

Productivité des terminaux à conteneurs

Partager les savoirs



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat
Développement durable
Prévention des risques
Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

Préambule

Evaluation de la productivité des terminaux à conteneurs

Face à la croissance continue de la conteneurisation des marchandises, la communauté portuaire dispose de deux types de réponse possibles :

- Développer de nouvelles infrastructures
et/ou
- Optimiser l'utilisation des installations existantes, solution qui rencontre par ailleurs les objectifs d'un développement durable des ports.

C'est donc d'abord pour aider les ports et les opérateurs de terminaux à répondre à cet enjeu majeur, dans un positionnement renouvelé par la réforme portuaire de 2008, que le CETMEF a engagé une veille technologique sur un échantillon significatif de terminaux à conteneurs dans le monde. Et c'est sur la base de cette veille technologique qu'a été réalisé ce guide pratique.

Ce dernier ne prétend pas répondre à toutes les questions que peuvent se poser les professionnels mais son format vise à permettre à un large public de mieux appréhender et partager les indicateurs clés de la productivité d'un terminal à conteneur.

Dans ce premier volume sont plus précisément abordés :

- l'interface maritime du terminal comprenant les quais et les outillages qu'ils supportent ;
- ainsi que le parc de stockage avec ses différentes zones et les engins de parc nécessaires à la manutention des conteneurs.

Les dessertes terrestres y sont abordées de manière succincte. Elles font actuellement l'objet d'une veille technologique complémentaire qui alimentera la production d'un deuxième volume.

Le Directeur du CETMEF



Jean-Yves LE VEN

Remerciements

Le CETMEF tient à remercier toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce document et notamment :

Les relecteurs et contributeurs :

- GPMH (Grand Port Maritime du Havre) : Laurent CASTAING
- CTS (Container Terminal Service): Pascal REYNE

CETMEF :

- Olivier PIET
- Brahim BENAÏSSA
- Jean Jacques TRICHET
- Michel MARIA
- Lionel KANIEWSKI
- Rémy GASSET

Le rédacteur de ce document :

- CETMEF/DI/IMT : Alain CHAMBREUIL

Sommaire

Préface	1
I - Introduction	5
II - Contrôles des terminaux	6
III - Gestion des opérations et accès aux terminaux	7
IV - Evolution du marché des conteneurs	8
IV - 1 Volumes manutentionnés dans les ports	8
IV - 2 Evolution de la flotte conteneurisée	9
IV - 3 Evolution de l'accueil dans les ports	12
V - Capacité d'un terminal à conteneurs	13
V - 1 Capacité Parc	13
V - 2 Capacité Bord à quai	14
VI - Analyse de la productivité Bord à quai	15
VI - 1 Productivité des portiques	15
VI - 2 Productivité des quais	17
VII- Analyse de la productivité Parc	17
VIII - Productivité en fonction du mode d'exploitation	18
IX - Les dessertes terrestres des terminaux	22
X - Conclusion	22
ANNEXE - Exemple de calcul d'évaluation de la productivité d'un terminal	24
LEXIQUE	26

I - Introduction

Le présent document a plusieurs objectifs :

- Fournir un outil d'aide à l'évaluation de la capacité de terminaux existants et futurs,
- Déterminer quelles sont les parties du terminal sur lesquelles il y aurait lieu d'intervenir pour améliorer la productivité du terminal,
- Aider les ports à élaborer leur plan de développement des terminaux à conteneurs

Ce guide a été établi à partir d'une étude réalisée par la société CTS (Container Terminal Service) pour le CETMEF en 2008, celle-ci s'est appuyée sur une veille technologique portant sur 34 terminaux à conteneurs dans le monde.

Cette veille a permis d'établir des références en matière de performances à partir de ces terminaux à conteneurs qui ont été volontairement choisis de manière à approcher au mieux la grande diversité de leurs caractéristiques :

- Certains terminaux sont situés dans des ports principaux (porte d'entrée principale sur un marché traitant des volumes importants)
- D'autres sont situés dans des ports dits secondaires (ports régionaux traitant des volumes plus faibles)
- La longueur de quai des terminaux sélectionnés varie de 300 m pour le plus petit à 3600 m pour le plus grand
- La surface du parc varie de 10 hectares pour le plus petit à 265 hectares pour le plus grand
- On compte 3 portiques bord à quai pour le plus petit terminal contre 41 sur l'un des plus grands
- Les différents modes opérationnels sur le terminal sont également représentés : cavaliers, RMG, stackers ...

Enfin la diversité de positionnement des terminaux dans un maillage de lignes hiérarchisé a également été prise en compte :

- Certains terminaux sont positionnés exclusivement sur un trafic de transbordement, ce sont des «Hubs» : sont considérés comme tels les terminaux dont la part de transbordement atteint 60 % du volume traité.
- Certains sont considérés comme «mixtes», la part de transbordement y est comprise entre 20 et 60% du volume total traité par ce terminal.
- D'autres sont des portes d'entrée sur l'hinterland, ce sont des terminaux «Gateway» : leur part de transbordement est inférieure à 20% de leur trafic.

Sur l'échantillon de 34 terminaux retenu, 5 sont des «Hubs», 14 sont des terminaux «mixtes» et 15 sont considérés «Gateway».

La répartition géographique de ces terminaux est par ailleurs la suivante :

- 18 sont situés en Europe de l'Ouest
- 5 en Extrême Orient
- 5 en Amérique
- 4 au Moyen Orient et en Inde
- 2 en Océanie

II - Contrôle des terminaux à conteneurs

La plupart des terminaux à conteneurs sont opérés par des sociétés privées ayant signé un contrat (Partenariat Public Privé) pour une durée déterminée avec l'Autorité Portuaire qui reste «landlord», c'est à dire propriétaire du terrain. Le mode d'exploitation des terminaux prend la forme le plus souvent d'un contrat de concession.

La propriété privée des terrains est donc très rare, la puissance publique restant dans la majorité des cas propriétaire foncier du «domaine portuaire».

Les équipements de parc (bâtiments et engins de manutention des conteneurs) sont presque toujours de la responsabilité de l'opérateur, qui en est le plus souvent propriétaire.

Dans certains cas et notamment jusqu'ici en France, les équipements bord à quai (grues et portiques) étaient achetés par l'Autorité Portuaire, puis loués à l'opérateur.

En France, la loi sur la réforme portuaire votée par le parlement le 4 juillet 2008 modifie la donne sur deux grands axes :

- Le transfert des activités d'outillage vers les opérateurs privés. Ce transfert porte sur les matériels et sur les contrats de travail des salariés affectés à ces activités.
- Le recentrage du rôle des autorités portuaires sur les missions régaliennes, l'aménagement des zones portuaires, les développements des infrastructures maritimes et des dessertes terrestres, la gestion foncière du domaine portuaire.

