



Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Management Industriel et Logistique

Présenté par :

Nawel CHIKER & Karima BELKENADIL

Thème

Amélioration de performance logistique du système portuaire Algérien en se basant sur l'organisation structurelle et fonctionnelle. **Cas d'étude de Port de marchandises Oran.**

Soutenu publiquement, le / / , devant le jury composé de :

M.Fouad Mlaiki	MCB	ESSA. Tlemcen	Président
M/Mohammed BENNEKROUF	MCB	ESSA. Tlemcen	Directeur de mémoire
M. Mehdi SOUIER	Professeur/Autres grades	ESSA. Tlemcen	Examineur
M. Mostafa BRAHAMI	Professeur/Autres grades	ESSA. Tlemcen	Examineur

Année universitaire : 2019/2020



Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents, à eux l'amour et le respect, le résultat et le sacrifice de plusieurs années d'études.

L'homme de ma vie, mon cher papa que j'aime : **Mohamed CHIKER.**

A ma lumière, mon étoile et ma lune, à ma mère : **Latifa SAID.**

A mes deux sœurs et mon unique frère : **Amel, Amina et Yasser.**

A ma nièce **Bella** et mes deux neveux **Chakib** et **Racim.**

Je vous dédie ce travail avec mon profond amour, que dieu le plus puissant vous préserve, vous accorde la santé, le bonheur et longue vie.

Aux personnes qui m'ont toujours soutenu et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont guidé durant mon chemin d'études supérieures. A toute ma famille, et mes amis, j'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma gratitude et toute mon affection.

Nawel CHIKER.





Dédicace

Je remercie Dieu, qui je sens toujours est à côté de moi

Je dédie ce travail à mes parents, à moi-même, à mon téléphone et à tous ceux
qui se tenaient à mes côtés.

Karima BELKENADIL



Remerciement

Qu'il nous soit dans cette prestigieuse occasion l'honneur d'adresser nos sincères remerciements à tous ceux et celles qui nous ont formé, nous ont aidé, étaient présent pour nous et suivi nos pas pour arriver à cette étape, à ceux-là nous sommes profondément reconnaissantes.

Nous tenons tout d'abord à remercier DIEU de nous avoir accompagnés durant notre parcours et aidés à arriver à cette étape.

Nous adressons toutes nos gratitudees à notre encadreur **M.BENNEKROUF Mohammed**, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion, malgré ses lourdes et bien nombreuses charges.

Un merci plein de respect, d'amour et d'honneur à notre responsable de Filière **M. Fouad MALIKI** pour son soutien et son encouragement tout au long de notre parcours.

Nous remercions aussi **M. Mahdi SOUIER** et **M. Mostafa BRAHAMI** d'avoir accepté d'évaluer notre travail au sein du jury de soutenance.

Nous désirons à remercier plus particulièrement notre accompagnant pour l'achèvement de ce mémoire **M.AZZEDINE Rabie**, pour ses précieux conseils, les discussions intenses et les échanges fructueux que nous avons eu avec lui tout au long du travail.

Enfin, nous remercions toutes personnes de proche ou de loin pour leurs soutiens, conseils ainsi que leurs disponibilités, de nous apporter le support moral et intellectuel à la réalisation de ce modeste mémoire tout au long de notre démarche.

Résumé

Notre projet de fin d'étude s'est déroulé chez l'entreprise portuaire d'Oran « EPO ». Notre mission, était de faire l'étude de l'amélioration des performances logistiques et portuaires. Dans la première partie, nous avons décrit les concepts de base et les différents processus concernant le domaine abordé dans notre projet, qui est l'étude de la gestion d'une chaîne logistique portuaire, afin de pouvoir présenter ce domaine aussi vaste que transverse.

Dans la seconde partie, nous avons présenté l'organisation d'un port et ses différentes sections et tâches, avec une analyse de système portuaire algérien et son évolution.

En outre, dans la troisième partie nous avons concentré sur la conteneurisation et les différentes sections d'un terminal maritime à conteneurs avec une clarification des planifications étudiées pour son processus.

En dernier lieu, nous avons fait une étude approfondie sur notre cas d'étude qu'est le terminal maritime à conteneurs du port d'Oran avec un exemple de Benchmark et une proposition de modifications structurelle, organisationnelle et fonctionnelle sur tout le système de travail.

MOTS-CLES : système portuaire, gestion portuaire, conteneurisation, terminal à conteneurs, évaluation des performances.

Abstract

Our graduation project took place at the Oran port company "EPO". Our mission was to study the improvement of logistics and port performance. In the first part, we described the basic concepts and the different processes concerning the area addressed in our project, which is the study of the management of a port logistics chain, in order to be able to present this area as vast as it is transverse. In the second part, we presented the organization of a port and its different sections and tasks, with an analysis of the Algerian port system and its evolution. In addition, in the third part we focused on containerization and the different sections of a maritime container terminal with a clarification of the plans studied for its process. Lastly, we carried out an in-depth study on our case study that is the maritime container terminal of the port of Oran with an example of Benchmark and a proposal for structural, organizational and functional modifications on the entire work system.

KEYWORDS: port system, port management, containerization, container terminal, performance evaluation.

ملخص

تم تنفيذ مشروع تخرجنا في شركة ميناء وهران "EPO". كانت مهمتنا دراسة تحسين الخدمات اللوجستية وأداء الموانئ. في الجزء الأول، وصفنا المفاهيم الأساسية والعمليات المختلفة المتعلقة بالمنطقة التي تم تناولها في مشروعنا، وهو دراسة إدارة سلسلة لوجستيات الموانئ، حتى نتمكن من تقديم هذه المنطقة على أنها واسعة بقدر ما هي عرضية.

في الجزء الثاني، قدمنا تنظيم الميناء وأقسامه ومهامه المختلفة، مع تحليل لنظام الموانئ الجزائرية وتطوره.

بالإضافة إلى ذلك، ركزنا في الجزء الثالث على النقل بالحاويات والأقسام المختلفة لمحطة الحاويات البحرية مع توضيح الخطط التي تمت دراستها من أجل عملياتها.

أخيراً، أجرينا دراسة متعمقة حول دراسة الحالة الخاصة بنا وهي محطة الحاويات البحرية لميناء وهران مع مثال على معيار Benchmark ومقترح للتعديلات الهيكلية والتنظيمية والوظيفية على نظام العمل بأكمله.

الكلمات الرئيسية: نظام الموانئ، إدارة الموانئ، النقل بالحاويات، محطة الحاويات، تقييم الأداء.

Table de matières

Introduction :	14
Méthodologie du travail :	16
Objectif :	16
Organisation de l'étude :	16
Chapitre I :	17
« Gestion et Logistique portuaire »	17
Section 1 : La Gestion Portuaire : une Représentation.	18
1. La gestion portuaire au niveau international :	18
2. Le marché des services portuaires :	19
3. L'évolution du trafic maritime mondial :	20
4. La gestion de la chaîne logistique portuaire :	22
Section 2 : La Logistique Portuaire : Un Élément de Gestion et de Stratégie.	23
1. Définition et l'évolution de la logistique :	23
2. Stratégie logistique et son importance :	24
3. La logistique, une notion de management :	27
4. « Supply Chain Management », un concept de stratégie portuaire :	28
Chapitre II :	30
« L'Organisation d'un Système Portuaire »	30
Section 01 : Approche Définitionnelle et Organisationnelle d'un Port	31
1. Approche définitionnelle d'un port :	31
2. Approche organisationnelle des ports :	35
Section 02 : Evolution du Système Portuaire en Algérie	38
1. Le contexte portuaire en Algérie :	38
2. L'Etat des Infrastructures maritimes en Algérie :	39
3. Analyse de la performance des ports algériens :	42

Résultats et insuffisances.	42
Chapitre III :.....	44
« Conteneurisation et Terminal à Conteneurs ».	44
Section 01 : Conteneurs : Une Description.	45
1. Description et propriété du conteneur :.....	45
2. Différents types de conteneurs :.....	46
3. Manutention et expédition du conteneur :.....	48
Section 02 : Terminal Maritime de Conteneurs : Planification et Organisation.	49
1. Organisation matérielle et équipements d'un terminal maritime de conteneurs :.....	50
2. Flux d'informations au niveau du terminal de conteneurs :.....	60
3. Problème de planification et de gestion d'espace de stockage de conteneurs :.....	61
Étude de cas (cas descriptive) :.....	63
« Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran ».	63
1. Présentation :.....	64
3. Application des opérations logistiques dans le port d'Oran :	66
3.1. Système de travail :.....	67
3.2. Activités de formation :.....	67
3.3. Clients du port d'Oran :.....	67
4. Manipulation de marchandises et conteneurs :.....	67
5. Les services logistiques de port d'Oran :.....	68
6. Benchmark : Présentation du port de Rotterdam.	68
6.1. Manutention de conteneurs au port de Rotterdam :.....	69
6.2. Terminaux à conteneurs au port de Rotterdam :.....	70
6.3. Espace de rangement :.....	73
6.4. Les opérations des terminaux de conteneurs et les Équipements modernes utilisé et les technologies dans le port Rotterdam :	74

7.	Comparaison entre le port Rotterdam et le port d'Oran :.....	76
7.1.	En termes d'espace :.....	76
7.2.	En termes des postes de quais :.....	76
7.3.	En termes de capacité de conception du port dans la manutention de marchandises et de conteneurs :.....	77
7.4.	En termes de composants opérationnels et d'équipements de manutention :.....	77
7.5.	En termes de chantiers portuaires et d'opérations de stockage :	78
7.6.	En termes d'activités logistiques :.....	78
	Résultat :.....	80
	Amélioration des performances portuaires et logistiques :.....	81
	« Terminal à conteneurs du port d'Oran ».....	81
1.	Planification de processus des opérations du terminal à conteneurs :....	83
1.1.	Modèle de processus générale d'un terminal à conteneurs :.....	83
1.2.	Explication détaillée des opérations au sein du terminal à conteneurs du port d'Oran:	84
1.3.	Proposition des modèles de processus pour les opérations du terminal à conteneurs du port d'Oran :.....	85
2.	Planning et prévision d'exploitation du terminal :.....	97
2.1.	Unité et facteur utilisée dans le calcul des temps d'opérations de chaque partie du terminal :.....	97
2.2.	Le programme utilisé par le système portuaire du terminal à conteneurs du port d'Oran :.....	100
2.3.	Le planning proposé pour le système de travail du terminal :.....	100
2.4.	Application numérique des formules :.....	108
3.	Représentation organisationnelle des zones de terminal à conteneurs du port d'Oran :	115
3.1.	Future organisation des zones du terminal après l'amélioration : ..	116
3.2.	Nouvelle représentation architecturale du terminal maritime à conteneurs du port d'Oran :.....	118

4. Analyse des équipements et des ressources du terminal :.....	122
4.1. Le type de matériel utilisé par le terminal du port d'Oran :	122
4.2. Les équipements à proposer pour l'amélioration :.....	123
4.3. L'impact de ces équipements sur la performance du terminal :.....	133
4.4. Estimation des couts d'achats :.....	133
5. Stratégie à adopter pour le stockage et l'allocation des conteneurs :...	136
5.1. Description du concept de la stratégie :.....	136
5.2. Modélisation mathématique pour la stratégie proposée :.....	138
5.3. Adaptation d'un système automatisé « As/Rs » pour la stratégie proposée au terminal à conteneurs du port d'Oran :	143
5.4. Vision « SMART » pour la stratégie :	156
<i>Conclusion générale.</i>	159

Liste des figures :

Figure 1 : évolution du trafic maritime.	22
Figure 2 : les différents acteurs de la chaîne logistique portuaire.	29
Figure 3 : hiérarchie des ports de Maghreb.	39
Figure 4 : différents types de conteneurs.	48
Figure 5 : disposition d'un terminal à conteneurs.	50
Figure 6 : les quatre sous- systèmes d'opérations portuaires.	51
Figure 7 : les différentes grues de quai et ses capacités.	53
Figure 8 : un sous-système de transport.	54
Figure 9 : système de transport interne.	55
Figure 10 : capacité de stockage des systèmes les plus utilisés.	58
Figure 11 : les opérations de réception-expédition.	59
Figure 12 : les déplacements des grues de manutention.	60
Figure 13 : terminal à conteneurs de l'EPO.	64
Figure 14 : terminal à conteneurs du port Rotterdam.	69
Figure 15 : zone de distribution du port de Rotterdam.	73
Figure 16 : zones de stockage au port de Rotterdam.	74
Figure 17 : modèle de développement d'un logiciel (Kececi et Modarres, 1998).	83
Figure 18 : processus de chaîne logistique du au sein du terminal à conteneurs.	85
Figure 19 : process flowchart du terminal à conteneurs du port d'Oran.	86
Figure 20 : processus d'un navire au sein du terminal.	87
Figure 21 : processus d'allocation d'une grue pour le quai.	88
Figure 22 : processus d'allocation des serveurs pour le déchargement du navire.	89
Figure 23 : processus de déchargement de navire.	90
Figure 24 : processus de déchargement du conteneur.	91
Figure 25 : processus d'allocation des serveurs pour le chargement du navire.	92
Figure 26 : processus de chargement de navire.	93
Figure 27 : processus de chargement du conteneur.	94
Figure 28 : processus de livraison de conteneur par camion.	95
Figure 29 : variables utilisés pour l'amélioration.	100

Figure 30 : amélioration dans les shifts de travail.....	101
Figure 31 : amélioration des heures de travail.	102
Figure 32 : amélioration de taux de production.	103
Figure 33 : augmentation d'heures et de shifts de travail.	104
Figure 34 : augmentation sur le critère de taux de production.	106
Figure 35 : Hyster chariot élévateur.	123
Figure 36 : cavalier gerbeur de KALMAR.....	126
Figure 37 : portiques de quai de LIEBHERR.	129
Figure 38 : portique sur rail de stockage de KINO CRANES.	131
Figure 39 : représentation spatiale du terminal à conteneurs du port d'Oran.	115
Figure 40 : flux des conteneurs dans le terminal.	116
Figure 41 : nouvelle structure du terminal.	116
Figure 42 : nouveaux flux des conteneurs dans le terminal.....	117
Figure 43 : Relationship diagramm entre zones.	117
Figure 44 : relations entre les zones.	117
Figure 45 : disposition des zones du terminal.....	118
Figure 46 : vue de dessus de la nouvelle représentation du quai du terminal.	118
Figure 47 : représentation structurale de la zone de stockage.	119
Figure 48 : représentation de la guérite du terminal.	119
Figure 49 : représentation complété du terminal.....	120
Figure 50 : horizon de planification.	137
Figure 51 : structure générale d'un As/Rs.	144
Figure 52 : superficie de la cour de stockage.....	145
Figure 53 : les nouvelles zones de stockage.....	145
Figure 54 : dimensions d'un conteneur 20 et 40 pieds.	146
Figure 55 : représentation des piles et des allées sur la zone de stockage de conteneurs 40 pieds.....	147
Figure 56 : forme d'une pile.	147
Figure 57 : capacité d'une pile.	147
Figure 58 : vue de face (1) et vue de gauche (2) de l'installation du système.	148
Figure 59 : représentation de la case conteneur à l'intérieur du système.	148
Figure 60 : représentation du conteneur de type 40 pieds dans sa case conteneur.....	149

Figure 61 : système As/Rs pour la zone de stockage spécial 40 pieds.....	149
Figure 62 : représentation des piles et des allées sur la zone de stockage des conteneurs 20 pieds.....	150
Figure 63 : forme d'une pile.	151
Figure 64 : vue de face (1) et vue de gauche (2) de l'installation du système.	151
Figure 65 : case conteneur 20 pieds à l'intérieur du système.	152
Figure 66 : représentation du conteneur 20 pieds dans sa case conteneur du système.....	152
Figure 67 : système As/Rs pour la zone de stockage des conteneurs 20 pieds.	153
Figure 68 : exemple de zone de stockage mixte (2).	154
Figure 69 : vue de face de la machine S/R.	154
Figure 70 : vue de gauche de la machine S/R.	155
Figure 71 : vue de face pour le système As/Rs et les marches de la glissière pour la machine.....	155
Figure 72 : traçabilité des flux d'informations dans le terminal.....	157
Figure 73 : exemple d'appareil électronique pour lire les codes-barres.	158
Figure 74 : exemple de code-barres.	159

Introduction :

Au cœur de la mondialisation de la production et de la distribution, le secteur maritime et portuaire se doit être compétitif. Or, la complexité qu'elles présentent les différentes chaînes logistiques maritimes et portuaires, notamment les différents acteurs qu'elles impliquent, impose une amélioration au sein de ses performances. De plus, l'évolution d'un système portuaire permet une coordination des acteurs et une standardisation des procédures. Avec l'infériorité de la demande par rapport à l'offre, de nouvelles contraintes sont apparues qui nécessitent une maîtrise des différents aspects de la performance.

Dans ce contexte, notre travail de thèse concerne l'amélioration de performance logistique du système portuaire de l'entreprise portuaire d'Oran, tout en se concentrant sur la gestion de l'organisation structurelle et fonctionnelle et en discutant les nouvelles stratégies et techniques à aborder pour faire face aux différents obstacles connus.

Port d'Oran, le port de l'ouest où il est considéré comme un nœud primordial dans le développement économique national. Mais, il se trouve en concurrence directe avec les ports de la rive méditerranéenne et les autres ports algériens en matière de la multiplicité d'infrastructures portuaires et dont le but est de fidéliser les chargeurs et d'augmenter les trafics nationaux.

La fiabilité de la chaîne des transports et la performance économique de la plateforme portuaire sont deux facteurs principaux pour les chargeurs et les importateurs dans la politique systématique portuaire.

Aussi, le choix stratégique du port de transit maritime de marchandises demeure crucial pour la compétitivité des produits nationaux d'exportation et dans le coût final des importations. Or, le temps de transit des marchandises par le port d'Oran est élevé.

Le facteur clé dans le processus de circulation des marchandises et des navires qu'est le temps de l'ensemble des opérations de manutention bord et terre demeure relativement long au port d'Oran. En outre, l'encombrement des quais et les terres pleines par les conteneurs des camions gros porteurs stationnant dans l'enceinte portuaire.

Ensuite, l'inexistence d'une base de données commune entre les départements provoquant une perturbation sur le flux de l'information partagée nous a attachés à faire une étude sur la diffusion des tâches de traitement entre les opérateurs portuaires afin de faciliter la circulation des différentes opérations (facturation, chargement, débarquement, embarquement... Etc.).

En effet, les facteurs majeurs autoritaires présentés comme : la vétusté de la plupart des matériels, le caractère non automatisé de la gestion des terres pleines, de l'établissement des documents et de l'accomplissement des formalités ainsi que le système de pesage

mécanique de marchandises, affectent sur l'optimisation de la productivité des prestations ainsi que la gestion de la circulation des flux physiques sur la plateforme portuaire. Il est alors temps de réfléchir à une modernisation et une automatisation de la gestion et des équipements portuaires.

Enfin, dans la part du marché ou la compétitivité discutée pour toutes les entreprises qu'elles soient portuaires ou industrielles dont la satisfaction du client est un objectif principal, nécessite une "fonction logistique" afin de conduire le circuit des flux pour livrer au client le bien qu'il souhaite, au moment voulu et à moindre coût.

Pour cela, ces problèmes énumérés nous permettent de s'aborder notre projet sur l'efficacité de l'organisation du système portuaire d'Oran dont l'objectif est de proposer une amélioration sur ses performances logistiques tout en tenant compte des procédures mondiales de la gestion portuaire ainsi que le processus relatif à un port international développé avec un chiffre d'affaires élevé.

Méthodologie du travail :

❖ Objectif :

Notre travail a pour but de faire une amélioration sur les performances logistiques d'un système portuaire Algérien. Pour cela, les techniques utilisées et les stratégies suggérées nous permettent de :

- **Manager la plate - forme logistique portuaire d'Oran d'une façon rationnelle et efficiente.**
- **Faire une refonte du système portuaire algérien afin d'optimiser son trafic.**
- **Représenter la chaine logistique portuaire en termes de compétitivité.**

❖ Organisation de l'étude :

Afin d'atteindre ces objectifs nous avons exploité les données existantes à propos de la gestion en vue de ressortir une définition visible de la gestion portuaire.

En plus, les poursuitis proportionnels à notre étude basés sur l'exploration et les maintiens de l'ensemble des activités du domaine portuaire, nous ont permis de reconnaître les dysfonctionnements liés au processus de circulation des flux physiques et d'informations et d'inventorier les forces et les faiblesses du port d'Oran.

Ensuite, l'analyse des données statistiques nous permettra d'obtenir des prévisions pour l'exploitation du système logistique de l'entreprise portuaire d'Oran d'une part. D'autre part, l'utilisation des techniques et stratégies de dimensionnement pour mesurer l'efficacité de la gestion d'espace d'un côté et l'exploitation des ressources humaines et matérielles de l'autre côté.

Enfin, nous présenterons de nouvelles propositions et stratégies pour l'amélioration du système portuaire Algérien, plus précisément le système portuaire du port d'Oran.

Chapitre I :

« Gestion et Logistique portuaire ».

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

Section 1 : La Gestion Portuaire : une Représentation.

Comme un domaine vaste et complexe, la gestion portuaire a un grand rendement direct sur le développement économique d'un pays en entier.

Jusqu'à maintenant, l'Algérie est parmi les pays africains qui sont en cours de suivre une démarche d'intégration dans la mondialisation à travers une nouvelle approche de développement au niveau du système portuaire et maritime. Or, elle révèle des empêchements à s'adapter la gestion de ce secteur et pourtant 70% de son commerce extérieur se fait par voie maritime.

Donc, nous allons parler dans de la gestion portuaire mondiale et son évolution, puis le marché des services portuaires, et nous terminerons par l'évolution du trafic maritime mondial.

1. La gestion portuaire au niveau international :

Au cours des deux dernières décennies, l'industrie du transport maritime et la gestion des ports ont largement évolué. En outre, les nouvelles technologies étaient le facteur primordial dans le développement de ce secteur. Après, grâce à la libéralisation des transports et à une concurrence accrue entre les compagnies maritimes et les ports, les coûts d'exploitation ont baissé et il est devenu absolument indispensable pour les compagnies maritimes et pour certains opérateurs portuaires de réaliser des économies d'échelle.

Après une période marquée par la libéralisation, la concentration s'est accentuée dans le secteur du transport maritime ainsi que chez les opérateurs portuaires pendant ces dix dernières années. La barre est de plus en plus haute à l'entrée du secteur, les compagnies maritimes devant investir dans des méga-navires porte-conteneurs dont le prix dépasse les 100 millions de dollars. Le taux de conteneurisation continue de croître à un rythme rapide.

En effet, les tendances mondiales déterminées par l'augmentation du trafic et des activités économiques sont reflétées par le transport naval et l'économie des ports, et par l'attrait qu'exercent les méga-ports efficaces sur les grandes entreprises de transports intégrés et les méga-ports porte-conteneurs dont l'objectif est d'améliorer la productivité ainsi que mettre en œuvre

des meilleures installations portuaires. D'autre part, certaines parties du monde toujours confrontées au problème de coûts de transport et de surtaxes portuaires élevés sont de plus en plus laissées en marge du commerce mondial.

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

La profession mondiale dans lequel se situent le transport maritime et le secteur portuaire a montré plusieurs évolutions à long terme tel que l'accroissement des flux d'échange des marchandises partout dans le monde, La taille des navires en particulier celle des porte-conteneurs continuera probablement de croître ce qui fait certainement appel à l'efficacité et à l'infrastructure portuaire. En raison d'une forte concentration de la circulation des conteneurs, il est essentiel de faciliter le transport entre les ports et l'arrière-pays si l'on veut augmenter le trafic, condition qui permet à un port de présenter un attrait pour les compagnies maritimes.

Or, les accords internationaux en matière de sécurité portuaire et de protection environnementale ne doivent pas être négligés. L'application de mesures visant à améliorer la sécurité, et notamment du Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires (ISPS) requiert une attention soutenue. La participation accrue du secteur privé dans la gestion des ports, notamment celle des terminaux à conteneurs devrait se poursuivre.

2. Le marché des services portuaires :

A travers le flux efficace et rentable des biens, des individus et des informations, les ports maritimes internationaux ont représenté une interface privilégiée entre les nations. Ils conçoivent des outils stratégiques pour les politiques commerciales ce qui facilite le commerce au sein de l'économie globale. Ils ont constitué des nœuds principaux dans le réseau commercial mondial. Le commerce mondial et les flux d'investissement ont également donné aux acteurs politiques nationaux, habitués à exécuter de manière informelle, l'opportunité de profiter de rentes de situation et de fournir des services à leurs clients.

Après l'essor du commerce international, l'industrie portuaire, sous-catégorie de l'industrie maritime, a été énormément transformée. En effet, la chute des prix des transports, qui génèrent une force locomotive dans l'économie globale, a facilité la croissance économique entière. A mesure que le secteur du transport maritime s'est spécialisé dans la conception de navires de plus grand tonnage, l'industrie portuaire s'est pareillement ajustée pour pouvoir prendre en charge ces navires.

En outre, il est également important de voir quels éléments ou acteurs forment la communauté portuaire afin d'évaluer l'impact des politiques sur l'organisation et le développement portuaire. Un tel examen permettra de mieux capturer les divers acteurs compromis dans la communauté portuaire. Les ports, en tant que nœuds primordiaux dans des réseaux logistiques de plus en plus complexes et sophistiqués, sont au cœur du transport des biens à travers le monde.

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

En tant que propriétaire, ou en tant que concessionnaire de terminaux à conteneurs, Le secteur privé et plus particulièrement les groupes de transport internationaux intervient dans le marché des conteneurs. Il est propriétaire de la superstructure, et assure sa maintenance. Dans certains ports, l'autorité portuaire finance, exploite et entretient les infrastructures, comme des terminaux à conteneurs multi-usagers.

De tels arrangements peuvent s'ajouter à d'autres types de chargement, bien que les acteurs privés soient plus susceptibles d'être propriétaires de marchandises que de navires dans le transport de vrac.

En plus, les prestataires de services qui représentent le sous-groupe le plus grand de la compagnie portuaire. Les services de manutention, tels que l'acconage, la manipulation par grues ou autres méthodes, ainsi que le dédouanement des marchandises, sont communs à tous les ports. Dans ce secteur, les acteurs peuvent inclure l'Etat en tant qu'opérateur, autorité douanière et régulateur, à la fois dans les domaines de l'économie, de la sécurité, de la navigation et de l'environnement. Parmi les autres acteurs impliqués, on trouve les groupes de transport internationaux, les sociétés de manutention locales, les agents de fret, les transitaires, et les syndicats associés principalement à la main-d'œuvre docker.

3. L'évolution du trafic maritime mondial :

3.1. Un accroissement du trafic qui s'accélère :

Sur la période 1995-2016, l'analyse des données de 7 satellites montre une forte augmentation du trafic maritime: **« La densité de bateaux, c'est-à-dire leur présence en mer, a pratiquement quadruplé. La pression s'est particulièrement accrue dans l'océan Indien, notamment dans le golfe du Bengale et la mer d'Arabie et dans les mers de Chine »** constate le chercheur. Dans les autres bassins, en particulier l'Atlantique nord, le Pacifique nord et la Méditerranée, la hausse est certes moins forte mais reste comprise entre 100% et 200%.

Toutes les routes maritimes (même celle des bateaux de croisière entre l'Europe et les Caraïbes) connaissent une croissance significative. Seule exception le large de la Somalie, où la piraterie a pratiquement stoppé le trafic depuis 2006.

« Les données satellites permettent une analyse fine de l'évolution de la densité de bateaux. Ces données illustrent également le changement du rythme de croissance de l'ordre de 6 % entre 1992 et 2002, jusqu'à 8% à 10% par an entre 2002 et 2012, ainsi que la quasi-stagnation durant la crise économique de 2008-2009 », remarque Jean Tournadre.

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

3.2. La folle amplification des marchés maritimes :

Les échanges maritimes ont dépassé pour atteindre 11,3 Mds tonnes en deux décennies. Tandis, l'évolution ne fut pas linéaire parce que l'économie mondiale est déséquilibrée depuis 40 ans.

Au milieu de cette décennie, un sectoriel point de stabilité fut atteint entre l'Europe, les USA et le Japon en appropriant les zones d'émergence de leur parage. Le commerce maritime a pris un nouveau **trend** régulier à peine contrarié par les crises asiatique de 1997 et américaine de 2000.

L'économie mondiale changea soudainement à partir de 2002. Du côté de la production, la Chine et quelques voisins recouvrirent le monde de produits meilleur marché.

