

CONTAINERS RÉFRIGÉRÉS POUR LE TRANSPORT MARITIME DES FRUITS

par **R. DEULLIN**

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

CONTAINERS RÉFRIGÉRÉS
POUR LE TRANSPORT MARITIME DES FRUITS

par R. DEULLIN (IFAC)

Fruits, vol. 21, n° 5, mai 1966, p. 221 à 227.

RÉSUMÉ. — Aux États-Unis, depuis 1957, développement rapide et important de l'utilisation de containers frigorifiques pour le transport maritime des denrées périssables sous régime du froid. L'emploi de containers permet une amélioration de la qualité de la denrée transportée et une rapidité accrue de déchargement du navire. Les caractéristiques de construction et d'équipement des containers frigorifiques sont données, ainsi que l'organisation des navires destinés à les transporter, et les appareils de manutention nécessaire pour le chargement et le déchargement. Un container frigorifique maritime doit présenter les qualités suivantes : robustesse, résistance à l'air marin, automaticité du groupe frigorifique et de ventilation, facilité de réparation. Volume utile maximum. Entretien régulier et préventif.

L'utilisation de containers frigorifiques se développe régulièrement aux U. S. A. pour le transport maritime de denrées sous le régime du froid.

Quatre compagnies maritimes exploitent ce trafic Matson, Sea Land, Grace et United States Line. La documentation publiée par « The Society of Naval Architects and Marine Engineers » (Sname) permet de se rendre compte de l'importance de ce trafic et de ses particularités.

Historique.

En 1957, la Matson Line qui dessert les îles Hawaï, définit le type de container à utiliser (dimensions, construction), fait construire deux prototypes de containers, deux châssis remorques, deux élévateurs, à titre expérimental et installe une cellule d'essai dans un navire pour étudier le problème du chargement, du déchargement et de la fixation des containers à bord. (Il s'agit de containers sans équipement frigorifique.)

Fin 1958, la Matson Line dispose de l'équipement suivant : 3 navires transportant chacun 75 containers sur le pont, un parc de 600 containers, 400 châssis-

remorques et 3 grues portiques spéciales à San Francisco, Los Angelès et Honolulu.

En 1960, la Matson Line dispose de 6 navires transportant 75 containers sur le pont, un navire converti avec une capacité de 408 containers (cales et pont), 2 minéraliers convertis pour le transport du sucre en vrac et de 194 containers.

1 800 containers non frigorifiques de 24 × 8 × 8,5 pieds (7,30 × 2,4 × 2,6 mètres).

270 containers frigorifiques

852 châssis remorques

3 grues portiques

5 porteurs-enjambeurs

19 tracteurs de parcs

3 emplacements portuaires (San Francisco, Los Angelès, Honolulu).

Cette énumération montre l'importance de l'équipement de la Matson Line entre les U. S. A. et Hawaï. Il est intéressant de noter que les containers frigorifiques ne représentent que 13 % de l'effectif total et peuvent être utilisés indifféremment pour la réfrigération ou la congélation.

En 1964, la United States Line inaugure sur les cargos rapides du type Challenger un service de containers

