DU FRUIT

Le fruit doit rester en phase préclimactérique pendant toute la durée du transport maritime de la banane. Toute augmentation de la stabilité résultant

d'un perfectionnement de la technique du transport permettra de récolter un fruit de plus grande plénitude. Ce qui nous conduit à examiner le refroidissement du fruit, le maintien en température et l'ambiance à réaliser.

REFROIDISSEMENT DES RÉGIMES DE BANANES

Le refroidissement des régimes de bananes constitue une des phases les plus importantes du transport maritime. Dire qu'il faut refroidir rapidement n'est pas suffisant, il faut pouvoir définir la qualité d'un bon refroidissement et être en mesure de la déterminer.

La qualité d'un refroidissement sera

définie par une notion de vitesse de refroidissement et par celle de son uniformité.

Vitesse de refroidissement.

Pour caractériser le refroidissement d'un régime de bananes il est possible d'utiliser plusieurs définitions. La plus simple consiste à indiquer le temps total qui est nécessaire pour obtenir la température finale désirée (qui est voisine de 12° C pour les bananes de l'Union Française). Cette définition est peu satisfaisante parce qu'il y a plusieurs manières de refroidir dans le même temps et qu'elle accorde une trop grande importance à la phase finale qui prend beaucoup de temps pour un faible refroidissement. Un autre moyen de caractériser le refroidissement, c'est de déterminer expérimentalement la portion de la courbe de refroidissement qui présente une utilité pratique et de définir la vitesse moyenne de refroidissement dans la portion considérée.

Une autre définition peut encore être obtenue en cherchant à relier par une expression mathématique le refroidissement du régime à la température de l'air de réfrigération et au temps.

La seconde définition est la plus simple. Elle part de l'idée que le fruit doit être refroidi rapidement et que l'essentiel est d'abaisser la température du fruit jusqu'à une température telle qu'il puisse être considéré comme étant suf-

FIG. 2. — Le *Fort Carillon* de la Compagnie Générale Transatlantique
(Documentation Chantiers de Provence).

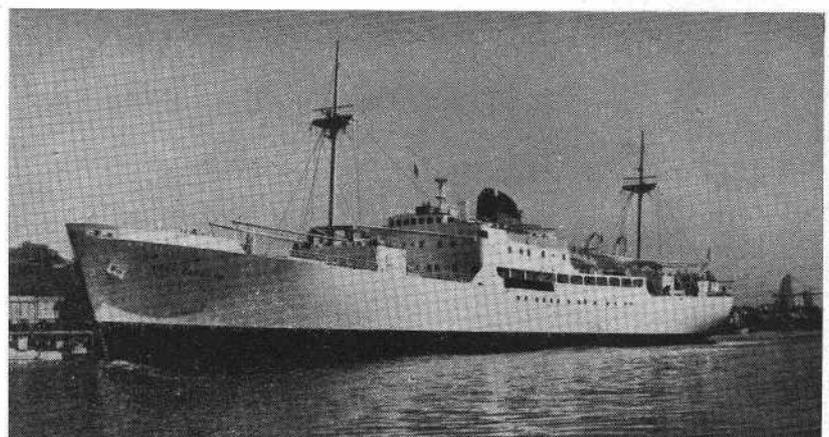
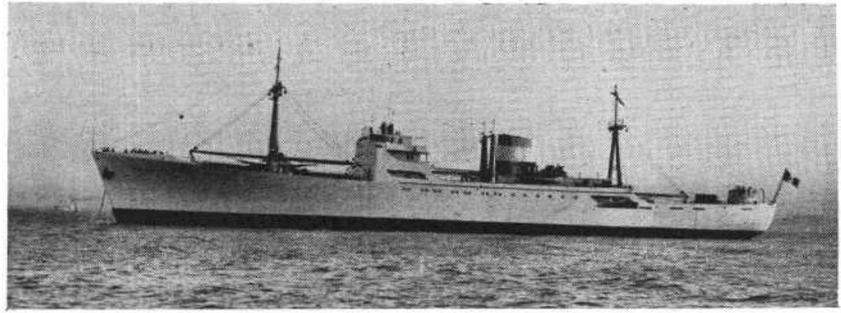


FIG. 3. — Le *Djungo* de l'armement L. Martin et Cie (Documentation L. Martin et Cie).



fisamment stabilisé pour que la fin du refroidissement qui est forcément longue, n'ait plus à être prise en considération. Par exemple, le refroidissement pourra être défini par la moyenne horaire d'abaissement de température pendant les 12 premières heures, ou encore la moyenne horaire d'abaissement de température entre la température initiale du régime et 15° C qui peut être choisie comme température de stabilisation pratique du fruit.

Pour montrer que cette température de 15° C a une signification nous allons comparer les intensités respiratoires aux températures de 28° C, de 15° C et de 12° 5, température finale du fruit, l'intensité respiratoire pouvant être considérée comme un test d'activité physiologique du fruit.

Ces chiffres montrent qu'à 15° l'intensité respiratoire de la banane est voisine de celle de 12° 5 et que le chemin parcouru entre 28° C et 15° C est beaucoup plus important que celui qui reste à faire entre 15° C et 12° 5 C. Or des relevés pratiques montrent que pour le cas considéré (celui de régimes emballés, placés près de la paroi de la gaine de refoulement) il faut deux fois moins de temps pour refroidir le régime de la température initiale jusqu'à 15° C que pour abaisser sa température de 15° à 12,5° C.

La courbe de refroidissement du régime pour le même cas, comparée à celle de l'air de refroidissement donne les résultats suivants :

Température en degrés C	28° C	15° C	12° 5 C	
Intensité respiratoire mg/CO ₂ /kg/heure....	50	18	14	
Température de l'air de refoulement en degrés C	18°	12°	12°	12°
Température du régime en degrés C ..	26°	20°	15°	12° 5
Durée de refroidissement en heures...	début	12 h	36 h	108 h

Ainsi le refroidissement du régime pourra être défini, soit par la vitesse de refroidissement pendant la première période de 12 heures qui est de 0° 5 à l'heure, soit par la vitesse moyenne de refroidissement à partir de la température initiale de 26° jusqu'à celle de 15° qui est de 0° 3 à l'heure.

Ce tableau qui ne concerne qu'un cas particulier montre que la courbe de refroidissement de l'air de refoulement n'est pas suffisante pour définir le refroidissement du régime de banane. Il

montre aussi que le refroidissement peut être divisé en deux phases.

Pendant la première, l'écart entre les températures de l'air et le régime varie peu, la réfrigération se fait avec la vitesse maximum.

Pendant la seconde phase, la température de l'air de réfrigération reste constante et l'écart de température entre le fruit et l'air va en diminuant, la vitesse de refroidissement des régimes décroît.

Pour éviter des malentendus, il est indispensable de bien préciser la température qui est prise en considération : celle de l'air de refoulement ou celle des fruits. Refroidir l'air de refoulement à 12° en 12 heures pour un chargement de fruits emballés n'a rien d'exceptionnel pour un navire bananier récent chargé en deux journées, mais bien entendu, il faut se garder de conclure que les régimes sont à une tem-

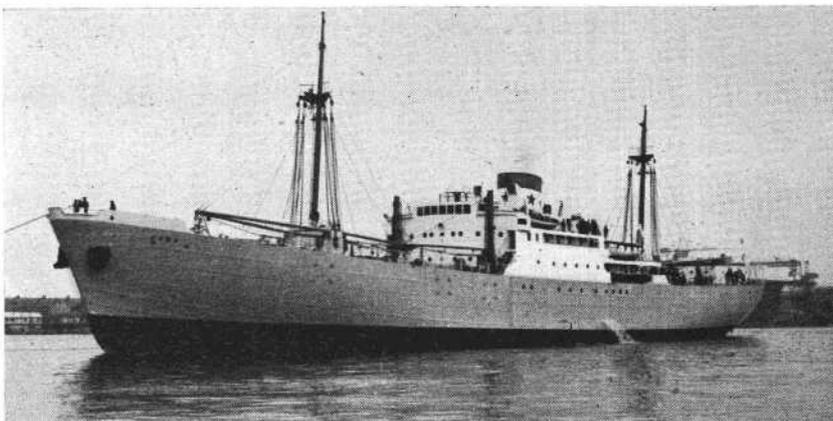


FIG. 4. Le *Koba* de la Compagnie Maritime des Chargeurs Réunis (Documentation des Chargeurs Réunis).

pérature voisine de 12° au bout de 12 heures. Dans la pratique, il est très facile de mesurer la température de l'air de refoulement, alors qu'il n'est pas possible de mesurer couramment celle des fruits, c'est pourquoi une relation mathématique reliant les deux courbes serait très intéressante. Cette relation doit faire intervenir les échanges thermiques qui se produisent entre l'air et le régime considéré et entre ce régime et les régimes voisins. Le coefficient de transmission usuel K exprimé en calories/mètre carré/degré C/heure ne peut être utilisé parce que l'on ne connaît pas la surface qui est en contact avec l'air. Il faut utiliser un coefficient global et des études sont en cours pour déterminer le coefficient de transfert de chaleur par tonne de fruit/degré centigrade/heure proposé par Hales. La connaissance de ce coefficient pour les différents cas à prendre en considération (fruit nu, fruit en housse polythène, fruit emballé) en fonction du coefficient de brassage sera très utile pour mieux connaître la puissance frigorifique à fournir à chaque frigorifère et pour définir le coefficient de brassage le plus approprié à chacun des cas considérés.