Après 2002, La croissance du transport maritime évolua de 4 à 6%, celle de la conteneurisation excéda à deux chiffres. Néanmoins, le coup d'arrêt apparut très vite en 2008, emporté par l'explosion de bulle immobilière américaine. Dès lors l'hyperconsommation mondiale était stoppée, l'écroulement disproportionné de 2009 fut effacé en 2010

Le poids des dettes absolues bloqua toute l'Europe en 2011 à cause de la crise grecque qui se transforma en un problème continental. Ce fut une mauvaise nouvelle pour le transport maritime qui n'avait pas besoin d'un grand abaissement européen. Or, le trafic maritime mondial a été maintenu par les besoins de la Chine et des diverses économies du Sud à +4% en 2012-2013.

Après, la réapparition en meilleure tournure de l'Europe en 2014. Des taux directeurs faibles et le réajustement à la baisse de la parité euro / dollar donnèrent un peu d'air au Vieux continent.

Cependant, le retour de l'économie européenne tarde à faire son résultat franc, pour le maritime, la reprise est trop douce. Il lui faut le dynamisme des économies émergentes. En fait, le monde global et multipolaire est contrariant pour le transport maritime. La contrariété vient du **timing**.

Ensuite, pour montrer l'importance de l'émergence chinoise pour le **shipping**, le **China Factor** est un terme pratique et il peut être synthétisé à quelques chiffres. Le trafic de conteneurs de Shanghai était de 1,5 M d'evp en 1995, en 2005 il était de 18,6 M et en 2015 de 36,5 M. Comme un facteur majeur, l'économie chinoise pèse sur bien des trafics et son ralentissement n'est pas une bonne nouvelle pour les secteurs maritimes qui en sont très dépendants.

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

En conséquence, les échanges des biens fabriqués ont éclaté et le conteneur est l'outil de leur distribution. Le conteneur a perpétué de changer le monde, car la globalisation est devenue très dépendante de la boîte métallique. Entre 1996 et 2004, le mouvement des conteneurs pleins a évolué pour atteindre les 100 d'EVP pleins. Une nouvelle cinquantaine de millions d'EVP a été encaissée entre 2004 et 2011. Éventuellement, le chiffre de 200 M d'EVP pleins sera atteint en 2020.

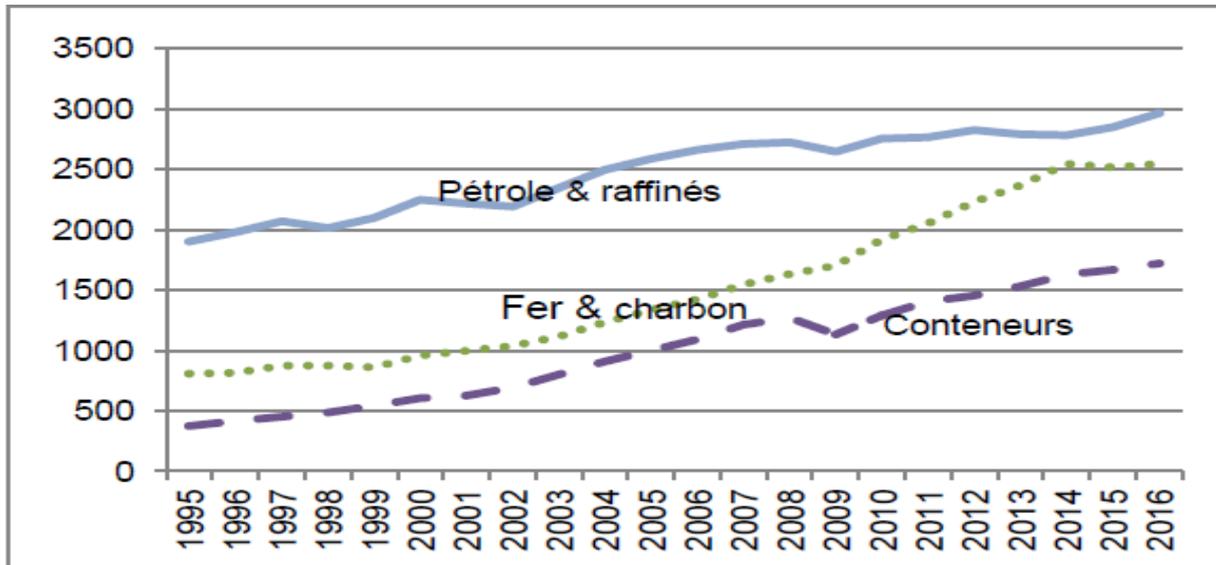


Figure 1 : évolution du trafic maritime.

4. La gestion de la chaîne logistique portuaire :

Afin d'assurer la synchronisation et les échanges en terme de flux physique, financier et d'information, La gestion de la chaîne logistique portuaire consiste à se disposer au niveau de toutes les unités organisationnelles (Clients, Dockers, Transporteurs, etc.) et de telle manière que la marchandise soit manutentionnée et distribuée au bon endroit, au bon moment et au bon client.

Selon [Smata, 2013], le SCM comprend deux principales composantes : l'intégration du réseau d'installations et la coordination des flux de matière et d'information afin d'améliorer la performance à long terme de chaque maillon de la chaîne logistique.

Le rôle économique et financier majeur que représente l'activité des ports maritimes peut justifier l'analyse de la performance d'une chaîne portuaire. Pour ceci, il faut savoir calibrer l'efficacité de chaque maillon en confrontant sa valeur de production à la valeur des moyens mis à sa disposition. Egalement, il faut s'assurer de son agilité en évaluant son aptitude à réagir face à des imprévus.

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

Section 2 : La Logistique Portuaire : Un Élément de Gestion et de Stratégie.

À présent, le commerce évolue de plus en plus au niveau international et les entreprises de production agrandissent des marchés sur plusieurs pays. Et cette évolution massive nécessite un suivi pour pouvoir fournir des biens et des services pour satisfaire les besoins des consommateurs.

Afin de coordonner toutes les opérations liées à cette production à l'international, les spécialistes ont vu l'importance de la mise en place d'un service logistique. Principalement dans les offres de vente et d'achat, ce terme a connu nouvellement un développement très important. Comme elle est un élément efficace et rentable dans les relations commerciales, elle exige la mise en œuvre d'un certain nombre d'intervenants et fait contribuer aussi des techniques plus sophistiquées dans son propre domaine d'évolution.

D'où, on va discuter de la définition et l'évolution de la logistique, la stratégie logistique et son importance, la notion de la logistique en vue de Management et on finit par le concept « Supply Chain Management ».

1. Définition et l'évolution de la logistique :

A son vraie histoire, le terme « Logistique » est apparu aux environs du 19^{ème} siècle, qui indiquait également l'art d'ordonner tous moyens de transport, de ravitaillement et de logement de troupes. C'est ainsi que ce terme d'origine militaire est très vite associé dans les firmes. Et c'est pour cela que lorsque nous attendons parler de la logistique ça nous fait pensée directement à l'armée.

En 1948, sous le nom de logistique, le comité des définitions de **l'American Marketing Association** a proposé La première définition:« **mouvement et manutention de marchandises du point de production au point de consommation ou d'utilisation** ». Cette définition ressemble bien toujours à l'image de la logistique régulièrement répandue encore aujourd'hui.

Après cette définition, **Magee** a déterminé la logistique de manière d'englober les flux d'approvisionnement dans la logistique: « **Technique de contrôle et de gestion des flux des matières et de produits, depuis leurs sources d'approvisionnement jusqu'à leur point de consommation** ».

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

Mais cette définition restait encore très orientée sur des aspects physiques et ne fait pas ressortir les aspects immatériels (les flux d'information).

C'est ce pourquoi **Daniel Tixier, Hervé Mathe et Jacques Colin** ont défini la logistique par: **«La logistique est le processus stratégique par lequel l'entreprise organise et soutien son activité. A cet titre on peut déterminer et gérer les flux matériels et informationnels afférents, tant interne qu'externe, en amont qu'en aval. Dans le cadre de la poursuite des objectifs généraux à laquelle elle concourt sa mission consiste à permettre l'élaboration de l'offre de l'entreprise et en réaliser la rencontre avec la demande du marché tout en recherchant systématiquement les conditions d'optimalité dans l'exécution. Sa mise en œuvre procédant de différents acteurs, elle est appelée à gérer en ce sens les tensions à leurs interfaces du fait de la non identité de leur objectif propre ».**

Cette définition peut être simplifiée de la façon suivante : « La logistique dans une entreprise est pour la fonction d'assurer au moindre coût la planification de l'offre et de la demande, au plan stratégique et tactique ainsi que l'entretien à long terme de la qualité des rapports fournisseurs - clients ».

Or, la logistique vise toujours comme objectif l'acquisition la plus favorable en fonction de la nature du produit transporté à l'endroit adéquat dans le meilleur rapport qualité, prix et délais.

Subséquentement, la logistique portuaire peut être ainsi définie comme étant l'ensemble des moyens stratégiques et opérationnels permettant d'optimiser les activités intermodales dans la chaîne portuaire. C'est aussi une démarche approchant de rendre plus rapide et plus efficiente les différentes opérations d'un port.

2. Stratégie logistique et son importance :

La politique logistique est une cohérence de choix par lequel les logisticiens se fixent des objectifs qui sont particulièrement affectés vers les flux de matières, de services et d'informations. D'où, elle permet la contribution aux stratégies suivantes :

- De la diversification de services offerts avec les autres concurrents ;
- Un rabais potentiel des coûts liés au déplacement de la marchandise ;
- Au leadership par le coût et sur le temps.

En outre, l'appui humain est essentiel dans la mesure pour atteindre ces objectifs fixés par l'entreprise, d'où il faut garantir toutes les activités logistiques en commençant dès la gestion de stock, acheminement et de la distribution.

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

2.1. L'organisation Logistique :

Le domaine de l'organisation logistique utilise de plus en plus les nouvelles technologies de l'information et de la Communication pour atteindre des objectifs bien déterminés par l'entreprise. D'où, elles sont considérées comme un moyen très efficace et surtout rapide.

En plus, cette organisation consiste à réformer entièrement l'orientation de l'entreprise en mettant à la disposition de la clientèle les moyens de transport les plus forts et les plus économiques. Cela va du façonnage des marchandises jusqu'à leur emballage et leur distribution.

Le bon fonctionnement de la dite organisation dépend des professionnels formés dans le domaine. Ces personnes apprennent en effet aux responsables logistiques à maîtriser entre autres :

- Les flux d'information liés aux domaines d'intervention de l'entreprise ;
- L'organisation des plans de transport.

En vue de la concurrence, l'organisation de la chaîne logistique doit se consacrer ses efforts pour la satisfaction des attentes clients. Et ceci repose d'une part d'incorporation et d'autre part sur la mise en œuvre de processus de synchronisation.

Cette satisfaction repose en premier temps, sur la prestation au niveau transactionnel, d'une valeur au consommateur :

- Meilleur produit ;
- Meilleure qualité ;
- Meilleure disponibilité ;
- Meilleur coût.

2.2. L'apport logistique dans les opérations portuaires :

Dont l'objectif est de positionner les ports comme des points clés dans la chaîne des transports tout en améliorant leur activité intermodale, les autorités portuaires de nos jours ont été obligées à renforcer leurs buts distinctifs et efficaces par les avantages performants du développement de la logistique. Dans ce même contexte, les points suivants nous permettront d'illustrer les buts spécifiques catégorisant cette stratégie logistique dans un port :

- L'optimisation des flux physiques de marchandises menés des flux d'information ;

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

- L'harmonisation concrète entre les différents agents dépendant de la congrégation portuaire ;
- La rationalisation de l'activité des agents inclus et la stimulation de la concurrence commerciale.

Comme une seconde stratégie fondamentale, les autorités portuaires ont développé leurs activités logistiques d'une part pour augmenter leur puissance de concurrence et de l'autre part pour l'accessibilité du passage des marchandises à travers les ports. En plus, un port forme un point principal logistique et ceci implique l'acquiescement des buts spécifiques suivants :

- L'organisation des espaces et infrastructures portuaires du point de vue de leur objectif logistique ;
- La location et la concession des différents espaces nécessaires pour la mise en œuvre d'une zone d'activités logistiques ;
- La participation active par des spécialistes dans la pleine utilisation de l'espace portuaire et des facilités comme les domaines de l'activité logistique (les agents d'expédition, les opérateurs logistiques etc.).

Afin d'optimiser la rentabilité de la plate-forme portuaire, La logistique portuaire use des nouvelles règles de la gestion de production. De ce fait, la méthode de juste à temps est souvent utilisée dont l'objectif est de retirer tous les dissipations liés au stockage, d'assembler les déplacements de disposition, de mise en ordre et de nettoyage de la plate-forme portuaire.

Les opérations associées du juste à temps peuvent s'interpréter par les éléments suivants :

- Une meilleure organisation ;
- Une souplesse et une capacité de réactions accrues ;
- Une forte réduction des stocks et des délais ;
- Une meilleure productivité ;
- Une réduction des coûts de toute la chaîne logistique ;

Pour résumer, toute entreprise explore pour avoir une valeur ajoutée dans la mise en œuvre de chacune de ces activités. En outre, on ne peut pas apprécier le rôle de la logistique dans un port sans avoir une idée de ce qu'apporte effectivement dans les opérations portuaires. Pour cela, la logistique a bien joué le rôle d'apporter cette valeur au port.

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

2.3. Mesure de performance de la logistique dans un système portuaire :

« If you cannot measure it, you cannot improve it » William Thomson [Kelvin].

Elle est fréquemment négligée, la logistique a un double impact sur la performance de l'entreprise. Au niveau des coûts, elle représente un élément important qui va en progressif. De façon plus qualitative, la politique logistique doit être adhérente avec la stratégie d'ensemble de l'entreprise pour générer une puissance étendue. Par contre, une incohérence entre la logistique et stratégie peut affaiblir, certainement faire disparaître une entreprise entièrement.

Afin de garantir une gestion rentable d'un port, chaque terminal doit maîtriser ses coûts et ses stratégies de gestion. En contrecoup, les indicateurs relatifs aux coûts de manutention, les dépenses générales et les montants de rendement doivent être déterminés et chiffrés. Ces indicateurs sont de type financiers parce qu'ils seront utilisés directement par le service de comptabilité au sein du port. L'indicateur important est celui qui expose le rendement concernant la capacité de conteneurs manutentionnés.

La gestion de l'information et échanges d'information aussi bien intra entreprise qu'interentreprises manifeste comme centre dans la gestion logistique. Les évolutions technologiques de l'informatique et de la communication ont été installées par la plupart des praticiens que chercheurs. Si la performance de la logistique se juge à la vitesse, à la fiabilité et au coût global de circulation des flux physiques, elle ne se remporte pas et ne se progresse que grâce à un travail d'affermissement sur le flux d'information associé au flux physique.

3. La logistique, une notion de management :

Le management, un élément de puissance robuste et mouvant tout autour de la théorie aussi bien la pratique. D'après la variation continue du contexte économique, le management est encore en évolution afin de générer de nouveaux concepts pour se joindre avec celui de la logistique qui s'occupe des contraintes de l'ajustement de l'offre à celles de la demande.

À présent, la logistique est devenue un concept administratif qui va s'accroître largement au court des prochaines années. Alors, la notion de logistique provienne d'une évolution pure de l'esprit sur le management.

Bientôt, l'entreprise doit penser pour une politique exacte et répartie autour du concept de logistique qui cible une coopération maintenue des différentes démarches. Cela veut dire

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

que la logistique doit être observée comme un fond inventeur de la politique globale, ce qui va certainement discuter des nouvelles stratégies et tactiques fiables.

« La démarche logistique sonne peut-être le glas du management général dont les coups brillants reposent sur l'intuition»

La logistique d'entreprise, vers un management plus compétitif, page 24.

4. « Supply Chain Management », un concept de stratégie portuaire :

« La chaîne logistique peut être considérée comme un ensemble d'activités en réseaux dont l'exécution est corrélée par les flux qu'elles échangent, visant à satisfaire au mieux les besoins exprimés par un ensemble de clients ». Zouggar [Zouggar, 2009]

Comme un concept moteur, la supply chain joue le rôle de paradigme dont La célérité de déplacement des produits mesure son efficacité. Les entreprises peuvent être installées sur un ou sur plusieurs sites géographiques d'où la circonférence d'une chaîne logistique se détermine selon la nature de son contexte.

Dans la chaîne logistique portuaire, plusieurs processus sont ordonnancés afin de livrer la marchandise à son client final. Un processus est déterminé par une succession logique d'activités dans le temps pour réaliser un but en convertissant des éléments d'entrée en éléments de sortie. Les principaux processus pour les pré- et post-acheminements portuaires de marchandises doivent se terminer.

Notre travail examine la chaîne logistique portuaire et plus précisément les terminaux à conteneurs. Un terminal à conteneurs est examiné comme un anneau sensible de la chaîne logistique portuaire. C'est un système complexe où la manutention et le transport de conteneurs jouent un rôle crucial [Henesey, 2006]. La performance des terminaux impose des décisions aussi bien stratégiques que tactiques et opérationnelles prises par les gestionnaires de la chaîne logistique portuaire.

Chapitre I : Gestion et Logistique portuaire.

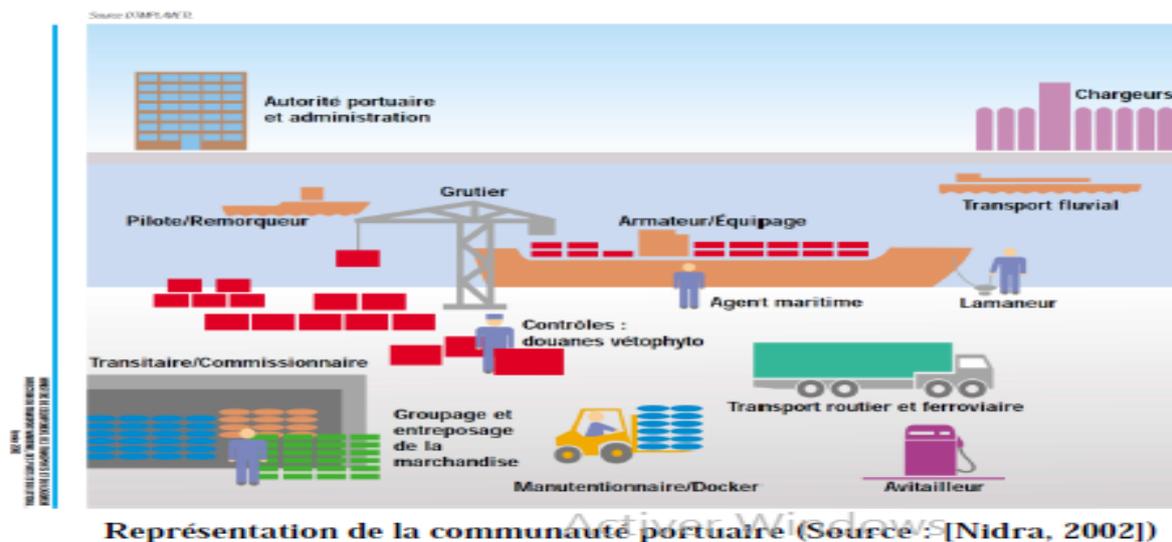


Figure 2 : les différents acteurs de la chaîne logistique portuaire.

- Le docker : charge et décharge le navire.
- Le transporteur interne (in land transport) : transporte les conteneurs au niveau du terminal
- L'opérateur portuaire (port operator) : contrôle les opérations à l'intérieur du port. Il pourrait être une autorité publique du port (port authority).
- L'acconier (stevedore) : s'occupe de la préparation juridique et matérielle des opérations de réception, de déplacement et d'entreposage des marchandises.
- L'armateur (shipping line/alliance) : assure le transport maritime des marchandises.
- Le consignataire (consignee) : Il est mandaté par l'armateur, il agit au nom et pour le compte de l'armateur. Il doit assurer toutes les opérations de réception ou de livraison de la marchandise et, ainsi effectuer les missions confiées par l'armateur.

Il y a également d'autres acteurs pour assurer les services liés à la gestion des navires comme :

- les sociétés d'avitaillement ;
- les sociétés de réparation et de maintenance de conteneurs ;
- les entreprises de récupération des déchets des navires.

Enfin, l'autorité portuaire dont la mission consiste à gérer tout le port en prenant en compte la gestion :

- des installations portuaires ;
- de l'accueil et le départ des navires ;
- du respect des règlements, etc.

La chaîne logistique portuaire est donc définie comme un ensemble d'entités impliquées directement dans les flux amont et aval de marchandises.

Chapitre II :

**« L'Organisation d'un Système
Portuaire ».**

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

Section 01 : Approche Définitionnelle et Organisationnelle d'un Port

1. Approche définitionnelle d'un port :

1.1. Essais de définition :

Le terme spécifique «**autorité portuaire**» convient à cette définition. En Grande Bretagne, pour le **Merchant Shipping Act de 1894**, l'**Habronèmes Act de 1964** et le **port Act de 1991**: « **Une autorité portuaire est toute personne physique ou morale qui s'est vue reconnaître compétence pour améliorer ou gérer un port** ».

Au Liban l'arrêté 31/1 du janvier 1966 définit le port, aux fins de l'application des règlements, comme « **le bassin ou l'ensemble de bassins ... dotés de quais, d'installations ... Garantissant la sécurité des navires et facilitant leur ancrage et l'exécution de leurs travaux portuaires directement sur les quais** ».

L'article 3 du projet de code tunisien des ports de commerce (1999) voit dans le port «**un lieu aménagé, dans lequel les navires viennent accoster soit pour y opérer ... soit pour y abriter ou y réparer**». Jean GROSIDIER DE MATONS, **Droit économie et finance portuaires, édition 2000, pages 3et 4.**

L'article 1 de la convention de Genève du 09 décembre 1923 sur le régime international des ports maritime considère comme port maritime « **tout port normalement fréquenté par les navires de mer et servant au commerce extérieur**».

En fait les ports sont des systèmes multidimensionnels qui, pour fonctionner rentablement, doivent être intégrés dans des chaînes logistiques globales. Un port efficace nécessite non seulement des infrastructures, superstructures et équipements de qualité mais aussi un bon nombre de communication et, en particulier, une équipe de direction impliquée en une main d'œuvre motivée et formée. **FARID BENHASSEL, docteur d'état en gestion, Professeur et Consultant Senior au Canada, Séminaire à E.P. Bejaia du 23/24 oct. 1999 sur le Management portuaire, manuel du participant, page 21.**

Pour cela, on peut définir le port comme un système composé d'éléments matériels et Immatériels, utilisés au service des navires et de la marchandise. Or, un port est un endroit géographique par lequel transportent des marchandises et des passagers aussi.

Aussi, on peut dire que les ports sont des interfaces entre divers modes de transport et des centres de transport combiné. Ils sont aussi des zones multifonctionnelles commerciales et industrielles où les biens ne sont pas uniquement en transit mais également manutentionnés, transformés et distribués.

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

1.2. Typologie des ports :

Les ports sont classés selon :

❖ **Leur nature** : on distingue entre :

- **Port naturel** : Les ports naturels sont des ports qui bénéficient d'un abri naturel². La plupart des grands ports naturels ont, dans une certaine mesure, connue des aménagements comme l'assainissement des canaux pour permettre aux navires à fort tirant d'y pénétrer.
- **Port artificiel** : Sur les rivages sans un abri naturel, on construit des ports en délimitant un plan d'eau avec des digues, afin de former une baie artificielle et l'on creuse des darses.

❖ **Leur localisation** : on distingue :

- **Les ports maritimes** : ce sont les ports principaux pour un pays, situés sur la cote d'une mer ou d'un océan et accueillant les plus grands tonnages.
- **Les ports Lacustres** : ce sont situés au bord d'un lac et comprennent les petites marinas au bord des lacs de montagne.
- **Les ports Fluviaux** : ce sont situés près des embouchures de grands fleuves accessibles à des navires venant de la mer et ils sont aménagés sur un bras mort ou dans une crique naturelle.
- **Les ports Sec** : ce sont situés à proximité d'un port de plaisance et permettent le stockage à terre des unités.

❖ **Leur activité** : on distingue les ports publics (dont les ports autonomes) et les ports privés, leur statut :

- **Les ports de Commerce** : ils servent à accueillir les navires de commerce (passagers/marchandises).
- **Les ports de Pêche** : ce sont les plus nombreux du monde et leurs dimensions sont restreintes et varient selon les bateaux accueillis.
- **Les ports de Plaisance** : les places de ports sont standardisées grâce à des pontons et ils accueillent les bateaux de plaisance.
- **Les ports Militaires** : un port militaire peut contenir un arsenal, une école navale, des moyens de ravitaillement, de logement et entraînement pour les équipages.

❖ **Leur génération** (Selon leur stratégie de développement, leur politique commerciale et selon leur implication des ports dans l'économie mondiale), on distingue :

- Les ports ayant une interface entre deux modes de transport.
- Les ports arrangeant des centres d'activités industrielles et commerciales.

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

- Des centres de transport adoptés et plates-formes logistiques pour le commerce international.
- Les ports réseaux ayant une stratégie d'internationalisation et différenciation des activités et une collaboration entre communautés portuaires.

1.3. La mission d'un port maritime :

Un port fiable et rentable sert à garantir un transfert rapide et efficace aux marchandises des transports terrestres aux transports maritimes et vice-versa. Ainsi, les navires peuvent rentabiliser leurs voyages et leurs escales aux ports en toute sécurité. Or, les navires sont d'une grande variété (Pétroliers, Passagers, Porte-conteneurs, Minéraliers, Céréaliers, etc...), aussi que les ports maritimes (Terminal à Hydrocarbures, Gare Maritime, Terminal à Conteneurs, port Minéraliers, Silo à Céréale, etc...) pour l'accueil de ces types de navire.

Le port a une fonction supérieure dans le développement économique plus spécialement en ce qui concerne :

- A travers les apports de qualité et à moindre coût qu'exhibent les ports, l'évolution du commerce extérieur peut exploiter des avantages substantiels de l'activité portuaire par le prix de revient de la marchandise.
- L'obtention de la matière première de l'extérieur et à moindre coûts permet le développement de l'industrie de fabrication.
- La création de l'emploi et de modernes industries qui s'additionnent à la production et aux prestations liés à l'activité portuaire assure un développement local.

En outre, les équipements portuaires modernes et les systèmes d'exploitation efficaces sont une exigence principale afin que le port ait accomplir ses opérations qui garantissent une production à moindre coûts pour l'entreprise portuaire comme pour ses utilisateurs (comme les transitaires et les armateurs). Usuellement les ports ambitionnent à :

- Le gouvernement et l'exploitation du domaine public portuaire.
- L'exploitation de l'outillage et des équipements spécialisées portuaires.
- L'entretien, l'aménagement, le renouvellement de la infrastructure portuaire, le renouvellement et l'extension de la plateforme portuaire.
- La police, sécurité et maintien du patrimoine portuaire dans les bornes du domaine public portuaire.
- La police de la marine dans les limites maritimes et portuaires.
- L'achèvement des opérations d'acconage et manutention des marchandises.
- L'animation des opérations de remorquage, pilotage, amarrage et autres.
- La surveillance et la sécurité des marchandises pendant leur séjour.
- L'avitaillement des navires.
- L'exécution des opérations d'assainissement et d'enlèvement des déchets.

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

Par conséquence, on peut considérer le port comme un point de passage où les marchandises sont transvasées entre le navire de mer et les multiples moyens de transport terrestre, il est donc à ce titre :

- ❖ Un élément dynamisant dans le développement de déplacement des marchandises, par cohérent, maillon garantissant la suite de la chaîne de transport maritime, routier ou par rail.
- ❖ Un facteur stimulant pur à revivre les échanges commerciaux. D'où, un secteur offrant les meilleurs fournitures de service pour le transport de marchandises destinées à l'importation et à l'exportation.
- ❖ Un pôle attractif pour l'installation d'unités industrielles jointes à l'activité portuaire bénéficiant des coûts inférés des différentes actions de manutention, de transport et de stockage.

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

2. Approche organisationnelle des ports :

2.1. Les différents types d'organisation portuaire :

Dernièrement, le monde a reconnu une large variation des organisations portuaires d'un pays à l'autre, et parfois même très amplement à l'intérieur d'un même pays. Qu'ils s'agissent seulement de port à gouvernement centralisée ou décentralisée par rapport à l'Etat, leurs activités s'exercent dans le cadre de missions de service public dans le cadre d'assurer le transit des marchandises dans les meilleures conditions.

