

# COURS OUVRAGES MARITIMES

*MANUTENTION à QUAI*

## TABLE DES MATIERES

### Ports maritimes : HOMOGENEISATION DES COLIS

MANUTENTION PAR GRUES

### Ports maritimes : LA CONTENEURISATION

TERMINAL A CONTENEURS  
POSTE POUR CONTENEURS  
TERMINAL A CONTENEURS

### Ports maritimes : CARGAISONS SOLIDES EN VRAC

Ports maritimes : vraquiers pour minerais ...

Ports maritimes : vraquiers pour céréales ...

### Ports maritimes : CARGAISONS LIQUIDES EN VRAC

Ports maritimes : vraquiers pour liquides

Ports maritimes : gaz liquéfiés en vrac

### Ports maritimes : LES NAVIRES ROULIERS MODERNES

Ports maritimes : postes pour navires rouliers

## Ports maritimes : HOMOGENEISATION DES COLIS



*A gauche : palettisation des colis (photo Port Autonome de Marseille B BABEC .  
A droite : colis pré-élingués (photo Port Autonome de Rouen F LEROY)*

### En 1950 : l'homogénéisation des colis de marchandises

**Pour accélérer la cadence des manutentions**, les cargaisons constituées d'un nombre élevé de colis de formes et dimensions très diverses sont rendues plus homogènes par la constitution d'unités de charge plus importantes et de dimensions uniformes. Ceci réduit notablement le nombre de colis et de manutentions lors de l'escale du navire.

Cette "unitisation" se fait :

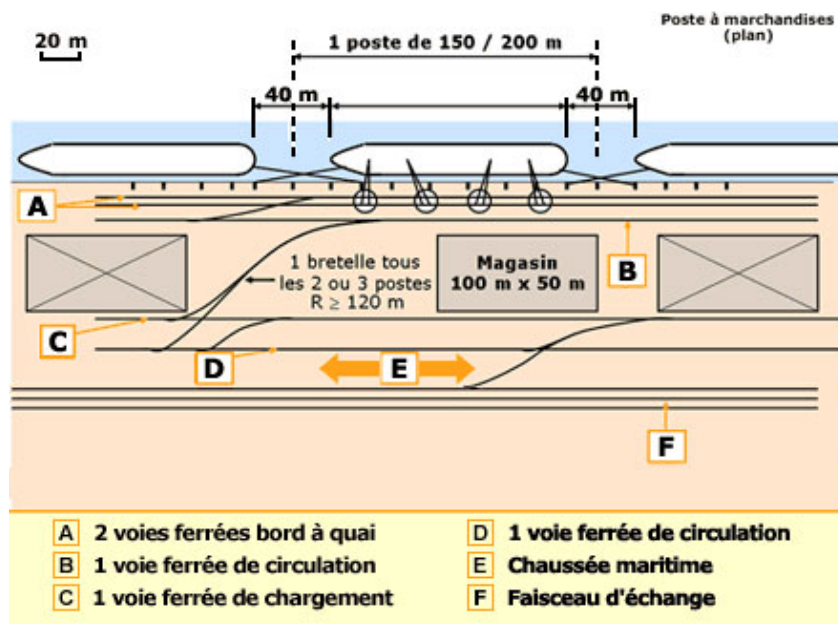
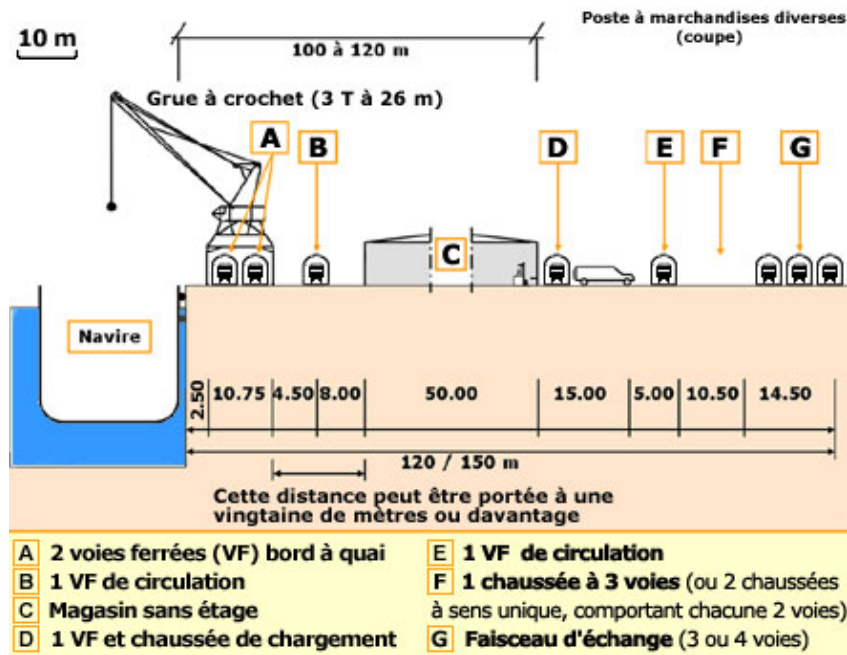
- en plaçant les marchandises sur des palettes qui voyagent avec les colis qu'elles supportent,
- en plaçant les marchandises dans de grands sacs "big-bag"