Uniformité du refroidissement.

Les régimes d'un même compartiment doivent avoir des courbes de refroidissement semblables. Des écarts importants de température entre les ré-

gimes d'un même compartiment seront l'indice d'une défectuosité de la ventilation. L'uniformité de refroidissement pourrait être définie par la courbe moyenne et par la dispersion des températures par rapport à la moyenne.

Avec les deux notions de vitesse de refroidissement et d'uniformité, il devient possible de mesurer la qualité d'un refroidissement et d'effectuer des comparaisons.

Bien entendu ces mesures ne sont pas à prendre en considération pour la pratique courante du transport, mais elles peuvent trouver un champ d'application pour les essais de réception d'installations de navire et pour les études de l'efficacité comparée des différents systèmes de ventilation.

Nous nous sommes étendus un peu longuement sur ce point parce qu'il nous a paru indispensable de préciser la notion essentielle du refroidissement des régimes de bananes.

BILAN FRIGORIFIQUE DU TRANSPORT

Il est bon d'avoir une idée de la répartition de la production frigorifique en début de réfrigération. Le tableau ci-dessous donne des valeurs indicatives pour le cas d'un chargement de 1 200 tonnes de fruits nus en considérant deux modes de chargement et en admettant une vitesse de refroidissement des régimes de 0°5 à l'heure en début de réfrigération.

	Chargement de 1 200 t en continu		Chargement de 600 t le premier jour	
	Frigories/heure	%	Frigories/heure	%
Pertes par les parois	70 000	10	70 000	17
Chaleur de ventilation	75 000	11	60 000	15
Respiration des fruits	150 000	21	75 000	18
Refroidissement des régimes	410 000	58	205 000	50
Total	705 000	100	410 000	100

Ce qui permet de voir que la réfrigération des fruits ne commence qu'avec une puissance frigorifique développée supérieure à 295 000 frigories/heure dans le premier cas, et 205 000 frigo-

ries/heure dans le second cas. Le refroidissement d'un navire chargé rapidement, en une seule fois exige la mise en œuvre d'une puissance frigorifique importante, ce qui n'est pas le cas pour



FIG. 5. — Le Comoe de la Compagnie de Navigation Fraissinet et C. Fabre (Documentation de la Cie Fraissinet).

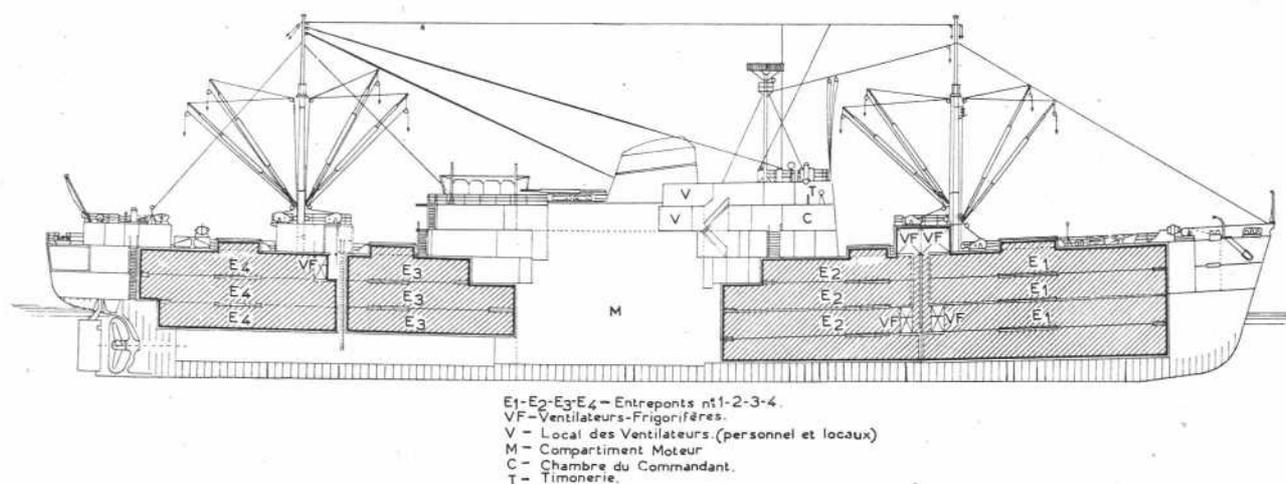


Fig. 6. — Coupe du navire *Fort Royal* de la Compagnie Générale Transatlantique montrant la disposition des cales (Documentation de la Compagnie Générale Transatlantique).

le chargement en deux journées. La chaleur de respiration diminue rapidement lorsque la température des fruits est en dessous de 20°, à ce moment, la température de l'air de refoulement est constante, la possibilité d'échanges thermiques entre les régimes et l'air diminue et la puissance frigorifique du navire devient surabondante. La puissance frigorifique d'un navire bananier n'est utilisée à son maximum que pendant un temps court qui ne doit pas dépasser en général 48 heures.

L'ATMOSPHÈRE ENTOURANT LE FRUIT

Les travaux de recherche sur la physiologie de la banane nous apprennent que l'atmosphère la plus favorable à la banane est la suivante.

Oxygène : 12 à 14 % (teneur inférieure à celle de l'air).

Gaz carbonique : 4 à 6 %.

Humidité relative : la plus élevée possible.

Ethylène et gaz volatils : absence.

Dans la pratique, l'atmosphère réalisée autour du régime est celle du circuit de ventilation lorsque le fruit est transporté nu ; avec les enveloppes en polythène la teneur en oxygène est abaissée, celle en gaz carbonique est probablement augmentée et l'humidité relative voisine de la saturation. Ce qui

revient à dire que l'on se trouve sensiblement dans les conditions recommandées. Avec l'emballage guinéen (paille, papier) la perméabilité de l'emballage aux gaz permet à l'éthylène et au gaz carbonique de s'évacuer. La teneur en oxygène doit être celle de l'air, il n'y a que l'humidité relative qui est plus élevée. C'est l'enveloppe en polyéthylène qui permet d'obtenir l'atmosphère la plus favorable sans imposer de solutions techniques compliquées.

TEMPÉRATURE DE TRANSPORT

La banane ne peut pas supporter sans altération profonde une température voisine de 0°. La température la plus basse qui puisse lui être appliquée se situe vers 12° C. Il n'y a pas une température de transport valable pour toutes les variétés, mais il y a une température à appliquer à chaque type de transport en tenant compte de trois facteurs : la variété, la longueur du voyage le mode de conditionnement. Wardlaw et Mac Guire ont montré que la sensibilité de la banane au froid était un effet cumulatif de la température et de la durée. Par exemple, le régime de Gros Michel peut rester 24 jours exposé à l'air à 12° sans être altéré, alors qu'il sera atteint après une exposition de 14 jours à l'air à 11° (53 F). La banane

Sinensis serait légèrement moins sensible que la Gros Michel, par contre la banane Lacatan produite en Jamaïque est transportée à 14° (58 F). Les fruits en housse polythène sont plus vulnérables à la température que les fruits en emballage guinéen, ce qui montre l'influence du mode de conditionnement.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU NAVIRE BANANIER

Nous pouvons maintenant définir les caractères généraux du navire bananier : c'est une station de prérefrigération flottante qui doit pouvoir refroidir rapidement la cargaison, c'est-à-dire disposer d'une puissance frigorifique élevée qui ne sera utilisée que pendant le début de la réfrigération, ensuite la puissance frigorifique nécessaire diminuera rapidement jusqu'à un minimum qui correspond au transport du fruit refroidi. Il suffit de compenser les pertes de frigorifiques par les parois du navire, la chaleur des ventilateurs et la chaleur de respiration du fruit. En période de temps froid les pertes par les parois peuvent être limitées et la puissance frigorifique en fin de transport sera réduite à 20 % de celle qui est nécessaire en début de réfrigération. Les navires bananiers disposent de 2 à 4 compresseurs frigorifiques, comme

ils n'utilisent la puissance frigorifique maximum que pendant un à deux jours à chaque voyage, il y a pratiquement un compresseur de réserve pendant 80 à 90 % du temps de marche et le voyage aller à vide donne tout le temps nécessaire pour la visite et l'entretien. Le navire bananier se différencie donc essentiellement des autres navires frigorifiques par le fait qu'il n'a pas besoin d'un compresseur de réserve. La puissance frigorifique à prévoir sera celle qui est demandée par les besoins de la réfrigération.