Pour schématiser, on peut synthétiser les différentes organisations en quatre classifications principales en considérant successivement les principales caractéristiques de chaque type d'organisation :

- **Les ports autonomes:** Le port autonome est un établissement public de l'Etat dans la garde est établie au niveau ministériel. Il a à la fois la particularité d'établissement public administratif du fait de ses attributions de puissance publique et le caractère d'établissement public industriel et commercial pour tout ce qui concerne son économie. En outre, il représente l'autorité responsable de la mise en valeur d'un site portuaire dans le cadre de la politique générale placée par le gouvernement. Or, Le port autonome a un poids important d'un territoire dans lequel il doit réaliser les installations portuaires, accomplir les activités d'entretien et d'amélioration, éventuellement concevoir des zones industrielles. Enfin, il doit assurer la construction et l'exploitation des canaux d'accès et quais externes, des appontements et des digues, des hangars et des tette-pleins, mais la conduite, le remorquage et la manutention sont fournis par des entreprises privées dont la tarification est contrôlée.
- **Le port relevant de l'autorité de l'Etat :** Ils sont soit dépendants directement des autorités centrales compétentes, soit soumis à la tutelle. Notamment, ce sont en Europe, tous les ports de mer, non autonomes, de France d'Italie et les ports nationalisés de grande Bretagne des pouvoirs centraux.
- **Les ports municipaux :** Ces ports relèvent directement de l'autorité d'une commune. D'où, on trouve ce type de ports en Europe, particulièrement en Belgique, au Danemark, en Allemagne, au Pays-Bas et en grande Bretagne. En Belgique, aux Pays-Bas et en Allemagne les ports sont gérés par la commune sans statut juridique propre. Par contre, aux Pays-Bas, l'administration des ports de Rotterdam et Amsterdam est confiée à un organisme spécialisé mais totalement subordonné à la municipalité. Or, les dépenses de financement sont partagées selon les règles variables entre l'Etat et l'administration portuaire. Ordinairement, l'Etat exécute et entretien les grands

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

chenaux maritimes. Quand le port n'est pas particularisé dans le budget communal il est, en total, très difficile de faire l'association entre les dépenses et recettes entraînées par le port.

- **Les ports privés :** Ceux qui offrent des installations standardisées avec toute la gamme de prestation pour les marchandises. Ils sont très peu nombreux en Europe (Liverpool, Manchester et Felixstowe, en Grande-Bretagne). Par contre, il existe des installations spécialisées pour certains types de marchandises (pétrole, vrac, conteneurs) sous l'administration privée à l'intérieur d'une zone portuaire publique. Ces installations spécialisées sont alors très souvent appropriées dans une entreprise industrielle fréquente qui les utilise à son propre profit.

2.2. La finalité des organisations portuaires :

Classiquement, au-delà de la responsabilité générale d'autorité portuaire commune à toutes les formes d'organisation, trois professions nécessaires ou types de métiers intéressent le port :

- ❖ **Un métier foncier**, le port possesseur, qui manage les espaces qui lui sont confiés ou remis en gestion soit par l'Etat, soit par les municipalités et qui les loue ou beaucoup plus rarement les cède. Ce métier foncier a été d'autant plus important et incomparable que l'activité d'accueil des trafics industriels (vrais liquides ou solides liés aux approvisionnements logistiques ou aux expéditions des industries correspondantes).
- ❖ **Un métier d'investisseur**, celui du port outil, qui finance et entretient diverses infrastructures (chenaux, quais, digues, réseaux terrestres), ou des superstructures (terre-pleins, hangars, outillages). L'entretien et l'accomplissement des accès relève régulièrement de la puissance publique de même que celui des réseaux terrestres, tandis que des infrastructures dédiées ou les superstructures vont plutôt entreprises privées.
- ❖ **Un métier d'exploitant ou d'opérateurs**, ça concerne la prestation de service qui peut recouvrir tout ou partie des services aux navires (pilotage, remorquage, lamanage, avitaillement, réparation navale) ou aux marchandises (transbordement, entreposage, stockage, magasinage) c'est autour de cette ultime activité que les enjeux économiques liés à la conteneurisation sont les plus vigoureux et que se formulent le plus fortement les dispositions à accueillir des opérateurs privés.

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

Aux pratiques du commerce international et la cooccurrence internationale, les ports ont dû évoluer vers une privatisation de leur domaine foncier, ou vers une externalisation de leur métier d'exploitant. En effet, la capacité d'adaptation et la compétitive des organisations portuaires dans un contexte de concurrence sont exacerbées à la fois par la facilité extrême avec laquelle les changeurs peuvent monter des logistiques alternatives et par la compétition des équipements sur les marchés transocéaniques.

2.3. Le mode d'organisation d'un port influence considérablement son efficacité :

L'essor des ports les a transformés d'une zone géographique primaire, industrielle et logistique à une communauté composée de nombreux acteurs corrélés et supplémentaires (comme par exemple l'autorité portuaire, les armateurs, les manutentionnaires et les prestataires de services logistiques). L'adaptation et l'articulation de ces différents organismes a pour objectif de conduire les flux physiques de marchandises et les flux d'information pour que le port puisse utiliser ses ressources d'une manière idéale.

On peut regrouper les métiers portuaires en trois espèces différentes : les prestations liées au navire, les prestations liées à la marchandise et les prestations liées au service de l'Etat.

En outre, la collectivité complexe qui interprète la relation entre un ensemble d'organisations autonomes, privées et publiques vise à apporter une valeur ajoutée à l'organisation commune : le port réseau. Dès lors, se pose le problème de synchronisation de ces différents partenaires, de l'explication de leurs rôles propres et de leurs transformations afin de s'approvisionner le pilotage de l'ensemble des acteurs au sein du réseau portuaire.

Par suite, le bon fonctionnement des chaînes logistiques se traduit par la fonction de la compétitivité des ports de mer qui en font partie, également celui des ports de mer s'est défini par la fonction de la compétitivité des chaînes logistiques qui les englobent. Le même raisonnement s'applique à tous les autres acteurs maritimes, depuis les armateurs jusqu'aux entreprises de transport de l'arrière-pays en passant par les entreprises portuaires.

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

Section 02 : Evolution du Système Portuaire en Algérie

Dont l'objectif principal est de suivre la tendance maritime mondiale, le système portuaire Algérien a prévu de nombreuses stratégies et méthodes pour réformer ses différentes déficiences en termes de gestion portuaire, d'espace et d'infrastructure .

En premier lieu, Ce chapitre va se remémorer l'évolution du système portuaire en Algérie ; par la suite, nous présenterons une approche définitionnelle et organisationnelle d'un port.

Les objectifs visés dans ce chapitre sont :

- Expliquer les différentes phases de la réforme du secteur portuaire en Algérie et les problèmes contre lesquels les ports algériens font face ;
- Comprendre le fonctionnement des ports en Algérie.

1. Le contexte portuaire en Algérie :

Dans l'économie coloniale, l'Algérie était un grand exportateur de blé et d'agrumes. D'où, les ports ont représenté une importance qui demeure dans leur orientation vers le bassin méditerranéen.

En Algérie, l'activité portuaire est faible par rapport à celle des autres pays de la méditerranée. Ses ports subissent d'un grand retard dans le trafic maritime qui a connu un déséquilibre entre les exportations et les importations.

L'Algérie comprend 10 ports de commerce de petite et moyenne taille, avec un trafic total de plus de 80 millions de tonnes. Ils traitent 95 % du commerce extérieur et génèrent 14 000 emplois directs sur l'ensemble des ports algériens. Le port d'Alger, le principal port algérien, regroupe, à lui seul, une population de 12 000 employés ; cela montre l'importance de ces ports en tant que facteur dynamique de l'économie algérienne.

La typologie des ports algériens se présente comme suit: deux ports pétroliers (Bélhioua /Arzew, Skikda/nouveau port), quatre principaux ports polyfonctionnels (Alger, Oran, Annaba, Bejaia), deux petits ports (Ghazawouet, Ténès) et deux ports moyens (Djendjen, Mostaganem). Nous pouvons particulariser que les ports pétroliers ont la plus grande part du trafic total, tandis que les ports polyfonctionnels ont la plus grande part du trafic hors hydrocarbures.

Depuis l'indépendance du pays, les ports spécialisés dans l'exportation des hydrocarbures n'ont pas évolué. Nécessaires au commerce international du pays, ils ne sont pas la chance et stationnent dans le couloir des grands ports. L'évolution du trafic portuaire à l'échelle du Maghreb se différencie par une cadence lente au Maroc (-10%) et une augmentation tunisienne (+31%) et algérienne (+41%) proportionnellement rapide. Or, pour l'Algérie en particulier, ceci reflète davantage la dépendance croissante envers l'exportation

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

d'hydrocarbures qu'à une réelle dynamique commerciale ou le résultat d'une modernisation portuaire.

Les échanges avec les pays du Maghreb (UMA) restent très marginaux par rapport aux pays européens. Ces échanges ont connu un recul de 40% en 2015, passant à 2,28 mds USD contre 3,8 mds USD en 2014

L'Algérie est un pays mono-exportateur qui tire la majorité de ces exportations du pétrole et produits miniers, tandis que les importations sont reposées sur les produits manufacturés.

Du côté des échanges, les membres de l'union européenne demeurent les premiers partenaires commerciaux de l'Algérie, qui y importent à hauteur de 49,21% de ses produits et y exportent 68,28% des biens qu'elle produit.

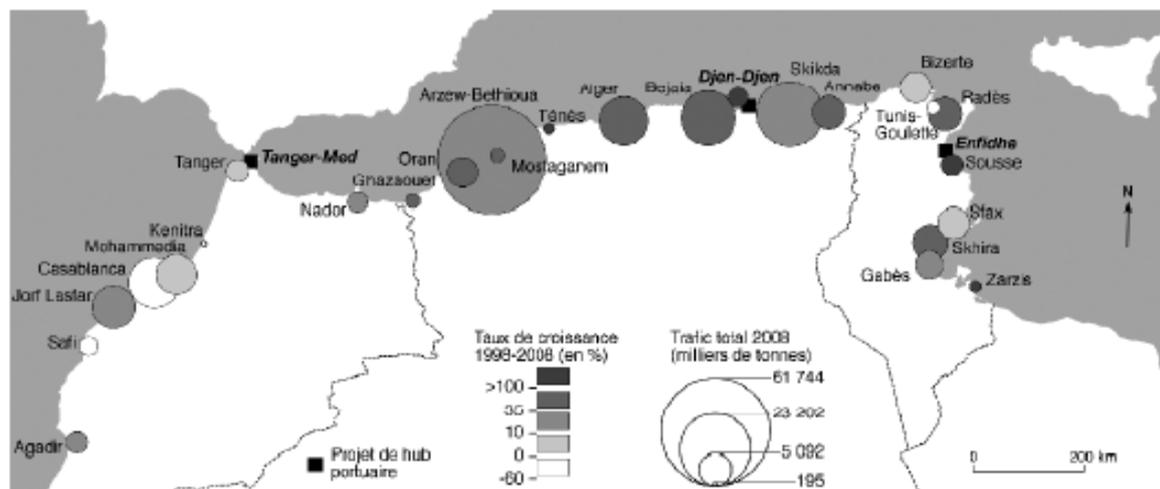


Figure 3 : hiérarchie des ports de Maghreb.

2. L'Etat des Infrastructures maritimes en Algérie :

Avec un réseau maritime lâche et une présence d'un nombre étroit d'équipements, les ports algériens présentent des disparités en face de ces concepts. En effet, L'interprétation spatiale affirme que les ports Algériens sont des ports médiocres.

D'autre part, les ports estiment dans un autre contexte de celui des ports d'un pays à économie libérale: les ports algériens sont additionnels entre eux au lieu d'être concurrentiels.

Par conséquent, il n'existe pas des conditions objectives offrant aux ports algériens une potentialité de choix pour la résolution de leurs impulsions océaniques et continentales.

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

Parmi les nombreuses particularités des ports algériens, la modicité au sein des organismes urbains : les terminaux portuaires restent soumis à un enclavement urbain qui enveloppe leur développement. Si les ports européens ont vécu les mêmes problèmes, ils ont été corrélativement résolus par la séparation spatiale entre la ville et le port ainsi que par le développement des zones industrialo portuaires hors des villes.

Tout en rationalisant l'exploitation technique et managériale des ports et de leur environnement, la globalisation et la mondialisation de la concurrence aujourd'hui forcent la majorité des pays économiquement ambitieux (et l'Algérie désire en faire partie) à se focaliser sur la création de la valeur portuaire nettement dite, c'est à ce niveau que se situe le grand challenge de l'Algérie. Ceci place la logistique en première ligne des défis maritimes.

2.1. La flotte algérienne et son évolution :

Selon le Bulletin Officiel Algérien, l'Algérie possédait 78 navires, dans les 80, elle se retrouve en 2009, avec 30 seulement. Selon plusieurs analystes, la flotte couvre moins de 3 % des besoins de l'industrie maritime. Les autorités algériennes ont prescrit des mesures pour le développement de cette flotte. La stratégie de réforme de la flotte marine dénombrera sur la collaboration avec des sociétés étrangères, avec un taux de participation de la partie algérienne, estimé à 51%.

Dans ce sens, la stratégie du secteur s'inclinera sur la modernisation de la formation, qui ne pourra être réalisé qu'à travers la réévaluation des instituts et des écoles, qui garantissent la formation du personnel qualifié. Autre part, les moyens d'intervention en haute mer sont appelés à être consolidés. Trois remorqueurs seront acquis, prochainement, 11 centres de contrôle régional verront le jour, ainsi qu'un centre national du contrôle de la navigation maritime.

Cette stratégie adoptée par le secteur est pointilleuse de mettre l'Algérie en pole position, en termes de sécurité et de contrôle dans la Méditerranée.

2.2. Les installations techniques :

En raison du faible investissement technique que nous avons évoqué en introduction de cette partie, il se trouve que les équipements destinés à la manipulation de marchandises dans les ports algériens ont besoin d'une mise à niveau et ceux servant à la gestion des conteneurs doivent être actualisés de toute urgence.

Il est vrai que près d'une cinquantaine de projets, dans le domaine des infrastructures maritimes, ont été livrés au cours du programme quinquennal 2005-2009, pour un montant

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

avoisinant les 85 milliards de dinars. Mais il faut noter que le coût total du programme quinquennal pour les opérations de développement n'était que de 175 milliards de DA. Il y a dès lors lieu de constater, avec TADJINE et AHMED ZAID, (2011), que « **le programme de développement portuaire n'a pas pris en compte les besoins financiers colossaux du secteur** ».

Dans ce contexte, rappelons que le Ministère des Travaux Publics a alloué plus de 100 milliards de dinars, dans le cadre du plan quinquennal 2010/2014, afin de financer une soixantaine de projets de réalisation et d'aménagement de plusieurs infrastructures portuaires.

Pourtant, d'après les analyses de Tadjine et Ahmed Zaid, (2011), « **le programme d'investissements publics réserve près de 40% de ses ressources à la poursuite du développement des infrastructures de base et à l'amélioration du secteur public, avec notamment plus de 3.100 milliards de DA destinés au secteur des travaux publics pour poursuivre l'extension et la modernisation du réseau routier et l'augmentation des capacités portuaires** ». Dès lors, la somme de 100 milliards DA semble bien en dessous des besoins du système portuaire algérien, lorsqu'on sait, à titre de comparaison, que le port Med II de Tanger au Maroc, par exemple, a suscité à lui seul un investissement global de 3 milliards d'euros.

Quoi qu'il en soit, outre la réalisation de 4 ports de pêche et de plaisance, le programme des autorités algériennes comprend le dragage de certains ports et la protection contre l'ensablement des bassins portuaires et de rivages et l'extension de certains ports de pêche. De nombreuses opérations viendront conforter ce processus. D'abord, des opérations de réhabilitation, de confortement de jetées et le rempliement des quais de certains ports. Egalement des opérations de protection de rivages qui seront menées sur le front de mer (TADJINE et AHMED ZIAD, 2011).

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

3. Analyse de la performance des ports algériens :

Résultats et insuffisances.

Depuis l'indépendance jusqu'à nos jours, Le secteur portuaire en Algérie a vécu de plusieurs changements pendant toute son renouvellement. Dans cette section, nous allons dévoiler les différentes réformes et problèmes qu'a endurés le système portuaire algérien.

3.1. Etat des résultats des ports Algériens sur les dernières années :

Les ports algériens sont considérés comme les ports les moins performants de la Méditerranée malgré leur importance dans l'économie nationale (95% des échanges de marchandises du pays transite dans ces ports). Ils ont connu depuis l'indépendance jusqu'aux années 2000, une gestion exclusivement étatiste et ont continuellement « souffert du manque d'investissement et de l'abus de la part des sociétés nationales qui sont les principaux chargeurs » **(Zohra, Mohamed-Cherif, Ducruet, 2011)**.

D'où, il s'agit de deux aspects d'insuffisance. D'abord, l'Algérie conserve le coût moyen d'importation/exportation d'un conteneur le plus élevé parmi de nombreux pays émergents (environ 1300 euros pour le transport maritime d'un conteneur entre Marseille et Alger), le temps nécessaire aux procédures d'acheminement étant également très long, plaçant l'Algérie juste derrière la Chine, le Vietnam et la Pologne **(Mohamed-Cherif, Ducruet, 2012)**.

Ensuite, son indice de "performance logistique" est le plus faible du Maghreb, ainsi que son niveau de développement des infrastructures de transport en général. Le rendement portuaire algérien est, enfin, le plus faible en Méditerranée, notamment en raison du sous-équipement des terminaux, de la mauvaise gestion du stockage, et des faibles tirants d'eau **(Setti et al. 2011)**.

Notre synthèse des résultats des ports algériens nous aide à présent d'énumérer les parties de défaillance qui défont ces mauvais résultats. Il existe d'importants défis auxquels font face les acteurs portuaires proportionnellement aux infrastructures.

Comme premier exemple, les complications de connexion informatique entre les douanes et les transitaires ou les procédures douanières exigent des connaissances professionnelles liées à la loi et aux circuits administratifs que les acteurs concernés ne connaissent pas toujours.

Aussi, le nombre réduit des opérateurs logistiques implantés et leur activité restreinte en Algérie. En outre, La majorité des organismes algériens demeurent focalisés sur le transit et le transport routier. L'activité de groupage n'existe pratiquement pas encore réellement et devrait s'accroître davantage lorsque les plates-formes logistiques appelées à être prochainement disposées seront absolument efficaces.

Chapitre II : L'Organisation d'un Système Portuaire.

Or, Les obstacles à l'évolution de ces plateformes logistiques sont variés. Ils examinent principalement : la disponibilité de réserves foncières, la proximité des espaces où des services logistiques sont essentiels et la difficulté d'accomplir le dédouanement des opérations à valeur ajoutée sur la marchandise.

En définitive, d'où 95% des marchandises expédient par mer, nous pouvons spécifier que le secteur portuaire joue un rôle principal dans l'économie du pays. Malgré leur poids d'importance, les ports algériens souffrent d'un mauvais gouvernement, d'un sous équipement faible et d'une compression dans leur espace.

3.2. Démarches importantes à embaucher par les ports algériens :

Une faiblesse qui ne se formule pas à une seule contrainte, mais à complexes carences qui ont causé la situation catastrophique présente vécue par les ports algériens. Le déploiement rapide des échanges a prouvé la complication de l'outil portuaire à exécuter face à la nouvelle situation économique du pays et à s'ajuster aux nouvelles exigences du commerce maritime international. Et pour pallier à ces déficiences, l'Etat a mis en place une nouvelle stratégie de réformes.

Afin d'avoir un secteur portuaire vital pour le pays, Les pouvoirs publics ont pris conscience qu'il fallait poser de l'ordre dans les ports de commerce en essayant de le redynamiser. Ils optent pour une privatisation des activités portuaires. Or, l'État algérien souhaite progresser l'efficacité de son système portuaire et accroître ses capacités en infrastructure à travers une privatisation partielle des ports.

En termes de trafic de marchandises (conteneurisées), l'Etat a adopté de modernes structures pour la création de nouvelles zones extra-portuaires (les ports secs) dont le but est de réduire la charge sur les ports humides et, aussi, d'offrir aux clients un service de qualité.

Dans ce contexte mondial, les autorités algériennes réfléchissent à de nouveaux modes de gouvernance en s'associant avec des partenaires privés étrangers. L'enjeu est d'arriver à avoir le mode de Partenariat Public Privé qui convienne aux spécificités algériennes circonspectes aux réformes domaniales. Ils optent, alors, pour une privatisation des activités portuaires commerciales.

Or, l'intégration de bases logistiques et de plates-formes de correspondance et de transit intermodal n'en est qu'à un stade de réflexion et d'hybridation. La création de ports secs, tels qu'ils sont conçus actuellement, décharge certainement l'utilisation des espaces portuaires mais ne débrouille par les problèmes d'intermodalité du système. Toutefois, l'importance actuelle de l'offre de services logistiques est indéniable et, même si elle en est à un stade élémentaire en Algérie, des opérateurs logistiques dépendant au secteur privé y consacrent leurs efforts.

Chapitre III :

**« Conteneurisation et Terminal à
Conteneurs ».**

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

Section 01 : Conteneurs : Une Description.

1. Description et propriété du conteneur :

Depuis son apparition, le conteneur joue un rôle capital dans le développement durable de la chaîne logistique globale. Il représente un atout technique considérable, apporte plus d'avantages en termes de gains, rend le transbordement de fret plus performant (diminue les ruptures de charge des marchandises) et assure un transport sécurisé de marchandises (protection contre le vol et le mauvais temps, moins de dommages, un excellent moyen pour le transport des marchandises dangereuses).

C'est une unité de transport intermodal sous forme de caisse métallique parallélépipédique conçue dans les années cinquante et standardisée dans les années soixante. L'organisme international de normalisation (ISO) avec l'aide du BIC (Bureau international des Conteneurs et du Transport) a normalisé les dimensions et les types de conteneurs en fonctions des besoins, i.e., type de marchandises à transporter. La construction de conteneurs est codifiée sous les normes ISO 668, ISO 1496 et ISO 6346. Deux d'entre eux sont largement utilisés : conteneurs équivalent **vingt pieds** et conteneurs équivalent **quarante pieds**. Les dimensions de ces deux séries sont 20'x8'x8/9' 6" et 40'x8'x8/9' 6" (9' 6" est un conteneur High Cube), respectivement.

Pour des fins pratiques, l'EVP (Equivalent Vingt Pieds) est la mesure utilisée pour calculer la capacité d'un mode de transport de conteneurs, d'un espace de stockage, d'un terminal à conteneurs, etc. Selon cette unité de mesure, un conteneur quarante pieds est équivalent à deux EVP. Cette standardisation du conteneur a encouragé et favorisé le développement du secteur de transport de marchandises par l'amélioration des conditions de transport et la facilitation des opérations de manutention (Najib 2014). D'un autre côté, elle n'empêche pas d'autres formats (non-standardisé) de conteneurs d'exister pour des besoins plus spécifiques, à savoir, les conteneurs de stockage 6 et 8 pieds, les conteneurs pour le transport de palettes 40 et 45 pieds, les conteneurs isothermes, les conteneurs surdimensionnés de 48 et 53 pieds introduits par l'APL (American Président Lines) pour utilisation en Amérique du nord, etc.

L'introduction du conteneur a fortement réduit les coûts et tiré le marché du fret maritime. Un conteneur mesure 2,4 m de large sur 3 ou 3,24 m de haut ; les longueurs les plus courantes sont 6,1 m (soit 20 pieds ou EVP) et 12,2 m (soit 2 EVP). Avant son introduction, l'opération de chargement/déchargement immobilisait les navires à quai pendant plusieurs semaines. Aujourd'hui, un gros porte-conteneurs de 6000 à 9000 EVP est chargé/déchargé à la cadence moyenne de 4000 à 5000 EVP (jusqu'à 50 000 tonnes) en moins de 24 heures.

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

2. Différents types de conteneurs :

Abbreviation	Designation	Description
Std	Standard	Conteneur avec une hauteur de 6/8 pieds.
Hc	High cube	Conteneur permettant de gagner 30 centimètres en hauteur % au Std.
Dv	Dry-sec	Conteneur à usage général pour le transport des cargaisons sèches.
Vh	Ventille	Conteneur similaire au Dry juste il est ajouré pour permettre une meilleure ventilation à l'intérieur du conteneur.
Ot	Open top	C'est un conteneur Presque identique au Dry juste qu'il est dépourvu d'un toit rigide et remplacé par une couverture mobile pour le transport des marchandises du poids lourd et peu manœuvrables pour permettre un empotage vertical.
Os	Open side	Il contient une ouverture latérale totale sur toute sa longueur et avec un toit rigide fixe d'où il a le

		même principe d'utilisation que l'Ot.
Rf	Reefer isotherm	C'est un conteneur muni de parois thermiquement isolées avec un équipement spécialisé de réfrigération ou chauffage dans le contexte de préserver les marchandises ayant besoin une température fixe pour rester en bon état.
Fr	Flat rack	Conteneur sans parois latérales ni toiture pour des chargements encombrants d'où il permet le transport des marchandises d'extra hauteur ou largeur pour assurer une bonne fixation des produits transportés.
Pl	Platform	C'est de la forme d'une lame d'acier plate et effilé et il a la même utilisation que les Fr.
Tk	Tank	Conteneur sous forme d'une citerne encadrée par une structure métallique et il est utilisé pour le transport de liquides et de substance dangereuses.
Bu	Bulk	Conteneur pour vrac sec et à usage général.

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

➤ Représentation des différents types de conteneurs :



Figure 4 : différents types de conteneurs.

3. Manutention et expédition du conteneur :

Deux termes définissent le chargement et le déchargement de la marchandise d'un conteneur : l'empotage et le dépotage. Tout ou presque peut se côtoyer dans un conteneur : des bouteilles d'huile avec des planches à voile, des tétines de biberons avec des caméras vidéo, etc. ; Toutefois le bon sens interdira l'empotage de produits dangereux avec des denrées alimentaires. Mais, il existe des cas de contaminations moins évidents, comme un chargement de carottes contaminées par l'odeur des oignons présents dans le même conteneur. L'empotage des marchandises dangereuses est quant à lui soumis à une réglementation stricte, contenue dans le code IMDG (**International Maritime Dangerous Goods**) et une signalétique spécifique est apposée sur le conteneur en fonction de la nature du produit. Il existe deux possibilités d'expédier les marchandises : soit par conteneur

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

complet « **Full Container Load-FCL** », c'est la solution la plus répandue où toute la marchandise appartient à un même client qui loue la boîte. Soit par groupage maritime « **Less than Container Load-LCL** », cette méthode est utilisée pour les petits envois (1 à 10 m³). Dans ce cas, on regroupe les lots afin d'obtenir un conteneur complet et l'empotage est effectué par la compagnie maritime ou l'organisateur de transport (transitaire).

Section 02 : Terminal Maritime de Conteneurs : Planification et Organisation.

La complexité des opérations et l'augmentation des volumes manutentionnés attribuent aux terminaux une importance pesante dans le réseau de transport international. Un terminal à conteneurs est représenté comme un endroit où les conteneurs arrivant sur des navires sont déchargés par des grues à quai et transportés aux zones de stockage par des véhicules de levage appelés cavaliers. En outre, il s'agit d'un ensemble d'équipements portuaires permettant la manutention des différents types de marchandises. En effet, les terminaux sont responsables d'assurer un cycle rapide de chargement et déchargement.

D'autre part Les couts d'opération et d'acquisition sont de plus en plus élevés dont les armateurs tentent toujours à utiliser les terminaux les plus efficaces. Néanmoins, la compétitivité d'un port n'est pas seulement exprimée par l'efficacité opérationnelle, le transport terrestre est aussi important puisque le conteneur sera livré aux destinataires finaux. Aussi, on peut y associer des terminaux ferroviaires pour transporter la marchandise hors du port. Par conséquent, des terminaux maritimes spécialisés se sont développés dans la manutention des conteneurs dont l'objectif est de s'adapter aux ces améliorations.