Certaines marchandises de formes ou de dimensions trop importantes sont conditionnées sous la forme de colis "homogènes **pré-élingués**", et sont regroupés pour constituer des "**palanquées**" de grandes dimensions, d'un nombre bien plus restreint que celui des colis qu'elles regroupent. Ce qui permet de réduire le nombre de coups de grues pour charger ou décharger le navire, accélérant la cadence de manutention.

Ces manutentions sont effectuées

- entre le navire et le quai, au moyen de grues à crochets,
- à terre, avec des chariots élévateurs à fourche, permettant une complète mécanisation des opérations

## MANUTENTION PAR GRUES



Lorsque la manutention utilise des grues de quai, le poste est équipé de 3 ou 4 grues à crochet.

Ces grues sont constituées par :

- un portique roulant sur des voies ferrées spéciales implantées parallèlement au quai
- et supportant une partie mobile, pivotant autour d'un axe vertical, sur laquelle est articulée une flèche inclinable,
- ce qui permet de dégager le gabarit du navire pendant les manœuvres d'accostage et d'atteindre tous les aplombs de la cale ; leur portée peut ainsi atteindre plus de 25 m en soulevant une charge de 3 tonnes.

Pour accroître la surface de stockage, les postes réalisés au début du XX<sup>ème</sup> siècle comportaient des hangars à plusieurs étages.

Les postes réalisés depuis le milieu du XX<sup>ème</sup> siècle disposent de hangars sans étage, ce qui évite une manutention verticale difficilement mécanisable. La largeur des postes s'en est trouvée accrue à plus de 120 m : la manutention à terre a pu être mécanisée en utilisant des chariots-élévateurs roulant sur la zone bord à quai et les terre-pleins.

## Ports maritimes : LA CONTENEURISATION



Navire port-conteneurs et manutention par chariot

Fin 20<sup>ème</sup> siècle : Une manutention toujours plus rapide grâce à la conteneurisation

L'évolution la plus spectaculaire est la naissance et la croissance de la conteneurisation.

La conteneurisation consiste à "emballer" des marchandises de tailles et de dimensions les plus diverses dans des coffres rigides de grandes dimensions et de formes identiques.

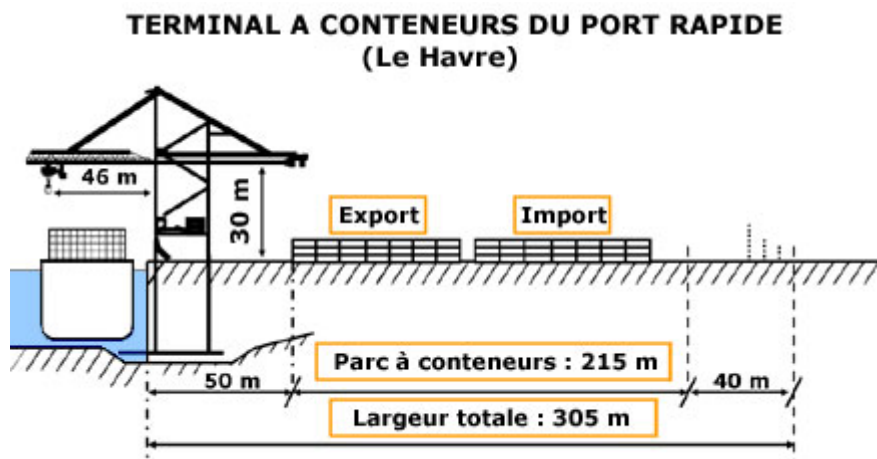
Ces conteneurs peuvent être aisément manipulés pour charger et décharger le navire, être déplacés à terre et chargés ou déchargés d'un mode de transport terrestre (route, rail, voie navigable). Ce conteneur est à la fois un mode de conditionnement et un support logistique, permettant de mécaniser et accélérer les manutentions et, en outre, d'assurer la conservation de la marchandise (certains conteneurs sont équipés d'un conditionnement de température).

Dûe à l'initiative du transporteur routier américain Sealand dans les années 1960 (qui a trouvé plus rentable de transporter par mer, en passant par la Canal de Panama, de la côte Est à la côte Ouest des USA que de subir les multiples formalités imposées aux transports routiers en passant d'un Etat à un autre), la conteneurisation s'est très rapidement généralisée et développée. Les premiers conteneurs ont été reçus dans les ports français en 1966.

En 1965, l'organisation pour la Normalisation Internationale (ISO) a recommandé des normes, l'unité de mesure devenant l'EVP (Equivalent Vingt Pieds) ou TEU (Twenty Equivalent Unit). Les dimensions des conteneurs sont de 20'x8'x8' (1EVP) ou 40'x8'x8' (2EVP).