Cette réforme qui s'applique aux Grands Ports Maritimes Français vise à leur permettre de s'aligner sur les standards internationaux.

A l'échelle mondiale la privatisation de l'opération dans les terminaux à conteneurs s'est largement répandue.

Le contrôle des 34 terminaux étudiés est réparti de la manière suivante :

- 28 sont à la charge d'opérateurs privés
- 2 sont entièrement public
- 4 sont en «joint venture» Public/Privé

III - Gestion des opérations et accès aux terminaux

Tous les terminaux à conteneurs étudiés sont munis d'un logiciel qui permet l'assistance des opérations au niveau du quai, du parc et des livraisons.

Le niveau d'automatisation des opérations est défini ainsi :

- Bas : le système d'information est très succinct ; les opérations sont rentrées à la main (tous les matins les équipes répertorient les conteneurs sur le parc avec leur positionnement)
- Moyen : système d'exploitation informatisé, de niveau international (type Cosmos, Navis...). 30 sur les 34 terminaux sélectionnés ont un niveau d'automatisation moyen.
- Haut : système d'exploitation avec automatisation des engins de parcs (RMG automatiques ou AGV : automatic guided vehicles)¹. Il n'y a plus de chauffeur soit dans le RMG, soit dans le transfert horizontal Quai<->Parc (AGV).

La tendance observée va vers une augmentation du niveau d'automatisation des terminaux en priorité dans les pays économiquement développés où la main-d'œuvre représente une part importante du coût opérationnel. Le niveau d'automatisation a pour but premier de réduire le coût de la main-d'œuvre, fiabiliser les opérations et augmenter la productivité. Sur ce dernier point, les solutions actuellement existantes n'ont pas démontré un gain par rapport à une solution dite «manuelle».

Pour rappel un système automatisé se compose de RMG tout automatique (sans opérateur) pour les opérations de stockage des conteneurs sur parc et de remorque attelée sans conducteur dit AGV (voir lexique) pour le transfert des conteneurs du quai vers le parc, les portiques restant à commande manuelle (avec portiqueur).

Toutes les opérations sont gérées par un système informatique central très sophistiqué et spécifique qui coordonne les RMG et les AGV en fonction des navires à quai et des livraisons à faire.

Ce système présente des inconvénients par rapport à un système «manuel» : peu de flexibilité lors d'opérations perturbées, vitesse de transfert quai-parc très lente, prise et dépose du conteneur sur AGV d'où retard sous portiques ou sous RMG, complexité du

1- Les différents outillages de quais ou de parc sont décrits dans Le lexique en fin de guide

système informatique exigeant des ressources humaines importantes. Ce système a l'avantage de travailler 24 h sur 24 et 7 jours sur 7.

Ainsi l'évolution tend vers une solution «hybride» prévoyant l'utilisation de RMG automatiques sur parc et de cavaliers gerbeurs «sprinter» pour le transfert du quai au parc. Cette solution redonne toute la flexibilité nécessaire sur l'interface «quai-parc» (possibilité de déposer le conteneur sur le quai ou au droit du RMG et partir sur une autre tâche sans attendre) et l'adaptabilité à des perturbations externes (allocations des ressources en temps réel).

Ce système hybride est en phase opérationnelle sur certains terminaux.

Le niveau d'automatisation des entrées/sorties («gate») est ainsi défini :

- Bas : Traitement manuel ; le chauffeur fournit son «bill of lading» au guichet d'entrée du terminal, où on lui fournit un ticket lui indiquant où récupérer le conteneur (9 terminaux étudiés sont dans ce cas).
- Moyen : Assistance par système informatique ; le chauffeur rentre lui-même les données du «bill of lading» sur un ordinateur mis à sa disposition, il reçoit un ticket lui indiquant où il doit aller chercher le conteneur.
- Haut : Système avec lecture de la plaque minéralogique et du numéro de conteneur ; à la borne, le chauffeur reçoit un ticket lui indiquant où il doit aller chercher le conteneur (7 terminaux étudiés ont mis en place ce type de «gate»).

Dans certains terminaux, la livraison est programmée : le chauffeur a une fenêtre horaire précise où il peut venir chercher son conteneur. Les terminaux ayant un haut niveau d'automatisation de la gate ont mis en place ce système de livraison programmée, ce qui permet d'obtenir une meilleure productivité sur le parc.

Lorsque la livraison est aléatoire, le chauffeur peut venir chercher son conteneur dès que celui-ci est disponible sur parc.

Le système de livraison aléatoire entraîne un taux de shifting (mouvement d'une boîte pour aller chercher une autre boîte) plus important que sur les terminaux à livraison programmée, et donc une productivité moindre.

IV – Evolution du marché des conteneurs

IV - 1 Volumes manutentionnés dans les ports

Le volume des conteneurs manutentionnés par les ports mondiaux a plus que doublé entre 2000 et 2007 pour atteindre 486 millions d'evp en 2007.

Le volume manipulé sur les 34 terminaux sélectionnés atteint 64 millions d'evp en 2007 soit plus de 13% du volume traité sur l'ensemble des ports du monde.

Le volume des trafics portuaires dépendant de la croissance mondiale et des phénomènes de délocalisation des zones de production par rapport aux zones de

consommation, l'activité des terminaux à conteneurs devrait après la crise mondiale actuelle reprendre sa croissance .

Compte tenu de la diversité des terminaux sélectionnés pour l'étude CTS, il a paru opportun de réaliser plusieurs niveaux d'analyse des performances. Le premier porte sur l'ensemble des 34 terminaux, le second porte sur les terminaux regroupés sur la base des volumes traités en 2007. Les terminaux ont ainsi été regroupés suivant trois catégories :

- Ceux dont le volume traité en 2007 est inférieur à 1 million d'evp, ils sont au nombre de 16
- Ceux dont le volume traité en 2007 se situe entre 1 et 2,5 millions d'evp, ils sont au nombre de 11
- Enfin les terminaux dont le volume traité a dépassé 2,5 million d'evp en 2007, ils sont 7.

IV - 2 Evolution de la flotte conteneurisée

L'industrie du transport maritime conteneurisé est une industrie jeune qui a vu sa croissance s'accélérer après les crises pétrolières des années 70.

Jusqu'en 2007, le transport maritime a connu une croissance annuelle de plus de 10 %.

Afin de répondre à la croissance de la demande, les compagnies ont dû augmenter leurs capacités de transport par la multiplication du nombre de rotations (phénomène de globalisation) et l'augmentation de la taille des navires (phénomène de gigantisme).

La capacité totale déployée sur les mers par les compagnies maritimes a presque doublé entre 2002 et 2008 (+97%) pour atteindre **10,9 millions d'evp** au 1er janvier 2008.

