

LE NAVIRE BANANIER (*)

par R. DEULLIN

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

LE NAVIRE BANANIER

par R. DEULLIN (I. F. A. C.).

Fruits, vol. 21, n° 3, mars 1966, p. 145 à 148.

RÉSUMÉ. — Le navire bananier moderne doit répondre aux caractéristiques techniques suivantes pour ce qui concerne le transport de la banane. *a)* Vitesse en service de 18 nœuds au moins. *b)* Etre polytherme, *c)* Présenter le maximum de volume utile. *d)* Avoir une isolation thermique incombustible et de faible capacité thermique. *e)* Avoir une puissance frigorifique suffisante. *f)* Possibilité de transmettre toute la puissance frigorifique à la moitié de la cargaison. *g)* Avoir une ventilation des cales assurant une égalité de répartition d'air. *h)* Pouvoir réduire le taux de ventilation de 50 % environ dès la fin de la descente en froid. *i)* Disposer d'un système de renouvellement d'air statique non ramifié sans réglage, commandé du pont. *j)* Avoir une humidité relative élevée de l'air circulant dans les cales. *k)* Avoir des cales prévues pour faciliter le chargement et maintenir la cargaison en bon état. *l)* Simplification de la conduite du transport maritime pour la régulation automatique de la température de l'air circulant dans les cales. *m)* Simplification et efficacité du contrôle de la conduite du transport des bananes.

Chaque année, quatre millions de tonnes de bananes de table sont transportés vers les pays de consommation par une flotte de navires de plus de 1 million de tonnes de jauge brute, comprenant plus de deux cents navires.

Cette flotte se renouvelle constamment et le navire bananier moderne se présente comme une unité spécialisée dont la possibilité de transport maritime a pratiquement doublé depuis une dizaine d'années, par suite de l'augmentation de sa vitesse et l'accroissement de la durée de transport.

Il en résulte des conséquences réellement importantes pour la production et la commercialisation de la banane :

— Les fruits sont plus frais au déchargement et ils sont transportés avec moins d'avaries dans le cas des circuits commerciaux anciens.

— L'augmentation du rayon d'action du navire bananier permet d'étendre les débouchés de chaque pays producteur.

— Un certain nombre de pays qui possèdent des conditions favorables à la production de bananes de qualité mais qui étaient considérés comme étant trop éloignés des lieux de consommation peuvent maintenant envisager la possibilité du développement d'une production bananière.

La vitesse en service du navire bananier qui était de 14 à 15 nœuds il y a une dizaine d'années, s'élève maintenant à 17-18 nœuds et l'on parle déjà de navires à 19 et 20 nœuds.

La durée du séjour en cale des bananes est passée de 12-14 jours à 18-20 jours.

Sur ces bases, le rayon d'action du navire bananier au point de vue possibilité de transport, peut atteindre 14 000 km.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU NAVIRE BANANIER

Bien que le navire bananier soit construit en vue d'un trafic déterminé basé sur le tonnage disponible, le nombre et la durée des escales de chargement, l'équipement portuaire, la longueur du trajet

(*) Communication présentée au premier Congrès International des Industries Agricoles et Alimentaires des zones tropicales et subtropicales. Abidjan, 14-19 déc. 1964.

et les possibilités de ravitaillement en combustible, l'augmentation de la vitesse qui correspond à une tendance générale de la marine marchande implique un allongement de la coque (120 à 135 m), une plus grande puissance de propulsion (7 000 à 8 000 CV) et une coque très formée. Comme la densité de la cargaison est faible (200 à 350 kg au m³), le rapport du tonnage brut au port en lourd est inférieur à 1.

La recherche du tonnage utile maximum conduit à reporter le compartiment machine vers l'arrière avec 3 cales placées à l'avant des machines, mais la solution du moteur complètement à l'arrière reste présentement exceptionnelle pour les navires de taille normale. Le volume des cales qui était de 3 500 à 4 000 m³ il y a dix ans atteint présentement 6 000 à 7 000 m³ répartis généralement en quatre cales, quelquefois cependant en cinq cales. La puissance des trois ou quatre groupes auxiliaires est élevée (plus de 1 000 kW/h) et l'utilisation du courant électrique alternatif gagne du terrain.

Navire polytherme.

La durée d'exploitation d'un navire bananier est de 15 à 20 ans, période pendant laquelle les structures économiques peuvent subir de profondes modifications, ce qui a conduit les armateurs à envisager la possibilité de transports de denrées congelées ou réfrigérées dans le cas de suppression du trafic bananier, pour assurer l'avenir.

Il n'y a plus de navires bananiers purs, mais des navires bananiers construits avec isolation thermique renforcée et une installation frigorifique prévue pour l'obtention et le maintien de la température de — 18° C dans les cales.

Cette option polytherme se paie par un coût de construction plus élevé et par une diminution appréciable du volume utile (300 à 500 m³).

Recherche du volume utile maximum.