Des conteneurs spéciaux - de dimensions normalisées - ont été construits pour transporter certaines marchandises liquides ou gazeuses, ou des produits alimentaires frais

## TERMINAL A CONTENEURS



**POSTES POUR CONTENEURS** : leur conception et leur équipement doivent permettre d'opérer très rapidement le navire afin de réduire la durée de son escale.

Les nouveaux postes pour conteneurs comportent :

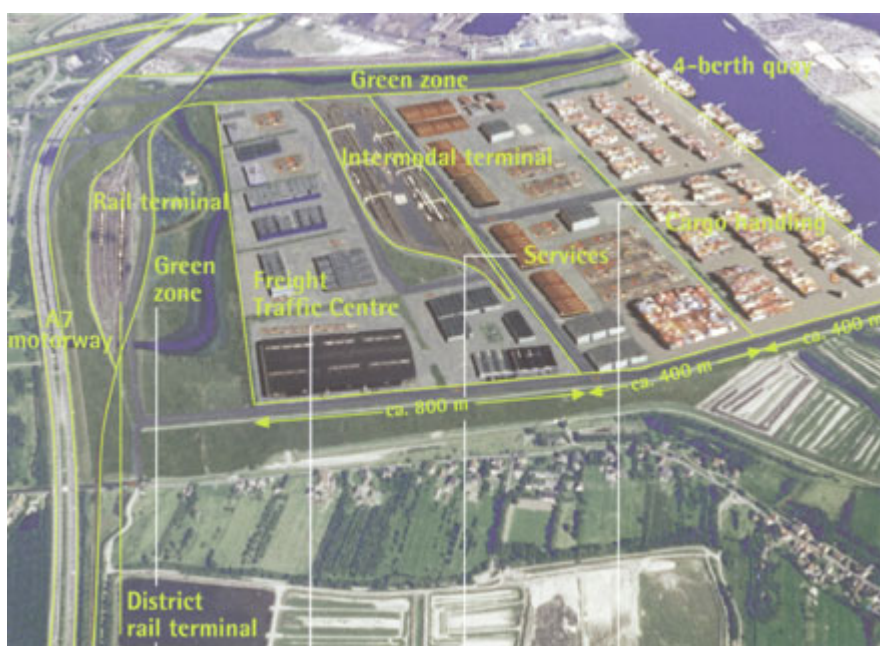
- une zone bord à quai, d'au moins 50 m de largeur, où évoluent les portiques qui opèrent les navires
- un parc, d'au moins 200 m de largeur, où sont entreposés les conteneurs
- une zone d'arrière quai, d'au moins 40 m de largeur, où sont effectuées les manutentions sur ou à partir des moyens de pré et post acheminement terrestres.

Ce qui donne, au total, un poste d'une largeur minimale de 300 m.

La longueur des postes est fonction de celles des navires qui y sont accueillis : pour des navires transportant 4000 TEU, elle est de l'ordre de 300 m.

Ainsi la manutention navire/quai peut-elle s'effectuer très rapidement, les opérations de tri ou de rangement des conteneurs s'effectuant sur le parc sans ralentir l'opération du navire.

## POSTE POUR CONTENEURS



*Schéma d'un poste pour conteneurs*

### Terminal à conteneurs

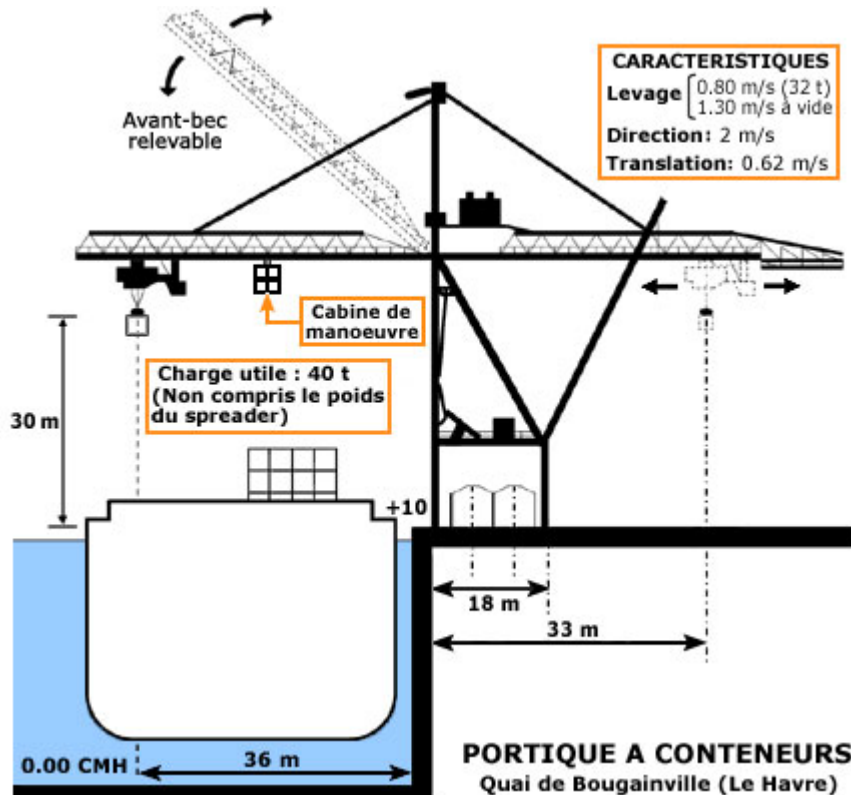
**Le terminal pour navires porte-conteneurs transocéaniques modernes** a une longueur comprise entre 200 et 350 mètres, une largeur de 300 à 500 mètres et un tirant d'eau de 12 à 15m. Il est équipé de 4 portiques pour opérer le navire et d'engins roulants mécaniques (chariots ou portiques) permettant de déplacer les conteneurs à terre et de charger et décharger les véhicules qui assurent le pré et post acheminement terrestres.