Le tableau ci-après montre l'évolution de la capacité totale déployée sur les mers depuis 1988, ainsi que la taille moyenne des porte-conteneurs.

Année	Nombre de navires	Capacité déployée totale en evp	Evolution de la capacité déployée	Taille moyenne d'un porte-conteneurs en evp
1988	1153	1 503 244	-	1304
1989	1186	1 609 498	7,1%	1357
1990	1236	1 716 235	6,6%	1389
1991	1308	1 855 371	8,1%	1418
1992	1395	2 014 578	8,6%	1444
1993	1486	2 210 876	9,7%	1488
1994	1589	2 394 405	8,3%	1507
1995	1735	2 660 629	11,1%	1534
1996	1908	2 988 847	12,3%	1566
1997	2103	3 367 133	12,7%	1601
1998	2332	3 875 130	15,1%	1662
1999	2512	4 296 511	10,9%	1710
2000	2611	4 525 919	5,3%	1733
2001	2735	4 936 737	9,1%	1805
2002	2892	5 540 085	12,2%	1916
2003	3033	6 125 493	10,6%	2020
2004	3174	6 667 758	8,9%	2101
2005	3347	7 318 184	9,8%	2186
2006	3606	8 258 608	12,9%	2290
2007	3943	9 587 306	16,1%	2431
2008	4318	10 922 710	13,9%	2530
2009	4851	12 575 122	15,1%	2592
2010	5241	14 259 225	13,4%	2721
2011	5537	16 038 022	12,5%	2897

Source : BRS Alphaliner

Chiffres au 1er janvier de chaque année. Chiffres de 2008 à 2011 calculés sur la base des carnets de commandes

L'augmentation de capacité s'est faite principalement par une course au gigantisme. A des fins d'économie d'échelle, les compagnies maritimes ont mis en service des navires de plus en plus gros, avec une accélération de la tendance depuis 2006.

En 1995, les maxi porte-conteneurs avaient des capacités de 4000 evp, soit 240 m de long, 32 m de large (Panamax) et 12 m de tirant d'eau.

En 2007, les maxi porte-conteneurs ont des capacités de 11000 evp : 397,7 mètres de long, 56,4 mètres de large (Over Panamax) et 16 m de tirant d'eau.

Alors que le prix du carburant, très volatile mais structurellement à la hausse, contraint les armements à réduire l'allure de leurs flottes pour conserver leurs marges, la massification des flux permet de réduire ce poste de charge par boîte transportée.

La compagnie Maersk est la première à s'être lancée dans les porte-conteneurs géants avec une série de 8 unités de 11000 evp.



Eugen Maersk, huitième unité du type Emma Maersk,

La capacité de 11 000 evp a été calculée avec des conteneurs d'un poids fixe de 14 tonnes chacun. En réalité, à pleine capacité, ces bateaux pourraient transporter 13 500 à 14 500 boîtes plus légères .

En 2007, 7 porte-conteneurs de plus de 10 000 evp ont été livrés, tandis que 134 ont été commandés. Ces commandes représentent une capacité de 1,66 million d'evp. Parmi ces commandes, 106 d'entre elles, toutes sur des chantiers en Corée, concernent des navires de 12 500 evp, dimensionnés afin de pouvoir transiter dans les futures écluses du canal de Panama (427 m de long x 55 m de large pour 18,3 m de profondeur), qui seront mises en service en 2014.

Cette nouvelle donne devrait entraîner dans les années à venir des modifications dans la structure des flux à destination de la côte Est de l'Amérique ainsi que l'adaptation des ports à ces géants des mers.

Tranche de taille des navires	Livraisons en 2007		Commandes en 2007	
	Nombre	evp	Nombre	evp
> 10000 evp	7	96 124	134	1 659 092
7500 / 9999 evp	34	300 516	78	673 778
6000 / 7499 evp	27	181 630	39	257 014
5250 / 5999 evp	5	29 112	9	49 950
4000 / 5249 evp	65	305 169	130	576 015
3000 / 3999 evp	31	108 374	25	88 670
2000 / 2999 evp	43	113 481	63	160 465
1000 / 1999 evp	126	177 116	115	161 241
< 999 evp	62	51 359	13	11 732
Total	400	1 362 881	606	3 637 957

En mai 2008, le constructeur sud-coréen STX Shipbuilding a dévoilé les plans d'un porte-conteneurs géant dont la capacité atteindrait 22 000 evp pour 450 mètres de long et 50 mètres de large.

Selon STX, ces porte-conteneurs géants pourraient diminuer de 40% le coût du combustible par boîte transportée. Evidemment, ce projet ne pourra voir le jour qu'avec des infrastructures portuaires adaptées pour accueillir de tels navires et lorsque le constructeur aura trouvé un premier client.

IV - 3 Evolution de l'accueil dans les ports

La course au gigantisme des navires et l'augmentation des volumes à transporter ont profondément modifié le maillage des flux et les infrastructures portuaires.

La concentration des volumes dans quelques ports est l'une des conséquences de la massification des volumes initiée par les compagnies maritimes. Les grands navires n'escalent que dans quelques ports, les autres ports étant servis par des navires feeders ou barges shortsea.

Ainsi les caractéristiques techniques des terminaux «hubs» tendent à augmenter dans un contexte concurrentiel renforcé afin de servir des navires toujours plus longs, plus larges, plus profonds, de manutentionner des volumes toujours plus importants, et de proposer des services multimodaux efficaces (route, rail, barge).

Les terminaux adaptés pour accueillir des grands navires de dernière et avant-dernière génération (soit plus de 8 500 evp de capacité) ont une profondeur de 17 m à marée basse, des postes à quai de 450 m de long, une profondeur minimale en arrière quai de 450 à 500 m et enfin des connexions efficaces par rail, route et fleuve avec l'hinterland.

La profondeur d'eau nécessaire peut dépendre de la place du port dans la rotation d'un service maritime : ainsi un port export situé en début de rotation ne traitera que des navires «légers». C'est évidemment l'inverse pour un port export situé en fin de rotation.

V - Capacité d'un terminal à conteneurs

La capacité de traitement d'un terminal à conteneurs se détermine par sa capacité «**parc**» et sa capacité «**quai**».

V - 1 Capacité Parc

La capacité parc d'un terminal se définit par sa capacité «statique» et sa capacité «dynamique».