Le gain de volume utile dans le cas d'un navire bananier est rentable. Sur la base d'une utilisation du navire à 80, de 11 rotations annuelles et d'un tarif de fret de 40 dollars à la tonne de bananes, un gain de 1 m³ de cale représente une recette annuelle de 105 dollars et 2 100 dollars pour 20 ans d'exploitation.

Il est plus rentable de gagner du volume en augmentant légèrement la puissance dépensée pour la ventilation des cales, parce que les kw/h produits à bord d'un navire sont peu onéreux.

Parmi les moyens utilisés pour gagner du volume utile de cale, on peut citer :

- Le report du compartiment des machines vers l'arrière,
- L'emploi de moteurs diesel rapides moins encombrants,
- La diminution des sections des gaines de ventilation.
- La construction des gaines de ventilation des compartiments supérieurs sur le pont du navire.
- L'utilisation de la ventilation verticale en série avec 3 compartiments superposés.

La pratique a montré que l'étude approfondie d'un navire bananier de 6 000 m³ permet de gagner un volume utile de l'ordre de 500 m³, ce qui représente un gain net de recette de 50 000 dollars par an et 1 million de dollars pour 20 années d'exploitation.

Isolation thermique.

Le coefficient moyen de transmission d'un navire bananier est compris entre 0,5 et 1.

Les pertes de chaleur par les parois du navire ne jouent pas un rôle important dans le bilan frigorifique du navire bananier (moins de 10 %) et l'isolation est calculée pour le transport maritime de denrées congelées à — 18° C.

Le liège granulé, qui se tasse et est combustible, est abandonné pour les ponts et les bordés ; il est remplacé par l'emploi d'isolants fibreux imprégnés de résines synthétiques ou des feuilles d'aluminium (alfol). Les fonds de cale sont isolés avec des panneaux de liège expansés.

L'utilisation d'isolants synthétiques (polystyrène, mousse de polyuréthane) reste localisée à des particuliers et n'a pas, à notre connaissance, encore été utilisée pour des navires entiers.

Les isolants fibreux sont incombustibles et présentent une faible capacité thermique.

Efficacité de l'équipement spécialisé.

L'efficacité du transport maritime de la banane dépend des facteurs suivants :

- Vitesse de refroidissement de la cargaison.

- Uniformité du refroidissement,
 - Maintien d'une température régulière en fin de refroidissement.
- Ce qui conduit à l'étude de l'installation frigorifique et à celle de l'équipement de ventilation.

Installation frigorifique.

Une étude effectuée en 1961 a fourni des précisions sur les possibilités d'échanges thermiques entre l'air et les régimes de bananes conditionnés en housses de polyéthylène. En début de réfrigération, il est possible d'échanger 1 300 calories par heure et par tonne de fruits, mais cette capacité d'échange est limitée dans le temps et l'utilisation de cette valeur conduirait à une puissance frigorifique exagérée. La puissance frigorifique à adopter doit tenir compte d'une vitesse de refroidissement suffisante pour stabiliser rapidement les bananes, en quinze jours dans le cas du chargement du navire en deux journées avec une nuit d'intervalle. Les puissances frigorifiques adoptées sont de l'ordre de 600 à 800 frigories/heure par tonne de bananes transportées.

Si l'on désire obtenir la même vitesse de refroidissement avec un navire chargeant en continu, la puissance frigorifique doit être augmentée de 30 à 40 %.

Lorsque le refroidissement des bananes est terminé, la puissance frigorifique nécessaire n'est plus que de 20 % environ de la puissance frigorifique initiale, ce qui conduit à utiliser 3 ou 4 groupes frigorifiques comportant chacun un compresseur, un détendeur, un évaporateur et un condenseur.

Le temps d'utilisation des compresseurs à puissance maximum étant court (10 à 15 % du temps de navigation) il n'est pas nécessaire de prévoir un compresseur de réserve.

Les batteries de frigorifères doivent avoir une surface d'échange suffisante pour transmettre la totalité de la puissance frigorifique à la moitié seulement de la cargaison dans le cas fréquent du chargement du navire bananier en deux journées.

Avec les frigorifères à grande surface et les fortes ventilations, il devient nécessaire de prévoir une circulation du liquide frigorigène (saumure ou Réfrigérant 12) qui évite des inégalités de température dans l'air refoulé dans les cales du navire bananier.

Circuit de ventilation.

L'air qui circule dans les cales du navire bananier doit assurer les échanges thermiques indispensables avec les régimes de bananes et permettre l'élimination des produits gazeux indésirables (éthylène et produits volatils non dosables).

Les travaux de recherche effectués aux cours des dernières années ont permis d'améliorer notablement l'efficacité de la ventilation des cales des navires bananiers.

Le débit d'air en circulation est défini par le coefficient de brassage dont la valeur est de 70 à 90.

Chaque tranche de ventilation constitue une unité autonome et isolée comprenant une batterie de frigorifères, le ou les ventilateurs et un réseau de gaines de ventilation.