**La cadence d'un portique moderne est de 20 à 30 mouvements par heure.** Un poste équipé de 4 portiques a un rendement annuel pouvant atteindre 400 000 EVP (chargés et déchargés), soit environ 5 millions de tonnes.



Le trafic de conteneurs de l'ensemble des ports français en 2003 est d'environ 3,25 millions d'EVP, soit environ 40 millions de tonnes. Comparés aux grandes plates-formes internationales (Singapour ou Hong-Kong) qui voient transiter chacun plus de 18 millions d'EVP annuellement, les ports français ont une activité plus modeste. Mais par leur conception et leur équipement ils sont tout aussi performants. Ainsi peuvent-ils correctement opérer les plus grands navires porte-conteneurs utilisés sur les lignes Est/Ouest (Asie - Europe - Etats-Unis). Ceux-ci peuvent emporter entre 6000 et même 8000 EVP et sont utilisés sur des lignes régulières, avec des horaires cadencés fixes qui exigent une grande fiabilité de l'ensemble de la chaîne portuaire.

## TERMINAL A CONTENEURS



Les portiques utilisés pour la manutention navire/quai roulent sur des voies ferrées parallèles au quai.

Ils comportent un avant-bec qui est relevé au moment de l'accostage du navire.

Le conteneur est accroché à un dispositif adapté, lequel est suspendu à un chariot qui roule sur la poutre horizontale constituée par les parties mobile et fixe du portique.

Le conteneur est amené ou enlevé de la partie située sous l'arrière-bec par des chariots qui le déposent ou l'ont pris sur le parc situé en arrière.

La cabine de commande du système de levage se déplace également sur la partie horizontale, souvent indépendamment de ce dernier, de façon à permettre à l'opérateur de se positionner à l'emplacement où il a la meilleure visibilité de la zone où il doit saisir ou poser le conteneur.

## Ports maritimes : CARGAISONS SOLIDES EN VRAC



*Postes pour marchandises solides transportées en vrac.*

### Cargaisons solides en vrac

**Les marchandises solides transportées en vrac sont :** des charbons, des minerais, des engrais et autres produits chimiques, des céréales... Les navires utilisés pour ce genre de transport sont appelés "vraquiers"

**Le poste d'opération des navires comporte :**

- un ouvrage permettant d'accoster et d'amarrer le navire
- des engins de manutention, se déplaçant sur le quai parallèlement au navire équipés
  - pour décharger les navires : de bennes preneuses, d'élévateurs verticaux continus à godets ou à chaîne-redler ou de dispositifs d'aspiration.
  - pour charger les navires : de systèmes gravitaires

Le déplacement des marchandises à terre est fait au moyen de bandes transporteuses.