➤ Capacité statique

La capacité statique CSP correspond à la capacité de stockage maximale de conteneurs. Elle dépend de la configuration de la zone, des moyens de manutentions utilisés et de la hauteur de gerbage (hauteur de stockage). Suivant ces trois paramètres une même surface a une capacité qui peut varier, en pratique, du simple au double.

$$CSP = Nb \text{ ground slot } \times \text{ hauteur de stockage}$$

ground slot : emplacement au sol d'un conteneur, s'exprime en evp

Illustration : un système avec cavaliers permet en pratique une occupation au sol de l'ordre de 600 evp/ha alors qu'avec un système stackers on se situe en moyenne à 400 evp/ha, pour obtenir la même capacité statique le terminal équipé de stackers va devoir gerber les conteneurs sur trois niveaux alors que le terminal équipé de chariots cavaliers se contentera de deux. Ce dernier nécessitera alors moins de shifting lors des opérations de manutention, notamment à l'importation, pour charger les camions lorsque les arrivées de ceux-ci sont aléatoires. Il en résulte une meilleure productivité du terminal.

Carl A. THORESEN dans son ouvrage «Port designer's handbook-Recommandations and guidelines» (tableau 13.1 page 328) détermine la capacité statique d'un parc en fonction du système de manutention :

Engin de parc utilisé pour le stockage	Hauteur de stockage (conteneur)	Densité de stockage en EVP par hectare en fonction du nombre de lignes de conteneurs				
		1 ligne	2 lignes	5 lignes	7 lignes	9 lignes
Chassis	1	154				
Chariot frontal (front-lift truck)	1	139	139			
Reach stackers	2		278			
	3		417			
	4		556			
Chariot cavaliers (straddle carriers)	1 sur 1	335				
	1 sur 2	625				
	1 sur 3	835				
Portiques de parc sur pneu	1 sur 2			480	555	665
(Rubber-tyre gantries)	1 sur 3			715	835	1000
Portiques de parc montés sur rail	1 sur 4			910	1110	1250
(Rail Mounted Gantries)	1 sur 5			1250	1430	1670

➤ Capacité dynamique du parc

La capacité dynamique du parc (*CDP*) correspond à la capacité de stockage statique pondérée par le temps moyen de séjour des conteneurs sur le parc, par un coefficient de «surcharge d'activité» et par un coefficient de «souplesse opérationnelle» de 85% (au delà de 85% de remplissage sur le parc, la productivité baisse sensiblement).

La surcharge d'activité correspond au cumul d'arrivées de navires qui vont traiter un grand nombre de conteneurs, ils vont générer un «pic» dans la densité de stockage du parc. Il est commun de prendre un coefficient de surcharge d'activité de 1,2.

La capacité dynamique du parc *CDP* s'exprime en evp/an et se calcule de la façon suivante :

$$CDP = \frac{CSP \times 365 \times \text{coef de souplesse opérationnelle}}{\text{temps de séjour} \times \text{coef de surcharge opérationnelle}}$$

V - 2 Capacité Bord à quai

La capacité d'un quai dépend : du nombre et de la productivité des portiques, de l'occupation des quais, de la taille des navires, des «pics» de manutention en fonction du nombre d'escales.

Les moyennes de productivité des portiques sur les terminaux observés varient de 17 à 36 conteneurs par portique et par heure. Ce point est développé au paragraphe VI-1 ci-après.

Un portique utilisé à pleine capacité travaille en moyenne environ 50% du temps soit 4500 heures par an. Dans la pratique un quai utilisé à plus de 60% est saturé, il y a de l'attente à quai (théorie des files d'attente).

La capacité du quai CQ s'exprime en evp/an et se calcule de la façon suivante :

$$\text{CQ} = \text{productivité moyenne des portiques} \times \text{Nb d'heures possible}^* \times \text{Nb portiques} \times \text{ratio } 40'/20'$$

* : ne dépasse pas 4500 heures/an

La capacité opérationnelle du terminal est le plus petit des deux chiffres CDP et CQ.

Le ratio 40'/20' pour la plupart des terminaux est de 1,5 (= 1+ Nb conteneurs de 40'/Nb total de conteneurs)

VI - Analyse de la productivité Bord à quai

VI -1 Productivité des portiques

Elle s'exprime en nombre d'evp par portique par an.

Sur l'ensemble des 34 terminaux la moyenne de ces ratios se situe à

114 315 evp / portique / an

Avec une énorme disparité de productivité des portiques suivant les continents :

Europe	Extrême Orient	Amérique	Moy.Orient/Inde	Océanie
99 160 evp/ portique/an	196 110 evp/portique/an	78 940 evp/portique /an	141 900 evp/portique/an	79 160 evp/portique/an

La productivité des portiques dépend du nombre de mouvements par heure (entre 25 et 35, cf tableau suivant), du ratio 40'/20' et des spreaders utilisés.

Le spreader classique peut saisir un 40' ou 2 X20' (single lift ou twin lift). Il existe des spreaders dits «tandem» pour saisir 2X40' ou 4X20'.

La productivité des portiques dépend également du type de trafic : un trafic uniquement import ou export servi par de grands navires favorise une grande productivité des portiques.

La taille des escales (nombre de conteneurs à manutentionner) a une grosse influence sur cette productivité, elle est également liée au taux d'occupation des quais.

La productivité des portiques dépend également de l'interface Portique-Engin de parc, le système «tracteur-remorque» ou AGV oblige le portiqueur à prendre le conteneur

sur le châssis, nécessitant une manœuvre d'ajustement voir une attente. Dans le cas de cavaliers, le conteneur est posé directement sur le quai au droit du portique d'où gain de temps.

Enfin, tous les portiques sont pilotés manuellement, la dextérité et donc la formation du portiqueur sont des facteurs influant sur la productivité du portique.

1- Nombre de mouvements par portique par heure

La cadence moyenne de manutention sur l'ensemble des 34 terminaux est de 27 mouvements par portique et par heure.

Europe	Extrême Orient	Amérique	Moy.Orient/Inde	Océanie
26 mvts/port./h	34 mvts/port./h	26 mvts/port./h	26 mvts/port./h	30 mvts/port./h

2- Productivité des portiques classée par volume du terminal

En fonction des trois catégories de terminaux définies au IV-1, nous obtenons les productivités suivantes :

Volume < à 1 million d'evp	1 Mio < Volume en evp< 2,5 Mio	Volume > 2,5 Mio d'evp
80 000 evp / portique / an	115 000 evp / portique / an	180 000 evp / portique /an

La productivité moyenne des portiques des 18 terminaux manipulant plus d'un million d'evp par an est proche de 150 000 evp/portique/an, soit près de deux fois celle des terminaux de moins d'un million d'evp par an.

3- Distance moyenne entre chaque portique sur le quai

La distance moyenne servie par chaque portique est calculée en prenant la longueur de quai divisée par le nombre de portiques.

La distance moyenne en chaque portique sur les 34 terminaux est de **125 m**.

Suivant les continents cette distance moyenne varie, la tendance est à la concentration des portiques donc à la réduction de cette distance moyenne (80 m en Asie.)