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

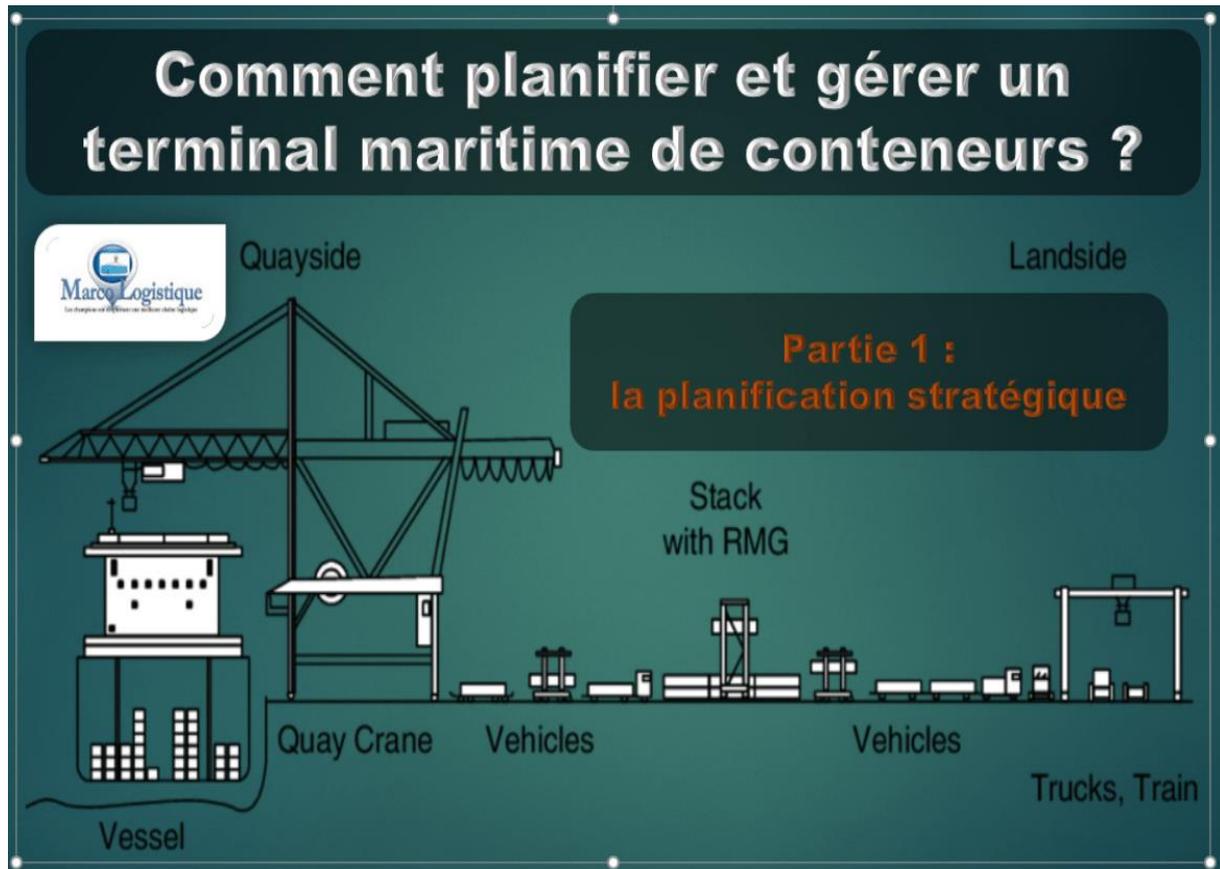


Figure 5 : disposition d'un terminal à conteneurs.

1. Organisation matérielle et équipements d'un terminal maritime de conteneurs :

Auparavant, un terminal à conteneurs est une plateforme répartie et très active liée à une ou plusieurs interfaces (maritimes, fluviales, terrestres ou hinterland), c'est un emplacement logistique de transbordement de marchandises conteneurisées entre plusieurs modes de transport.

Cependant, la fonction primordiale d'un terminal à conteneurs en tant qu'élément essentiel de la chaîne logistique consiste à amener les conteneurs reçus à leur mode de transport de sortie au bon moment. Le passage de conteneurs d'un moyen de transport vers un autre peut être effectué soit par une opération de transbordement soit par une opération de transfert.

Dans la première manœuvre, le conteneur est déplacé d'un moyen de transport vers un autre de même type, par exemple, transbordement entre deux navires porte-conteneurs ou transbordement rail-rail (d'un train vers un autre train). Selon, Baird (Baird 2007), aux moins

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

30% de conteneurs traités aux ports passent d'un navire à un autre (navire-navire ou navire-feeder). Le transbordement rail, rail peut être assuré par un seul équipement de manutention, i.e., un portique ferroviaire peut déplacer directement des conteneurs entre plusieurs trains, contrairement au transbordement entre deux navires qui implique au moins trois équipements, i.e., tout d'abord le conteneur est saisi par une grue de quai, ensuite il est ramassé ou bien mis sur un véhicule de transport interne, qui l'achemine vers une autre grue de quai pour être chargé sur le porte-conteneurs auquel il est destiné.

En second lieu, l'opération de transfert de conteneurs se fait entre deux modes de transport, c'est-à-dire, le conteneur est déchargé d'un train pour être déposé sur un navire ou sur un camion. Il y a des terminaux spécialisés dans l'une de ces deux opérations, à savoir, terminaux de transbordement maritime (en anglais, pure transshipment terminal), terminaux de transbordement rapide rail-rail, terminaux de transfert rail/route ou fleuve/route, etc. Néanmoins, la plus grande partie des terminaux est équipée pour réaliser les deux opérations.

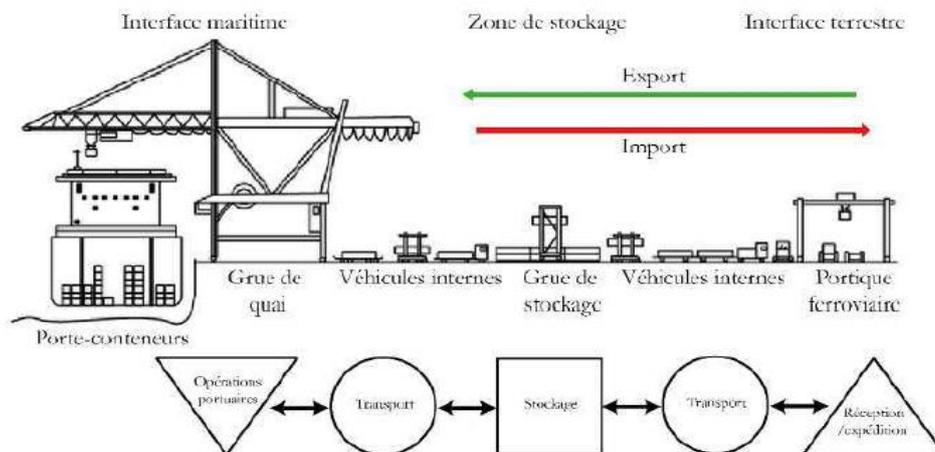


Figure 6 : les quatre sous- systèmes d'opérations portuaires.

On peut aussi distinguer les terminaux par leur emplacement géographique. Les terminaux portuaires situés dans un port maritime, les terminaux terrestres localisés à l'intérieur des terres ou dans un port sec et les terminaux fluviaux situés sur le bord d'un fleuve, d'une rivière ou d'un canal.

Dans la littérature, les opérations d'un terminal à conteneurs, peu importe son type, sont classifiées en quatre sous-systèmes :

1.1. La zone d'opérations portuaires (Ship-to-Shore subsystem):

C'est la zone qui est soumise à plus de pressions, vu que la survivance et la compétitivité du terminal maritime, bien évidemment celles du port en dépend. Elle est caractérisée par la longueur de ses quais, le nombre de postes d'amarrages que compte un quai et le nombre

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

de grues qui y sont déployés. En effet, le temps de séjour d'un navire porte-conteneurs au terminal est un critère crucial aux yeux des armateurs lors du choix d'un port d'escale, c'est pourquoi ils cherchent à utiliser les terminaux permettant de minimiser la durée des opérations de chargement et déchargement de leurs navires, puisqu'ils leur coûtent trop cher. En règle générale, la minimisation du temps qu'un navire passe au port est un objectif global pour les terminaux maritimes (Steenken et al. 2004).

Il existe deux possibilités d'acheminements pour les conteneurs maritimes déchargés (Dubreuil 2008). La première, c'est de les transporter vers une zone de stockage en attendant l'arrivée de leurs modes de transport de sortie. En revanche, la deuxième consiste à effectuer un transfert direct vers un mode de transport sans passer par la zone de stockage. Cette forme de transfert était autrefois répandue mais aujourd'hui rarement utilisée, car accorder l'arrivée des modes hinterland avec les opérations de déchargement des navires s'avère très compliqué.

Un navire amarré au quai peut être déchargé d'une partie de ces conteneurs ou bien de la totalité. Le déchargement et le chargement de navires sont dirigés par un plan d'opérations établi avant leurs arrivées. Ce plan possède une séquence de conteneurs à manutentionner par ordre de priorité, c.-à-d., le déchargement précède le chargement, au déchargement le pont avant la cale et au chargement c'est l'inverse. La première étape du processus de déchargement comprend la prise du conteneur par une grue. Ensuite, elle le déplace de la cale ou du pont du navire à la terre (buffer), ou bien la dépose sur un véhicule de transport interne.

Durant ces mobilités, le conteneur est reconnu par un vérificateur installé sur une patte de la grue, puis les informations concernant le conteneur sont mises à jour par le système informatique du terminal, qui par la suite attribue une position de stockage au conteneur. Les porte-conteneurs sont les seuls navires qui peuvent être déchargés et chargés en même temps (Brink Mann 2011).

L'opération de chargement commence à la pile où le conteneur réside. Un véhicule se dépêche vers la pile pour ramasser le conteneur, une fois récupéré le véhicule se dirige vers le quai, il dépose ensuite le conteneur à terre s'il en a la faculté ou bien se place dans une file d'attente pour être déchargé par une grue. En général, une grue est servie par une flotte de véhicules internes.

Enfin, le conteneur est mis sur le navire à la position assignée et le système de gestion valide cette position en mettant à jour les données du conteneur (date de départ, ...). D'ailleurs, lors des opérations sur les navires, le grutier travaille en collaboration avec les dockers situés soit au fond de la cale ou sur le pont du navire soit sur les docks, via une

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

communication par radio ou par gestuelles. Quand les opérations prennent fin, l'autorité portuaire autorise le navire à quitter le terminal.

Il existe deux types de grues de quai : les grues à pont roulant simple et les grues à pont roulant double. La différence c'est que le second type contient une plateforme bâtie dans l'empattement de la grue qui sert de tampon entre le chariot avant et arrière de la grue. Le chariot avant opère sur les navires tandis que l'arrière se charge des véhicules internes, cela permet d'accélérer les opérations portuaires. La capacité de levage des grues de quai varie entre 2 EVP et 6 EVP, i.e., il y a des grues qui ne manutentionnent à la fois qu'un seul 40pieds (ou deux 20 pieds) et d'autres qui peuvent ramasser simultanément six conteneurs de 20pieds (ou trois de 40 pieds).

Les opérations de réception-expédition par barge peuvent se dérouler au niveau de la zone portuaire si le terminal ne dispose pas d'interface fluviale. La séquence des opérations sur la barge est identique à celle du navire, la différence que la barge demande moins de ressources humaines et matérielles (une seule grue), et que le déchargement précède toujours le chargement (non simultané) puisque la barge a une stabilité fragile.

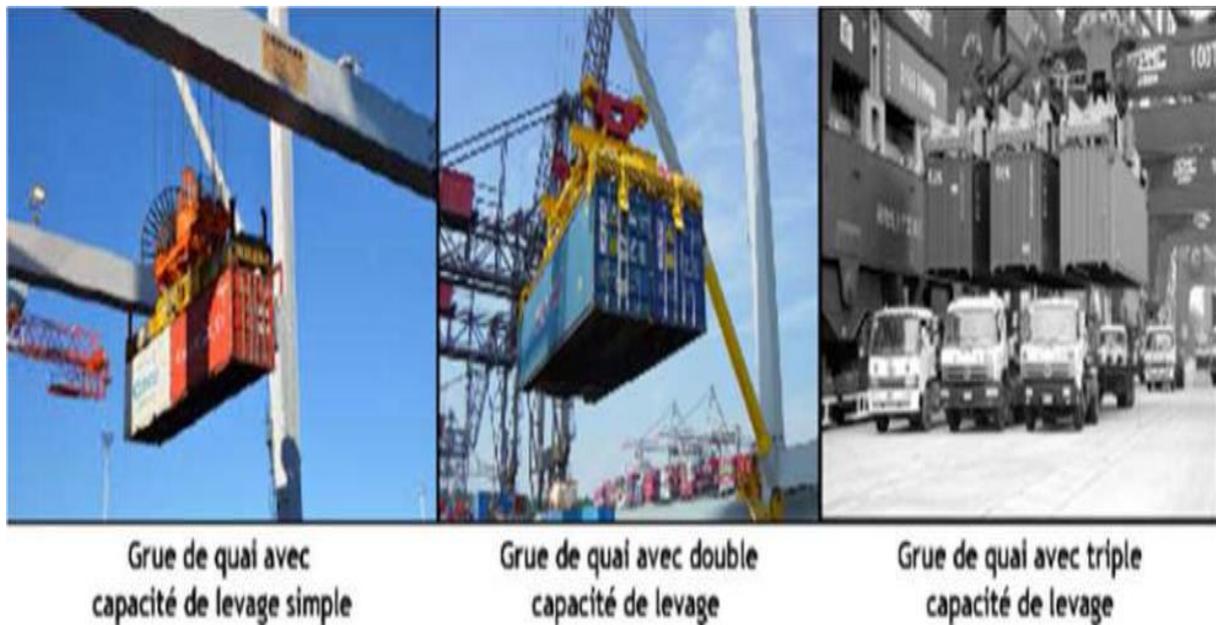


Figure 7 : les différentes grues de quai et ses capacités.

1.2. Les opérations de transport/transfert (Horizontal-Transport /Transfert subsystem) :

On peut le qualifier comme étant le « système sanguin » du terminal à conteneurs. L'objectif de ce sous-système est le transport rapide et efficace pour une circulation fluide de

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

conteneurs à l'intérieur du terminal (Kempe 2013b). Les véhicules internes utilisent les voies de circulation pour ramasser les conteneurs et les amener jusqu'à leur prochain emplacement. De plus, ce sont les équipements les plus nombreux au sein du terminal, alors le déploiement et le partage de véhicules entre les zones devraient être conçu de manière à éviter l'encombrement des voies de circulation et la congestion des quais (Carlo et al. 2014b). Ce système est très important car la productivité des interfaces dépend directement de sa performance.

Le type d'équipement utilisé dans ce système est déterminé selon le système de stockage choisi. (Steenken et al. 2004), ont groupé les équipements de transport de conteneurs en deux catégories : les véhicules passifs et les véhicules actifs. La première catégorie garantit seulement le transport horizontal de conteneurs (AGV, remorques/tracteurs, système à remorques multiples, système de convoyeurs à moteurs linéaires). La seconde catégorie est en mesure de soulever et de charroyer les conteneurs (chariot cavaliers, chariot cavaliers automatisés (ALV), chariots élévateurs, navettes aériennes).



Figure 8 : un sous-système de transport.

Le système à remorques multiples est celui qui a la plus grande capacité de transport parmi les systèmes de transport existants. Il peut transporter jusqu'à dix EVP à la fois y compris les conteneurs 45 pieds. La raison derrière cette forme de transport est d'améliorer le rendement des tracteurs à simple unité de remorque. Ce système peut être aussi utilisé comme une liaison inter-terminale (port de Rotterdam). Le système de convoyeurs à moteurs linéaires est un autre système qui est basé sur une infrastructure de rails sur lesquels excèdent des plateformes de transport de conteneurs, mais il n'est que peu utilisé

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

dû aux coûts d'investissement trop élevés pour le mettre en place et la faible flexibilité de routage des transporteurs (nombre limité de rails) (Ioannou et al. 2000) et (Kim et al. 2012).

En revanche, les convoyeurs peuvent accomplir des virages à angle droit pour changer de rail et faire des retours en arrière sans virée à gauche ni à droite. De plus, il est caractérisé par une haute précision de positionnement, par une infrastructure vigoureuse et par son respect à l'environnement, puisqu'il est alimenté par l'électricité au lieu du diesel (AGV, chariot, remorque) (Dubreuil 2008).



Figure 9 : système de transport interne.

Par conséquent, les AGV sont des véhicules de transport automatisés sans pilote à bord qui suivent des chemins de circulation prédéfinis sous forme de fils électriques, ce qui permet un positionnement précis des AGV. D'où, ils sont capables de transporter soit un conteneur 40/45 pieds soit deux de 20 pieds. Afin de détecter les adversités et d'éviter les chocs, l'avant et l'arrière les AGV sont équipés de capteurs infrarouges. En outre, les chemins de circulation sont fractionnés en plusieurs segments, où chaque segment exploité par un AGV sera bloqué aux autres afin d'éviter les situations d'impasse et les collisions. On retrouve particulièrement le système de transport par AGV dans les régions ayant un coût de main d'œuvre trop élevé.

1.3. La zone d'Operations de stockage :

D'où elle est composée d'un ensemble de blocs (en baies soudées ou scindées), la zone de stockage de conteneurs est aussi séparée par des voies de circulation. Elle rassemble les conteneurs exports et imports souhaitant leur mode de transport de sortie. Cette zone aborde temporairement le flux de conteneurs reçu par le terminal afin de diminuer la congestion des autres zones. Les conteneurs sont entreposés de façon à dépêcher les opérations d'empilage et du déempilage (i.e., stratégie de stockage). D'ailleurs, dans la

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

plupart des cas, les conteneurs se retrouvent dans des blocs à proximité de l'endroit où s'installent leur moyen de transport de sortie (i.e., les imports à proximité des modes hinterland et les exports à proximité de l'interface maritime). Le but de cette organisation de conteneurs est de diminuer la distance parcourue par les véhicules de transport interne lors des opérations de déchargement/chargement, ce qui donne davantage de temps aux véhicules pour mieux servir les grues, en particulier les grues de quai (Dubreuil 2008).

L'emplacement convoqué à chaque conteneur est défini par trois indices : rangée (colonne), baie (ligne) et niveau (étage). Autre part, les conteneurs peuvent être regroupés par compagnie maritime, mode de transport, date de livraison, taille, type, une combinaison de critères, etc. L'objectif primordial des tactiques de stockage au niveau de cette zone est d'éviter les réorganisations. Un remaniement est une manutention improductive supplémentaire essentielle pour atteindre un conteneur situé sous un autre conteneur (le conteneur cible est inaccessible). Donc pour sortir le conteneur cible, le conteneur bloquant l'opération doit être déplacé vers une autre pile.

Il existe plusieurs aménagements de la zone de stockage de conteneurs, entre autres, la disposition perpendiculaire (par rapport au quai) de blocs composés de baies soudées et des points de transfert situés aux deux extrémités des blocs, la disposition parallèle de blocs composés de baies soudées et d'une voie de transfert, et la disposition perpendiculaire de blocs en baies scindées. Günther et Kim (Günther and Kim 2005), reconnaissent deux types de système de stockage, à savoir, le système de stockage direct qui utilise le même type d'équipement pour l'entreposage et le transport de conteneurs, et le système de stockage indirect qui emploie deux types d'équipement pour exécuter les deux opérations. Ce dernier est le plus répandu (Dubreuil 2008). Le système choisi définit l'aménagement de la zone ainsi que les équipements à utiliser et vice-versa.

Les systèmes de stockage directs sont :

- **Le système à remorques (châssis)** : les conteneurs sont placés sur des infrastructures métalliques équipées de roues qui s'attellent simplement à un tracteur (véhicule articulé). Ce système demande un espace important dû au fait que les conteneurs ne sont pas empilés, cependant le coût d'acquisition des équipements est faible, le nombre des opérations de manutention est minimisé et les remaniements sont évités.
- **Le système d'entreposage par blocs en baies scindées (chariot cavalier, straddle carrier)** : les baies sont sectionnées par un petit espace pour que les chariots cavaliers (les pattes) puissent excéder à l'intérieur des blocs. Le principal avantage du chariot cavalier est qu'il dépose les conteneurs sous les grues sans se placer d'une file d'attente. Ce système permet une bonne gestion de l'espace.
- **Le système d'entreposage par blocs en baies soudées utilisant les chariots élévateurs** : on retrouve plusieurs types de chariots : chariots à prise par le haut (top lift), chariots à fourches (fork lift) et les chariots à prise par le haut avec mat

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

télescopique (reach stacker). Les deux premiers types sont utilisés pour la manutention des conteneurs vides, tandis que l'autre a la capacité de charger et décharger les modes hinterland (barge, train, camion). Les chariots élévateurs demandent un grand espace entre les blocs pour bien manœuvrer en plus ils peuvent empiler sept conteneurs en hauteur, néanmoins des piles de conteneurs à hauteur élevée entraînent une plus grande probabilité d'avoir à effectuer des remaniements (Dubreuil 2008). Bien que ce système soit inadéquat aux terminaux ayant des flux importants de conteneurs, les coûts d'acquisition et d'exploitation sont moins élevés par rapport à d'autres systèmes. Par ailleurs, on peut le convertir en système indirect à l'aide des AGV/tracteur, c.-à-d., les AGV assureront le transport de conteneur et les chariots élévateurs le stockage, cela permet de le rendre plus rapide.

- **Le système automatisé « RAIL GRID » (Kim et al. 2012)** : a été développé par l'entreprise Sea-Land en 1988 (Brickner et al. 1990). Les principaux équipements sont des navettes électriques suspendues à des rails aériens. Les navettes ramassent et déposent les conteneurs en passant au-dessus des piles pour atteindre rapidement l'interface maritime, de plus des mécanismes de commutation ferroviaires à l'extrémité de chaque rail permettent aux navettes de changer facilement de rail. Des plateformes automatisées placées au-dessous des grues de quai servent à réunir les conteneurs déchargés et à charger sur les navires pour que les opérations aillent plus vite (minimiser les temps d'attente). L'objectif de cette configuration est d'offrir un système de stockage plus productif à haute densité de conteneurs, cependant l'infrastructure est très coûteuse.

Les systèmes de stockage indirects sont :

- **Le système d'entreposage en blocs perpendiculaires composés de baies soudées avec des points de transfert** : c'est le système le plus utilisé dans les grands terminaux à conteneurs. Un pont roulant sur rails (RMG) est assigné à chaque bloc (il ne peut se déplacer entre les blocs) équipé de deux points de transfert situés au-dessus et au-dessous de la capacité de stockage des systèmes les plus utilisés haut et en bas. Ces points sont une sorte de liaison entre les AGV/tracteurs et les ponts roulants. Ce système offre des meilleurs gains et une utilisation agissante de l'espace dû à la densité de stockage de conteneurs. La combinaison entre les ponts roulants automatisés et les AGV donnent plus d'avantages en termes de productivité et de performance, mais la mise en place est dispendieuse.
- **Le système d'entreposage en blocs parallèles composés de baies soudées avec une voie de transfert** : ce système est similaire au précédent. Par contre, les ponts roulants se déplacent sur des pneus (RTG), ce qui leur donne une certaine liberté pour aller d'un bloc à l'autre, noter que le pont roulant sur rails peut aussi être

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

utilisé. Les véhicules internes empruntent la voie de transfert pour passer sous les ponts roulants, ainsi accélérer la récupération de conteneurs. En effet, le pont roulant ne se déplace pas vers le véhicule, c'est ce dernier qui achemine le conteneur jusqu'à la position où il est située. Par ailleurs, ce système permet aux camions d'accéder directement à la zone de stockage pour livrer et récupérer leurs conteneurs.

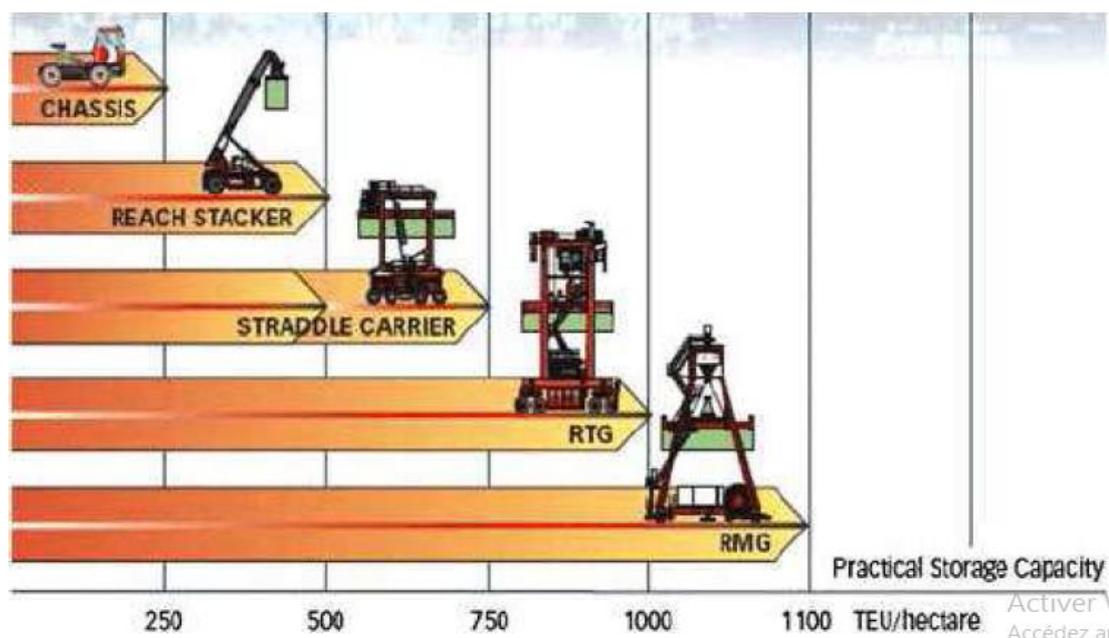


Figure 10 : capacité de stockage des systèmes les plus utilisés.

1.4. La zone d'Opérations de réception-expédition :

L'interface hinterland relie le terminal à son arrière-pays, il sert de point de réception des exports et d'expédition des imports. La structure et la configuration de cette interface dépend des modes de transport hinterland connectés au terminal. De ce fait, on distingue quatre configurations possibles :

- **Interface routière (camions seulement) :** se compose d'une guérite pour le contrôle des camions, d'un parking pour leur stationnement et de plusieurs voies de circulation.
- **Interface ferroviaire (trains seulement) :** équipée de faisceaux ferroviaires, de buffers, de voies de circulation et d'un portique, voir figure I.13 (en haut gauche)

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

Interface fluviale (barge seulement) : elle est identique à l'interface maritime, à la différence qu'elle peut posséder des voies ferrées et à la place de la grue on retrouve un portique.

- **Interface hybride (plusieurs modes)** : interface terrestre qui contient l'interface routière et ferroviaire ou bien interface hinterland qui contient l'interface terrestre plus l'interface fluviale.



Figure 11 : les opérations de réception-expédition.

Les opérations de réception-expédition ou également appelées opérations hinterland regroupent toutes les activités liées à l'accueil, au déchargement, au chargement et au départ des camions, trains et/ou barges. Les équipements déployés dans cette zone dépendent du système de stockage choisi. En effet, les terminaux optant pour un système de stockage par chariots (cavalier, élévateur), réutilisent ces mêmes équipements soit pour participer soit pour réaliser les opérations de réception-expédition de conteneurs en vue de maximiser le taux d'activité des équipements (Dubreuil 2008). Toutefois, dans la plupart des cas, les portiques sont souvent utilisés pour charger et décharger les trains et les barges. Pour les terminaux ayant un système de stockage direct, les véhicules de transport interne sont utilisés pour servir les portiques.

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

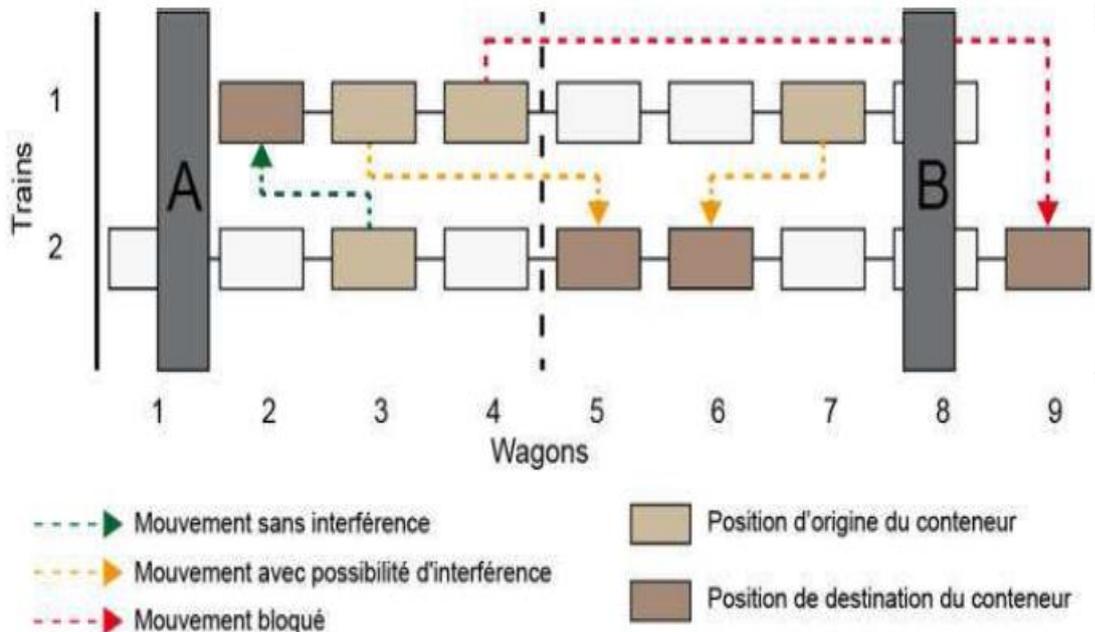


Figure 12 : les déplacements des grues de manutention.