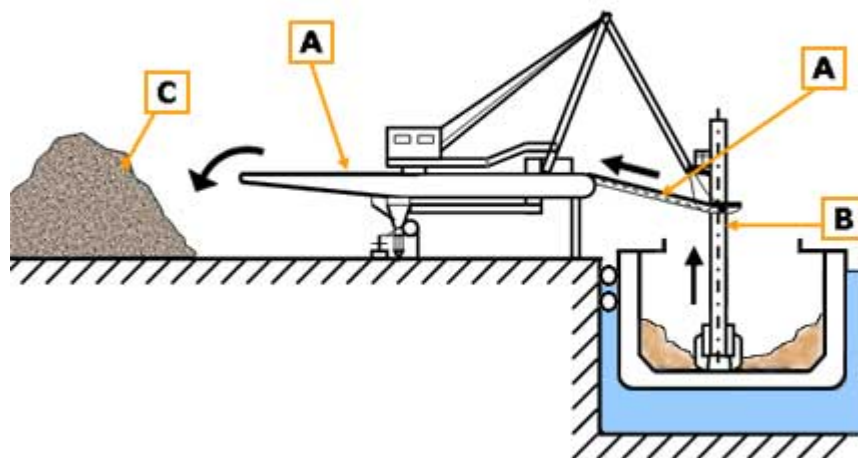
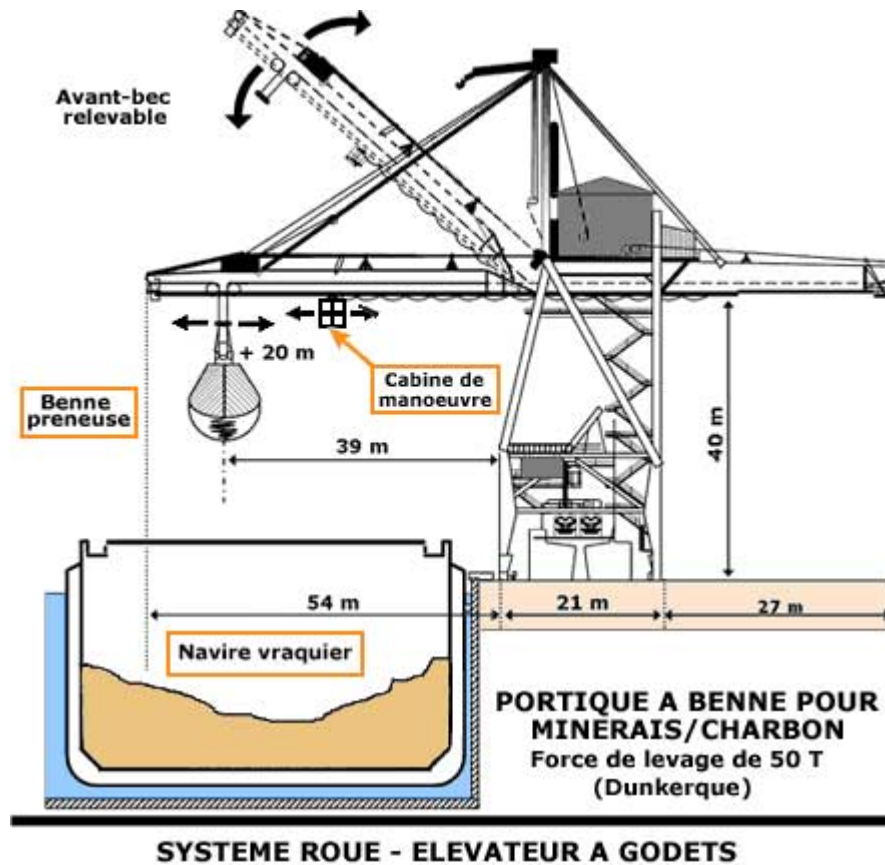
**Le stockage est fait en plein air pour les charbons et minerais**, la mise sur le stock utilisant des engins mobiles "jeteurs" à bande transporteuse qui permettent de répartir la marchandise sur le parc.

Les produits qui ne peuvent être exposés à l'air ou à l'eau sont stockés dans des hangars ou des silos verticaux où des moyens mécaniques (bandes transporteuses) permettent d'effectuer les manutentions depuis ou sur les véhicules du pré et post acheminement terrestres.

**La longueur d'un poste charbonnier ou minéralier**, capable de recevoir des navires de 200 000 tonnes de port en lourd est de l'ordre de 300m, sa largeur d'au moins 200m ; la hauteur du quai permettant l'accueil des navires d'une quinzaine de mètres de tirant d'eau doit, suivant l'amplitude de la marée, atteindre ou dépasser la vingtaine de mètres. Equipé de 2 portiques avec des bennes de 20m<sup>3</sup>, capables d'un rendement d'au moins 2000 tonnes / heure, un poste correctement utilisé a une activité d'environ 6 millions de tonnes / an.

**Un poste céréalier équipé de 2 appareils** de déchargement de 200 tonnes / heure peut assurer normalement un trafic supérieur à 1 million de tonnes / an.

## Ports maritimes : vraquiers pour minerais ...



**A** Bande transporteuse    **B** Élévateur à godets    **C** Stock à terre

### LA MANUTENTION AUX POSTES POUR NAVIRES VRAQUIERS transportant des MINERAIS ET CHARBONS - ENGRAIS

Le chargement et le déchargement du navire peut être effectué par des portiques équipés de bennes preneuses.