Europe	Extrême Orient	Amérique	Moy.Orient/Inde	Océanie
140 m	89 m	121 m	105 m	116 m

VI - 2 Productivité des quais

Elle s'exprime en evp par mètre linéaire de quai et par an.

La moyenne sur les 34 terminaux se situe à 1069 evp/ml de quai/an avec là encore une énorme disparité entre les continents :

Europe	Extrême Orient	Amérique	Moy.Orient/Inde	Océanie
820 evp/ml quai/an	2200 evp/ml quai/an	680 evp/ml quai/an	1440 evp/ml quai/an	695 evp/ml quai/an

Classée par volume traité par les terminaux, cette productivité varie de manière importante :

Volume < à 1 million d'evp	1 Mio < Volume en evp < 2,5 Mio	Volume > 2,5 Mio d'evp
650 evp / ml quai / an	1150 evp / ml quai / an	1850 evp / ml quai / an

On constate une productivité par mètre linéaire de quai très élevée sur les terminaux à grande capacité qui peuvent accueillir des navires de dernière génération, ce constat est lié à trois paramètres :

- Le nombre d'evp par escale : plus le volume par escale est important, plus la productivité est élevée.
- La géométrie des quais du terminal : par opposition à une configuration en rupture de ligne, un quai en alignement droit permet une productivité plus élevée. Les navires de dernières générations escalent logiquement dans des terminaux avec de longs linéaires de quai en alignement droit.
- Le nombre de portiques par navire : les navires de dernière génération requièrent de 3 à 9 portiques pour être opérés .

VII - Analyse de la productivité parc

La productivité du parc s'exprime en evp par hectare et par an. La moyenne sur les 34 terminaux se situe à 23 084 evp/ha/an. Comme pour les quais, les productivités parc les plus élevées sont réalisées sur les terminaux d'Extrême et de Moyen Orient.

Europe	Extrême Orient	Amérique	Moy.Orient/Inde	Océanie
18 650 evp / ha / an	44 180 evp / ha / an	13 350 evp / ha / an	30 670 evp / ha / an	19 400 evp / ha / an

En ramenant la productivité parc à la taille des terminaux, on constate à nouveau que la productivité par hectare est plus élevée sur les grands terminaux.

Volume < à 1 million d'evp	1 Mio < Volume en evp < 2,5 Mio	Volume > 2,5 Mio d'evp
17 500 evp / ha / an	22 500 evp / ha / an	36 500 evp / ha / an

Parmi les paramètres dimensionnant la productivité parc il y a le stockage «statique». Nous avons vu précédemment (paragraphe V-1) que cette capacité dépendait essentiellement du type d'engins utilisés pour les opérations de parc et de la hauteur de stockage sur le parc.

La productivité parc dépend également du stockage «dynamique», cette capacité dépend essentiellement du temps de séjour des conteneurs sur le parc.

VIII - Productivité en fonction du mode d'exploitation

La productivité parc (en evp par hectare et par an) a été mesurée sur les 34 terminaux en fonction du mode des opérations sur le parc en distinguant trois systèmes :

- les terminaux opérés par des reach stackers (ils sont 2 sur les 34)
- les terminaux opérés par des chariots cavaliers (ils sont 13 sur les 34)
- les terminaux opérés par un système RTG ou RMG (ils sont 19 sur les 34)

Les productivités moyennes selon les systèmes sont les suivantes :

Parc avec Reach stackers	Parc avec Chariots cavaliers	Parc avec RTG / RMG
11 800 evp / ha / an	17 000 evp / ha / an	28 000 evp / ha / an

Le système d'exploitation du parc le mieux adapté dépend de plusieurs facteurs :

➤ **Le coût de la main-d'œuvre**

Un cavalier permet de saisir un conteneur sur le quai, le transférer sur zone de parc et le gerber. Un seul engin (et un conducteur) permet de couvrir toutes ces opérations.

Avec un système RTG, il est nécessaire d'avoir une remorque attelée pour le transfert du conteneur depuis le quai au parc. Le RTG saisit le conteneur sur la remorque pour le stocker sur parc. Ce type d'opération nécessite 2 engins (et 2 conducteurs). D'où un coût de main-d'œuvre plus élevé.

Ainsi dans les pays à coûts de main-d'œuvre élevés, la solution chariot cavalier prévaut.

➤ **L'espace de stockage à disposition**

Un RMG permet une densité de stockage de 1300 evp/ha, un RTG environ 1000 evp/ha, le cavalier environ 600 evp/ha et le stacker environ 400 evp/ha. Cela est dû aux chemins de roulement nécessaires aux manœuvres et à la capacité de gerbage des engins.

Ainsi, suivant la surface disponible, un système sera plus adapté qu'un autre.

➤ **Le type de trafic**

Lorsqu'un conteneur arrive sur le parc (import) il est stocké suivant certains critères prédéfinis dans le «système d'assistance opérations». A son arrivée, dans le cas général, on ignore quand l'importateur viendra prendre livraison du conteneur.

Ainsi la livraison est aléatoire. De ce fait, si le gerbage se fait sur 5 hauteurs, il y potentiellement 4 déplacements de conteneurs à faire pour aller chercher le conteneur et le livrer. Aussi pour réduire ces «déplacements» de conteneurs non productifs, il faut réduire la hauteur de stockage (ou programmer la livraison).

De fait, sur des terminaux avec des trafics «import» importants (Nord Europe notamment), la diminution de la hauteur de stockage prévaut et le recours au cavalier gerbeur est mieux adapté.

Inversement, sur des trafics «export» et de «transbordement», quand le conteneur arrive sur parc, l'opérateur sait quand il va «sortir». Le positionnement sur le parc intègre donc ce paramètre en amont et les déplacements non productifs (shifting) sont, de fait, réduits. Ainsi l'opérateur privilégiera, pour un terminal à fort trafic export ou de transbordement, un système RTG ou RMG avec une densité de stockage élevée.

➤ **La gestion du parc de conteneurs vides**

Les terminaux d'import/export ont en général à gérer un grand nombre de conteneurs vides (résultat du déséquilibre entre les imports et les exports). C'est le cas notamment dans les pays importateurs comme la zone Europe, les Etats-Unis, l'Australie.

Les conteneurs vides ont souvent un temps de stationnement (dwell time) bien plus élevé que les conteneurs pleins. Ce temps de stationnement peut atteindre jusqu'à un mois dans des cas extrêmes.

Le volume des conteneurs vides peut représenter jusqu'à 30% du volume total du terminal. L'addition de ce volume important et des temps de stationnement élevés favorise l'accroissement des stocks de conteneurs vides (qui peuvent être parfois équivalents aux stocks de conteneurs pleins.)