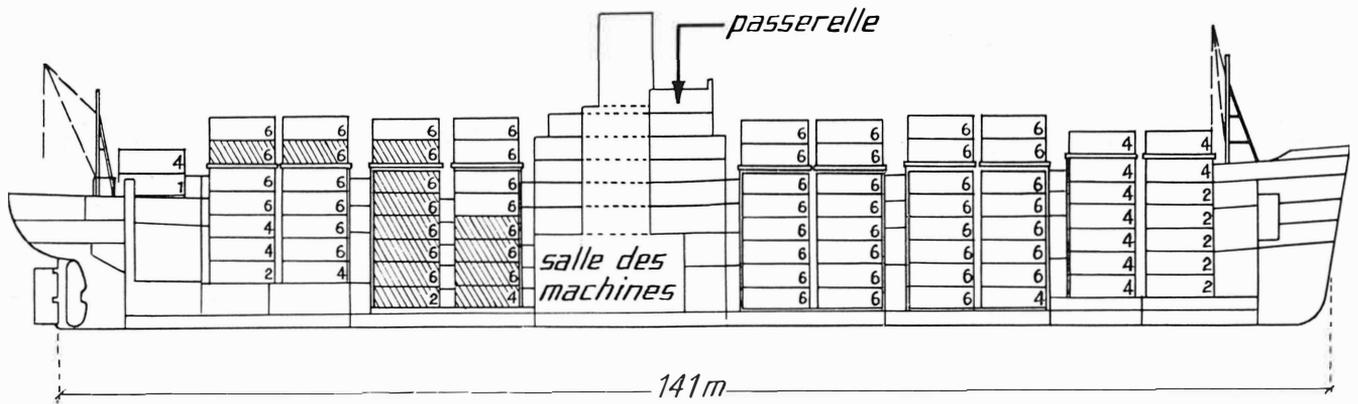


SCHÉMA 1. — Coupe longitudinale du « SS Hawaiian Citizen ». L'emplacement des conteneurs réfrigérés est indiqué par des hachures. Les numéros indiquent le nombre de conteneurs par rangée transversale (Document Matson Line).

de grandes dimensions : 40 pieds de longueur (12 m) transportés en pontée.

La Sea Land utilise 12 navires avec des conteneurs de 35 pieds et la Grace Line emploie deux navires complètement « containérisés » avec des conteneurs de 17 pieds.

Ce bref aperçu montre que deux tendances paraissent se dégager en matière de conteneurs :

— Celle d'un trafic généralisé (dans lequel les conteneurs frigorifiques entrent pour une part limitée) avec chargement en cale et en pontée.

— Celle d'un trafic plus spécialisé de conteneurs frigorifiques de grande capacité transportés sur le pont de navires rapides.

Avantages résultant de l'emploi des Containers.

Les avantages invoqués pour justifier l'emploi des conteneurs dans le transport maritime sont de deux ordres : amélioration de la qualité de la denrée transportée et rentabilité de l'exploitation maritime.

Amélioration de la qualité de la denrée transportée :

La denrée (fruits par exemple) est placée sous régime du froid dès la récolte et ne subit plus de réchauffement jusqu'à la livraison, ce qui doit garantir le maximum de fraîcheur. La simplification des manutentions représente une économie de main-d'œuvre et une diminution des avaries imputables aux chocs de manutention puisque le container peut atteindre directement le réceptionnaire sur un châssis semi-remorque.

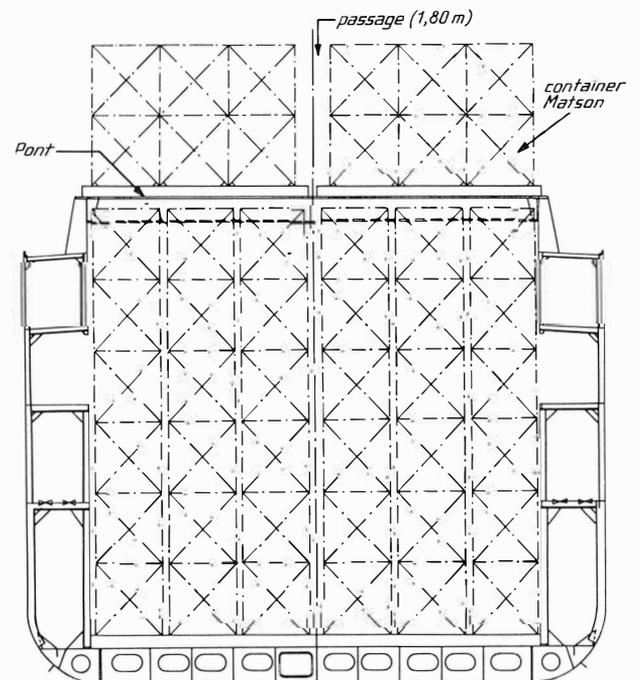
SCHÉMA 2. — Section transversale du « SS Hawaiian Citizen » (Document Matson Line).

Exploitation du navire :

La rapidité de déchargement dans les ports avec des portiques spécialisés (quelques heures) permet de diminuer la durée de rotation du navire, ce qui devient important à la période actuelle, parce que la vitesse des navires marchands ne peut plus être augmentée notablement sans un accroissement important de frais.

Conditions d'utilisation.