Il est fréquent de diviser les cales avant en deux tranches de ventilation composées chacune de deux compartiments et une tranche supérieure à un seul compartiment.

Un navire bananier récent a été réalisé avec trois compartiments supérieurs constituant une seule tranche de ventilation.

Système de ventilation.

Le système de ventilation conditionne le mode de circulation de l'air dans la tranche de ventilation et son choix est très important.

Le système de ventilation latérale qui a été utilisé dans les navires anciens est progressivement abandonné présentement. Une étude expérimentale a montré que son efficacité est limitée par suite de courts-circuits d'air importants autour du chargement et par une circulation inégale dans le chargement.

Le système de ventilation verticale peut être réalisé de manières différentes : circulation d'air ascendante ou descendante.

L'option dépend plus des conditions d'utilisation du navire au voyage aller sans bananes que de considérations aérodynamiques.

Le réseau des gaines d'aspiration, plus délicat, est moins vulnérable lorsqu'il est placé au plafond, ce qui incite au choix de la ventilation verticale ascendante.

Il est possible d'utiliser la ventilation en série dans laquelle chaque compartiment est traversé par la quantité totale de l'air débité par le ventilateur. Le réseau de ventilation est plus simple que dans

le cas de la ventilation en parallèle où chaque compartiment reçoit seulement la moitié de l'air débité par le ventilateur. Les deux systèmes ont leurs partisans.

Les ventilateurs.

Les ventilateurs doivent être adaptés aux caractéristiques du circuit de ventilation et permettre de réduire la ventilation à demi-débit lorsque la réfrigération des régimes de bananes est terminée.

Il est essentiel de réaliser l'uniformité de la circulation de l'air au travers de la cargaison de bananes, ce qui suppose un circuit de refoulement avec une perte de charge suffisante pour obtenir une bonne distribution de l'air dans le compartiment considéré.

Les dimensions des orifices de distribution d'air sont déterminées par le calcul. Ils ne comportent pas de dispositifs de réglage permettant de modifier leur surface.

La tendance présente est à l'utilisation de vitesses élevées de circulation d'air dans les gaines du circuit de ventilation : 12 à 15 m/s contre 6 à 8 m anciennement, à l'adoption des formes de sections de gaines (larges et de faible hauteur) qui s'harmonisent bien avec la forme des compartiments de cale. Le refoulement se fait au moyen d'un plancher sans saillant, formant un plan horizontal qui occupe sensiblement le même volume qu'un caillebotis simple.

Les pertes de charge des circuits de ventilation sont très étudiées : avec une surface frontale suffisante des batteries de frigorifères qui sont montées en parallèles au moyen de courbes pourvues d'aubages directeurs. Les changements de section sont progressifs et les turbulences sont réduites en évitant la rencontre angle droit des veines d'air à grande vitesse.

Renouvellement d'air frais.

L'élimination de l'éthylène se fait en rinçant en continu le circuit de ventilation avec un débit horaire d'air frais égal à une fois le volume des cales vides. L'entrée d'air frais et l'évacuation d'air vicié s'effectuent directement par des orifices judicieusement placés sur le réseau de gaines de chaque tranche de ventilation.

Humidité relative de l'air.

Une humidité relative élevée de l'air circulant dans les cales du navire bananier limite la perte de poids des bananes par dessiccation en cours de transport.

La conception de l'équipement frigorifique (surfaces des frigorifères, vitesse de l'air) jointe à l'apport d'humidité par l'introduction d'air frais, permet d'obtenir une humidité relative comprise entre 85 % et 90 % à l'entrée de l'air de refoulement dans le compartiment à bananes.

Équipement des cales.

Les cales sont munies de parcs constitués avec des potelets et des madriers mobiles qui facilitent l'arrivage des régimes de bananes et maintiennent le chargement par gros temps. La dimension des parcs doit être étudiée soigneusement.

Conduite du transport maritime de la banane.

La conduite du transport maritime de la banane est simple sur les navires bananiers modernes : il n'y a plus de réglage de la ventilation, qui est conduite à marche normale pendant le refroidissement des bananes et à marche réduite pendant le reste du transport.

La température de l'air de refoulement entrant dans les compartiments à banane peut être réglée automatiquement, pour les installations frigorifiques à saumure, avec la précision demandée et le rôle du bord se trouve limité au contrôle des températures avec des thermomètres à distance placés sur la passerelle.

La régulation automatique de la température de l'air avec des installations frigorifiques à détente directe n'a pas encore été réalisée systématiquement et fait l'objet d'études.

Une évolution technique importante a eu lieu ces dernières années dans la construction du navire bananier : la distance limite du transport maritime a été pratiquement doublée, la sécurité accrue ainsi que la rentabilité d'exploitation du navire. La conduite du transport maritime a été simplifiée.

Le transport maritime des bananes, jugé hasardeux il y a dix ans, est devenu maintenant un transport régulier sans aléas.