Les opérateurs recourent donc à une densification maximale de stockage de ces conteneurs (jusqu'à 7 hauteurs, voire 9 dans certains cas rares) et essaient de faire pression sur les compagnies maritimes pour qu'elles réduisent leurs stocks. Les compagnies maritimes étant propriétaires (ou loueurs) des conteneurs et clients principaux des manutentionnaires, les moyens de pression du manutentionnaire sont toutefois limités.

L'une des solutions est de développer les zones de stockage externes au terminal où la compagnie maritime (ou éventuellement le manutentionnaire) crée un espace de stockage dédié aux conteneurs vides. C'est le cas dans de nombreux ports.

➤ **Les modes de «pré-post» acheminement**

Sur les terminaux d'import/export, le mode de pré-post acheminement peut également influencer indirectement la productivité par le terminal.

Les moyens massifiés (trains, barges) doivent permettre des évacuations plus rapides des boîtes à l'import sous réserve que les fréquences de leurs services soient suffisantes comparativement à la route.

De plus, le moyen de transport vers l'hinterland est généralement connu par le manutentionnaire dès l'arrivée du conteneur à l'import. Les services ferroviaires et fluviaux sont des services nécessairement «programmés» à la différence des services routiers qui suivent une cadence «aléatoire». Ainsi le conteneur évacué par barge ou par train entrera dans un schéma de livraison-évacuation programmé (arrivé par le Navire A, évacué par la barge/train B) susceptible de permettre une optimisation des opérations et donc une productivité plus grande.

➤ **La sureté**

La sureté des terminaux est encadrée aujourd'hui par le code ISPS (code international pour la sureté des navires et des installations portuaires) dont la mise en place a un impact certain sur la productivité.

Il s'agit notamment du contrôle accru des accès au terminal (d'où une productivité plus faible), d'une traçabilité des marchandises plus stricte (importance du transfert des données sur la marchandise et perte de productivité dans le cas d'incohérence/erreur de documentation) et enfin des contrôles douaniers (taux d'inspections intrusives/non intrusives).

Contrôle d'accès :

Le code ISPS impose un contrôle strict des accès par identification des personnes et des marchandises. Toute personne (client ou visiteur) doit suivre une procédure d'identification plus stricte qu'auparavant, augmentant les temps d'attente à l'entrée.

Traçabilité :

Chaque conteneur est accompagné d'une documentation où figure l'origine, la destination, le type de marchandise, le destinataire, la valeur.... Toute incohérence ou erreur dans cette documentation entraîne souvent un «blocage» de la marchandise et donc une baisse de productivité.

Taux d'inspection douanière et scanner :

Les douanes peuvent décider, sur la base de la documentation et d'autres critères internes, d'inspecter le contenu des conteneurs. Ce taux d'inspection peut varier de 3% à 100% suivant les pays. L'inspection ralentit le flux des conteneurs et donc pénalise la productivité du terminal.

Le recours au scanner est également dépendant des douanes. Ce procédé d'inspection non intrusif permet une plus grande célérité d'inspection de la marchandise. Certains scanners sont mobiles, d'autres intégrés à la «gate» (porte).

Tous ces paramètres de «sûreté» représentent des freins à la productivité mais obligent les acteurs (manutentionnaires, importateurs, exportateurs) à plus de rigueur dans la gestion de la chaîne logistique allant dans le sens, à terme, d'un gain de productivité. C'est le cas pour les camionneurs qui prennent livraison des marchandises et/ou livraison de marchandises sur rendez vous et après identification.

Nous n'avons pas quantifié l'impact du code ISPS ni celui du taux d'inspection douanière (intrusive ou non intrusive) dans la présente étude mais cela pourrait faire l'objet d'une mission complémentaire.

➤ **La sécurité**

La sécurité des personnes doit être une priorité absolue sur les terminaux, quel que soit l'impact sur la productivité.

D'un point de vue de la sécurité des personnes, nous mentionnons ci-dessous les critères principaux pouvant influencer sur le choix du système d'exploitation :

- Réguler l'accès de camions externes sur le parc :

L'accès de camions externes sur le parc réservé au stockage perturbe les opérations, le contrôle des marchandises (erreur de livraison).

Ainsi il est préférable d'organiser la livraison de conteneurs sur des zones bien définies (delivery area) où les opérations seront organisées, supervisées, et contrôlées. Suivant ces critères, les systèmes cavalier ou stacker sont préférables.

- Eviter le travail des dockers sous portiques :

Seul le système AGV évite que des conducteurs d'engins passent sous les portiques.

- Interdire le mélange des types d'équipements :

Les cavaliers gerbeurs sont des engins roulant à 40 km/h et dont la visibilité est réduite (le conducteur se trouve à 8 m de haut et sa vision est masquée par les piles de conteneurs). De nombreux accidents ont eu lieu lorsque des véhicules routiers (camions, voitures, stackers) évoluent sur les mêmes zones que les cavaliers. De ce point de vue, le système de cavaliers s'avère plus dangereux que les autres systèmes et l'utilisation des cavaliers sur un espace doit être exclusif : pas de contact avec camions, stackers, véhicules légers.

IX - Les dessertes terrestres des terminaux

Même si la quantification de l'impact sur la productivité des modes de pré et post acheminement ne fait pas l'objet de cette étude, les observations faites sur les différents terminaux ont permis de recenser, par type, le nombre d'accès terrestres.

Pour les terminaux européens qui traitent plus d'un million d'evp/an, on peut relever une moyenne de 9 lignes d'accès routiers et 6 accès ferroviaires.

Pour les terminaux plus petits, on passe à 6 accès routiers et 4 accès ferroviaires par terminal.

En ce qui concerne les grands terminaux d'Asie, ce sont parfois 25 à 30 lignes d'accès routiers qui desservent les terminaux ; par contre les dessertes par voies ferrées y sont très peu nombreuses.

X - Conclusion

Ce guide fournit des éléments d'évaluation du niveau de performances des terminaux à conteneurs et de la cohérence d'ensemble de leurs caractéristiques.

Parmi les paramètres ayant un impact significatif sur les productivités, nous pouvons retenir :

- les temps de séjour des conteneurs sur le parc
- la hauteur de stockage des conteneurs
- le niveaux d'occupation des quais
- la configuration du terminal (quai discontinu ou alignement droit)
- le type de système opérationnel choisi et le nombre d'engins déployés
- le type de trafic : import / export / transbordement
- les volumes traités : des volumes importants permettent des optimisations de coûts.

Certains paramètres sont sous contrôle de l'opérateur (productivité des engins, mode opératoire, organisation...). D'autres sont «subis» comme les durées de séjour des conteneurs sur le parc, les services externes (douanes, pilotage,...) et la capacité des accès routiers, ferroviaires et fluviaux.