Un autre caractère du navire bananier c'est que les surfaces des frigorifères doivent être calculées largement pour permettre le transfert à l'air de la puissance frigorifique nécessaire à l'obtention d'un refroidissement rapide des fruits. Dans le cas de chargement du navire bananier en deux journées, ce qui est fréquent, le bord dispose le premier jour d'une puissance frigorifique surabondante. Il est intéressant de pouvoir utiliser l'intervalle de 12 heures qui sépare la fin du premier chargement du début du second chargement pour obtenir un refroidissement important de la première tranche, ce qui représente un gain de 40 à 50 000 frigorifères/heure sur la chaleur de respiration des fruits et permet de disposer d'une puissance frigorifique élevée pour mener activement le refroidissement de la seconde partie du chargement, en outre, une surface développée des frigorifères permettra, en période de transport, après le refroidissement, d'obtenir une humidité relative élevée. Le navire bananier doit bien entendu disposer de ventilateurs puissants capables d'obtenir des coefficients de brassage de l'ordre de 60 à 80.

Les parois du navire seront isolées pour tenir compte d'écart de température de 15 à 20° entre les cales et l'eau de mer.

Enfin, un dispositif de renouvellement de l'air doit être prévu pour extraire l'air des cales et le remplacer par de l'air frais. Ajoutons à ces considérations que l'équipement du navire bananier sera examiné par l'armateur

sous l'angle du prix de revient, et de la rentabilité qui fait intervenir le volume utilisable pour le transport de la banane par rapport au volume total des cales et le nombre de rotations annuelles qui dépend du territoire à desservir, des escales et de la vitesse.

L'armateur peut aussi envisager l'utilisation éventuelle de son navire pour des transports d'autres fruits à des températures plus basses que celles demandées pour la banane, ce qui peut conduire au renforcement de l'isolation.

Après ces considérations, nous allons examiner plus en détail l'isolation, l'installation frigorifique, la ventilation et l'équipement des cales du navire bananier.

L'ISOLATION DU NAVIRE BANANIER

L'isolation thermique des compartiments de cale des navires anciens était réalisée par un bourrage de liège granulé avec utilisation de plaques de liège expansé pour certaines parties du navire dans la plupart des cas, quelquefois par un bourrage de laine de verre. Les épaisseurs courantes étaient de 250 à 300 mm pour les ponts et les fonds de cale et de 150 à 200 mm pour le bordé.

La tendance actuelle est de remplacer la technique du bourrage par l'ap-

plication de panneaux de feutre de verre ou de feutre de laine minérale imprégnée.

L'isolation, au liège granulé, qui n'est pas abandonnée, est moins onéreuse à la construction du navire. Mais l'isolation au feutre de verre ou de laine de roche présente d'autres avantages qui peuvent justifier un prix de revient plus élevé : elle est incombustible, imputrescible et ne nécessite pas d'entretien, les réparations de la coque du navire sont beaucoup plus faciles.

L'isolation est coûteuse (il faut de 800 à 1 200 m³ d'isolant pour un navire bananier) comme l'écart de température entre la cale et l'air extérieur n'est pas très élevé (15 à 20°) il n'est pas nécessaire d'utiliser de grandes épaisseurs. Il n'en reste pas moins que son prix représente 30 à 40 % environ des dépenses totales d'équipement spécialisé du navire pour le transport de la banane. Une augmentation d'épaisseur de l'isolant se traduit par une dépense élevée pour un gain de frigorifères qui n'est pas en rapport avec les frais engagés. Il est préférable à dépense égale d'augmenter la puissance frigorifique du navire.

La perte de frigorifères par les parois du navire bananier se calcule approximativement en utilisant le coefficient moyen de conductibilité du navire qui est évalué à :

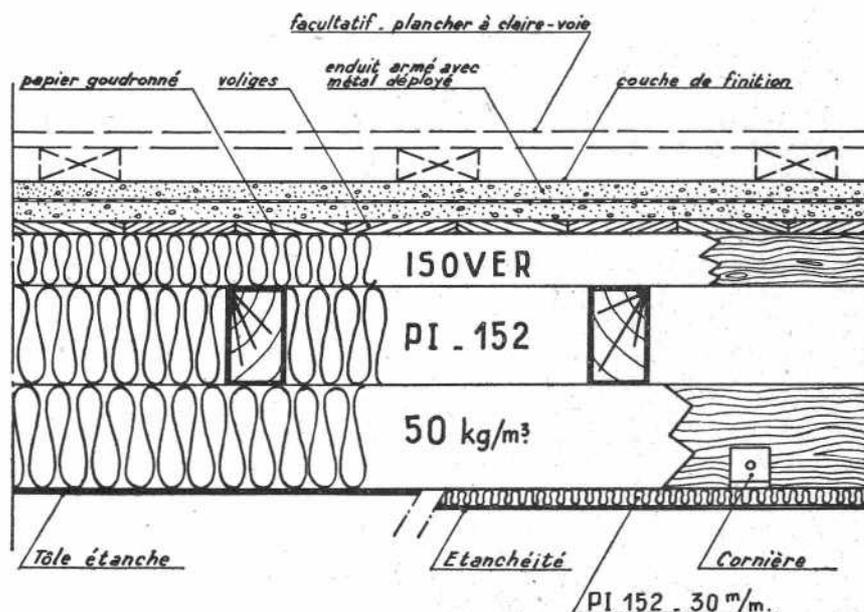
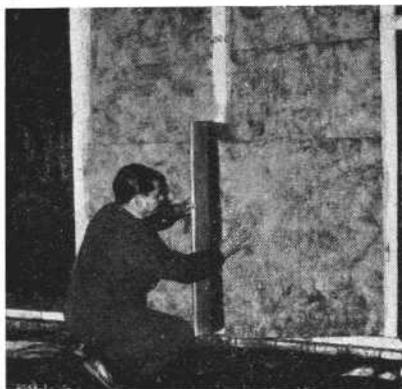


FIG. 7. — Schéma d'isolation avec des panneaux Isover (Documentation Sté Fibriver).



$K = 1,2$ pour l'isolation au liège granulé ;

$K = 1$ pour l'isolation avec des panneaux en fibre minérale.

Des travaux récents ont montré que le chiffre de 0,7 pouvait être atteint avec l'emploi de fibres minérales bien posées.

Signalons que la pose de l'isolant joue un rôle essentiel à cause de la structure du navire (membrures et lambourdes) et influence notablement la valeur du coefficient K .

A titre indicatif, voici quelques chiffres concernant l'isolation d'un navire bananier :

volume de cale 4 600 m³ ;

surface isolée 4 700 m² (15 % pour les plafonds de ballast, 85 % pour les ponts, les cloisons, le bordé).

Avec un écart moyen de 15° entre les cales et l'extérieur, ce qui constitue un chiffre maximum, la perte de froid par les parois sera de 70 000 frigories/heure, ce qui ne représente que 10 % de la puissance frigorifique. Comme on le voit, une augmentation de l'épaisseur de l'isolant ne permet d'obtenir qu'un gain limité pour une dépense relativement importante.