Il n'y a pas de règles générales d'emploi et chaque cas de transport maritime doit faire l'objet d'une





1

CONTAINERS FRIGORIFIQUES

Actuellement, les containers frigorifiques sont prévus pour la réfrigération et la congélation avec une recherche du volume utile maximum de l'ordre de 70 %, ce qui conduit à l'emploi de groupes frigorifiques compacts avec des évaporateurs peu encombrants, de faible surface, qui ne doivent pas permettre d'obtenir en réfrigération une humidité relative de 85 à 90 % qui est celle qui est recommandée. L'emploi de containers spécialisés pour la réfrigération n'a pas été retenu parce que leur utilisation conduirait à un



2

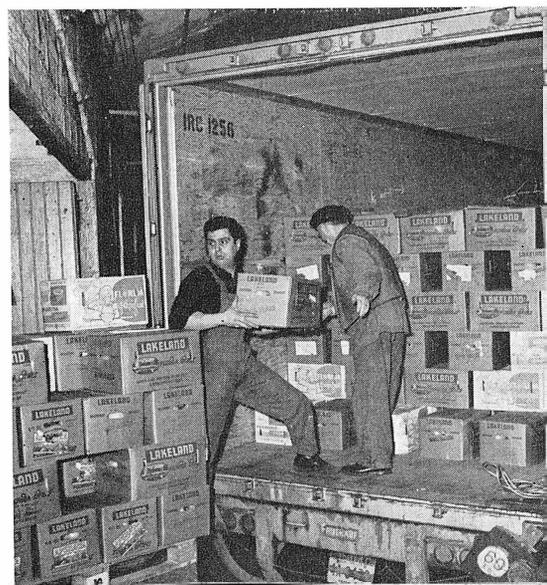
PHOTO 1. — « SS AM. Challenger » Déchargement du container.

PHOTO 2. — Arrivée du Container quai de Bercy à Paris.

PHOTO 3. — Déchargement de 476 cartons de pomelos transportés à l'intérieur du container.

(Photos United States Lines).

étude approfondie. L'exploitation du transport maritime par containers dépend de la durée du trajet maritime et des possibilités de trafic permettant d'obtenir un fret d'aller et retour. Il faut tenir compte des variations saisonnières pour le transport des denrées et de la rapidité des manutentions. La ligne de San Francisco-Hawaï convenait particulièrement bien pour le développement de ce trafic avec une durée de



3

accroissement trop élevé du parc de containers et à des investissements jugés trop onéreux.

Dimensions des containers.

La longueur varie suivant les utilisations :

Matson : 24 pieds (7,30 m)

Sea Land : 35 pieds (11,15 m)

Grace : 17 pieds (5,40 m)

Col Trainer : 40 pieds (12,2 m) — Longueur maximum autorisée pour le transport routier.

La largeur est de 8 pieds (2,40 m) et la hauteur dépend du gabarit des ponts et tunnels routiers (8 à 8,5 pieds — 2,40 à 2,55 m).

Groupe frigorifique.

Cinq containers frigorifiques ont été utilisés pendant une année à titre expérimental. Le groupe frigorifique complètement automatique est à détente directe à « Fréon », avec un compresseur entraîné par un moteur électrique. Avec de l'air ambiant à $+ 38^{\circ}\text{C}$ et une température intérieure de $+ 2^{\circ}\text{C}$, la puissance frigorifique du groupe est de 5 350 frigories/heure. Un groupe électrogène est placé sous le châssis de la semi-remorque et est utilisé pendant le transport sur route. Le circuit électrique des appareils de contrôle est en 24 volts, la bouteille accumulatrice de « Fréon » est munie d'un repère visuel.

Les containers frigorifiques placés dans les cales des navires transporteurs sont équipés avec un condenseur supplémentaire refroidi avec de l'eau douce qui est elle-même refroidie avec de l'eau de mer.

Sur le navire, chaque container est alimenté en courant électrique et un dispositif de contrôle permet de grouper dans un même local les indications sur le fonctionnement des groupes frigorifiques.

Le matériel doit être robuste, simple et doit subir préventivement des révisions périodiques pour obtenir une grande sécurité de fonctionnement ; de plus, tous les organes vulnérables doivent être facilement accessibles et doivent pouvoir être remplacés sans difficulté.

L'ensemble est placé sur le front avant du container en position de transport routier, à l'opposé de la porte de chargement.

Construction des containers.

Les armatures sont en acier à haute résistance. Les panneaux extérieurs sont en alliage d'aluminium résistant à l'air salin. L'isolation est en fibre minérale ou en mousse de polyuréthane qui permet avec un coefficient théorique de transmission de $K = 0,0175 \text{ C/m}^2/\text{m}^{\circ}\text{C/h}$ d'obtenir une bonne isolation avec seulement 7,5 cm. Le revêtement intérieur est en contre-plaqué, en tôle d'aluminium ou en éléments plastiques.

Le volume utile des containers, d'après un calcul basé sur les croquis, serait de 67 %. Le mètre cube utile est évalué à 2 500 dollars, ce qui explique les efforts des constructeurs pour obtenir un groupe frigorifique très compact.