La solution optimale est toujours un compromis entre les contraintes locales, les objectifs, et les moyens déployables (dont bien sûr la législation du travail). L'ensemble influe sur l'organisation et donc sur la productivité des terminaux.

Une synthèse des ratios représentatifs figure dans le tableau ci-après, elle fait état de l'existant en 2008, annonce les tendances pour 2015 et souligne les paramètres dimensionnants.

ratios	2008	2015 (prévisions CTS)	Paramètres dimensionnants
Nb evp/Hectare	Asie : 40 000 Europe : 18 000	Asie : 45 000 Europe : 30 000	Système Rtg, Rmg : ++ Durée Stationnement : ++
Nb evp/Portique/an	120 000	180 000	Occupation des quais : +++ Volume par escale : ++ Spreader Twinlift : + Système Cavalier : +
Nb evp/mètre linéaire de quai	Asie : 2 200 Europe : 800	Asie : 2 600 Europe : 1500	Occupation des quais : +++ Productivité des portiques : +++ Distance entre portiques : ++
Temps moyen de stationnement sur parc (Jours)	Import/export : 3-5 Transbordement : 7 Conteneurs vides : 12	Import/export : 3 Transbordement : 5 Conteneurs vides : 8	Tarif de stockage conteneur : +++ Organisation des livraisons : ++ Documentation : ++
Espace entre les portiques (m)	Asie : 80 Europe : 130	Asie : 70 Europe : 90	Taille des navires : +++ Taille du terminal : +++
Occupation des quais	45-55%	55-60%	Fenêtre d'accostage : +++

ANNEXE

Exemple de calcul d'évaluation de la productivité d'un terminal

Il s'agit d'un terminal de type européen dont le trafic se compose :

- de 30% de conteneurs pleins à l'export
- de 50% de conteneurs pleins à l'import
- de 20% de vides

Ce terminal comporte un linéaire de 800 m de quai maritime (2 à 3 postes) et une superficie de 30 ha (hors zone bord à quai) de parc de stockage des conteneurs.

Le stockage des conteneurs pleins se fera à l'aide de chariots cavaliers, les conteneurs vides seront stockés par chariots frontaux capables de gerber les conteneurs sur 7 hauteurs.

Les conteneurs à l'export seront stockés par les chariots cavaliers sur 3 niveaux (1 sur 2), pour limiter les mouvements improductifs, ceux à l'import seront stockés sur 2 niveaux (1 sur 1).

Les temps moyens de stationnement sur le parc sont de :

- 4 jours pour les conteneurs pleins à l'export,
- 6 jours pour les conteneurs pleins à l'import,
- 9 jours pour les conteneurs vides.

A partir du tableau de Carl A.Thoresen (cf paragraphe V-1) nous pouvons déterminer les densités de stockage des différentes zones de stockage du parc :

- Pour la zone export avec des chariots cavaliers, stockage 1 sur 2, la densité de stockage est de 625 evp/ha
- Pour la zone import avec des chariots cavaliers, stockage 1 sur 1, la densité de stockage est de 335 evp/ha
- Pour les vides avec des chariots frontaux, sur 7 niveaux et 2 lignes de conteneurs, la densité est de 973 evp/ha (139 evp par niveau)

Les surfaces réservées pour chaque zone sont les suivantes :

- 6 ha pour l'export soit une capacité statique de $625 \text{ evp} \times 6 \text{ ha} = 3750 \text{ evp}$
- 20 ha pour l'import soit une capacité statique de $335 \text{ evp} \times 20 \text{ ha} = 6700 \text{ evp}$
- 4 ha pour les vides soit une capacité statique de $973 \text{ evp} \times 4 \text{ ha} = 3892 \text{ evp}$

On peut ainsi déterminer la capacité dynamique de chaque zone du parc :

- Zone export : $CDP = \frac{3750 \text{ evp} \times 365 \text{ j} \times 0,85}{4 \times 1,2} = 232\,700 \text{ evp}$

- Zone import : $CDP = \frac{6700 \text{ evp} \times 365 \text{ j} \times 0,85}{6 \times 1,2} = 288\,700 \text{ evp}$

- Zone des vides : $CDP = \frac{3892 \text{ evp} \times 365 \text{ j} \times 0,85}{9 \times 1,2} = 111\,800 \text{ evp}$

Sur l'ensemble du parc nous obtenons ainsi une capacité dynamique de :

CDP = 633 200 evp / an

Soit une productivité du parc de $633\,200 \text{ evp} / 30 \text{ ha} = 21\,100 \text{ evp/ha/an}$

(Notons que ce ratio est du même ordre de grandeur que la moyenne des terminaux européens : 18 650 evp/ha/an)

Le quai maritime de 800 m comporte 6 portiques de quais (2 à 3 postes à quai).
Le ratio conteneurs 40'/conteneurs 20' = 1,5.

Ces portiques utilisés à 40% du temps (3500 heures/an) avec une productivité de 25 mouvements à l'heure permettent une capacité de quai CQ de :

CQ = 25 mvts/h X 3500h X 6 portiques X 1,5 = 787 500 evp/an.

Entre CDP et CQ, le plus petit des 2 chiffres est CDP, la capacité dynamique du terminal est donc de **633 200 evp/an**.

Le tableau suivant illustre la comparaison des indicateurs de productivité de ce terminal avec ceux observés en Europe pour les terminaux qui traitent moins d'un million d'evp/an.

Indicateurs	Terminal test	Moyennes sur les terminaux européens
Productivité parc	21 100 evp/ha/an	18 650 evp/ha/an
Productivité chariot cavalier	20 050 evp/ha/an	17 000 evp/ha/an
Productivité quai	790 evp/ml/an	820 evp/ml/an
Productivité portique	105 530 evp/portique/an	99 160 evp/portique/an
Distance entre portique	133 m	140 m

Lexique

Evp : Unité de mesure d'un conteneur «équivalent vingt pieds».
Un conteneur 20 pieds = 1 evp, un conteneur 40 pieds = 2 evp.
En anglais, on parle de Teu (Twenty equivalent Unit)

Deep Sea : Services maritimes «au long cours» ou hauturiers, reliant les différents continents. Ils se caractérisent par la taille des navires (2000 à 12000 evp de capacité), par leurs services réguliers et par la durée de leur voyage (> 2-3 semaines)

Short Sea : Services maritimes «courte distance» servant essentiellement des marchés d'Import/Export. Ces services sont indépendants de trafics de transbordement se différenciant ainsi des services feeders.

Feeder : Services maritimes de «cabotage» desservant des ports «régionaux».
Ces services utilisent des navires aux capacités de 700-800 evp, les temps de transit entre 2 ports vont de quelques heures à 2-3 jours. Leurs trafics et services sont dépendants de celui des navires mères (mothers) auxquels ils sont liés.