L'INSTALLATION FRIGORIFIQUE DES NAVIRES BANANIERS

La conception des installations frigorifiques des navires bananiers a suivi, au cours de ces dernières années une évolution marquée en ce qui concerne l'augmentation de la puissance frigorifique, le nombre des compresseurs et

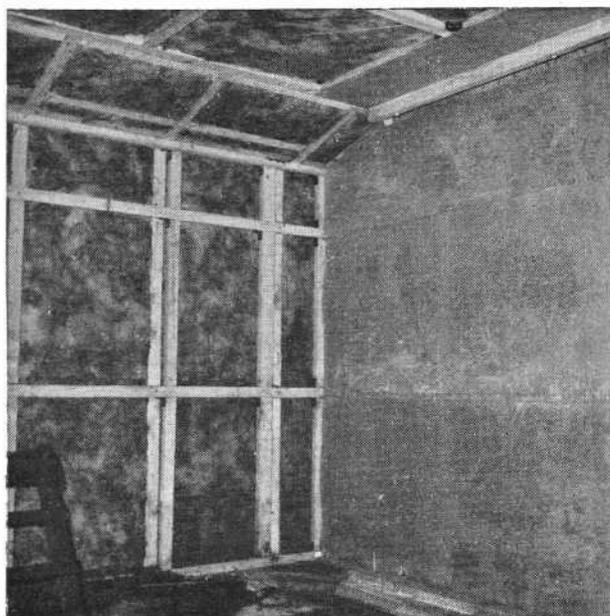


FIG. 8 et 9. — Pose de panneaux d'« Isover » pour l'isolation d'un navire. Mise en place de la dernière couche (Documentation Fibriver).

leur conception, l'emploi du « Fréon »⁽¹⁾, le contrôle des installations.

Puissance frigorifique.

La puissance frigorifique d'un navire bananier dépend du tonnage à transporter, du mode de chargement (continu ou en plusieurs fois), de la vitesse de refroidissement recherchée. Les unités nouvelles doivent être prévues pour le transport du fruit emballé et des régimes en housses de polyéthylène qui permettent une densité de chargement plus élevée. Les navires de 6 000 m³ de la Compagnie Générale Transatlantique sont annoncés pour une capacité de 1750 t pour fruits en vrac nu ou en polyéthylène et 1 300 t de fruits emballés. Le « Foulaya » de la Compagnie de Navigation Fruitière et le « Comoe » de la Compagnie Fraissinet sont indiqués pour une capacité de 1 150 t de bananes emballées, ce qui correspond à 1 500 t de bananes nues ou en polyéthylène.

Les puissances frigorifiques indiquées sont les suivantes :

« Fort Royal » : 810 000 f/heure à 0° et + 40° ;

« Foulaya » : 945 000 f/heure à + 4° et + 38° ;

(1) Dichlorodifluorométhane, communément connu sous le nom de « Fréon 12 ». (Voir tableau, page 234.)

« Comoe » : 780 000 f/heure à + 4° et + 38°.

Ces chiffres montrent une augmentation importante de la puissance frigorifique par rapport aux navires bananiers anciens. Il semble que ces puissances soient suffisantes pour obtenir une réfrigération rapide des fruits et que le problème crucial du transport maritime de la banane ne soit pas celui de produire beaucoup de frigories mais plutôt celui de pouvoir les transmettre rapidement aux régimes arrimés dans les cales.

Les compresseurs frigorifiques sont plus nombreux, trois le plus souvent, quatre dans la série des « Fort » de la Compagnie Générale Transatlantique.

Les compresseurs lents et encombrants sont remplacés par des compresseurs plus rapides (600 à 800 t/m), beaucoup moins volumineux avec des cylindres en V ou en W.

Chaque compresseur dessert un circuit autonome avec condenseur et évaporateur.

Le gaz carbonique n'est plus utilisé comme fluide frigorigène et les armateurs marquent une préférence pour l'emploi du « fréon » et de la saumure (Compagnie Générale Transatlantique, Chargeurs Réunis, Fraissinet, Martin). Mais l'ammoniac et la détente directe

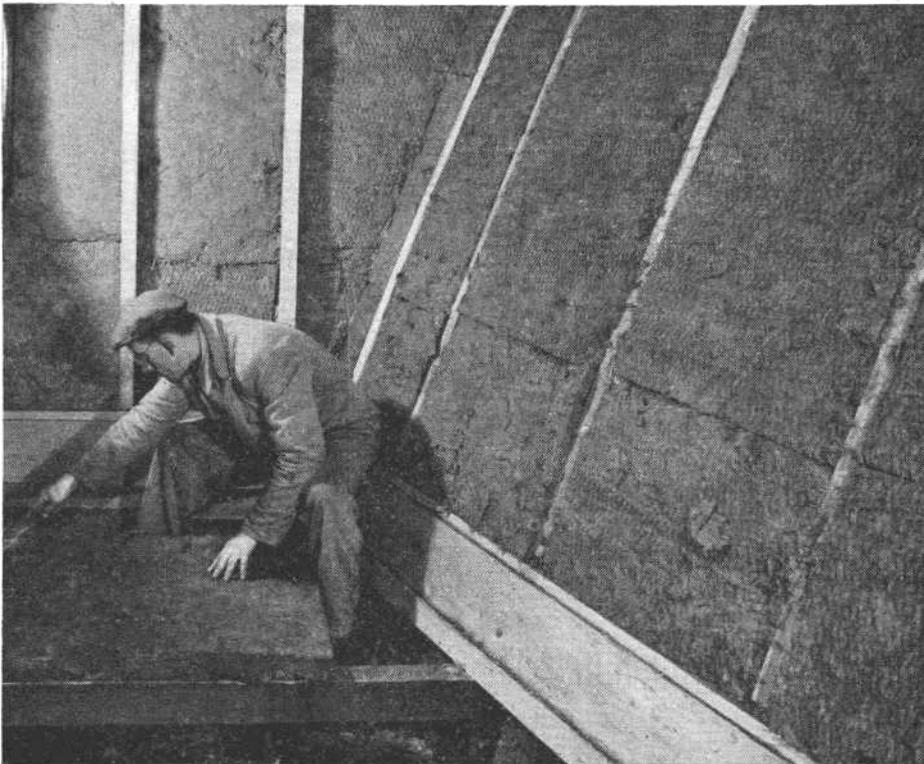


FIG. 10. — Pose des panneaux isolants de « Roclairne ».

conservent encore des partisans (Compagnie de Navigation Fruitière).

La conduite des installations frigorifiques à détente directe est plus délicate que celle des installations à Saumure, mais les progrès réalisés par l'automatisme pour l'alimentation des frigorifères donnent le moyen de résoudre le

problème d'une plus grande difficulté de conduite. Dans un rapport présenté au Congrès International du Froid à Paris en 1955, M. Neuschwander a établi une comparaison entre les installations à ammoniacque à détente directe et les installations à « Fréon » et Saumure.

	Poids	Prix	Force motrice
« Fréon » 12. Saumure.....	1	1	1
Ammoniaque. Détente directe.....	0,85	0,75	0,75

L'installation frigorifique d'un navire bananier doit pouvoir moduler la production de frigories depuis la puissance maximum jusqu'à la marche à puissance réduite à 20 %. Cette modulation est obtenue par le nombre des compresseurs et la possibilité de modifier la production frigorifique de chaque compresseur par un dispositif à commande manuelle ou automatique permettant de faire varier la puissance de chacun d'eux en continu de 100 % à

25 % de sa puissance. La mise en route des compresseurs est automatique et des dispositifs de sécurité arrêtent le compresseur en cas de danger (pressostat à maxima et à minima).

Avec la détente directe, il est possible

FIG. 11. — Courbes établies par A. Neuschwander et présentées au Congrès International du Froid (Paris 1955) dans une communication intitulée : Transport maritime de la banane: considérations relatives à l'installation frigorifique des navires bananiers.

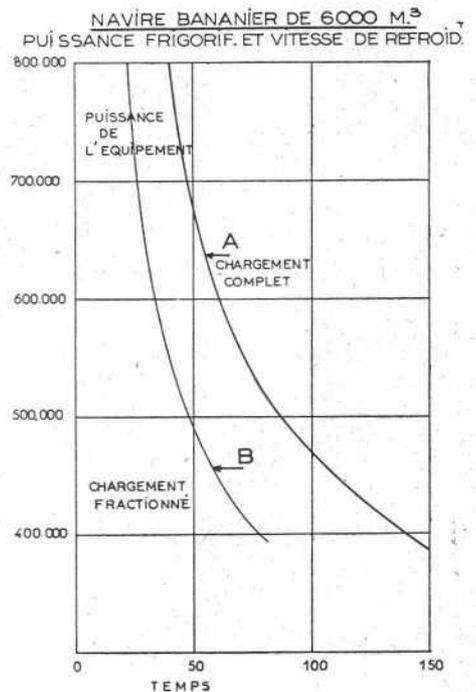


FIG. 3.
A. Refroidissement simultané.
B. Refroidissement en cascade.

de régler la température de l'air de chaque tranche de ventilation, indépendamment, en agissant sur l'alimentation du frigorifère.