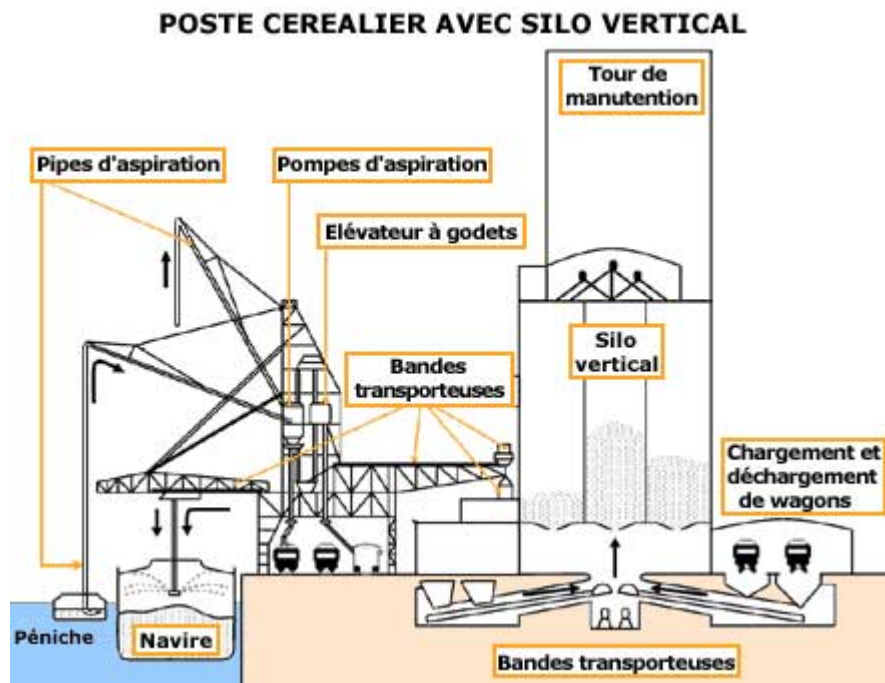
La benne est suspendue à un chariot qui roule sur une poutre horizontale du portique, constituée par un avant-bec relevable (pour dégager le gabarit du navire à l'accostage ou au départ) et une partie fixe à l'aplomb du quai.

Au déchargement, le produit est déversé sur des bandes transporteuses qui l'amènent au stock à terre.



Le déchargement peut également être effectué au moyen de portiques équipés d'une roue-pelle : le produit est élevé par une chaîne à godets et déversé sur des bandes transporteuses qui le conduisent au stock.

### Ports maritimes : vraquiers pour céréales ...



*LA MANUTENTION AUX POSTES POUR NAVIRES VRAQUIERS transportant CÉREALES et autres produits agroalimentaires solides*

- Le déchargement du navire - ou des bateaux de navigation intérieure - est effectué par des systèmes d'aspiration ou des chaînes à godets (chaînes redlers).
- Le chargement du navire s'effectue par gravité au moyen de goulottes verticales télescopiques.
- Les déplacements horizontaux du produit se font par bandes transporteuses ou chaînes redlers.

## Ports maritimes : CARGAISONS LIQUIDES EN VRAC



*Vue générale port du Havre-Antifer et poste pétrolier du Havre (droits réservés)*

### Postes pour marchandises liquides en vrac

**Les marchandises liquides transportées en vrac** sont essentiellement du pétrole brut ou des produits de la distillation du pétrole, ou des gaz liquéfiés transportés à très basse température ( $-160^{\circ}$  pour le gaz naturel,  $-80^{\circ}$  pour les gaz de pétrole liquéfiés). Certains produits alimentaires (vin, huile) ou chimiques (ammoniac) sont également transportés sous forme de vrac liquide.

Dans tous les cas, la manutention (à l'embarquement ou au débarquement) s'effectue par pompage, au déchargement depuis le navire et au chargement, depuis la terre.

#### **Un poste comporte :**

- un ouvrage permettant l'accostage et l'amarrage du navire
- des canalisations mobiles et déformables (flexibles ou articulées), en général manutentionnées mécaniquement, qui permettent de raccorder les orifices de chargement / déchargement des navires aux canalisations établies à terre qui relient le poste à des réservoirs de stockage.