Transit Time : Temps de transport depuis chargement en un point A jusqu'au déchargement en un point B.

Le transbordement «relais» : Ce type de transbordement vise essentiellement l'optimisation des grands flux globaux. Il consiste à transborder des conteneurs d'un navire mère à un autre, à la croisée de deux routes maritimes majeures, et ce afin d'optimiser le trafic en permettant au navire livrant les conteneurs de retourner à son point de départ rapidement. Afin que ce type de transbordement puisse s'effectuer de manière efficiente, il est essentiel que le port de transbordement utilisé se situe à proximité de routes maritimes majeures et qu'il puisse accueillir les navires opérés sur ces routes maritimes.

Le transbordement «éclatement/concentration» (Hub & Spoke) : Ce type de transbordement vise une desserte efficiente d'une région spécifique. Il est effectué à partir d'un «hub-port» principal (lieu de transbordement où s'organisent les correspondances).

Les navires mères distribuent leur cargaison de conteneurs à plusieurs navires nourriciers de petit tonnage («feeders») qui acheminent ensuite les conteneurs vers leur destination finale, généralement des ports secondaires. Le principe inverse est appliqué pour les exports d'une région donnée. Pour ce type de trafic, le «hub-port» doit avoir une position géographique centrale afin de permettre une réduction du temps moyen de desserte des destinations finales par feeder.

Shifting : sur le navire ou sur le parc, il s'agit du déplacement d'un conteneur pour permettre l'accès à un autre conteneur se trouvant sous ce dernier. Un fort taux de shifting diminue la productivité d'un terminal.

Hinterland : arrière pays continental d'un port que ce dernier approvisionne ou dont il tire les marchandises qu'il expédie.

Le trafic Import/Export : il désigne le trafic de conteneurs entre l'hinterland et un port, dans les deux sens. Pour ce type de trafic le port doit être situé près d'une zone de grande consommation, le port doit être connecté à ces centres par les différents modes de liaison : route, rail et voie d'eau.

Les principaux équipements d'un terminal à conteneurs sont présentés ci-après. Leur prix approximatif entre parenthèses est donné à titre indicatif.

Portique : équipement de quai qui permet de charger et décharger les conteneurs sur un navire.

Un portique est dit **Panamax** (5M€) lorsqu'il est dimensionné pour charger/décharger des navires Panamax, c'est-à-dire ayant la largeur maximum pour passer les écluses du Canal de Panama (32,2 m). Un portique Panamax peut charger/décharger des navires de 12 à 13 rangées de conteneurs .



Un portique **Post Panamax** (>6M€) peut charger/décharger des navires de 18 rangées de conteneurs en largeur.

Les plus grands et plus récents portiques sont dits **Super post panamax** (7M€). Ils peuvent charger/ décharger des navires de 22 rangées de conteneurs en largeur.

Grue Mobile (ou grue sur pneus) (3M€)



Spreader : outil qui permet de saisir les conteneurs. (90k€)



Un spreader est **Twinlift** lorsqu'il peut saisir deux conteneurs à la fois. (130k€)



Stacker 45 T ou reach stacker : engin de parc qui sert à manutentionner et stocker des conteneurs pleins sur 4 à 6 hauteurs. (380k€)



Stacker pour vides : il stocke des conteneurs vides jusqu'à 8 hauteurs (suivant les caractéristiques de l'engin). (220k€)



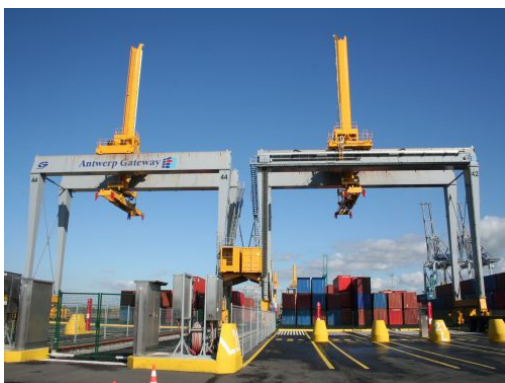
RTG (Rubber Tyred Gantry) : portique de parc (sur pneus) qui permet de stocker les conteneurs sur 4 ou 5 hauteurs. Il ne se meut que sur des lignes droites. (1,2M€)



RMG (Rail Mounted Gantry) : portique de parc monté sur rail. Il permet de stocker les conteneurs sur le parc (4 ou 6 hauteurs). Ils sont aussi utilisés pour charger/décharger les trains. (1,5M€)



RMG Automatique (ou automatic stacking crane) : portique permettant une manutention sur parc automatisée. Les RMG sont téléguidés par le système de gestion des opérations. (2,2M€)



AGV (Automated Guided Vehicles) : engin téléguidé destiné à déplacer les conteneurs du quai vers le parc et inversement. (500k€)



Forklift : engin de manutention à fourches. (160κ€)



Truck ou tracteur de parc : engin qui sert à tracter une remorque ou un train de remorques (tel que sur la photo) sur un parc à conteneurs. (100κ€)



Chariot Cavalier (straddle carrier) : engin de parc capable d'enjamber des lignes de plusieurs niveaux de stockage (2 voire 3) avec un conteneur plein.



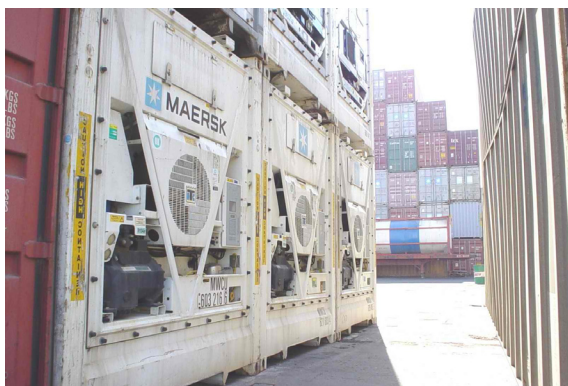
Scanner : il sert à inspecter les conteneurs sans les ouvrir (inspection non intrusive) par rayonnement électromagnétique. (2M€)



CFS (Container Freight Station) : Il s'agit d'un entrepôt où l'on dépose et rempote les conteneurs.



Reefer : Conteneur réfrigéré



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

Centre d'Etudes Techniques Maritimes Et Fluviales

2, Boulevard Gambetta - BP 60039
60321 - COMPIEGNE Cedex

☎ : 03 44 92 60 00

✉ : 03 44 20 06 75

cetmef@developpement-durable.gouv.fr

Impression : CETMEF - DRHG

ISBN 978-2-11-128282-7

Identifiant CETMEF : P11-01

www.cetmef.developpement-durable.gouv.fr