Avec la Saumure, le réglage s'effectue en agissant sur la quantité de Saumure envoyée dans chaque batterie. Les navires bananiers qui sont prévus pour les chargements mixtes, bananes et une autre cargaison de fruits peuvent être équipés avec un jeu de collecteurs doubles aux frigorifères pour pouvoir maintenir des températures différentes dans chaque tranche isolée. Ce système trouve également une application pour la banane dans le cas de chargement dans des ports différents, une partie du chargement est déjà refroidie alors que l'autre est en cours de refroidissement.

Les batteries de refroidissement (frigorifères) sont à ailettes, ce qui réduit leur encombrement. L'écartement des ailettes dépend de la destination du navire, bananier seulement ou bananier-fruitier à cause du givrage.

LA VENTILATION DU NAVIRE BANANIER

La ventilation a deux rôles dans un navire bananier : d'abord réfrigérer ra-

pidement le chargement en transférant les frigorifères du frigorifère au chargement, ensuite pendant la période de transport en régime de croisière maintenir la température désirée et réaliser dans les cales une atmosphère donnée.

La tendance qui s'est manifestée au cours de ces dernières années en matière de ventilation a été d'augmenter le coefficient de brassage des navires bananiers. Elle est normale, elle va de pair avec l'augmentation de la puissance frigorifique.

Les taux de brassage qui étaient de 40 à 60 sur les bananiers d'avant guerre sont maintenant de 60 à 80. La détermination du taux de brassage adopté relève plus de l'expérience acquise que de considérations théoriques. Le taux de brassage doit dépendre du mode de conditionnement du fruit (nu, polyéthylène, emballage paille-papier), et de la densité de chargement. Des recherches expérimentales sont en cours à ce sujet.

Les régimes nus offrent une plus grande surface de contact avec l'air que les régimes en housses polythène ou emballés. Un coefficient de brassage plus faible que celui qui est nécessaire aux fruits emballés devrait leur convenir.

Nous ne savons pas bien quel est le taux de brassage maximum à utiliser

pour chaque mode de conditionnement. Les puissances absorbées par les ventilateurs deviennent importantes (120 à 150 CV) et une augmentation de puissance des ventilateurs ne se justifie qu'à la condition d'apporter une amélioration réelle dans le refroidissement des fruits. Pour ne pas avoir de vitesses d'air excessives qui engendrent des pertes de charge élevées il faut augmenter le volume des gaines de circulation d'air, ce qui réduit le volume utilisable des cales. Il y a un taux de brassage optimum qui tient compte de ces divers éléments.

(A titre de comparaison avec les taux de brassage de 60 à 80 réalisés sur les navires bananiers, signalons qu'ils sont de 50 à 150 pour les stations de pré-refrigération terrestres.)

Dans les navires modernes, la force motrice d'entraînement des ventilateurs à pleine puissance est de 40 à 50 % de la puissance absorbée par les compresseurs frigorifiques. Les ventilateurs adoptés en France sont du type hélicoïde donnant un débit élevé sous une faible pression de refoulement (50 à 60 mm de pression statique). Ils sont plus faciles à monter dans les installations que les ventilateurs centrifuges et permettent de changer facilement le

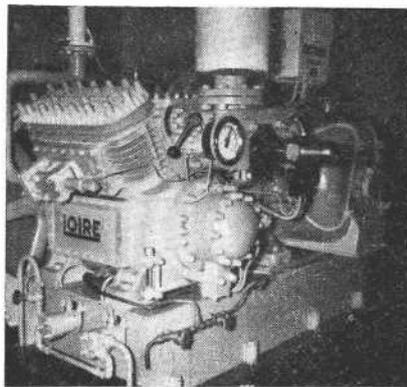
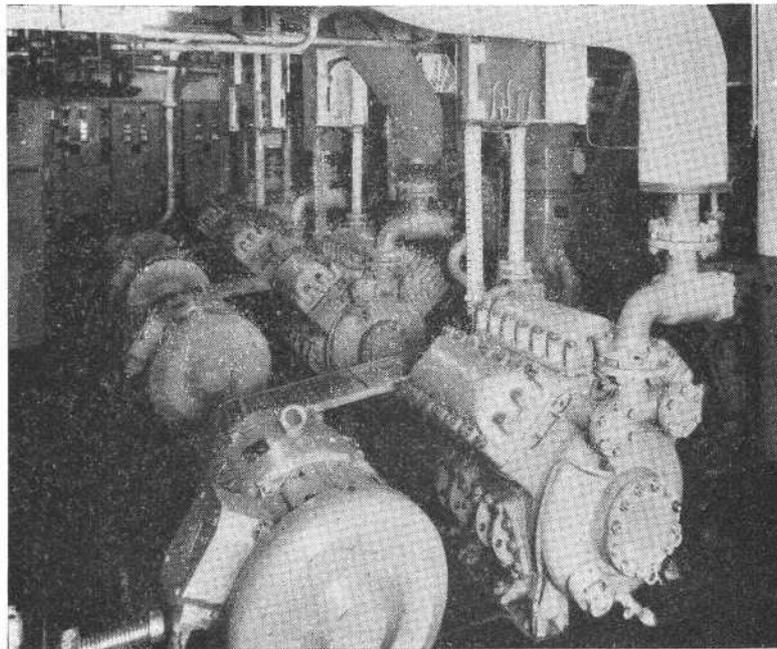


FIG. 12. — Compresseur du type utilisé sur les navires bananiers (Documentation Chantiers de la Loire).

FIG. 13. — Ensemble des compresseurs frigorifiques du navire bananier Fort Royal de la Compagnie Générale transatlantique (Documentation des Éts Brissonneau et Lotz).



sens de la ventilation par simple inversion du sens de rotation du moteur électrique.

La place étant très limitée sur les navires bananiers les circuits de ventilation sont courts. Avec l'adoption des taux de brassage élevés, les changements de direction, les coudes, les variations de sections doivent être étudiées avec beaucoup de soin parce que les pertes de charge sont proportionnelles au carré de la vitesse de l'air. L'air sort du ventilateur à une vitesse supérieure à celle de l'entrée des gaines, la réduction de vitesse s'effectue avec des divergents qui ont un angle supérieur à 7° (angle le plus favorable), il en résulte que la pression dynamique ne sera pas transformée en pression statique avec un bon rendement, c'est pourquoi il faut utiliser des ventilateurs ayant une bonne qualité de pression, au moins 0,7 (la qualité de pression est le rapport de la pression statique à la pression totale). Les courbes caractéristiques des ventilateurs donnant la pression statique en fonction du débit ne doivent pas être trop inclinées pour qu'une variation de perte de charge imprévue ne se traduise pas par une baisse de débit important. Les déterminations de débit se font avec les ventilateurs soufflant sur cales vides avec le réglage adopté pour les orifices réglables. Comme les mesures directes de débit sont longues et d'une précision limitée, il est préférable de mesurer la puissance absorbée aux bornes du moteur électrique et de se rapporter aux courbes caractéristiques de la puissance absorbée en fonction du débit qui ont été établies au banc d'essai du constructeur.

SYSTÈMES DE VENTILATION

Il y a plusieurs manières pour faire circuler l'air au travers du chargement.

Soit en soufflant et en aspirant latéralement. L'air doit traverser le chargement dans toute sa largeur en suivant un trajet horizontal, c'est la ventilation latérale, dite « horizontale ».

Soit en aspirant et en soufflant par le plafond et le plancher du compartiment avec un trajet vertical de l'air, ce qui constitue les deux variantes de la ventilation verticale :

haut en bas : refolement au plafond, aspiration au plancher ;

bas en haut : avec refolement au plancher et aspiration au plafond.

Étant donné l'importance de cette question, nous allons rapidement examiner chacun de ces trois systèmes de ventilation qui se trouvent réalisés sur des navires bananiers récemment construits.

Ventilation latérale, dite « horizontale ».