2. Flux d'informations au niveau du terminal de conteneurs :

C'est au niveau des zones d'opérations que les activités des terminaux de conteneurs se déroulent d'où ils sont appuyés par de nombreux flux d'informations. Or, on peut condenser ces flux d'informations en trois catégories principales :

- ❖ **Les flux en amont du terminal :** regroupent un ensemble d'informations nécessaires à la coordination des opérations. Notamment, il inclut les plans de chargement de navires, barges... etc. Aussi, les différentes informations sur les conteneurs et les informations provenant des autorités douanières. Ces échanges se font avec plusieurs intervenants qui comprennent les lignes maritimes comme les agents maritimes, transitaires et compagnies de transport Etc.
- ❖ **Les flux internes du terminal :** ces informations qui circulent à l'intérieur du terminal sont importantes pour sa gestion. Elles concernent la position et les mouvements des conteneurs, les tâches à exécuter et l'affectation des équipements du terminal.
- ❖ **Les flux en aval du terminal :** comprennent un ensemble d'informations nécessaires à la suite des opérations du terminal, telle que l'opération de transport des conteneurs. Ces informations représentent les plans de chargement des navires, barges ...etc., qui quittent le terminal et les rapports de livraison des conteneurs.

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

3. Problème de planification et de gestion d'espace de stockage de conteneurs :

Dont le but est de présenter les différentes problématiques concernant la gestion des terminaux maritimes spécialisés dans la manutention des conteneurs, une approche consiste à regrouper ces problématiques en trois niveaux de planification :

3.1. **Planification stratégique** : elle considère les décisions qui portent sur le design et la disposition du terminal et qui concernent principalement le type de matériels utilisés. Ces décisions sont caractérisées par le niveau de service offert et le niveau d'investissement pour le développement du conteneur. En outre, le service offert dépend de la disponibilité des quais et sa capacité de fournir des opérations de chargement-déchargement rapides. Or, l'horizon de planification stratégique s'étale sur plusieurs années, d'où il s'examine difficile à faire puisque chaque décision entraînent des répercussions sur les autres. Parmi ces décisions stratégiques les suivantes qui ont un volume d'importance assez lourd par rapport aux autres :

- Localisation.
- Nombre de quais.
- Nombres de grues de quai.
- Système de transport interne du terminal et design de la cour du terminal.
- Degré d'automatisation des opérations.
- Terminaux complets.

3.2. **Planification tactique** : au niveau tactique, les décisions concernent l'organisation des opérations du terminal. Plus précisément, elle vise à déterminer quels équipements seront alloués et à quel ensemble de tâches qui doivent être accomplis, donc l'allocation de la capacité du terminal. D'où, elle couvre les périodes d'achèvement on allant de quelques jours à quelques mois. Elle concerne :

- L'allocation de quai aux navires.
- L'allocation de grues de quai aux navires.
- Planification du chargement.
- Transport interne.
- Planification de l'entreposage.

3.3. **Planification opérationnelle** : cette étape vise la répartition de la capacité allouée aux différentes tâches à effectuer. Ces décisions relèvent tous

Chapitre III : Conteneurisation et Terminal à Conteneurs.

les opérateurs du terminal puisqu'elles concernent l'organisation de ses activités.

Elle s'agit de :

- **Ordonnancement des opérations de chargement et de déchargement.**
- **Transport entre le quai et les piles.**
- **Déploiement des équipements de manutention de la cour.**
- **Ordonnancement de l'entreposage.**

3.4. Planification en temps réel : cette dernière vise à déterminer la meilleure façon pour réaliser les tâches. Ces décisions se font à des intervalles de temps très court dus à la nature dynamique des opérations d'un terminal maritime de conteneurs qui ne permet pas une planification à long terme. Elle concerne :

- **Routage des véhicules de transport automatisé.**

Étude de cas (cas descriptive) :

« Terminal Maritime de Conteneurs de
l'Entreprise Portuaire d'Oran ».

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

1. Présentation :

L'Entreprise Portuaire d'Oran "EPO", gère le port de commerce de la ville d'Oran, sous la tutelle du Groupe Services Portuaires et du Ministère Travaux Publics et des Transports, le port d'Oran considère comme un port polyvalent, traite les conteneurs, les marchandises diverses ainsi que les céréales de tout genre.

La superficie totale du port d'Oran a atteint **194** hectares, et il contient **7** bassins d'une superficie totale estimée à **122** hectares (plan d'eau). La longueur totale des quais du port atteint **4470** m et environ **23** quais dont **16** quais de travail et la longueur des quais varient entre **120** et **400** m et il y a un nouveau quai en phase d'achèvement au niveau du terminal à conteneurs, la profondeur de l'eau varie entre **8-13** mètres, et le port a une porte à l'est, **150** mètres de large et **25** mètres de profondeur, le tonnage maximal des navires est de **45000** tonnes et la longueur maximale des navires est de **225** m.

Le port d'Oran est divisé en plusieurs zones selon les installations spécialisées existante.

- **Nous concentrerons nos études sur le terminal à conteneurs :**

C'est une cour dans le port avec une série d'équipements et de secteurs qui vont ensemble dans un système harmonieux. Sa fonction est de charger, vider, ranger et stocker les conteneurs. Il se compose d'un quai et des zones de stockage.



Figure 13 : terminal à conteneurs de l'EPO.

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

Divisé en plusieurs zones, le **Terminal à conteneurs** du port d'Oran est géré selon la zone, soit par **Cavaliers gerbeurs** pour le stockage des conteneurs de manière optimale, soit par **chariots élévateurs** pour les conteneurs frigorifiques ou le transfert des conteneurs sur les zones tampons.

Environ **200 000** conteneurs sont traités dans ce terminal au max, la superficie actuellement utilisée est de **12** hectares, et l'extension de **14** hectares n'est pas utilisée et la capacité de stockage actuelle est de **7 à 10** hectares, Il existe **05** quais affectés au terminal à conteneurs avec un tirant d'eau de **8 à 12** m, et il y a **10** magasins d'une surface de **22.063** m².

- **Matériels de manutention et de stockage :**
 - 32 chariots élévateurs :
 - Chariots élévateurs de 42 T.
 - Chariots élévateurs de 32 T.
 - Chariots élévateurs de 12 T.
 - Chariots élévateurs de 10 T.
 - 08 Cavaliers Gerbeurs de 60 T.
 - 06 Grues Portuaire de 63 T.
 - 08 Grues Portuaires de 42 T.
 - 33 Camions remorques.
 - 26 Tracteurs (RO/RO – Rouliers).
 - 20 Remorques 60 T.
 - 5 Portiques à Grain.

2. Gestion et Spécifications du terminal à conteneurs : (port d'Oran) :

Le port d'Oran est géré par les sociétés portuaires du gouvernement algérien qui ont le monopole de toutes les activités portuaires telles que la manutention, le déchargement et le retrait. Le client n'a pas le droit de revoir la qualité de service ou de négocier les prix des services.

Il en résulte une mauvaise productivité, estimée à moins de **10 conteneurs par heure**, la plus faible parmi les ports de commerce d'Algérie et la plus faible de la région méditerranéenne.

Cet espace ressemble plus à des parcs à conteneurs qu'à des terminaux, au sens courant du terme. Il est équipé de piles simples (stackers) pour une utilisation ailleurs dans le

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

chargement de wagons, et ne possède aucun portique de quai pour le traitement des navires à des cadences normatives ni aucun portique de parc pour le stockage en gerbage.

Il dispose des zones d'exploitation et de stockage très réduites et d'espaces étroits adjacents aux quais qui ne répondent pas aux exigences des nouvelles techniques de manutention, des nouveaux concepts de gestion et du logistique moderne.

3. Application des opérations logistiques dans le port d'Oran :

Les changements technologiques et le développement continu dans le domaine des navires en termes de dimensions principales en longueur, largeur et tirant d'eau ont eu un impact sur les ports et les terminaux à conteneurs.

L'existence de critères de comparaison entre les ports disponibles étant devenue inévitable pour les compagnies maritimes internationales et la plus importante de ces normes :

- **La longueur du quai dans le port.**
- **La capacité de stockage du port et la profondeur des cours disponibles derrière le corps du quai.**
- **Profondeur d'eau dans le port.**
- **Vitesse de chargement et de déchargement au port.**
- **Ainsi, la fréquence du nombre de navires sur les ports augmente directement avec la capacité et la disponibilité des normes précédentes.**

Depuis des années, la société portuaire d'Oran est confrontée au problème des fissures et fissures apparaissant sur le quai sénégalais dédié à l'accostage pour le chargement des marchandises, en raison de la lourdeur des expéditions de fer de construction et autres matériaux ferreux et de leur séjour de plusieurs mois sur les trottoirs (en place) après leur importation, procédures en cours (analyses qualité, procédures douanières) Avant d'être chargé sur des camions, ce poids aurait un impact négatif sur la résistance des quais.

Alors que le poids maximum autorisé est de **4 tonnes** par mètre carré, mais le poids qui est placé sur le trottoir, qui reste pendant de nombreux mois, est de **10 000 tonnes**.

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

Le délai d'attente pour les navires est dû au manque de **96%** de quais car les quais sont occupés, au manque de **zones de stockage**, au manque de **moyens de manutention (grue et équipement)** dans les navires, et à **des problèmes liés aux marchandises comme les documents douaniers**. La durée moyenne de séjour sur le quai en 2017 était de **4,2 jours**.

Les équipements de manutention des marchandises sont considérés comme l'un des principaux éléments affectant l'efficacité des performances dans le port et donc la compétitivité du port, car l'efficacité des équipements utilisés dans les opérations de chargement et de déchargement se reflète sur le temps de séjour des navires dans le port, et donc sur la structure de ses coûts d'exploitation.

3.1. Système de travail :

Le port d'Oran fonctionne par shift, Par 3 équipes, le travail par équipes 19/24 heures et le travail moyen dans le port d'Oran est dû aux mauvaises conditions météorologiques car il atteint 10 jours par an.

3.2. Activités de formation :

Les activités de formation à l'emploi sont extrêmement importantes pour des niveaux élevés de performance, d'efficacité et de productivité dans le port en plus de contribuer à réduire les dépenses d'entretien grâce à l'utilisation correcte des équipements, et à réduire considérablement les accidents du travail et l'emploi est formé dans le port d'Oran dans un centre spécialisé de formation des travailleurs (le centre de formation) et le nombre de travailleurs est estimé Avec **2400** travailleurs.

3.3. Clients du port d'Oran :

Parmi les clients du port d'Oran (armateurs) : GEMA, NASHCO CMA, MSC, AACM, LMST, MAERSK.

4. Manipulation de marchandises et conteneurs :

Nous trouvons que le tonnage maximum des navires est de 45000 tonnes, la longueur maximale des navires est de 225 m et le plus grand submersible est de 12 m.

Le tableau suivant montre la quantité de cargaison manutentionnée en 2018.

Type de navire	TPL	TJN (Net)	TJB (brut)
Bitumiers	998	2546	8486
Céréaliers	4126846	1391429	2490274
Huiliers	258426	88253	184804

Porte-conteneurs	2963478	1148585	2374493
C/F	740210	1624066	411408
Cargos	4881630	1706841	3305662

5. Les services logistiques de port d'Oran :

En mettant en avant les possibilités du port d'Oran, les nombreux plans de développement, dont le terminal à conteneurs 2015 / nouveau, et le projet de structuration de la chaîne logistique, la facture de transport pour l'exercice 2014 est d'environ 6 milliards de dollars (et la part des entreprises de transport algériennes sur le marché du transport de fret est modeste, car le drapeau national couvre seulement 3% des opérations d'importation), les services logistiques ne sont pas disponibles dans le port d'Oran. Les services logistiques ne sont pas disponibles dans le port d'Oran, qui n'est qu'un port de commerce, il faut donc réduire le coût des services logistiques et s'engager à gérer le flux optimal pour être compétitif à l'international.

Les services logistiques ne sont pas disponibles dans le port d'Oran, qui n'est qu'un port de commerce, il faut donc réduire le coût des services logistiques et s'engager à gérer le flux optimal pour être compétitif à l'international.

Bien que l'Algérie dispose d'infrastructures et de réseaux de transport importants, elle a encore besoin d'une bonne gestion, car le réseau comprend **4 600** km de voies ferrées, **108 000** km de réseau routier et **10** ports commerciaux.

En **2015**, environ **113** millions de tonnes de marchandises ont été chargées et déchargées, y compris le traitement de **1,8** million de conteneurs et **4,2** millions de tonnes de marchandises. On estime que **40 000** tonnes ont été transportées par chemin de fer et **35 000** tonnes sur le réseau international.

6. Benchmark : Présentation du port de Rotterdam.

Le port de Rotterdam joue un rôle majeur en reliant les producteurs et les consommateurs du monde entier grâce à des services logistiques de haut niveau, et ce succès dépend de l'alignement des infrastructures modernes, de grandes installations et de sa situation côtière au cœur de l'Europe. Par conséquent, le port de Rotterdam est classé comme un centre mondial modèle pour les services logistiques et les centres logistiques européens, en particulier après la libéralisation des services de transport multimodal international et le développement de services logistiques et à valeur ajoutée.

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.



Figure 14 : terminal à conteneurs du port Rotterdam.

6.1. Manutention de conteneurs au port de Rotterdam :

Le port de Rotterdam est le plus grand port à conteneurs d'Europe et les plus gros navires peuvent entrer dans le port 24/24 grâce à la grande profondeur et il n'y a aucune restriction des marées ou des écluses, et le tableau suivant montre le nombre de conteneurs émis et importés pour 2018 :

(Incoming)	(Empty)	(Loaded)
Total containers	674.388	3.292.111
Total TEU	1.143.472	5.304.347
Outgoing	Empty	Loaded
Total containers	764.300	2.882.749
Total containers	1.292.112	4.6435.55
Total containers	1.458.688	5.974.860
Total TEU	2.525.785	9.959.583

Le secteur des conteneurs est particulièrement important car il joue un rôle essentiel dans la création de valeur ajoutée telle que l'emploi dans le port et les zones reculées, et la part de Rotterdam sur le marché des conteneurs est à son plus haut niveau depuis 2000, lorsque le nombre de conteneurs traités en 2018 a atteint **7.413.548** conteneurs.

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

6.2. Terminaux à conteneurs au port de Rotterdam :

Les terminaux à conteneurs du port de Rotterdam sont parmi les plus avancés au monde en termes d'équipements de pointe et les plus grandes grues avec des capacités de manutention très élevées où le volume maximum de navires peut accueillir 19000 EVP, tout en assurant un transport rapide, sûr et fiable pouvant être accueilli.

Les gares sont reliées directement à la mer du Nord et offrent d'excellentes connexions avec les chemins de fer européens, le transport par eau et le réseau routier, parmi ces Terminaux :

- **Terminaux à conteneurs européens (ECT) :** Le terminal ECT a été ouvert en 1967 à Masflakt directement sur la mer du Nord. La station fonctionne 7/24 toute l'année avec une superficie totale de 265 hectares, la longueur du quai est de **3,6** km, la profondeur de l'eau est de **16,65** m et un maximum de **17,5** m.

Il a une superficie totale de **7,5** hectares, une longueur de quai de **0,8** km (ECT Delta feeder terminal), une station d'eau et une profondeur de **10,5** m.

C'est le terminal leader et la plus avancée d'Europe, où elle gère la grande majorité de tous les conteneurs ECT et un terminal qui passe par le port de Rotterdam et applique les dernières innovations et concepts logistiques. En 1993, le terminal automatique ECT a été inventé dans une station qui contient :

Automated guided Vehicles (AGVs)	265
Automated Stacking Cranes (ASCs)	140
Les conteneurs réfrigérés et les AGV fonctionnent automatiquement et électriquement	3250

Le terminal ECT est la premier terminal automatisée au monde et l'un des pôles de transport les plus importants. Le navire est déchargé en une heure sur le quai.

Le terminal ECT exploite de nombreuses terminaux intérieures privées dans des zones reculées européennes telles que : belguim (willebroek) - TCT venlo-MCT MoerdijkTCT Ces terminaux intérieures sont connectées durablement à la station ECT avec des liaisons ferroviaires et sont dotées d'une chaîne de services logistiques.

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

- **Terminal Euro max** : Sa superficie totale est de **84** hectares, la longueur du poste d'amarrage est de **1,5** km et la possibilité de l'étendre à **4,2** km à l'étape suivante, la profondeur de l'eau est de **16,65** m et un maximum de **19,6** m. Il est situé à Masfalakt directement sur la mer du Nord au nord-ouest et directement à l'entrée du port de Rotterdam et fonctionne 7/24 toute l'année. L'usine Euromax est spécialement conçue pour la manutention rapide, sûre et efficace des plus grands porte-conteneurs avec une profondeur le long du quai de **16,65** m.
C'est l'un des terminaux à conteneurs les plus avancés et les plus respectueux de l'environnement au monde, il a démarré ses activités en juin 2010 Grues Des grues fonctionnent dans le terminal de **24** conteneurs.
Il s'agit d'une version avancée du terminal Delta ECT (automatique) d'une capacité de **5** millions d'EVP et est l'un des centres de manutention de conteneurs les plus avancés au monde.

Deep sea Dual Trolley Container Cranes	12
Barge/Feeder Container cranes	04
Rail cranes (6x750m) tracs	02
Automated Rail mounted yard cranes	58
Automated guided vehicles	96
Reachstackers	03
Terminal tractors	18
Container chassis	130

Le terminal est disponible sur des grues de couchage semi-automatiques et est équipée d'un deuxième véhicule pour élever le niveau de productivité ainsi que de 2 ARMG ferroviaires automatiques.

Grues portiques automatisées sur rails et AGVs Pour transporter des conteneurs entre la plate-forme et l'entrepôt, et environ 2150 conteneurs réfrigérés, et il gère des trains avec 6 voies.

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

Et cinq autres terminaux à conteneurs et ils sont :

- **APM Terminals** Appartenir à **AP.Moller-Maersk**
- **Trimodal container terminal venlo TCT**
- **Moerdijk container terminal MCT**
- **Trimodal container terminal belgiumTCTbelgium**
- **Deceteduisburg**

❖ **Zones de distribution (chantiers) au port de Rotterdam : Distipark**

La Hollande étant l'une des principales portes de l'Europe, de multiples prestataires logistiques et services logistiques pour les entreprises regroupées dans le port de Rotterdam, il a mis en place les chantiers de distribution qui assurent des activités de stockage et de distribution, et de la valeur ajoutée (reconditionnement, conditionnement, assemblage et coordination, contrôle des conteneurs, maintenance , Nettoyage) et dispose d'un emplacement stratégique pour répondre aux demandes logistiques des entreprises où il est implanté en livrant à temps et à faible coût.

Le regroupement d'entreprises exerçant les mêmes activités est bénéfique compte tenu du partage des installations, et en tant que tel est un domaine spécifique dans lequel toutes les activités liées au transport, à la logistique et à la distribution de marc

handises sont exercées à la fois pour le transit national et international, et au port de Rotterdam **4 Distipark**.

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.



Figure 15 : zone de distribution du port de Rotterdam.

6.3. Espace de rangement :

Avec une zone de stockage de **500 000** mètres carrés, le port de Rotterdam offre des installations de stockage pour tout type de cargaison, que ce soit dans des installations en plein air ou dans des entrepôts couverts d'une hauteur de **23** mètres. Le port de Rotterdam dispose de nombreux entrepôts prêts à l'emploi où les marchandises sont déchargées et stockées. La hauteur des entrepôts couverts atteint **23** m Il y a aussi des magasins généraux pour de nombreux clients, des magasins pour des clients spécifiques et des magasins pour un certain type de marchandises, qui sont pour de nombreux clients.

-Il existe de nombreux terminaux indépendants qui disposent d'installations de stockage couvertes ou ouvertes pour les marchandises.

-Il existe des entrepôts pour les prestataires de services logistiques dans le port de Rotterdam.

- Les installations de stockage sont conformes à toutes les exigences de sécurité et d'environnement fixées par l'État pour garantir la sécurité des produits.

-Il existe des entrepôts frigorifiques de haute qualité qui sont une excellente opportunité pour la distribution agricole.

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

En 2014, la capacité de stockage de produits chimiques de l'usine de Royce a été lancée pour augmenter sa capacité de stockage à **330000** mètres carré. Et «Cool port Rotterdam» a été ouvert en 2017 avec une capacité de stockage de **40 000** palettes dont **30 000** pour le stockage à chaleur positive et **10 000** pour le stockage de produits surgelés.

Au rez-de-chaussée, **38** plates-formes d'expédition de produits, et au premier étage, une installation de conditionnement de légumes et de fruits, et ce port symbolise une expansion significative des activités et des services logistiques pour les produits à température contrôlée dans le port de Rotterdam.



Figure 16 : zones de stockage au port de Rotterdam.

6.4. Les opérations des terminaux de conteneurs et les Équipements modernes utilisé et les technologies dans le port Rotterdam :

- Les opérations sont divisées en trois parties principales :

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

- Premièrement, le chargement et le déchargement des navires et barges. Ces opérations sont effectuées dans la zone d'opérations portuaires.
 - Deuxièmement, le stockage et la manutention des conteneurs dans la cour. Ces opérations ont lieu dans la zone de stockage du bâtiment.
 - La troisième opération consiste à transporter des conteneurs vers le transport terrestre. Les opérations de cette catégorie sont effectuées dans la zone des opérations au sol.
- **L'équipement de manutention des marchandises au port de Rotterdam comprend :**
 - **10 grues à jambe droite (sheer leg cranes)**
 - **12 grues à conteneurs**
 - **22 grues de vrac navire-terre (ship-to-shore bulk cranes)**
 - **25 grues flottantes**
 - **103 portiques à conteneurs (container gantry cranes)**
 - **162 grues polyvalentes (multi-purpose cranes)**
 - Le port de Rotterdam s'appuie sur **l'intelligence artificielle** et **l'Internet des objets** pour la gestion de **12 000** hectares et **438** millions de tonnes traitées.

Le plus grand complexe portuaire et industriel d'Europe pour profiter de la diffusion de l'Internet des objets, Ses quais et ses conteneurs nécessitent des services logistiques avancés, comme la supply chaine, qui bénéficieront également d'innovations numériques majeures, et le port attend avec impatience d'importants projets futurs dans le domaine de la technologie port version 2030.

- Les technologies actuelles consistent en les **robots** du port, Parce qu'il dispose de **terminaux à conteneurs automatisés** : Huit gigantesques portiques planent au-dessus des navires, le tour de contrôle commandées les installations à distance, les opérateurs manipulent les conteneurs Avec un joystick, Les conteneurs sont transportés par des véhicules électriques montés sur rails guidés par des capteurs et équipés de batteries, Les robots usagés remplacent automatiquement leurs batteries.

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

L'empilement et le stockage : transport par train, par barge ou par camion, Le chargement-déchargement des camions est automatisé, Leur accès repose sur un système de rendez-vous électronique et d'identification du chauffeur par empreinte digitale, **300** serveurs, deux Datacenter, ainsi qu'une véritable usine souterraine.

7. Comparaison entre le port Rotterdam et le port d'Oran :

7.1. En termes d'espace :

La surface du port de Rotterdam, qui est estimée à 12606 hectares, est 65 fois la surface du port d'Oran, estimée à 194 hectares, et cette grande surface du port est le résultat des stratégies d'expansion poursuivies par les autorités du port de Rotterdam, qui ont travaillé à agrandir le port vers l'arrière, avec une superficie de 7796 hectares et environ La mer a une surface d'eau de 4810 hectares, ce qui en fait une eau submersible plus profonde qui permet l'entrée de navires de grande taille, contrairement au port d'Oran, qui a une superficie vers la terre qui ne permet pas l'expansion et est estimée à 72 hectares et cela est dû à sa nature géographique s'étendant vers la ville, en plus de l'absence de stratégie d'expansion vers la ville. La mer estimée est de 122 hectares, ce qui a donné au port sa faible position et son importance commerciale par rapport au port de Rotterdam.

7.2. En termes des postes de quais :

La longueur des postes de quai, la profondeur de l'eau et la capacité de stockage du poste de quai à l'intérieur des ports sont considérés comme des critères importants pour la différenciation entre les ports pour les entreprises de transport maritime international, et cela peut être clarifié dans cette étude, qui comprenait un port.

Rotterdam et le port d'Oran, et ce que nous remarquons dans cette comparaison reflète cette affirmation et les différences entre les deux ports de sorte que le port de Rotterdam estime ses places à **119** places, soit **76,3** km, et un tirant d'eau de **24** m et avec une grande surface d'absorption, ce qui facilite la circulation des navires en réduisant le temps d'attente

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

des navires sur le quai et dans la marina. quant à ce que l'on observe dans le port d'Oran, le nombre de couchettes estimé à **23** quais, ce qui équivaut à environ **470** m (ici pour rappel, on remarque la grande différence entre les deux ports, c'est-à-dire la longueur des postes de quais estimée à **76,3** km et la longueur des postes de quais estimée à **470** m), et une longueur de tirant d'eau de **12** m et des chantiers d'accompagnement faibles, ce qui conduit à l'accumulation de marchandises dans le port et au taux élevé de navires en attente dans la marina et au poste de quai en jours, ce qui Le temps d'attente moyen est de (**2,5** jours à **3** jours).

7.3. En termes de capacité de conception du port dans la manutention de marchandises et de conteneurs :

Nous constatons que le port de Rotterdam traite annuellement environ **8** millions de conteneurs et **440** millions de tonnes de marchandises, ce qui reflète la capacité du port et ce qui montre également l'ampleur de sa contribution au volume du commerce international pour la Holland et l'Europe.

Contrairement à la capacité d'absorption du port d'Oran, comparée au port de Rotterdam, elle ne dépasse pas **1/4** en termes de volume de manutention de conteneurs.

7.4. En termes de composants opérationnels et d'équipements de manutention :

En ce qui concerne les composantes opérationnelles, il existe des entreprises internationales privées qui investissent en louant le terrain pour une durée de plus de **25** ans, tandis que le port de Rotterdam ne dispose pas de sociétés privées, mais il est affilié au gouvernement. En termes de matériel de manutention, le port fournit les derniers équipements de manutention pour les marchandises spécialisées et les conteneurs, que ce soit dans les trottoirs ou les parcs de stockage. Ou des terminaux à conteneurs qui lui permettent de traiter tous les types de marchandises et de conteneurs. Alors que le port d'Oran manque de nombreux équipements nécessaires pour fournir des services et faciliter la manutention des marchandises à destination et en provenance du port, ce qui a ralenti la vitesse de manutention des conteneurs car elle ne dépasse pas **30 conteneurs standards par heure** et

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

par quai au maximum Cela reflète la vraie image du volume des transactions à l'intérieur du port.

7.5. En termes de chantiers portuaires et d'opérations de stockage :

Le port de Rotterdam dispose de vastes zones de stockage de marchandises, qu'elles soient sortantes ou entrantes et de conteneurs, et pour le stockage de lignes de production complètes, ou de stockage du courtier, ainsi que de vastes zones pour de futurs projets afin que cette zone atteigne plus de 120 hectares, ce qui permet de recevoir et de traiter le plus grand volume possible de marchandises et de conteneurs sans aucune difficulté Ce qui aide également les opérations d'entrepôt qui sont automatisées et automatiques, et en retour, vous constatez que l'espace de stockage à Oran ne dépasse pas 10 hectares et se caractérise également par l'âge des magasins et des cours attachés aux quais.