Un point important qui était celui de la pénétration d'eau dans l'isolation a été résolu en utilisant des isolants à cellules fermées.

Équipement des navires.

Les navires doivent être profondément modifiés : construction d'un pont supplémentaire avec panneaux spéciaux, à très large ouverture, dispositifs de guidage pendant la descente et la montée des containers, fixation des containers, facilité d'accès aux containers

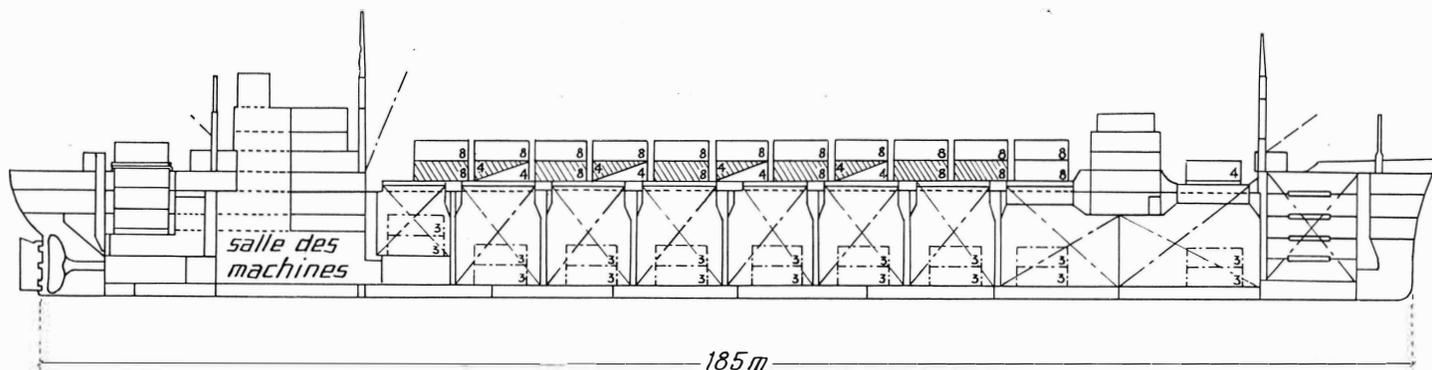


SCHÉMA. 3. — Coupe longitudinale des « SS Hawaiian de SS Californian ». L'emplacement des containers réfrigérés est indiqué par des hachures. Les numéros indiquent le nombre de containers par rangée transversale (Document Matson Line).

PHOTO 4. — « SS Hawaiian Citizen » avec son chargement de containers.

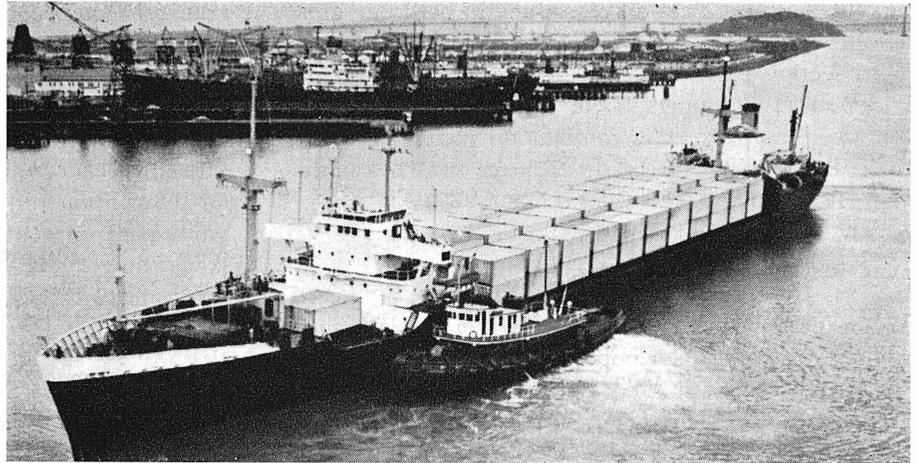
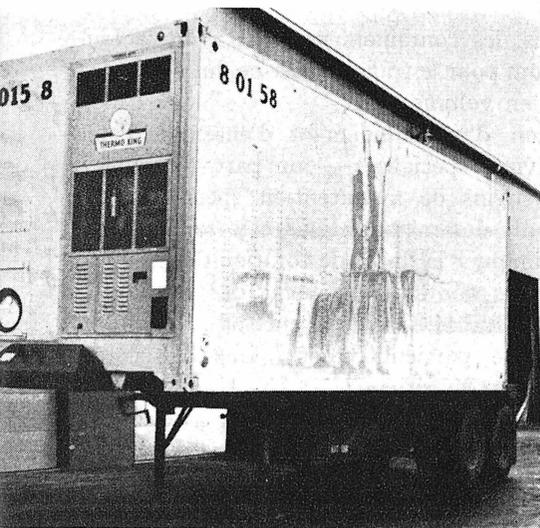


PHOTO 5. — Portique de déchargement des containers. Parc de stockage des containers.