L'air de refolement pénètre dans le compartiment par des ouvertures rectangulaires de 30 cm \times 15 cm environ, percées dans la paroi de la gaine qui court le long du bordé. Ces ouvertures appelées louvres sont disposées sur deux ou trois rangées horizontales. L'air perd sa vitesse à l'entrée dans le compartiment et circule à faible vitesse pour traverser le chargement dans toute sa largeur, c'est-à-dire 12 à 15 m. Il est aspiré alors par une gaine latérale ayant une disposition analogue des louvres. Il

est fréquent de prévoir des ouvertures à la partie inférieure de la gaine de refolement pour envoyer de l'air sous le caillebotis supportant le chargement. Pendant la période de refroidissement, les régimes qui sont placés en fin de trajet transversal de l'air sont balayés par de l'air déjà réchauffé. Il est possible d'effectuer une correction en inversant périodiquement le sens de la ventilation. Il est difficile de bien connaître le cheminement de l'air dans le chargement et il y a risque de court-circuit d'air au-dessus des régimes. Il ne faut pas que la rangée supérieure des louvres soit trop haute pour se trouver découverte après le tassement des régimes et il faut éviter que le vaivage favorise le passage de l'air autour du chargement. Ces inconvénients dont l'effet peut être limité avec des chargements de fruits en vrac nu qui offrent moins de résistance au passage de l'air, deviennent plus importants avec des régimes emballés ou en polyéthylène. Avec les compartiments de grandes dimensions, le réglage de l'aspiration est délicat.

Lorsque la dimension de la gaine est suffisante, il est possible de s'y rendre pour procéder à une visite des régimes qui sont près de la paroi, cette visite ne permet pas de se rendre compte de l'état des régimes placés au milieu du compartiment.

Ce système de ventilation rencontre la faveur d'un nombre important d'armateurs. C'est le plus ancien et il a l'avantage de s'appuyer sur un usage prolongé. Les gaines occupent un espace relativement important. Dans les compartiments en forme (avant et arrière du navire) l'accès dans les gaines pour vérifier l'état de la cargaison est difficile.

Ventilation verticale de bas en haut.

L'air est soufflé sous le caillebotis supportant le chargement, le traverse verticalement en s'élevant et se trouve aspiré à la partie supérieure. Les inégali-

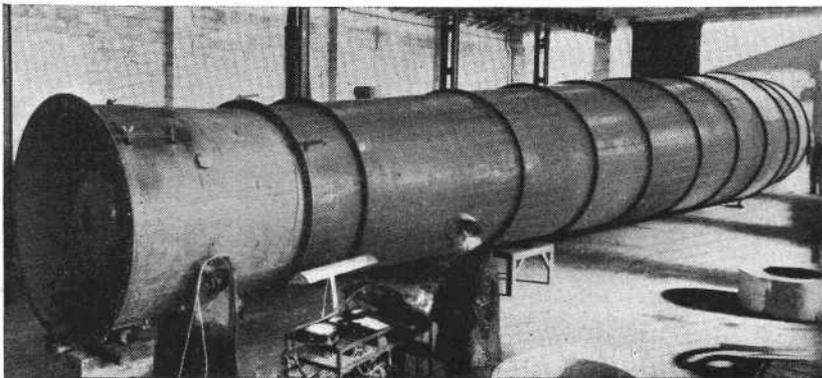


FIG. 14. — Ventilateur Hélicoïde de 50 000 m³ par heure, en essai à la soufflerie des Établissements Granoux pour être installé à bord du *Comoe* (Documentation des Éts Granoux — Marseille).

tés de température entre les régimes doivent être faibles puisque le trajet de l'air au travers des fruits n'est que de 2 m dans le cas d'un compartiment simple et de 4 m dans le cas de deux compartiments superposés et séparés par un plancher volant. L'air le plus frais rencontre les régimes des rangées inférieures qui sont les plus tassées et les plus difficiles à refroidir. Il n'y a pas besoin d'inverser la ventilation, ce qui permet d'utiliser les ventilateurs avec leur débit maximum pendant toute la période de refroidissement.

Ce système aurait deux autres avantages : la réfrigération est indépendante de la hauteur du chargement et convient bien au cas des compartiments partiellement chargés.

Le refoulement et l'aspiration de l'air se fait dans des espaces qui ne sont pas normalement occupés par les régimes (sous le caillebotis et au plafond) ce qui procure un plus grand volume utile de cale que dans le cas de la ventilation latérale. Le gain de volume pourrait atteindre 5 %, ce qui est à considérer dans la rentabilité du navire. Sur la base de 25 fr de fret par kilogramme et pour un tonnage de 200 kg de fruits au mètre cube, 11 voyages par an, pendant 20 ans et une utilisation moyenne du volume disponible de 80 %, 1 m³ de cale procure une recette de 800 000 fr pour l'armateur.

Ventilation verticale de haut en bas.

Le principe est le même que dans le cas précédent, c'est la réalisation qui diffère. L'air est refoulé par des gaines placées au plafond. Pour assurer une meilleure distribution, l'alimentation en air froid se fait par demi-plafond. L'aspiration s'effectue par un réseau de gaines placées sous le caillebotis supportant la cargaison avec deux gaines principales d'aspiration par compartiment.

Le trajet de l'air au travers du compartiment est court.

Les avantages revendiqués par rapport à la ventilation horizontale sont les mêmes que dans le cas précédent. Avec le système de ventilation verticale, la visite du chargement ne peut

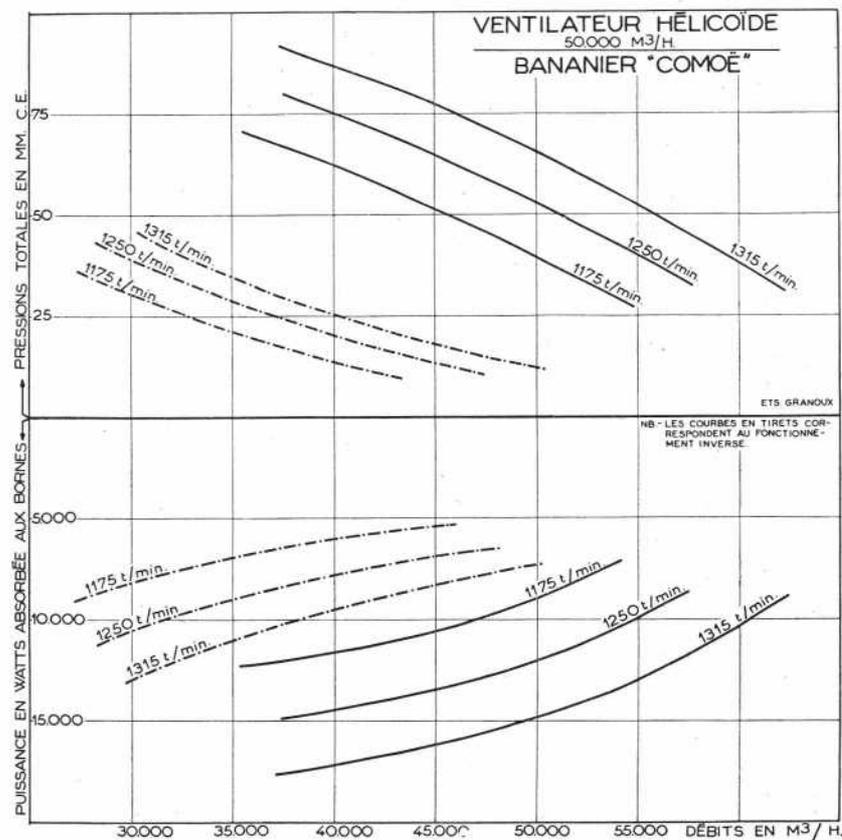


FIG. 15. — Courbes caractéristiques d'un ventilateur de 50 000 m³/h du Comoe (Documentation Ets Granoux — Marseille).

se faire comme dans le cas de la ventilation latérale. L'importance à lui accorder est une question d'appréciation, parce qu'il n'y a qu'une manière de visiter les régimes placés au milieu d'un compartiment, c'est de ramper au-dessus du chargement, ce qui implique l'existence d'un orifice d'accès qui peut être prévu à la construction du navire bananier quel que soit le système de ventilation adopté.

Variantes.

Il existe des variantes qui sont des modifications des systèmes présentés ci-dessus.