7.6. En termes d'activités logistiques :

Ce dont nous avons été témoins dans les multiples réseaux de transport modernes pour livrer les produits de manière simple, rapide et sans entrave, grâce à la présence d'un réseau de routes, de canaux de navigation et d'irrigation et d'un réseau ferroviaire à haute efficacité reliant le centre à tous les centres de distribution et de commercialisation locaux et internationaux et toutes les villes industrielles, et en fournissant tous les services et installations nécessaires pour faciliter la circulation des marchandises Tels que les services bancaires et d'assurance avec une efficacité élevée et les coûts les plus bas, ainsi que la fourniture de services sociaux très efficaces, en plus de fournir des infrastructures de base telles que l'électricité, l'eau et le logement pour les travailleurs, ainsi que

L'utilisation des dernières technologies technologiques grâce à l'utilisation de cabinets de conseil spécialisés dans le domaine des systèmes d'information et l'utilisation de systèmes informatiques, de fax et d'Internet dans les processus de mise à jour, de déclaration, d'arrivée et de déportation des navires, d'expédition et de déchargement, afin que les informations soient livrées aux chaînes d'approvisionnement du port, distribuées et contrôlées, et exploite un système de communication électronique en cours de traitement L'ensemble des données, documents et documents liés au processus de transport afin d'accélérer la mise en œuvre harmonieuse des différentes opérations, cette technologie

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

utilisée est la plus avancée parmi le groupe des vingt ports sommitaux et la mise en place d'un système fiscal distinct avec la mise à disposition de systèmes administratifs et douaniers est la plus avancée parmi le groupe des vingt ports sommitaux et fournit un système fiscal distinct avec Fournir des systèmes administratifs et douaniers flexibles qui apportent plus de marchandises et fournissent des centres de maintenance et de réparation. En plus de fournir des services logistiques au port, ils sont également accompagnés de services logistiques dans les zones arrière qui y sont liées.

En comparaison, nous constatons que le port d'Oran manque de services logistiques en raison du manque de suivi du niveau des évolutions techniques dans la gestion du port et de la non-prise en compte de l'importance du temps et de l'augmentation du nombre de procédures liées au processus de dédouanement dès l'arrivée du navire, ce qui entraîne son retard, et la poursuite des inspections traditionnelles des conteneurs, qui est l'ouverture de chaque conteneur et l'inspection. Le contenu et le port manquent de systèmes techniques avancés de gestion et d'exploitation.

Étude de cas (cas descriptive) : Terminal Maritime de Conteneurs de l'Entreprise Portuaire d'Oran.

Résultat :

Le port d'Oran, qui couvre la partie ouest du pays, et l'Algérie, qui est l'un des plus gros importateurs de céréales, souffrent toujours d'un manque de capacités logistiques, (malgré la présence de plusieurs développements en cours dans le port), ce qui ne le classe pas comme un port mondial moderne, classé comme troisième génération, cela est dû à l'inefficacité de la flotte maritime commerciale en raison de sa grande durée de vie et de la petite taille de ses navires, de la faiblesse des infrastructures, de la superstructure en termes de manque d'équipements et d'équipements liés à la rotation des marchandises et des conteneurs, ainsi que des chantiers à conteneurs qui ne sont pas conformes aux normes internationales, et les développements qui ont lieu dans les ports mondiaux modernes, ce qui transforme les grands navires Il l'a orienté vers d'autres ports concurrents, la vitesse de manutention lente des conteneurs et les méthodes traditionnelles sont utilisées dans le processus de stockage et de déchargement.

Amélioration des performances
portuaires et logistiques :

« Terminal à conteneurs du port d'Oran ».

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

*« Au niveau tactique, les décisions étudient l'organisation des opérations du terminal de façon générale. Plus précisément, la planification tactique et stratégique vise à décider quels équipements seront alloués à quel ensemble de tâches qui doivent être accomplis, donc l'allocation de la capacité du terminal. D'où, l'horizon de ces décisions couvre des périodes allant de quelques jours à quelques mois. Pour cela, nous cherchons à trouver **la meilleure planification ou façon à faire pour améliorer les performances, acheminer et réduire la durée des opérations, réorganiser et structurer les différentes zones du terminal et exposer le terminal à conteneurs du port d'Oran comme un terminal SMART** ».*

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

1. Planification de processus des opérations du terminal à conteneurs :

Afin de faire progresser l'efficacité des différentes opérations portuaires au sein du terminal maritime à conteneurs, il faut d'abord faire une compréhension approfondie sur son processus.

D'après avoir suivre l'acheminement des multi-agents du terminal à conteneurs du port d'Oran, et après une étude bien visée sur le parcours des conteneurs par les différents maillons de la chaîne logistique portuaire, le port d'Oran et bien plus précisément le terminal à conteneurs a besoin d'un effort robuste pour survivre son activité portuaire.

Pour cela, notre objectif est de fournir une structuration efficace pour le terminal dont le but est d'améliorer ses performances logistiques on se basant sur son activité fonctionnelle et organisationnelle. Or, un ensemble de modèles de processus sera proposé pour chaque partie opérationnelle pour l'objectif de planifier et ordonnancer correctement le travail de chaque zone du terminal à conteneurs du port d'Oran.

1.1. Modèle de processus générale d'un terminal à conteneurs :

Tout d'abord, une ligne directrice est requise pour le développement d'un modèle des opérations portuaires d'un terminal.

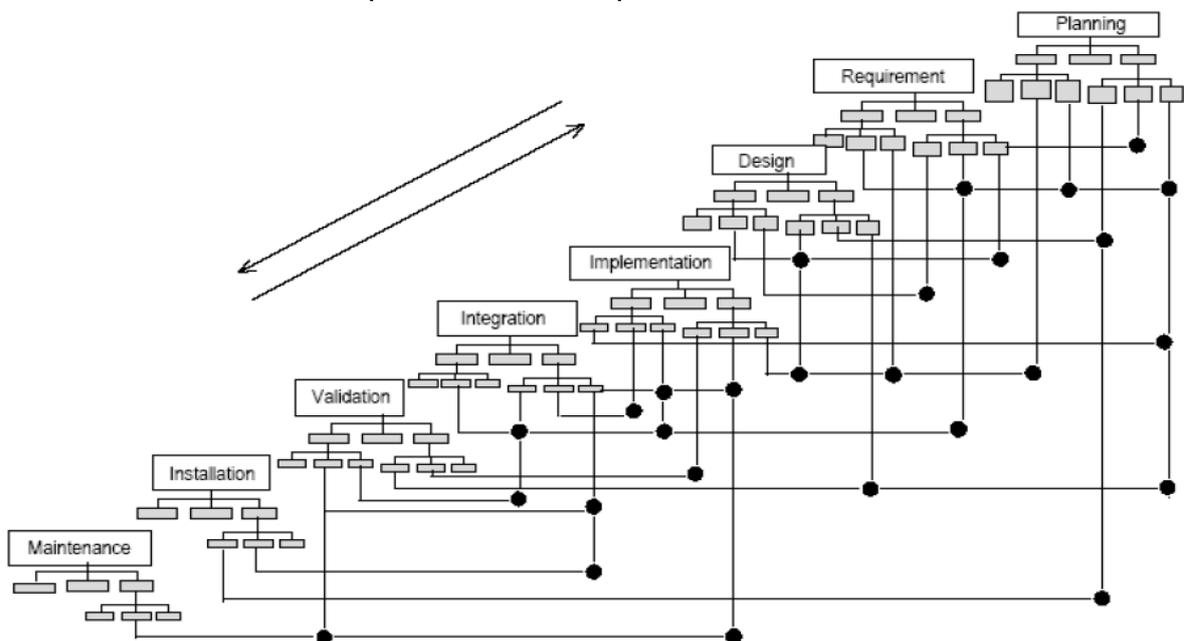


Figure 17 : modèle de développement d'un logiciel (Kececi et Modarres, 1998).

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

D'après ce modelé, l'objectif final est progressivement analysé et précisé à chacune de phases de développement. Elles représentent une cohérence assurées pour le développement, par contre notre projet se concentre seulement sur les trois premières phases (planning, rééquipements, design).

1.1. Explication détaillée des opérations au sein du terminal à conteneurs du port d'Oran:

- **Planification des navires :** ce processus se compose de deux sous-opérations (l'allocation des postes à quai et l'allocation des grues de quais. En outre, une stratégie **FIFO** est appliquée pour affecter les navires aux quais disponibles « **premier arrivé, premier servi** ». Ultérieurement, ce quai sera choisi de telle sorte qu'il soit le plus proche à la zone de stockage disponible. Or, l'allocation des grues de quais se fait selon la charge de chaque navire et le manifeste fournis par son commandant de bord.
- **Arrimage de conteneurs :** après voir le manifeste, un programme d'allocations d'équipements de manutention pour charger et décharger les conteneurs ainsi que les déplacer vers une zone de stockage libre. Les conteneurs sont déchargés sur la zone de déchargement et après, ils sont déplacer pour le stockage soit par un chariot ou par camion. L'opération de stockage se fait selon la stratégie choisis par l'agent de chaque zone et en cas de surpression sur la zone, le conteneur est déplacé vers une autre zone temporairement en attendant que la zone soit libre.
- **Opération de transport sur le terminal :** cette opération est divisée en trois phases, d'où la première phase concerne la récupération des conteneurs empilés dans la zone de chargement/déchargement soit par chariot ou par camions. Par ailleurs, dans la deuxième phase il s'agit de stocker ces conteneurs en position ou en superposition par un chariot cavalier qui a comme avantage la possibilité de circuler entre les piles de stockage. Enfin, la troisième phase concerne les mouvements de déplacer le conteneur vers la distribution, et cette opération se fait ordinairement par les moyens de manutention cités précédemment.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

1.2. Proposition des modèles de processus pour les opérations du terminal à conteneurs du port d'Oran :

Cette approche du modèle représente le terminal comme une suite de files d'attente pour l'accès aux ressources du terminal. Ainsi, les conteneurs arrivent au terminal par navire ou camions et circulent à travers le terminal en passant d'une file d'attente à une autre.

En outre, l'étape suivante consiste à préciser la logique de chacun des sous-modèles. Ainsi, ces différents sous-modèles ont été développés en se basant sur les processus opérationnels de chaque nœud de la chaîne opératoire du terminal.

Par ailleurs, une description détaillée sera fournie pour tous mouvements des conteneurs au sein du terminal et les équipements, matériels ainsi que des ressources utilisés pour chaque opération.

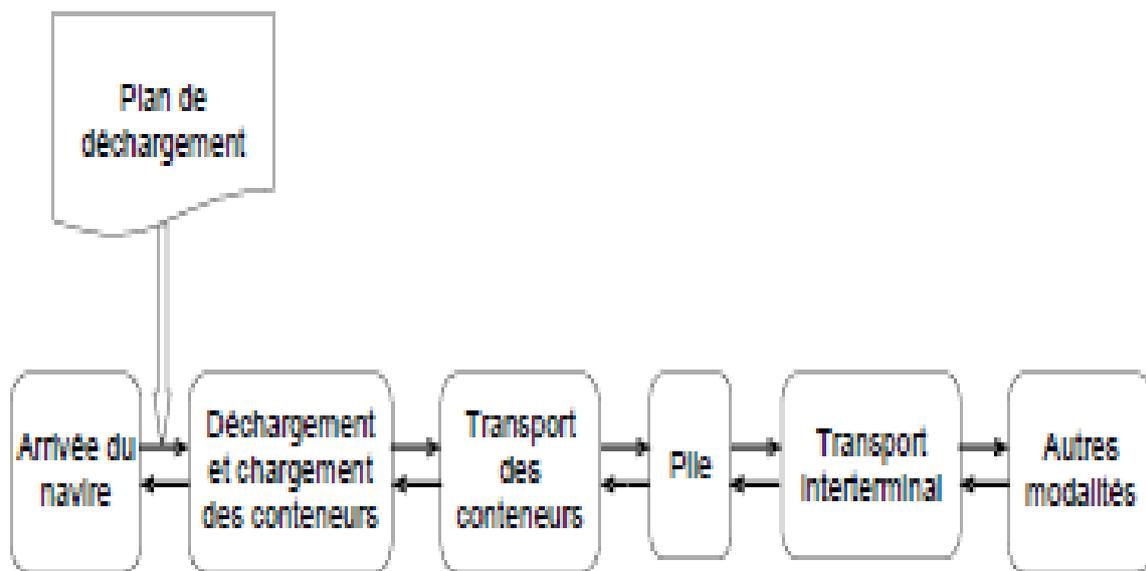


Figure 18 : processus de chaîne logistique au sein du terminal à conteneurs.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ « Process FlowChart » du conteneur au sein du terminal de port d'Oran :

Le conteneur est chargé sur un navire (A1, D1 : **taux de départ**) qu'elle va s'installer sur le quai(Q1) du terminal. Subséquemment, il est déchargé sur la zone de déchargement avec une grue de quai (Q2) spécialisé dans le levage des conteneurs. Le conteneur est destiné pour être stocké par un chariot cavalier ou par camion (Q3, Q4) après avoir trouvé une allocation sur l'espace de stockage (Q5, Q6, Q7). Ensuite, il passera par trois types d'opérations (avant visite, visite, après visite) de dédouanement avant qu'il soit livré (Q8) à son propriétaire. Après pour le chargement du navire, on peut considérer le même processus que l'opération de déchargement sauf que cette fois ci les conteneurs seront empilé sur le navire et enfin le départ de ce dernier.

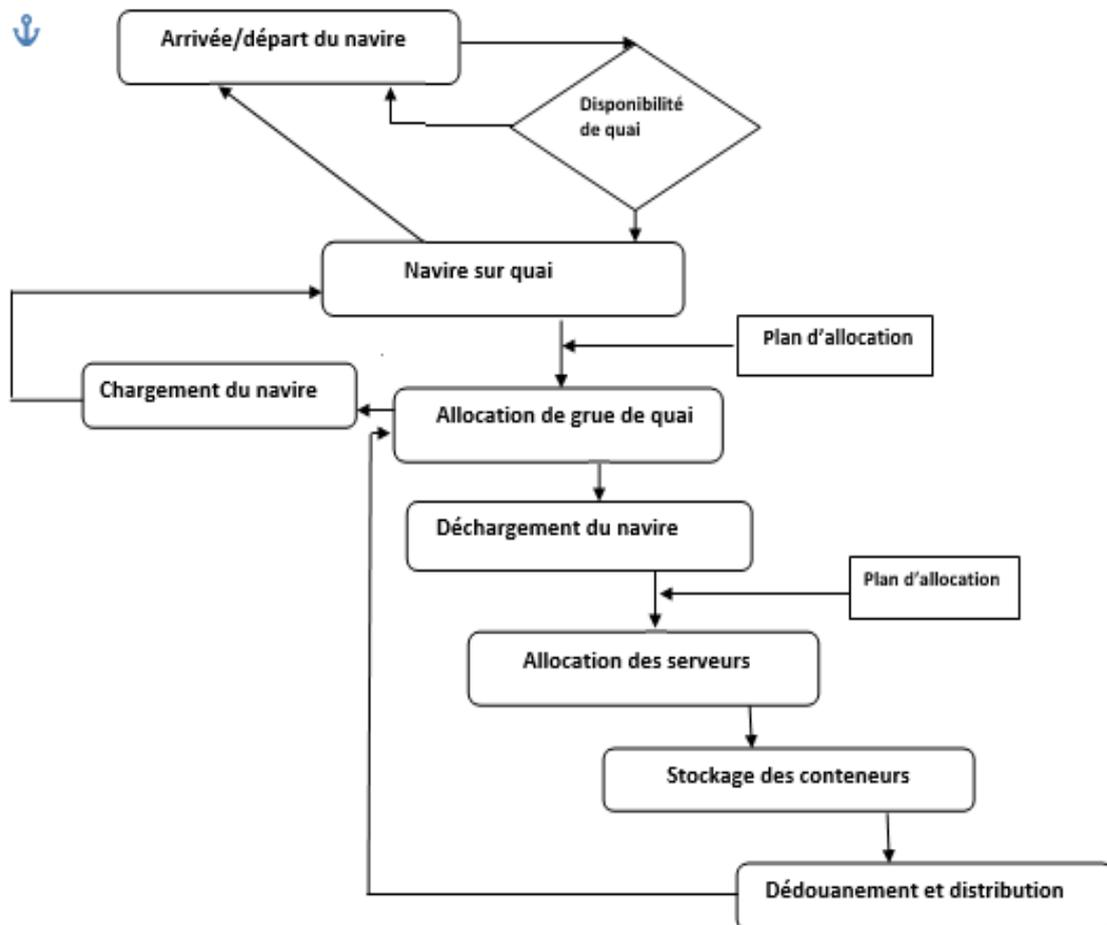


Figure 19 : process flowchart du terminal à conteneurs du port d'Oran.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Modèle de processus des opérations d'accueil du navire au sein du terminal :

En premier temps, le navire doit se présenter au terminal et un quai doit lui être assigné. Dans le cas où le quai est disponible, le navire saisit le quai qui ne peut plus être saisi par un autre navire. Dans le cas contraire, le navire va se placer dans une file d'attente jusqu'à ce qu'un quai se libère. Après avoir vu le programme d'allocation de grue de quai, un nombre de grues bien déterminé seront assignées au navire. Ensuite, ce programme fournit l'intrant au processus d'allocation de serveurs pour le déchargement du navire (import) une fois les serveurs arrivent, le déchargement de navire démarre. Lorsque cette opération se termine, une réallocation de ces serveurs pour l'opération de chargement du navire. Après que ce processus est complété, les grues de quai, les serveurs et le quai sont libérés pour accueillir un navire suivant et la précédente quitte le terminal.

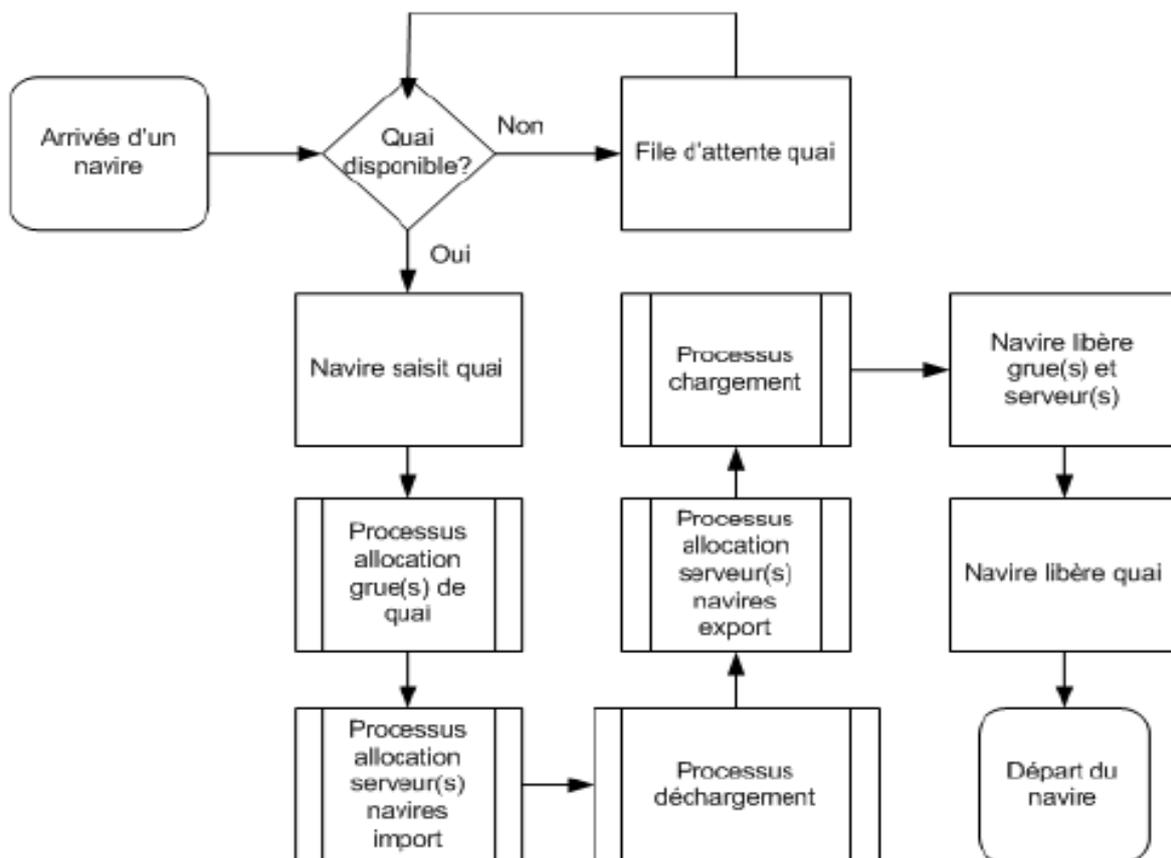


Figure 20 : processus d'un navire au sein du terminal.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Modèle de processus pour l'allocation de grue pour le quai :

Une fois que le navire est amarré à un quai, les programmes de déchargement et de chargement des navires sont saisis afin de déterminer la charge de travail totale du navire. Ensuite, selon la ligne sur laquelle le navire opéré le nombre de grues demandées sera différent. En effet, la taille des navires sur une des deux lignes qui fréquentent le terminal permet d'utiliser trois grues de façon simultanée sur un seul navire ; tandis que les navires de l'autre ligne peuvent utiliser deux grues dû aux risques d'interférences entre celles-ci. Dans ou la quantité de grues requises est disponible, elles sont allouées au navire. Dans le cas contraire, la charge de travail restante des deux navires est comparée et deux grues sont allouées au navire ayant la charge restante la plus importante et une grue est allouée à l'autre navire. D'où, le nombre total de grues allouées ne peut pas être supérieur à trois suivant le nombre utilisé selon le modèle de processus.

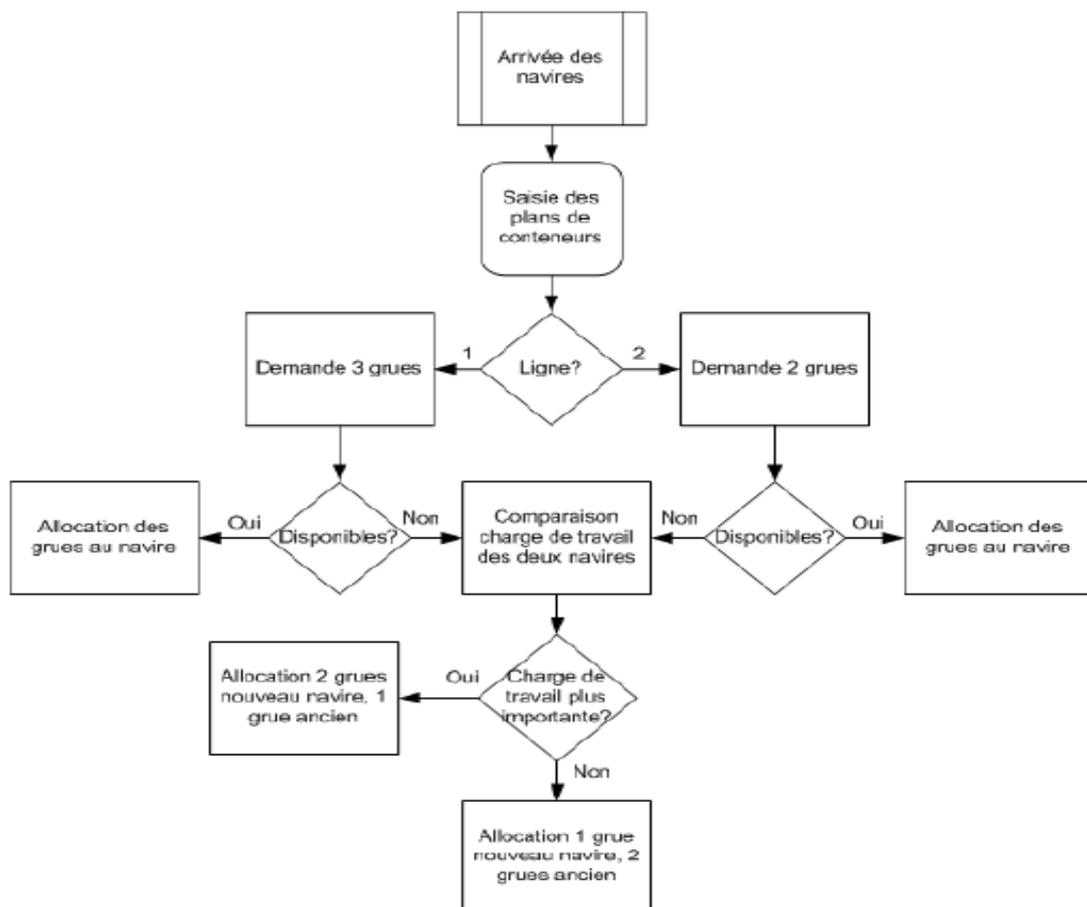


Figure 21 : processus d'allocation d'une grue pour le quai.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Modèle de processus d'allocation des serveurs pour le déchargement des navires :

Lorsque le nombre de grues de quai allouées au navire a été déterminé, le nombre de serveurs nécessaires pour le transfert des conteneurs dans les piles de la zone de stockage peut être déterminé. Dans les cas où une seule grue est allouée au navire, un chariot porte-conteneurs ou chariot cavalier sont utilisés pour manipuler les conteneurs dans la cour. Ce modèle représente un exemple de cas d'où le nombre de grues allouées se change de 1 à 3 et la méthode utilisée pour l'allocation des serveurs pour chaque grue et sa capacité de déchargement.

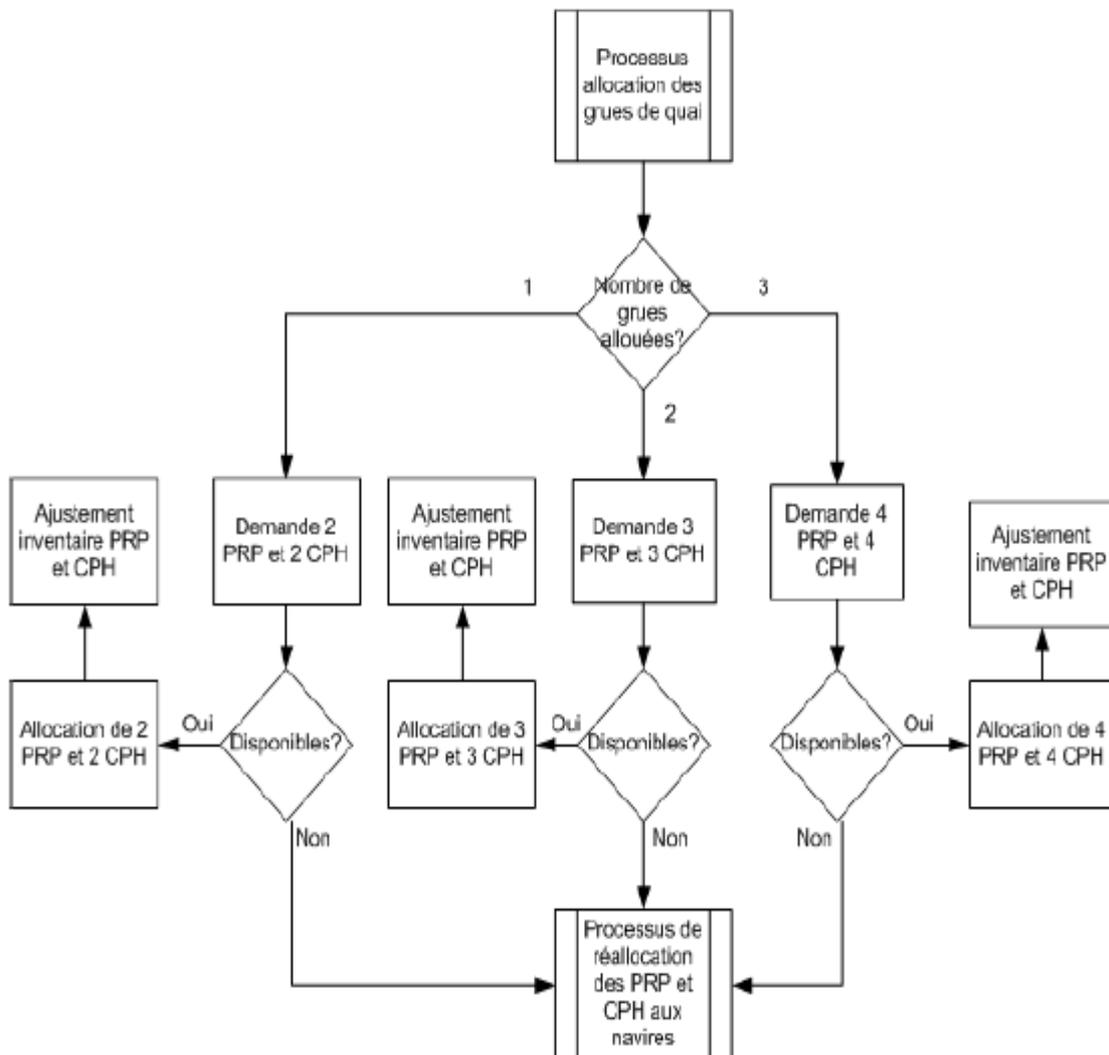


Figure 22 : processus d'allocation des serveurs pour le déchargement du navire.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Modèle de processus de déchargement des navires :

Après l'allocation des différents équipements, l'étape suivante consiste la saisie du plan de conteneurs importés. Ensuite, le premier conteneur est déchargé et transporté jusqu'à la pile de la zone de stockage du terminal. Suite à ce transport, la disponibilité du serveur pour le transfert du conteneur dans la pile est inspectée. Si le serveur est disponible, le conteneur est transféré et l'inventaire de conteneurs du terminal est ajusté. Dans le cas contraire, le conteneur se place dans la file d'attente du serveur. A chaque conteneur qui est déchargé du navire, la condition de fin du processus de déchargement est vérifiée. Lorsque cette condition est vraie, les serveurs sont relâchés et le processus d'allocation de serveurs pour le chargement des navires se mets en branle.