↓ PHOTO 6. — Container réfrigéré sur un chassis-remorque.
(Photos Matson Line).



frigorifiques placés sur le pont et en cale, ballasts d'équilibrage, installation d'un groupe électrogène pour la fourniture du courant aux moteurs des groupes frigorifiques, etc.

La stabilité du navire avec 2 rangées de containers en pontée doit être surveillée avec grande attention. Les containers sont classés en trois catégories de poids, lourds (plus de 18 tonnes), moyens (9 à 18 tonnes), légers (moins de 9 tonnes). Les containers lourds sont chargés dans les fonds, les moyens à la partie médiane et les légers dans les parties supérieures. Les containers frigorifiques sont chargés dans la cale arrière, contre la salle des machines et sur la pontée arrière avec une préférence pour le chargement en cale aux emplacements les plus favorables pour la

surveillance et l'accès du personnel du bord par gros temps.

En section transversale, il y a 36 containers dans la cale et 12 containers sur le pont. Entre le fond du container inférieur et le sommet du container supérieur, il y a une hauteur de 21,60 m dans le cas du « SS Hawaiian Citizen » (voir schéma 2).

Classification des containers.

Considérant que l'utilisation des containers frigorifiques doit se développer à l'échelle mondiale, L. WESTLING décrit cinq concepts principaux pour l'exploitation des containers frigorifiques.

Classe A : containers dérivés du transport routier avec groupe frigorifique compact comprenant compresseur, condenseur, évaporateur et ventilateurs. Moteur électrique alimenté par le courant du bord ou par un groupe électrogène placé sous le châssis pendant le trajet sur route.

Classe B : Containers qui sont en réalité des véhicules. Le groupe frigorifique est placé sous le châssis. Sont utilisés pour le cas des navires-ferry ou pour des cas spéciaux (armée).

Classe C : Containers alimentés par une installation frigorifique séparée, montée soit sur le châssis d'un camion, d'un wagon ou installée dans un navire. Ces containers n'ont pas encore été construits.

Classe D : Le container ne comprend qu'un réservoir pour le liquide frigorigène (par exemple : utilisation d'azote liquide comme agent réfrigérant).

Classe E : Containers munis de ventilateurs, sans groupes frigorifiques. Ils sont placés dans une cale frigorifique avec d'autres denrées et utilisent l'air refroidi circulant dans la cale du navire. Pour les trajets routiers courts, l'isolation suffira et pour les trajets routiers longs, on pourra utiliser l'injection d'azote liquide ou un groupe frigorifique de complément.

Les containers de la catégorie E présentent l'avantage d'avoir un maximum de volume utilisable, ce qui constitue un avantage économique pour l'utilisation avec transport de denrées non réfrigérées pendant le voyage de retour.

Manutention des containers.

La rapidité de chargement et de déchargement est considérée comme un élément essentiel de l'économie du système. Les grues spéciales sont commandées manuellement, avec un indicateur de position du container (horizontale et verticale), signaux manuels et radio entre la cale et la cabine du grutier. Chaque

grue est équipée avec un panneau représentant la situation des containers d'une section transversale du navire (containers à décharger, containers chargés, espaces vides).

La manutention de 916 containers sur le Hawaiian Citizen (déchargement de 408 containers, chargement de 408 containers) prend en moyenne les temps suivants pour un container (pour des charges ayant un poids moyen de 15 tonnes et pouvant dépasser 20 tonnes) :

San Francisco....	2 minutes 34 secondes
Los Angelès.....	2 minutes 59 secondes
Honolulu.....	2 minutes 19 secondes

Cette manutention comprend l'accrochage du container par la grue, la sortie des cales, la mise sur châssis-remorque avec verrouillage, le déverrouillage du cadre d'accrochage et sa descente dans la cale. Une minute de plus pour la manutention de chaque container pour le Hawaiian Citizen qui transporte 408 containers représente une perte annuelle d'exploitation de 250 000 dollars.