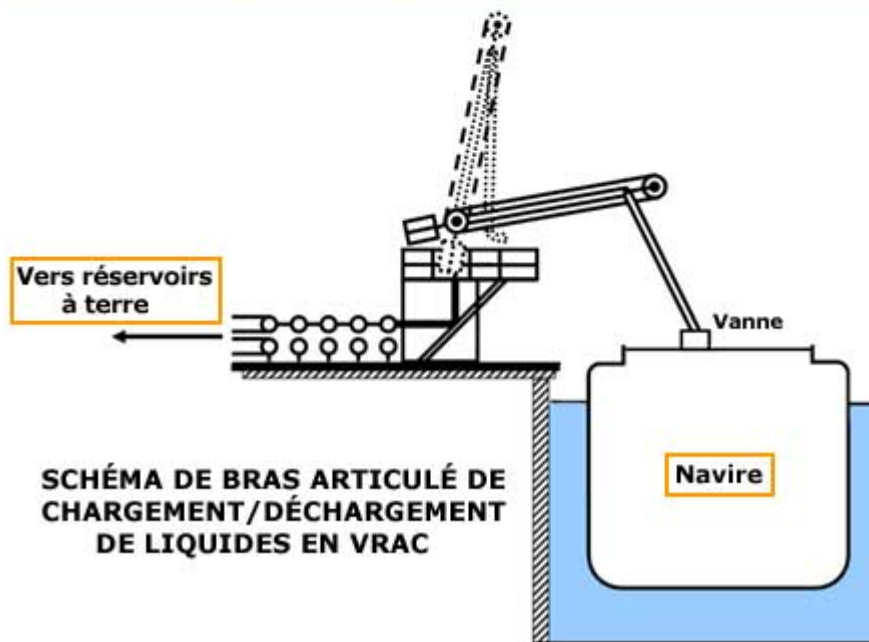
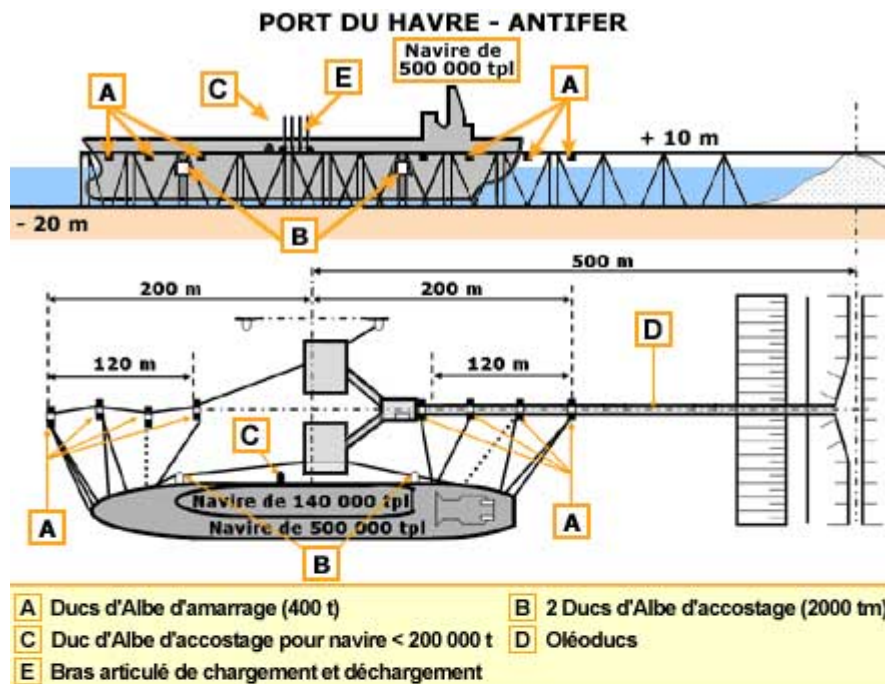
Le transport terrestre de la cargaison s'effectue par des canalisations jusqu'aux réservoirs : ainsi les postes ne nécessitent pas d'être en bordure immédiate du quai. Ce dernier peut donc être conçu plus simplement, éventuellement implanté perpendiculairement au rivage ce qui facilite les manœuvres du navire.

#### **Du fait que les canalisations flexibles ou articulées n'ont pas besoin d'être déplacées**

parallèlement au flanc du navire, l'ouvrage d'accostage est souvent discontinu (par exemple sous forme de "ducs d'Albe"), en offrant au navire un nombre suffisant de points d'appui et d'amarrage.

Les canalisations pour la manutention des gaz liquéfiés doivent être efficacement calorifugées, compte tenu des basses températures auxquelles sont transportés ces produits. Concernant les postes pour pétrole brut et produits raffinés, l'usage est de les doter d'une puissance de pompage permettant d'opérer les navires en 24 heures. Un poste pour navires de 150 000 à 200 000 tonnes correctement utilisé peut assurer un trafic de 20 à 30 millions de tonnes par an.

## Ports maritimes : vraquiers pour liquides



### POSTES POUR CARGAISONS LIQUIDES EN VRAC - LES POSTES DU PORT PÉTROLIER DU HAVRE-ANTIFER :

Une conception qui permet de recevoir des navires de longueur très variable.

- Les navires de plus de 250 m de longueur sont accostés sur 2 ducs d'Albe capables d'absorber une énergie de 2 000 tm
- Les navires de moins de 200 m sont accostés sur le duc d'Albe principal côté terre et sur un duc d'Albe intermédiaire de moindre capacité d'absorption de l'énergie d'accostage.
- Le bras articulé est ajusté en fonction des niveaux respectifs de la vanne d'accès aux cuves de navire et du quai - lequel varie avec celui de la marée et l'état de remplissage du navire.

## Ports maritimes : gaz liquéfiés en vrac



*Poste pour réception du gaz liquéfié à Marseille-Fos (photo Port autonome de Marseille J.P JAUFFRET)*

### Postes pour gaz liquéfié en vrac

Les postes pour les navires transportant des gaz liquéfiés sont comparables, dans leur conception et leurs outillages, aux postes pétroliers.

Mais les produits étant transportés à très basse température (méthane liquide à - 160° C, gaz de pétrole à - 90° C) les canalisations doivent être fortement calorifugées et sont, de ce fait, relativement encombrantes.