Ventilation horizontale avec gaines dites « tuyaux d'orgue » (pour les cales, la gaine latérale est remplacée par des

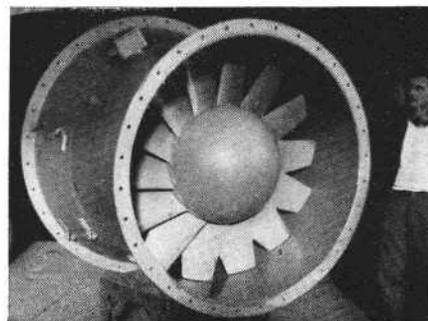
gaines verticales branchées sur la gaine du compartiment supérieur).

Ventilation dite semi-verticale avec plafond soufflant et aspiration latérales.

Il est permis de se demander si un système de ventilation doit être préféré à un autre.

Le choix d'un système de ventilation pour un navire est fait par l'armateur et résulte de l'étude effectuée pour connaître la solution qui convient le mieux

16. — Ventilateur hélicoïde pour le Comoe 76 000 m³/h (Documentation des Ets Granoux — Marseille).



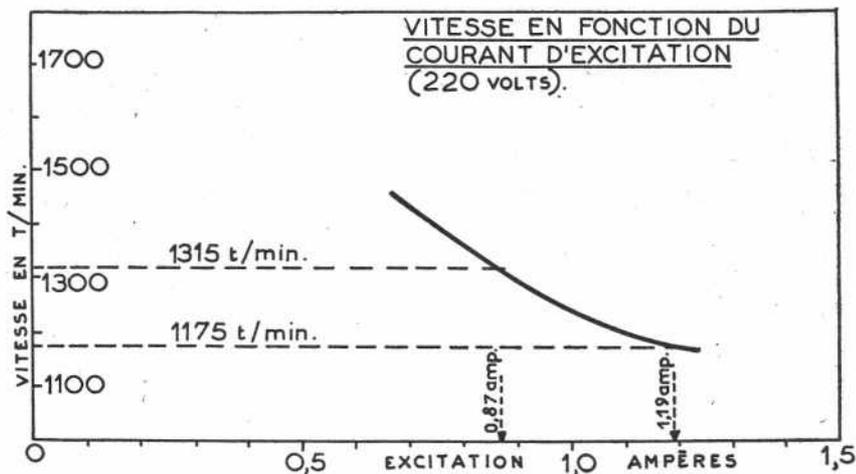


FIG 17. — Ventilateur de 50000 m³/h du *Comoe* : vitesse en fonction de l'excitation (Documentation Èts Granoux — Marseille).

au problème de transport qui lui est soumis. Nous avons vu au cours de cet exposé la complexité du transport maritime de la banane, il en résulte que l'importance accordée aux différents éléments du problème varie suivant les cas et l'appréciation de l'armateur.

La valeur d'un système de ventilation dépend de son principe et de sa réalisation. Elle peut être définie par la vitesse de refroidissement des fruits et l'uniformité de la réfrigération. Les essais systématiques permettant de procéder à une étude expérimentale supposent la réalisation de conditions très difficiles à obtenir. Il faut pouvoir faire des mesures délicates avec des navires différents, transportant des fruits de même variété, de même conditionnement, de même qualité moyenne, avec une conduite du transport identique. Il est vraiment difficile de réaliser ces conditions dans la pratique.

Ce qu'il est possible de faire, c'est de dégager une tendance : avant guerre, la flotte bananière française se composait pratiquement de navires à ventilation horizontale ou mixte, en 1957 elle comprendra des unités nouvelles utilisant les trois systèmes de ventilation. Voici quelques indications à ce sujet :

La Compagnie Générale Transatlantique a adopté la ventilation verticale de haut en bas sur les 8 navires bananiers mis en service ou en commande,

série des « Fort » à partir du Fort Richelieu, pour la ligne des Antilles et de la Colombie-Équateur à Hambourg. Ces navires transportent des fruits nus et des fruits emballés.

La Compagnie Maritime des Chargeurs Réunis a adopté la ventilation horizontale pour la série des navires du type KIFFA, 4 navires en service et 1 en commande, le KITALA. Ils sont utilisés principalement pour le transport des régimes Gros Michel du Cameroun (vrac nu ou vrac polyéthylène). Les navires nouveaux destinés à l'A.-O. F. sont à ventilation horizontale comme le FOULAYA de la Compagnie Fruitière de Navigation ou à ventilation mixte comme le COMOË de la Compagnie Fraissinet (compartiment à ventilation horizontale et cales à ventilation verticale de bas en haut), le DJUNGO de l'Armement MARTIN qui dessert le Cameroun est à ventilation mixte.

TRANCHES DE VENTILATIONS

Les navires bananiers disposent habituellement de quatre cales, quelquefois cinq. La disposition classique qui comporte deux cales avant et deux cales arrière est remplacée sur quelques navires bananiers récents par trois cales avant et une cale arrière avec le report vers l'arrière du moteur. Chaque cale est divisée à l'avant en deux ou trois tranches de ventilation, la cale arrière forme en général une seule tranche.

Chaque tranche est desservie par une batterie de réfrigération-ventilation qui peut comprendre un frigorifère placé à l'aspiration du ventilateur, ou un ventilateur placé entre deux frigorifères dans le cas de la ventilation horizontale, deux frigorifères sur l'aspiration du ventilateur ou deux groupes frigorifères ventilateurs dans le cas de la ventilation verticale. Ce qui montre que là encore les solutions techniques sont différentes. Chaque tranche de ventilation est thermiquement isolée pour pouvoir charger ou décharger une tranche sans influencer celle qui est dessus ou les tranches voisines.

Il est très important d'assurer une bonne répartition de l'air débité par le ventilateur d'une tranche entre les compartiments intéressés en fonction de leur volume respectif.

Les constructeurs des ventilateurs cherchent à limiter le nombre et les types de ventilateurs pour simplifier l'entretien. Le Fort Royal comprend 6 tranches de ventilation avec 12 ventilateurs absorbant 145 CV à pleine puissance, le Foulaya se compose de 7 tranches avec 7 ventilateurs de trois types différents absorbant 150 CV. Le Comoe comprend 8 tranches de ventilations avec des ventilateurs de trois types différents.

Renouvellement d'air.

Le gaz carbonique, l'éthylène et les composés volatils produits par les bananes en cours de transport ne peuvent rester dans le circuit de ventilation. Ils doivent être éliminés en évacuant de l'air vicié qui est remplacé par de l'air frais prélevé à l'extérieur. Cette question a fait l'objet de discussions il y a quelques années afin de savoir si le renouvellement d'air doit se faire en continu ou en discontinu, de jour ou de nuit, par temps sec ou humide et à quel taux. Il est admis maintenant qu'il doit être continu et que l'admission d'air doit se faire le plus rapidement possible, dès que le refroidissement est suffisant et qu'il y a du froid disponible. Le taux de renouvellement à adopter est de 1 à 2 fois le volume des cales par heure. L'introduction d'air frais peut se faire soit naturellement par l'aspiration des

ventilateurs de brassage, soit au moyen de ventilateurs auxiliaires qui refoulent dans le circuit de la ventilation.

L'introduction d'air extérieur contribue au maintien d'une humidité relative élevée dans les cales.

ATMOSPHERE AUTOUR DES RÉGIMES

La composition de l'air des cales d'un navire bananier dépend des caractéristiques de l'installation frigorifique et de la conduite du transport. Lorsque les régimes sont refroidis rapidement, l'humidité relative peut être élevée sans provoquer de moisissures. Avec le renouvellement de l'air en continu le gaz carbonique et l'éthylène dégagés par les fruits sont éliminés régulièrement. En fin de voyage maritime, par temps froid, l'air du renouvellement contient peu de vapeur d'eau et l'humidité relative de la cale peut s'abaisser. Il n'est pas possible d'obtenir l'atmosphère idéale, mais le mode de conditionnement des régimes peut apporter un correctif. Les housses en polythène permettent d'obtenir une humidité relative élevée, et probablement une augmentation modérée de la teneur en gaz carbonique et un appauvrissement en oxygène. L'emballage paille-papier ne doit pas apporter de modification au point de vue oxygène et gaz carbonique à cause de la perméabilité du papier aux gaz, mais maintient une humidité relative plus élevée (fruits plus frais et dessiccation moindre que celle des fruits en vrac nu).