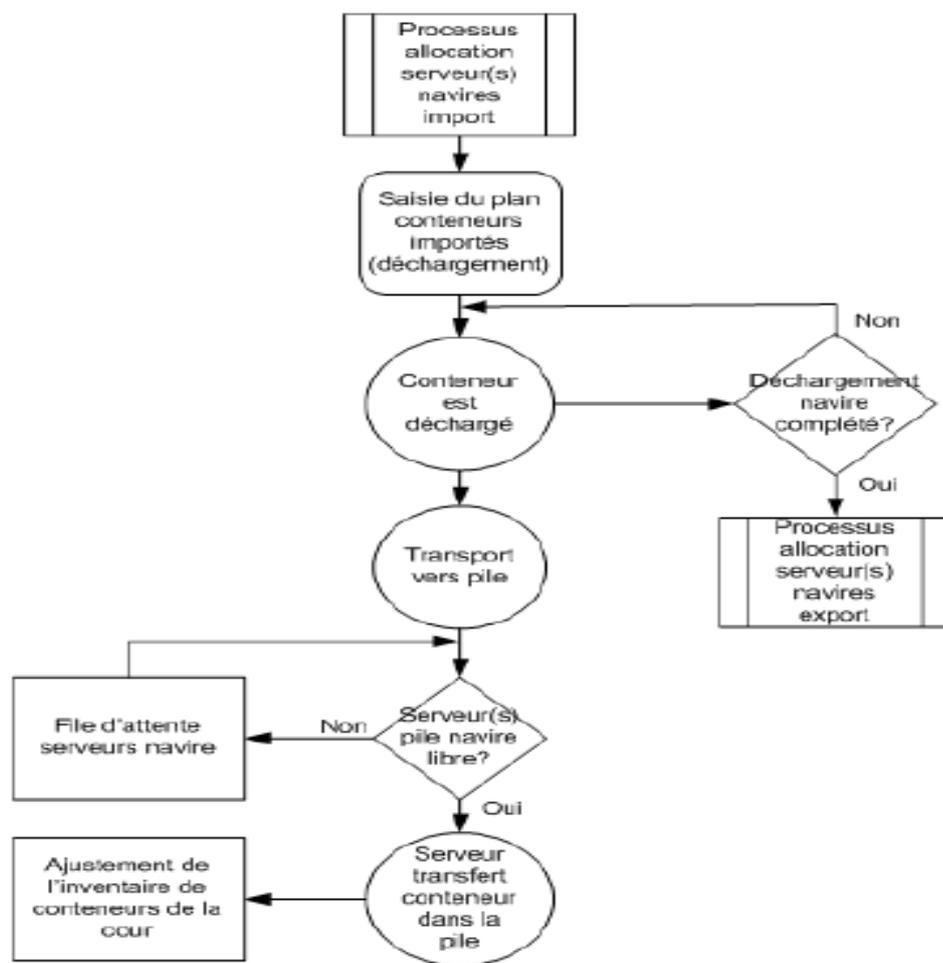


Figure 23 : processus de déchargement de navire.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Modelé de processus de déchargement des conteneurs :

Après que le conteneur est déchargé par la grue de quai, il est déposé sur un véhicule de transport interne du terminal et il passe par une vérification des informations qu'il le concerne. Ensuite, le système d'opérations du terminal associe une position assignée pour le conteneur sur la zone de stockage. Dans le cas où le conteneur passe par une inspection douanière, il est déchargé pour la vérification, dans ce cas il est soit illégal et il sera saisi, ou il est soit légal et est chargé sur le véhicule pour être transporter vers la pile. Or, le conteneur est levé et déposé sur la pile et son numéro et position aussi vérifiés.

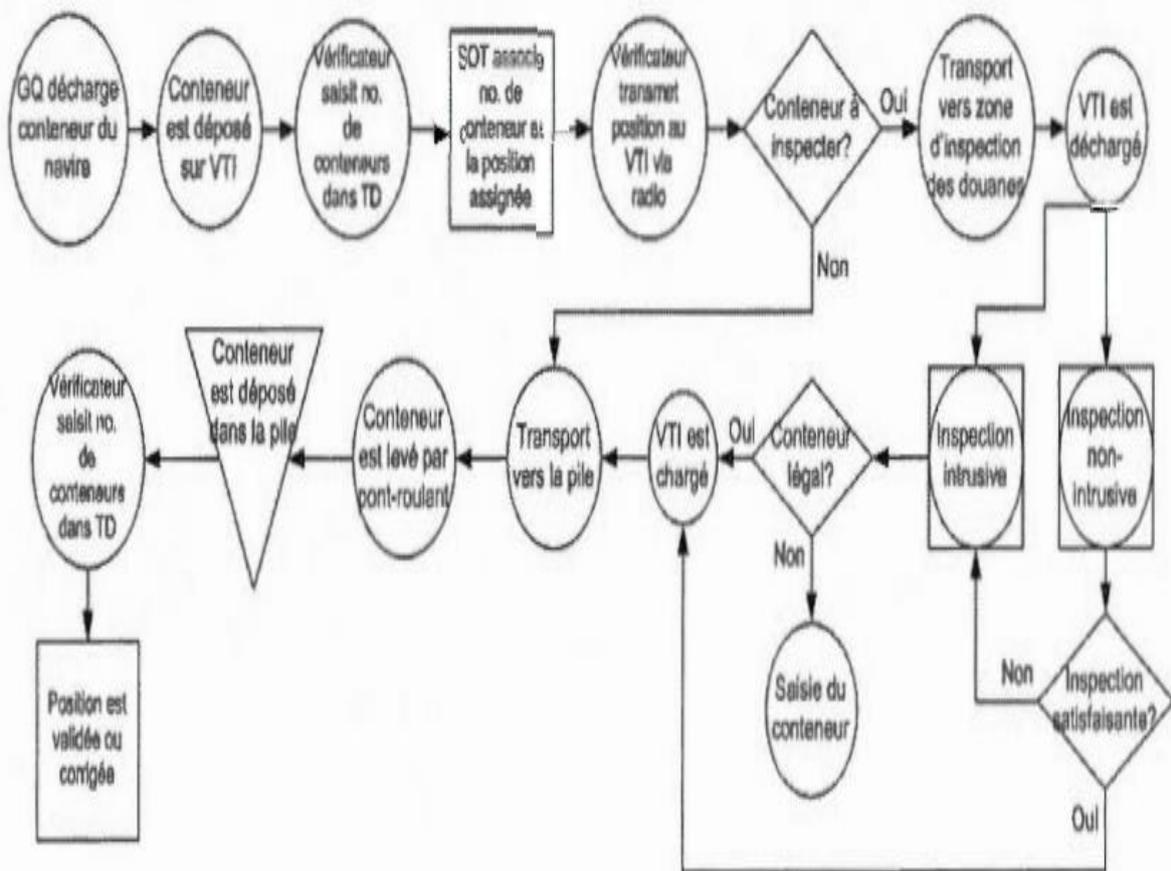


Figure 24 : processus de déchargement du conteneur.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Modèle de processus d'allocation des serveurs pour le chargement du navire :

La logique du processus d'allocation des serveurs pour le chargement des navires et la même que celle utilisée pour l'allocation des serveurs au déchargement des navires. Par contre, le nombre de serveurs requis ne sera pas le même. En effet, lorsqu'une seule grue est allouée au navire, un seul chariot à prise par le haut est nécessaire, tandis que deux grues nécessitent deux chariots à prise par le haut et trois grues en nécessitent quatre.

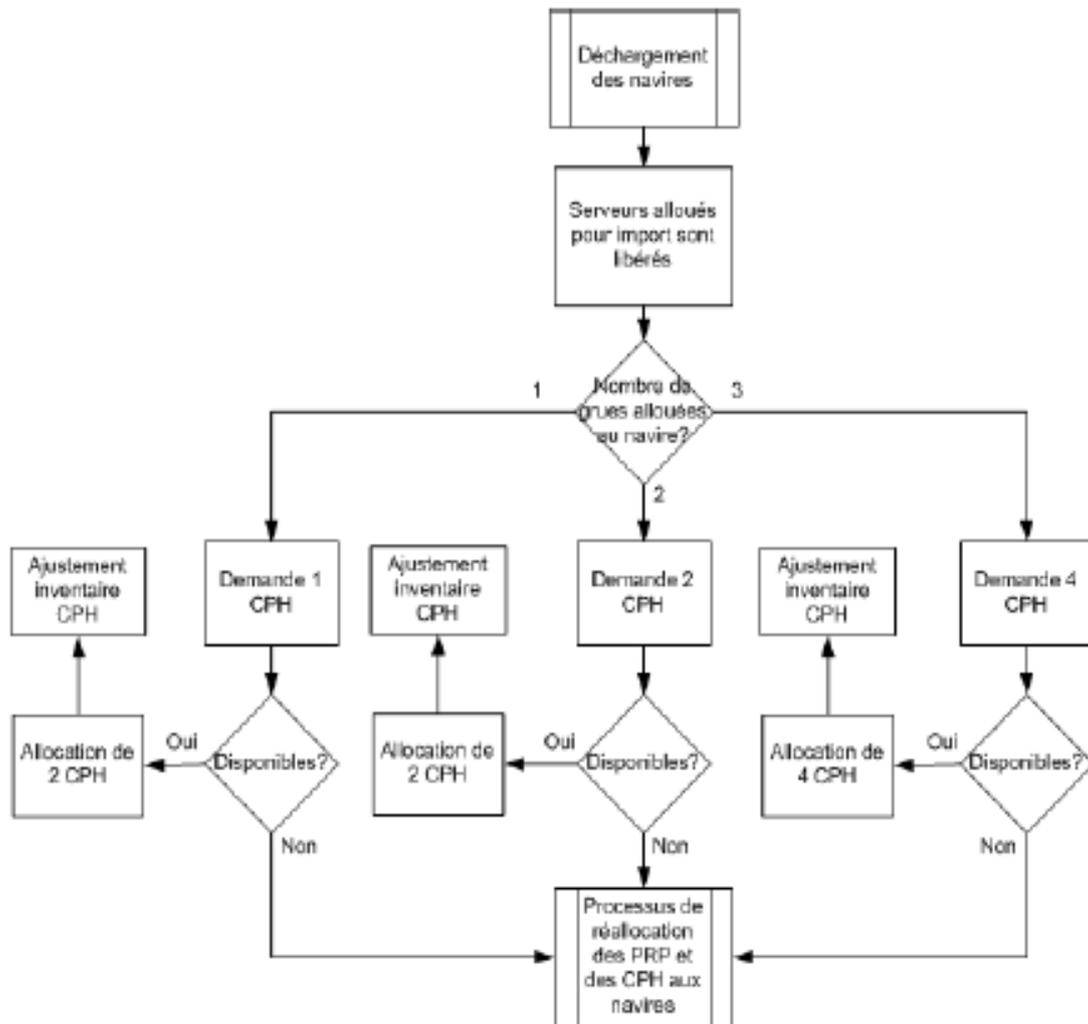


Figure 25 : processus d'allocation des serveurs pour le chargement du navire.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Modèle de processus de chargement du navire :

Tout d'abord, le processus de chargement des navires débute avec la saisie du plan de conteneurs à exporter. Après, une fois le nombre de conteneurs à charger connu, le premier conteneur vérifie la disponibilité du serveur à la pile de conteneurs à charger. S'il est libre, le serveur extrait le conteneur de la pile et le conteneur est ensuite transporté vers la grue de quai. S'il n'est pas disponible, le conteneur est maintenu dans la file d'attente pour le serveur. Lorsque les conteneurs sont extraits de la pile, l'inventaire de conteneurs du terminal est ajusté pour déduire les conteneurs qui sont chargés sur le navire. Suit au transport du conteneur, celui-ci est chargé sur le navire par la grue de quai si elle est libre, ou il est maintenu dans la file d'attente si la grue est occupée à charger un autre conteneur. Lorsqu'un conteneur est chargé sur le navire, la condition de fin de processus de chargement est interrogée. Si elle s'avère fausse, le processus se poursuit, tandis que si elle s'avère vraie le processus se termine, les grues de quai et les serveurs sont relâchés et le navire retourne au modèle d'arrivée des navires ou le quai est relâché et le navire quitte le terminal.

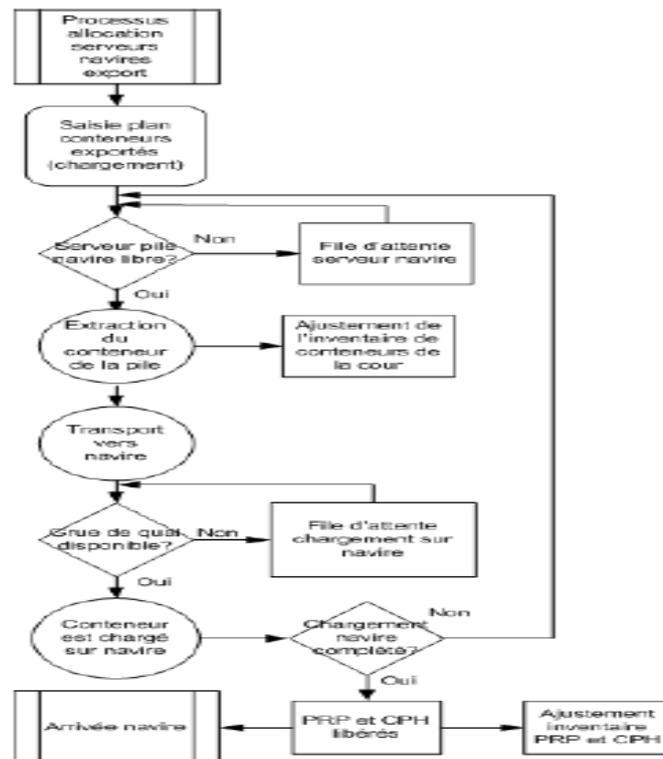


Figure 26 : processus de chargement de navire.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Modèle de processus de chargement du conteneur :

Le système d'opération du terminal donne une instruction au véhicule de transport interne, au pont roulant et au vérificateur. Si le conteneur est accessible, il est levé ; sinon il est transféré. Après, le conteneur est chargé sur le véhicule pour passer à l'inspection. Lors de l'inspection, il est soit saisi ou transféré vers le navire. Ensuite, le conteneur passe par la vérification de ses informations et après il est déchargé du véhicule et enfin il est chargé sur navire par la grue de quai. Dans le cas où le conteneur est vide, il passe directement à la zone de chargement là où il est déchargé du véhicule et chargé sur le navire.

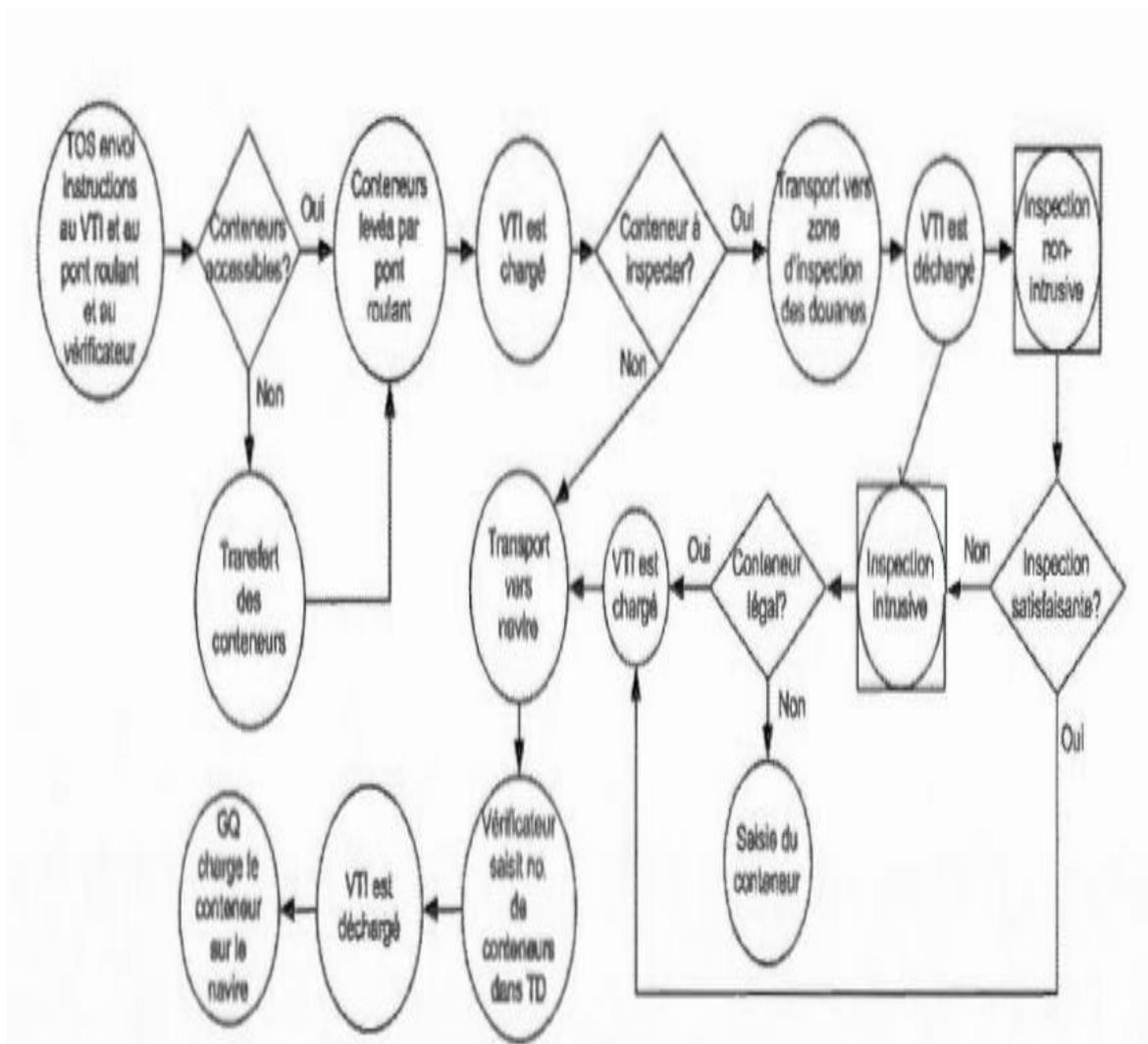


Figure 27 : processus de chargement du conteneur.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Modèle de processus de livraison du conteneur par camion :

Après le processus d'identification, le camion arrive à la guérite et passe par une vérification. Ensuite, après la validation le camion se dirige vers la pile d'où le conteneur sera saisi par le pont roulant et le camion sera chargé. En outre, le camion chargé retourne à la guérite et une vérification des informations du conteneur chargé se déroule. Une fois cette dernière est terminée, si la vérification est validée, le camion reçoit la signature pour quitter le terminal. Sinon, le conteneur retourne à la pile. Le processus de réception des conteneurs se passe de même manière sauf que le camion passe directement à la pile et suit les mêmes étapes précédentes.

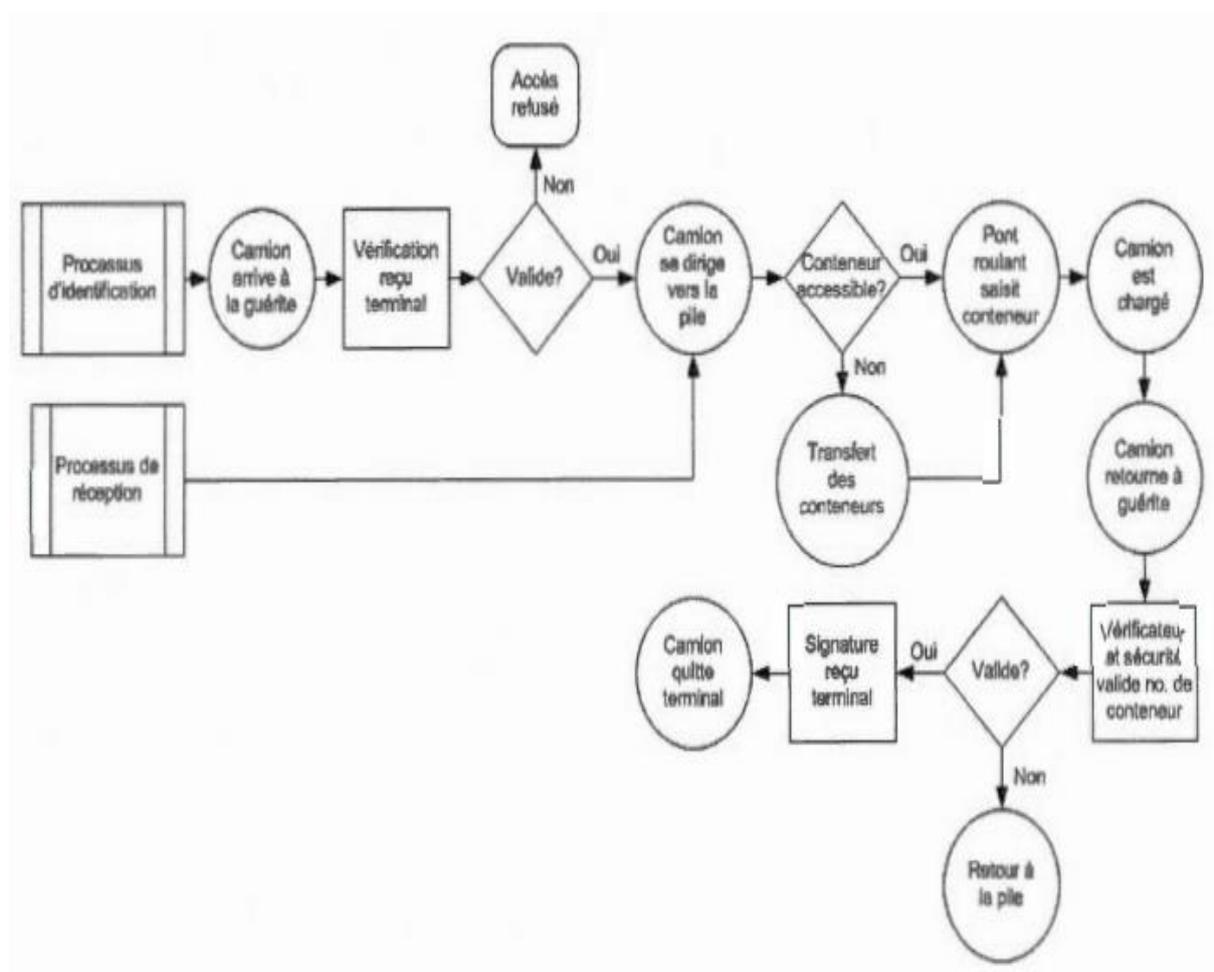


Figure 28 : processus de livraison de conteneur par camion.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

Résultat :

Afin de représenter un exemple d'outils d'analyse de processus d'un terminal à conteneurs, et dont le but d'approfondir la compréhension du fonctionnement du terminal, une étude d'opérations et des flux en amont et en aval a été représentée de façon détaillée de telle sorte que chaque partie du processus est représentée de manière structurelle et organisationnelle. En outre, la planification idéale et l'organisation opérationnelle d'un terminal augmente sa productivité et son rendement sur le port, dont l'objectif est représenté par son processus.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

2. Planning et prévision d'exploitation du terminal :

En comparant les rapports annuels de la productivité du port d'Oran avec les ports mondiaux, et avec les capacités qu'il contient par rapport aux autres ports nationaux, le port d'Oran et plus précisément le terminal à conteneurs souffre d'une insuffisance énorme au niveau de sa fonctionnalité et même son organisation. En voyant les pourcentages de sa rentabilité sur l'économie du pays, le programme utilisé par son système portuaire est considéré chétif. Pour cela, nous allons faire dans cette partie une comparaison de l'ancien programme et le nouveau programme à considérer pour progresser ses performances et augmenter son rendement.

2.1. Unité et facteur utilisée dans le calcul des temps d'opérations de chaque partie du terminal :

Étant donné que les conteneurs ont des tailles différentes, pour la planification d'un terminal, une unité de taille standard est nécessaire auquel tous les conteneurs peuvent être convertis. Cette taille standard est **l'équivalent de vingt pieds ou EVP**. Les tailles courantes de conteneurs se lisent comme suit:

- **Un conteneur de 20 pieds de long équivaut à 1 EVP.**
- **Un conteneur de 40 pieds de long équivaut à 2 EVP.**

Les grandeurs suivantes sont utilisées pour les calculs terminaux et sont effectuées en EVP.

- **Débit du terminal.**
- **Débit côté eau (quai).**
- **Débit de la pile.**
- **Capacité de stockage de la pile.**
- **Surface de la pile.**
- **Capacité de manutention technique côté eau, côté ville et cheminée (équipement).**

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

D'autres facteurs importants sont le temps de service et le poste d'amarrage annuel/ heures d'ouverture. Pour calculer le temps de service, le nombre et la productivité des grues par couchette, taille de colis et le nombre d'appels sont nécessaires. Le temps de service peut être calculé comme suit:

$$\text{Temps de service total (heure / bateau)} = \text{temps de chargement (Un)} + \text{temps d'amarrage (Un)}$$

La formule suivante peut être utilisée pour déterminer le temps de (dé) chargement (Thorsen, 2010):

$$\text{Temps de (dé) chargement} = S / (N \times Q \times W)$$

Tel que :

- **S**: taille du colis (EVP).
- **N**: nombre de grues par navire (-).
- **Q**: productivité des grues (EVP/ h).
- **W**: le temps de fonctionnement de la grue en raison du temps d'accostage total du navire varie entre 0,65 et 1 (heures).

Compte tenu du facteur de temps d'arrêt et du nombre total d'heures de travail, les heures de travail par semaine peuvent être calculées comme suit:

$$\text{Nombre total d'heures de travail} = (1 - D) \times T \times N$$

Tel que :

- **T**: Heures de travail des quais par jour.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- **D**: temps d'arrêt (%).
- **N**: Nombre de jours ouvrables par semaine (-).

La productivité du quai peut être représentée par la formule suivante :

$$K = C / (f \times N \times T)$$

Tel que :

- **K** : la productivité du quai (mouvements/heures).
- **C** : débit annuel (EVP/ an).
- **f** : facteur EVP.
- **N** : nombre de quais.
- **T** : heure de travail annuel des postes (heures/an)

En outre, la capacité de la zone de stockage se calcule par la formule suivante :

$$M = (S \times t \times P) / 365$$

Tel que :

- **S**: visites de la pile (EVP / an) ; $S = c * (1 - 0.5\mu)$.
- **c**: Capacité de traitement des quais (EVP / an).
- **t**: Temps de séjour moyen (jours).
- **μ** : Facteur de transbordement (-).
- **P** : facteur de pointe par semaine.

Aussi, les fentes au sol par EVP peuvent être calculées en divisant la capacité du parc de stockage par la taille de l'empilement maximal. L'équation suivante peut être utilisée pour déterminer le nombre de créneaux au sol par EVP :

$$N = M / h$$

Tel que :

- **N**: nombre d'emplacement au sol par EVP (-)

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- h : hauteur d'empilement (-)

2.2. Le programme utilisé par le système portuaire du terminal à conteneurs du port d'Oran :

Le terminal de l'EPO travail avec un taux de **19/24** h on comparant par les autres ports qui travaillent avec un taux de 24/24 h. d'où, ce taux est divisé en 3 shifts et par équipe de telle sorte que chacune occupe un shift. Le taux de productivité se change d'une équipe à l'autre selon la charge du travail et les équipements utilisés. Les shifts de travail sont représentés de cette façon :

- ❖ De 7h à 13h = 1^{er} shift.
- ❖ De 13h à 19h = 2^{ème} shift.
- ❖ De 19h jusqu'au 1h du matin (et parfois jusqu'au 3h du matin pour raison de minimiser la charge de travail pour libérer le navire) = 3^{ème} shift.