De même, les réservoirs de stockage doivent être à proximité immédiate des postes d'opération.

Compte tenu de la dangerosité des produits, un périmètre de sécurité (aussi bien sur terre qu'en mer) doit être respecté. Les postes sont donc implantés dans des zones particulièrement abritées de la houle pour éviter tous mouvements significatifs des navires.

## Ports maritimes : LES NAVIRES ROULIERS MODERNES



Navires rouliers modernes à ouvertures avant ou arrière

### Les postes pour navires rouliers modernes

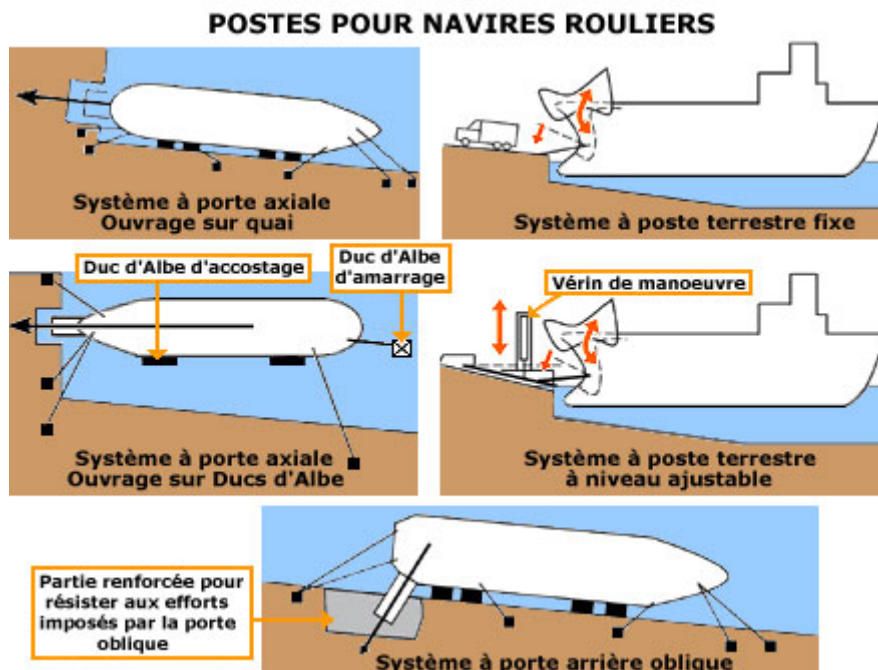
Les navires peuvent embarquer des véhicules routiers complets ou des semi-remorques ou des " caisses mobiles " chargées à bord du navire sur des " remorques esclaves " - assurant une complète mécanisation de la manutention.

Un poste pour navire roulier comporte :

- un ouvrage pour accoster et amarrer le navire
- lorsque la variation du niveau du plan d'eau dépasse 1m50, une passerelle métallique permettant un raccordement des niveaux du pont de navire et du terre-plein, avec une pente qui n'excède pas 15%.
- un terre-plein de surface suffisante pour stocker à la fois les véhicules débarqués et ceux qui doivent être embarqués.

Pour un navire roulier de 160 à 180m de longueur et de 20 à 30m de largeur, capable d'emporter 150 à 180 camions et une centaine de voitures, la surface nécessaire pour le poste est de l'ordre de cinq hectares. Par contre, le tirant d'eau de ce genre de navire est inférieur à 8m. Le déchargement et le chargement complet du navire peuvent se faire en moins de 12 heures

### Ports maritimes : postes pour navires rouliers





## POSTES POUR L'ACCUEIL DE NAVIRES A POSTE AXIALE (A L'AVANT OU A L'ARRIERE DU NAVIRE)

- Le navire est accosté latéralement
  - soit sur un quai continu (dessins du haut)
  - soit sur des **Ducs d'Albe** (dessins du milieu)
- Les véhicules embarquent/débarquent en franchissant la porte axiale du navire : la proue ou la poupe (articulée sur la coque) est alors relevée, la porte est abattue sur une rampe qui assure le raccordement avec le terre-plein
  - lorsque le **marnage** est faible (< 1,50 m) la rampe est fixe (dessin en haut)
  - lorsque le marnage est plus élevé, la rampe est mobile autour d'un axe horizontal : son niveau est ajusté par un système de vérins ou de câbles depuis un portique qui doit alors dégager le gabarit nécessaire pour le passage des véhicules (dessin du milieu).

## POSTES POUR L'ACCUEIL DES NAVIRES A PORTE LATERALE OBLIQUE (située à l'arrière du navire). (dessin du bas)

Les postes de ce genre sont réalisés dans les bassins dont la variation du niveau du plan d'eau ne dépasse pas 1,50 m.

La porte latérale est abattue sur le quai dont le revêtement doit être renforcé, dans les zones d'appui de la porte, pour résister aux charges importantes qui leur sont imposées.