ÉQUIPEMENT DES CALES

Les cales des navires bananiers sont munies de parcs ou casiers permettant de maintenir les régimes en place pendant le voyage en mer. Ces casiers sont composés de potelets supportant des madriers espacés dont le but est de contenir les régimes de bananes. Il y en a 4 à 5 en hauteur. Les régimes reposent sur un caillebotis.

L'emploi du bois contre-plaqué type marine se généralise pour la construction des parois des gaines.

CONDUITE DU TRANSPORT MARITIME

Il n'est pas possible de terminer un exposé sur le transport maritime de la banane sans parler, même très succinctement de la conduite du transport maritime.

La prérefrigération.

Les cales des navires bananiers sont prérefrigérées avant le chargement du navire, pour emmagasiner dans le navire le maximum de frigories en vue de faciliter la réfrigération des régimes de bananes. La prérefrigération consiste à refroidir les cales à $+7^{\circ}\text{C}$ pour les fruits emballés et à $+11^{\circ}\text{C}$ pour les fruits nus pour les navires chargeant en Amérique centrale. On a beaucoup discuté sur l'importance et l'utilité de la prérefrigération. Pour s'en rendre compte, il suffit de savoir qu'un navire bananier de 5 000 à 6 000 m³ comprend 1 100 m³ d'isolant à 50 kg au mètre cube (fibre de verre ou laine minérale) et 300 m³ de bois. Le calcul montre que l'isolant absorbe peu de frigories 200 000 environ, alors que le bois s'il est refroidi à cœur pourra en absorber 2 000 000 environ. Ce qui correspond à un refroidissement moyen de 3° environ pour les fruits chargés. Dans la pratique ce sont les fruits qui sont chargés les premiers dans le compartiment qui bénéficient de la prérefrigération. En fin de chargement du compartiment la température est remontée et il n'y a plus d'action. L'essentiel est que l'ensemble des bois qui constituent l'accumulation de frigories soit bien refroidi à cœur, c'est-à-dire que la prérefrigération soit faite pendant un temps suffisant et avec un écart de température permettant le refroidissement complet des bois. Le temps usuel est de 48 heures (6 heures suffiraient pour l'isolant seul). Sur la base de $1/2^{\circ}$ de refroidissement des régimes à l'heure, une excellente prérefrigération correspondrait à 3 heures de marche des compresseurs pour refroidissement des fruits, en négligeant les frigories utilisées pour compenser les entrées de chaleur pendant le chargement. Il ne faut pas accor-

der à la prérefrigération une importance plus grande qu'elle n'a, sans pour cela la négliger.

Réglage de la ventilation.

Il faut éviter de favoriser les courts-circuits d'air au-dessus du chargement dans le cas de la ventilation horizontale, ce qui conduit à un réglage des louveres basé sur le principe d'une grande ouverture à la rangée inférieure, ouverture moyenne pour la rangée médiane, et une ouverture faible à la rangée supérieure.

Le réglage des ouvertures des gaines de refoulement est sensiblement régulier, alors que celui des gaines d'aspiration est différent : ouvertures allant en croissant du début en fin de gaine. Les réglages sont fixés après mise au point avec des appareils de mesure et ne doivent plus être modifiés en cours de voyage.

Inversion du sens de la ventilation.

Pour les navires à ventilation horizontale, la ventilation est inversée périodiquement pour uniformiser les températures et compenser éventuellement une inégalité de circulation d'air dans le chargement. Pendant l'inversion le débit des ventilateurs est réduit de 30 % environ. Avec la ventilation verticale l'inversion de la ventilation ne se justifie plus. Il est possible d'utiliser en permanence la pleine puissance des ventilateurs pendant le refroidissement des fruits.

Renouvellement d'air.

Le renouvellement d'air doit être mis en route le plus tôt possible, dès que le bord dispose d'une production frigorifique suffisante (pour un navire bananier de 6 000 m³, un renouvellement horaire correspond à une production frigorifique de 70 à 75 000 f/h avec de l'air à 80 % d'humidité relative et à $+30^{\circ}\text{C}$). L'admission d'air se fait d'abord à demi-régime, puis à pleine ouverture par la suite en régime continu jusqu'à l'ouverture des cales. Il importe de bien s'assurer que chaque compartiment est régulièrement alimenté.

Refroidissement.

Le bord doit tout mettre en œuvre pour assurer un refroidissement rapide des régimes. Ventilateur à pleine puissance dès la fermeture de la tranche considérée, maximum de puissance frigorifique utilisable pour abaisser rapidement la température de l'air refoulé à 12°. Le chargement en cascade sera plus avantageux que le chargement continu.

Il y a des cas où la ventilation peut être mise en route à puissance réduite pendant le chargement, ce qui permet de compenser largement les apports de chaleur.

Une réfrigération rapide met en jeu une puissance plus élevée, mais pendant un temps plus court.

Lorsque la réfrigération est terminée la ventilation peut être utilisée à marche réduite.

CONTROLE

Le contrôle de la conduite du transport maritime est essentiel, nous nous bornerons à le mentionner, sans plus entrer dans le détail. Le contrôle comprend la mesure des températures de l'air refoulé dans les cales, celle des températures de l'air circulant entre les régimes avec les thermomètres sondes.

Le contrôle de la température de la saumure aux départs et aux retours, le contrôle de la marche des compresseurs (pressions, températures, niveau du fluide frigorigène), des évaporateurs et des condenseurs. Les navires bananiers sont munis de détecteurs de gaz carbonique. L'emploi de ces appareils est délicat parce que les prises d'échantillons se font à des points déterminés et ils ne peuvent que donner l'état moyen de la cale. Les zones à teneur élevée en gaz carbonique sont celles qui pré-

sentent souvent un défaut de ventilation et qui sont difficilement atteintes par l'extracteur de gaz carbonique.

Avec le renouvellement d'air en continu, la teneur moyenne de l'air en gaz carbonique devient faible et les dosages par méthodes volumétriques perdent leur signification. La présence du gaz carbonique dans les cales est un indice défavorable.

HUMIDITÉ RELATIVE

La précision des hygromètres à cheveux est limitée pour des humidités relatives comprises entre 85 et 95 % à 12°. Les psychromètres ne sont pas des appareils d'un emploi courant. Il faut considérer que les mesures d'humidité relative sont davantage du domaine de la vérification que de celui d'un contrôle continu.

CONCLUSION

Dans cet aperçu sur le transport maritime de la banane, nous avons tenté de donner une vue d'ensemble d'une question vaste, complexe et en pleine évolution. Sous l'influence des recherches sur la physiologie de la banane, des progrès techniques et de l'expérience acquise en cours de transports il devient possible d'établir une doctrine cohérente, mais il reste encore des questions importantes à mettre au point comme celle d'une définition pratique du refroidissement des régimes de bananes, de la connaissance d'un coefficient pratique de transfert de chaleur, de la circulation de l'air au travers du chargement, de l'action de l'éthylène sur le fruit vert, etc.

En guise de conclusion, le mieux, semble-t-il, est de dégager les tendances qui se sont manifestées au cours de la construction des navires bananiers nouveaux.

— La vitesse des navires a augmenté de 2 à 3 nœuds en 20 ans, ce qui représente un gain de 15 à 20 % très appréciable pour la durée du transport.

— Une tendance marquée se manifeste pour l'emploi d'isolants en fibres minérales sans que le liège soit abandonné.

— La puissance frigorifique s'est accrue notablement et paraît suffisante.

— Le problème crucial n'est plus la production du froid mais sa transmission, ce qui fait intervenir la surface des frigorigères et le système de ventilation.

— L'automatisme se développe, la sécurité de marche augmente, l'encombrement des installations diminue.

— Un effort très marqué a été tenté pour augmenter l'efficacité de la ventilation, les coefficients de brassage ont presque doublé par rapport à ceux d'il y a 20 ans ; et la recherche de la technique de ventilation la plus adaptée aux différents problèmes de transport a conduit à l'emploi de trois systèmes de ventilation. La confrontation qui en résultera fournira des indications précieuses.

— Le contrôle fait l'objet d'une attention particulière et la conduite du transport n'est plus un art, mais une technique qui a ses règles.

Avec l'amélioration de nos connaissances sur l'appréciation de la qualité du fruit, les progrès de la technique du transport maritime de la banane permettent de dire que les navires bananiers modernes sont conçus pour transporter rapidement dans de bonnes conditions et avec toute la sécurité désirable la production de nos territoires d'Outre-Mer.