CONCLUSIONS

Il résulte de la documentation qui a été résumée dans cette note que trois modes d'exploitation des containers frigorifiques peuvent être envisagés :

1° Utilisation de containers isolés, en petit nombre, transports en pontée, sur des cargos non spécialisés.

2° Utilisation de containers réfrigérés en pontée sur des navires équipés pour fournir le courant nécessaire ou pourvus de moyens de manutention suffisants lorsque le port de réception ne dispose pas des engins nécessaires.

Dans ce cas, les containers peuvent avoir la longueur maximum pour le trafic routier ce qui augmente le rendement en volume utile.

3° Utilisation d'un équipement d'ensemble comprenant : navires spécialisés — un parc de containers — des engins de manutention spéciaux dans le but d'obtenir des manutentions très rapides permettant de diminuer la durée de rotation des navires. La longueur des containers dépend des caractéristiques du navire utilisé. Il semble que ce type d'exploitation convienne particulièrement dans le cas où la durée du trajet maritime n'est pas très longue et qu'un gain de temps au port permet de raccourcir notablement la durée de rotation du navire. En ce qui concerne le container frigorifique, il faut noter qu'il n'y a qu'un seul type d'appareil pour la réfrigération

et la congélation, que la recherche du volume utile maximum conduit à un groupe frigorifique compact, avec une surface d'évaporation qui sera probablement insuffisante pour obtenir l'humidité relative élevée qui est nécessaire pour conserver toute la fraîcheur et limiter la perte de poids en transport réfrigéré. La valeur du transport devra être examinée en faisant le bilan des gains résultant de l'amélioration de la qualité, des économies de manutention, de la diminution des avaries par chocs et changement de régime de température et des pertes provenant de la dessiccation et des tarifs de transport. Le transport maritime par containers est en pleine évolution ; après avoir procédé à la modification de navires existants ; pour démontrer la valeur économique du système, il

est à prévoir que dans une seconde phase, des navires spécialisés seront conçus et construits pour le transport des containers.

Le container frigorifique ne doit pas être un container frigorifique routier chargé à bord d'un navire, mais doit être étudié spécialement en vue du trafic maritime et doit présenter des caractéristiques essentielles :

- Robustesse de construction de la cellule ;
- Résistance à l'air marin ;
- Simplicité, automaticité, robustesse du groupe frigorifique et équipement de ventilation ;
- Facilités d'intervention et de réparation ;
- Entretien préventif régulier.

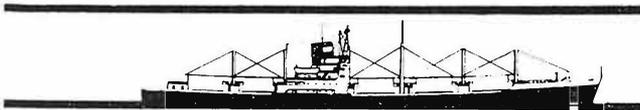
Nous remercions l'« United States Line », la « Matson Line » et « The Society of Naval Architects and Marine Engineers » pour la courtoisie avec laquelle ils ont bien voulu nous adresser les illustrations qui accompagnent cet article.

BIBLIOGRAPHIE

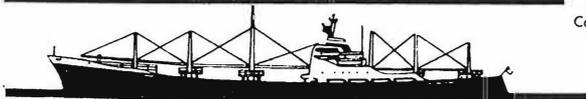
- LESLIE A. HARLANDER. — Engineering development of a container System for the west Coast-Hawaïan Trade. *Society of Naval Architects and Marine Engineers*, juin 1959.
- Further development of a container System for the west Coast-Hawaïan Trade. *Society of Naval Architects and Marine Engineers*.
- L. WESTLING. — The pluses and minuses of the american concepts of Marine refrigerated cargo containerization. *Institut Inter-*

national du Froid, Commission 8, Norköpping, 13-20 septembre 1965.

- Concepts and Criteria for Marine refrigerated cargo containers. *Institut International du Froid*. Commission 8, Norköpping. 13-20 septembre 1965.
- E. RATH. — Iso-Thermic Unitized Cargo System. *Society of Naval Architects and Marine Engineers*. November 1964.
- Container autoréfrigéré à température contrôlée. *Revue pratique du Froid*. Mars 1965.



IMPORT - EXPORT



U.S.L.

Liaisons hebdomadaires France - Etats-Unis - France
entre Le Havre et les ports américains
de New York, Boston, Philadelphie, Baltimore, Norfolk.

Le meilleur service frêt par la flotte marchande la plus moderne et la plus rapide du monde.
Consultez votre transitaire, nos agences accréditées dans les principales villes de France ou :

United States Lines

Paris - 10, rue Auber - 073. 89-80 - Le Havre : Franklin Building - H 2 66-24