Par ce programme de travail, le rendement estimé est de **10 conteneurs par heure** équivalent à **190 conteneurs par jours** et en moyen le navire porte **une charge totale de 400 conteneurs**, donc **le temps moyen de chargement/déchargement du navire est estimé de 2 à 2.2 jours**, ce qui est considéré très faible. En plus, la durée de séjour au quai a été estimée de **4 à 4.2 jours** ce qui est catastrophique par rapport aux ports régionaux et de la zone méditerranéenne.

2.3. Le planning proposé pour le système de travail du terminal :

Pour ce planning on pose 3 critères nécessaires qu'on va les considérer des variables, donc pour l'amélioration on va changer dans chacun des trois critères.

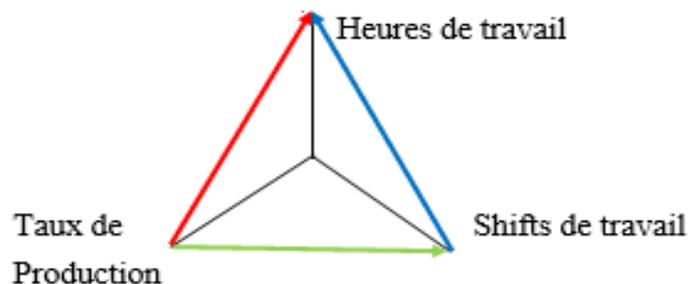


Figure 29 : variables utilisés pour l'amélioration.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Première amélioration :

Pour les variables d'amélioration, on va travailler juste sur une variable de tel sorte que seulement un critère qui va être amélioré, pour cela :

- Le port travail **19 heures**;
- Pour les shifts de travail on va considérer **4 shifts** tel que chaque shift contient en moyenne **5 heures de travail** ;
- Un taux de production de **10 heures par heure** ;
- Une capacité de navire de **400 conteneurs**.

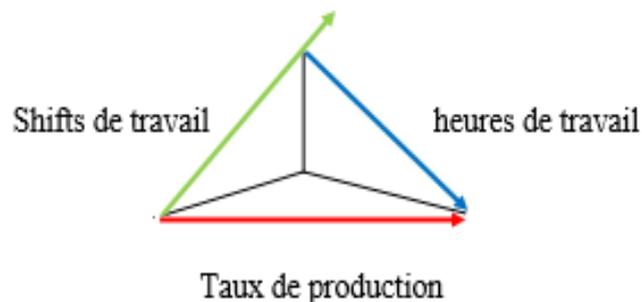


Figure 30 : amélioration dans les shifts de travail.

**Le taux de production par shift / heure = le temps de travail par shift *
le taux de production par heure**

$TP/\text{shift} = 5 \cdot 10$; $TP = 50$ conteneurs / shift ; $TP = 200$ conteneurs / jours.

Travaillant avec la même capacité : 400 conteneurs par navire, donc :

**Le temps total d'opération / navire = (le nombre total de conteneurs /
navire) / (le nombre de conteneurs / heure)**

$TO/\text{navire} = 400/10$; $TO = 40$ heures ; $TO = 1.6$ jours.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Deuxième amélioration :

Cette fois ci, on va améliorer que la variable d'heures de travail, or :

- Le port va travailler **24 heures** ;
- Avec **3shifts** de travail dont chaque shift contient **8 heures de travail** en moyenne ;
- Un même taux de production de **10 conteneurs par heure** ;
- Avec une capacité de navire de **400 conteneurs**.

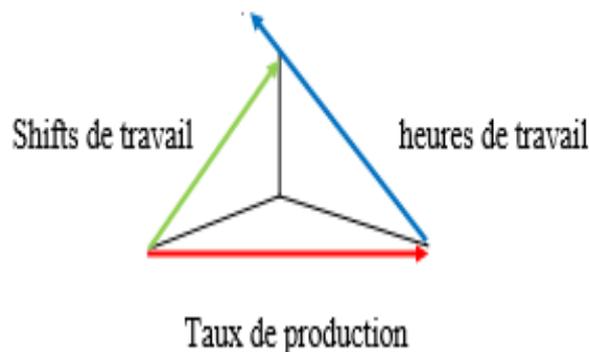


Figure 31 : amélioration des heures de travail.

**Le taux de production par shift / heure = le temps de travail par shift *
le taux de production par heure**

$TP/shift = 8 * 10$; $TP = 80$ conteneurs / shift ; $TP = 240$ conteneurs / jours.

Travaillant avec la même capacité : 400 conteneurs par navire, donc :

**Le temps total d'opération / navire = (le nombre total de conteneurs /
navire) / (le nombre de conteneurs / heure)**

$TO/ navire = 400/10$; $TO = 40$ heures ; $TO = 1.6$ jours.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Troisième amélioration :

Maintenant, on va améliorer le **taux de production**, tel que :

- Le port va travailler **19 heures** ;
- Avec **3shifts** de travail dont chaque shift contient **6 heures de travail** en moyenne ;
- Un taux de production de **15 conteneurs par heure** ;
- Avec une capacité de navire de **400 conteneurs**.

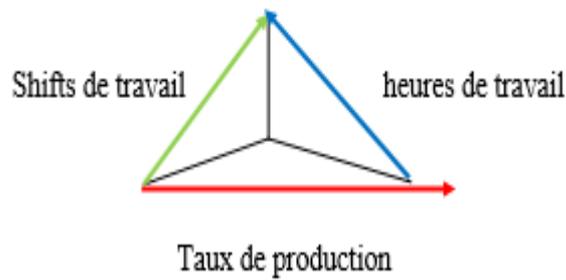


Figure 32 : amélioration de taux de production.

**Le taux de production par shift / heure = le temps de travail par shift *
le taux de production par heure**

$TP/\text{shift} = 6 \cdot 15$; $TP = 90$ conteneurs / shift ; $TP = 270$ conteneurs / jours.

Travaillant avec la même capacité : 400 conteneurs par navire, donc :

**Le temps total d'opération / navire = (le nombre total de conteneurs /
navire) / (le nombre de conteneurs / heure)**

$TO/\text{navire} = 400/15$; $TO = 27$ heures ; $TO = 1.12$ jours.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Quatrième amélioration :

Tout d'abord, on va améliorer **les heures et les shifts de travail**, car ces deux critères ont une relation par rapport au travail pour enfin améliorer le troisième critère en parallèle qui est le taux de production, donc :

- Le port travail **24/24 heures** ;
- Ensuite, pour le but d'augmenter la productivité, les opérations du terminal seront divisées en **4 shifts** au lieu de 3, et chaque shift fait un temps de **6 heures** ;
- Aussi, on va considérer le même taux de production : **10 conteneurs par heure**,
- **Avec une seule grue de quai** et avec ancien équipements de manutention et une de charge totale de navire de **400 conteneurs**

Donc on va changer que deux critères :

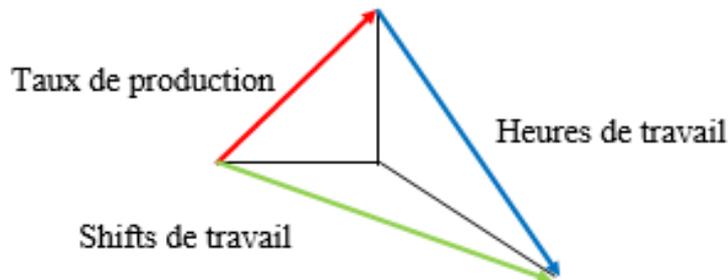


Figure 33 : augmentation d'heures et de shifts de travail.

**Le taux de production par shift / heure = le temps de travail par shift *
le taux de production par heure**

$TP/\text{shift} = 6 \cdot 10$; $TP = 60 \text{ conteneurs / shift}$; $TP = 240 \text{ conteneurs / jours}$.

Travaillant avec la même capacité : 400 conteneurs par navire, donc :

**Le temps total d'opération / navire = (le nombre total de conteneurs /
navire) / (le nombre de conteneurs / heure)**

$TO/\text{navire} = 400/10$; $TO = 40 \text{ heures}$; $TO = 1.6 \text{ jours}$

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Cinquième amélioration :

Tout d'abord, on va améliorer **les heures de travail et le taux de production**, donc :

- Le port travail **24/24 heures** ;
- Ensuite, pour le but d'augmenter la productivité, les opérations du terminal seront divisées en **3 shifts**, et chaque shift fait un temps de **8 heures** ;
- Aussi, on va considérer le même taux de production : **15 conteneurs par heure**,
- **Avec une seule grue de quai** et avec ancien équipements de manutention et une de charge totale de navire de **400 conteneurs**

Donc on va changer que deux critères :

**Le taux de production par shift / heure = le temps de travail par shift *
le taux de production par heure**

$TP/shift = 8 * 15$; $TP = 120$ conteneurs / shift ; $TP = 360$ conteneurs / jours.

Travaillant avec la capacité : conteneurs par navire, donc :

**Le temps total d'opération / navire = (le nombre total de conteneurs /
navire) / (le nombre de conteneurs / heure)**

$TO/ navire = 400/15$; $TO = 27$ heures ; $TO = 1.12$ jours

❖ Sixième amélioration :

On va améliorer **les shifts de travail et le taux de production**, donc :

- Le port travail **19 heures** ;
- Ensuite, pour le but d'augmenter la productivité, les opérations du terminal seront divisées en **4 shifts** au lieu de 3, et chaque shift fait un temps de **5 heures** ;
- Aussi, on va considérer le même taux de production : **15 conteneurs par heure**,
- **Avec une seule grue de quai** et avec ancien équipements de manutention et une de charge totale de navire de **400 conteneurs**

Donc on va changer que deux critères :

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

**Le taux de production par shift / heure = le temps de travail par shift *
le taux de production par heure**

TP/shift = 5*15 ; TP = 75 conteneurs / shift ; TP = 300 conteneurs / jours.

Travaillant avec la capacité : conteneurs par navire, donc :

**Le temps total d'opération / navire = (le nombre total de conteneurs /
navire) / (le nombre de conteneurs / heure)**

TO/ navire = 400/15 ; TO = 27 heures ; TO = 1.12 jours

❖ Septième amélioration :

On considère :

- on pose que le taux de production est égal à : **20 conteneurs par heure** ;
- **avec 2 grues de quai et un équipement plus performant que l'ancien** ;
- une charge de navire pesante : **plus que 450 conteneurs** ;
- avec des heures de travail : **24 heures** ;
- avec les **4 shifts dans chaque shift 6 heures de travail**.

Donc on va travailler sur tous les critères du système avec une amélioration dans les performances techniques et de manutention et une charge de navire plus élevée.

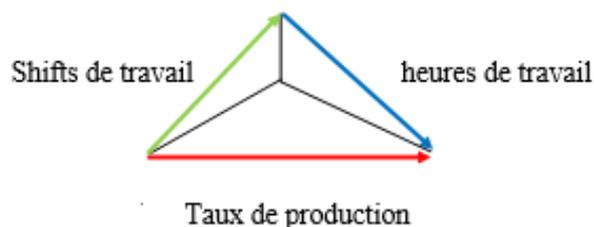


Figure 34 : augmentation sur le critère de taux de production.

**Le taux de production par shift / heure = le temps de travail par shift *
le taux de production par heure**

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

TP/shift = 6*20 ; TP = 120 conteneurs / shift ; TP = 480 conteneurs / jours.

Travaillant avec la capacité : conteneurs par navire, donc :

Le temps total d'opération / navire = (le nombre total de conteneurs / navire) / (le nombre de conteneurs / heure)

TO/ navire = 500/20 ; TO = 25 heures ; TO = 1.04 jours

proposition	taux de production	temps total d'opéera
1 er amélioration	200	1,6
2 eme amélioraion	240	1,6
3 eme amélioration	270	1,12
4 eme amélioration	240	1,6
5 eme amélioration	360	1,12
6 eme amélioration	300	1,12
7 eme amélioration	480	1,04

REPRÉSENTATION DES AMÉLIORATIONS

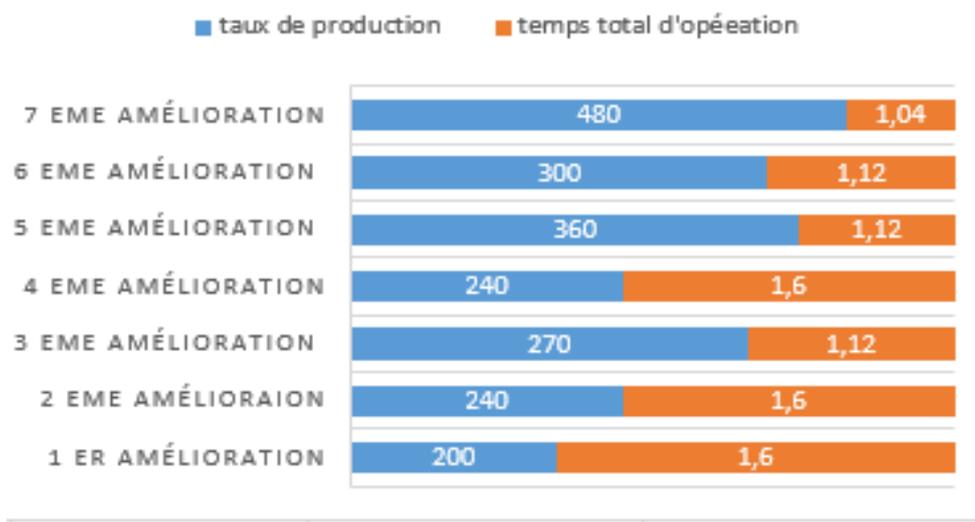


Figure 35 : représentation des résultats des améliorations.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

➤ Analyse du graphe :

On observe une augmentation à propos du taux de production par contre des perturbations au niveau des graphes représentant du temps total d'opérations, ce qui nous indique que la variation dans le temps d'opérations est dû aux deux critères qui sont respectivement les heures de travail et le nombre de shifts de travail

D'après les résultats obtenus, on remarque que la meilleure amélioration est la cinquième d'où on a un taux de production maximale et un temps total d'opérations minimal ce qui est équivalent à l'amélioration de tous les critères pour avoir de bons résultats. Application numérique des formules :

2.4. Application numérique des formules :

❖ Pour l'ancien programme du terminal :

Considérant que :

- le port reçoit des conteneurs de types **20 et 40 pieds**.
- Le débit annuel d'EVP est estimé de : **C = 75917 EVP en 2019**.
- On va considérer que le navire contient **400 conteneurs** : un nombre de **250 conteneurs de 40 pieds et 150 conteneurs de types 20 pieds**, le nombre totale d'EVP est **de 650 EVP**.
- La productivité de la grue est de **10 conteneurs par heure avec un temps de fonctionnement de en raison de temps d'accostage de 0.65**.
- le temps d'arrêt est estimé **en moyenne 4 % du temps global**.
- Un facteur EVP de : **1.62**.
- Un facteur de pointe par semaine égal à : **0.7**.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- **Calcul du temps de chargement/déchargement :**

$$T_c = S / (N \times Q \times W)$$

- **Pour 1EVP :** temps de chargement = $1 / (1 \times 10 \times 0.65)$ (pour un seul conteneur de type 20 pieds).

$$T_c = 0.15 \text{ h} = 9 \text{ min.}$$

Le temps de chargement total = $T_c / \text{conteneur} \times \text{nombre totale de conteneurs chargés}$

$$T_c (\text{total}) = 9 \times 400 = 3600 \text{ min ;}$$

$$T_c = 60 \text{ heures/jour} = 2.5 \text{ jours.}$$

- **Pour 2EVP :** temps de chargement = $1 / (2 \times 10 \times 0.65)$ (pour un seul conteneur de type 40 pieds).

$$T_c = 0.076 \text{ h} = 4.56 \text{ min.}$$

$$T_c (\text{total}) = 4.56 \times 400 = 1824 \text{ Min ;}$$

$$T_c = 30.4 \text{ heures/jour} = 1.26 \text{ jours.}$$

- **Pour un navire mixte de types de conteneurs 1 et 2 EVP :**

$$T_c = (0.15 + 0.076) \times 400 ;$$

$$T_c = 90.4 \text{ heures/jour} = 3.7 \text{ jours.}$$

- **Calcul du nombre total d'heures de travail par quai :**

$$T_h = (1 - D) \times T \times N$$

On considère que le temps de chargement est égal au temps de déchargement : $T = T_c \times 2$, et le temps d'arrêt est estimé en moyenne 4 % du temps global.

- $T_h = (1 - 0.04) \times 7 \times 120 = 806.4 \text{ heures / semaine} = 33.6 \text{ jours}$ (pour une charge de navire totale de type 1 EVP). Par an :

$$T_h = (806.4 \times 365) / 33.6 ;$$

$$T_h = 8760 \text{ heures / an.}$$

- $T_h = (1 - 0.04) \times 7 \times 60.8 = 408.5 \text{ heures / semaine} = 17.02 \text{ jours.}$ (pour une charge de navire totale de type 2 EVP). Par an :

$$T_h / \text{an} = (408.5 \times 365) / 17.02 ;$$

$$T_h = 8760.4 \text{ heures / an.}$$

- $T_h = (1 - 0.04) \times 7 \times 180.8 = 1214.9 \text{ heures / semaine} = 50.6 \text{ jours.}$ (pour une charge de navire mixte). Par an :

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

$$Th / an = (1214.9 \times 365) / 50.6; \quad Th = 8763.6 \text{ heures / an.}$$

- Calcul de la productivité du quai :

$$K = C / (f \times N \times T)$$

Le facteur EVP est calculer de manière : $f = x + 1$, tel que : $x =$ la plus grande charge / la charge totale. De telle sorte que si on va considérer que le navire contient 400 conteneurs : un nombre de 250 conteneurs de 40 pieds et 150 conteneurs de types 20 pieds, le nombre totale d'EVP est de 650 EVP. Le facteur $EVP = (250 / 400) + 1 = 1.62$.
Donc : $f = 1.62$.

- Pour 1 EVP : $k = 75917 / (1 \times 1 \times 8760) ; k = 8.6$ (mouvements / heure).
- Pour 2 EVP : $k = 75917 / (2 \times 1 \times 8760.4) ; k = 4.33$ (mouvements / heure).
- Pour EVP mixte : $k = 75917 / (1.62 \times 1 \times 8763.6) ; k = 5.34$ (mouvements / heure).

- Calcul de la capacité de stockage :

$$M = (S \times t \times P) / 365$$

Tel que : $S = C * (1 - 0.5\mu)$, et : $\mu = 0.8 ; C = 75917$ EVP ; $t = 21$ jours ;

$P = 0.7$, donc :

- $S = 75917 * (1 - 0.5 \times 0.8) = 45550.2$
- $M = (45550.2 \times 21 \times 0.7) / 365 = 1834.4$ EVP.

- Calcul de nombre de créneaux au sol par EVP :

$$N = M / h$$

On a : $h = 2.69 \text{ m} * 3 \text{ étages} = 8.07$ mètres, donc

- $N = 1834.4 / 8.07 = 227.4 = 227$ emplacements au sol par EVP.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- ❖ **Pour la meilleure amélioration choisis :** d'après les résultats obtenus, on choisit la septième amélioration :

Considérant que :

- le port reçoit des conteneurs de types **20 et 40 pieds**.
- Le débit annuel d'EVP est estimé de : **C = 175200 EVP**.
- On va considérer que le navire contient **480 conteneurs** : un nombre de **310 conteneurs de 20 pieds et 170 conteneurs de types 20 pieds**, le nombre totale d'EVP est **de 790 EVP**.
- La productivité de la grue est de **20 conteneurs par heure avec un temps de fonctionnement en raison de temps d'accostage égal à 0.85**.
- le temps d'arrêt est estimé **en moyenne à 4 % du temps global**.
- Un facteur EVP de : **1.64**.
- Un facteur de pointe par semaine égal à : **0.7**.

- **Calcul du temps de chargement/déchargement :**

$$T_c = S / (N \times Q \times W)$$

- **Pour 1EVP :** temps de chargement = $1 / (1 \times 20 \times 0.85)$ (pour un seul conteneur de type 20 pieds).

$$T_c = 0.058 \text{ h} = 3.48 \text{ min.}$$

Le temps de chargement total = $T_c / \text{conteneur} \times \text{nombre totale de conteneurs chargés}$

$$T_c (\text{total}) = 3.48 \times 480 = 1670.4 \text{ min ; } \quad T_c = 27.84 \text{ heures/jour} = 1.16 \text{ jours.}$$

- **Pour 2EVP :** temps de chargement = $1 / (2 \times 20 \times 0.85)$ (pour un seul conteneur de type 40 pieds).

$$T_c = 0.029 \text{ h} = 1.74 \text{ min.}$$

$$T_c (\text{total}) = 1.74 \times 480 = 835.2 \text{ Min ; } \quad T_c = 13.92 \text{ heures/jour.}$$

- **Pour un navire mixte de types de conteneurs 1 et 2 EVP :**

$$T_c = (0.058 + 0.029) \times 480 ; \quad T_c = 41.76 \text{ heures/jour} = 1.74 \text{ jours.}$$

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- Calcul du nombre total d'heures de travail par quai :

$$Th = (1 - D) \times T \times N$$

On considère que le temps de chargement est égal au temps de déchargement : $T = T_c \times 2$, et le temps d'arrêt est estimé en moyenne 4 % du temps global.

- $Th = (1 - 0.04) \times 7 \times 55.68 = 374.1$ heures / semaine = 15.5 jours. (pour un charge de navire totale de type 1 EVP). Par an :

$$Th = (374.1 \times 365) / 15.5 ; \quad Th = 8809.4 \text{ heures / an.}$$

- $Th = (1 - 0.04) \times 7 \times 27.84 = 187.08$ heures / semaine = 7.79 jours. (pour une charge de navire totale de type 2 EVP). Par an :

$$Th / \text{an} = (187.08 \times 365) / 7.79 ; \quad Th = 8765.6 \text{ heures / an.}$$

- $Th = (1 - 0.04) \times 7 \times 83.52 = 561.2$ heures / semaine = 23.3 jours. (pour une charge de navire mixte). Par an :

$$Th / \text{an} = (561.2 \times 365) / 23.3 ; \quad Th = 8791.3 \text{ heures / an.}$$

- Calcul de la productivité du quai :

$$K = C / (f \times N \times T)$$

Le facteur EVP est calculer de manière : $f = x + 1$, tel que : $x =$ la plus grande charge / la charge totale. De telle sorte que si on va considérer que le navire contient 480 conteneurs : un nombre de 310 conteneurs de 40 pieds et 170 conteneurs de types 20 pieds, le nombre totale d'EVP est de 790 EVP. Le facteur $EVP = (310 / 480) + 1 = 1.64$.
Donc : $f = 1.64$.

- Pour 1 EVP : $k = 175200 / (1 \times 1 \times 8809.4) ; k = 19.88$ (mouvements / heure).
- Pour 2 EVP : $k = 175200 / (2 \times 1 \times 8765.6) ; k = 9.99$ (mouvements / heure).
- Pour EVP mixte : $k = 175200 / (1.64 \times 1 \times 8791.3) ; k = 12.15$ (mouvements / heure).

- Calcul de la capacité de stockage :

$$M = (S \times t \times P) / 365$$

Tel que : $S = C \times (1 - 0.5\mu)$, et : $\mu = 0.8 ; C = 175200$ EVP ; $t = 12$ jours ;

$P = 0.75$, donc :

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- $S = 175200 * (1 - 0.5 * 0.8) = 105120$.
- $M = (105120 * 12 * 0.75) / 365 = 2592 \text{ EVP}$.

▪ Calcul de nombre de créneaux au sol par EVP :

$$N = M / h$$

On a : $h = 2.69 \text{ m} * 3 \text{ étages} = 8.07 \text{ mètres}$, donc

- $N = 2592 / 8.07 = 321.1 = 321 \text{ emplacements au sol par EVP}$.

Analyse des résultats :

D'après les résultats obtenus, nous observons une amplification sur la productivité du terminal en général. Une minimisation dans le temps des opérations total, ainsi qu'une augmentation de taux de production de 190 conteneurs par jour à 480 conteneurs par jours, ce qui est bon par rapport à l'ancien programme utilisé. Les indicateurs de performances améliorés sont représentés par les résultats obtenus de la capacité du quai jusqu'à la capacité de stockage journalière et annuelle. Par ailleurs, notre but été de toucher que le programme de travail du terminal sans avoir parler des équipements ou de l'organisation structurelle dans cette partie.

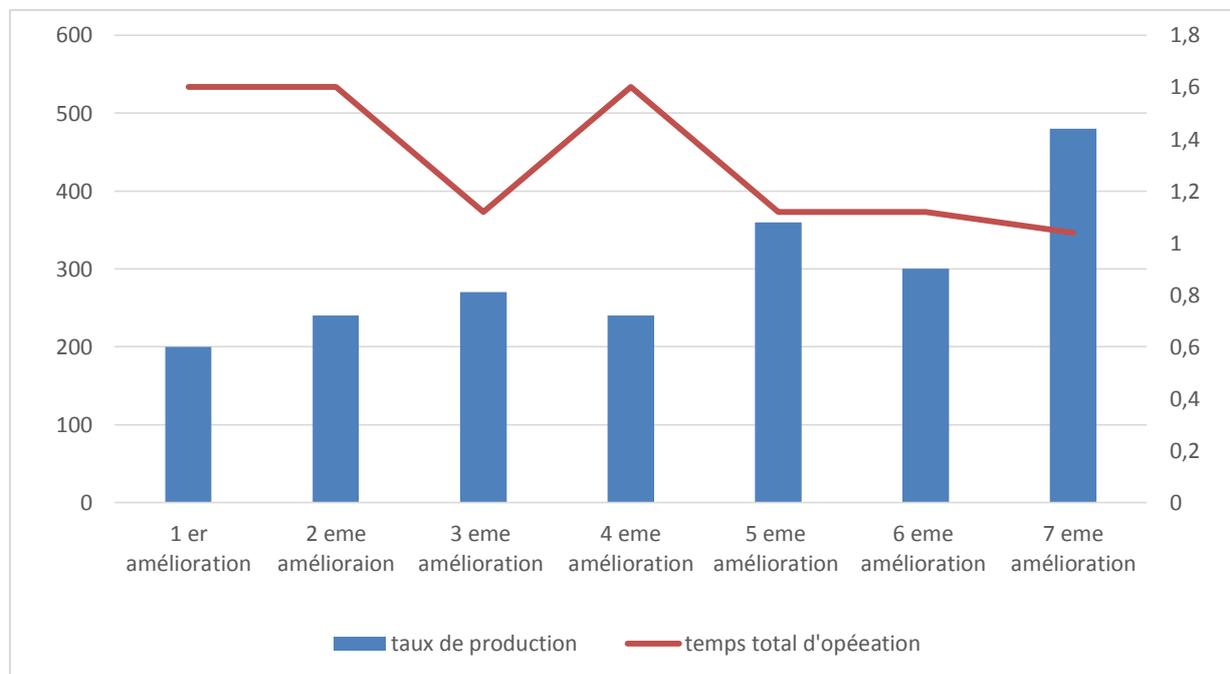


Figure 36 : représentation graphique des résultats finaux.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

Résultat :

Tout d'abord, dans cette partie on s'est intéressé par l'amélioration de programme de travail : « planning » du terminal maritime à conteneurs de port d'Oran. Ce planning été pour raison de progresser les heures et les groupes de travail en parallèle. En conséquence, la productivité du terminal s'évolue en améliorant ces deux facteurs puissants du programme dont le but est d'accélérer les opérations du terminal afin de minimiser le temps de séjour des navires pour pouvoir accueillir d'autres, et cela augmente la productivité du terminal spécifiquement et la fiabilité du port d'Oran globalement.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

3. Représentation organisationnelle des zones de terminal à conteneurs du port d'Oran :

Au premier lieu, le terminal maritime à conteneurs du port d'Oran souffre de plusieurs problèmes infrastructurels et organisationnels.

D'autre part, pour cette partie du travail, nous concentrerons sur la réorganisation structurelle et architecturale du terminal à conteneurs du port d'Oran. Tout d'abord, nous allons représenter chaque zones du terminal, et après on va le présenter complet. Pour cela, nous allons utiliser un logiciel d'architecture et de simulation appelé **ANYLOGIC**.

Par une représentation simple, le terminal est figuré comme suit :

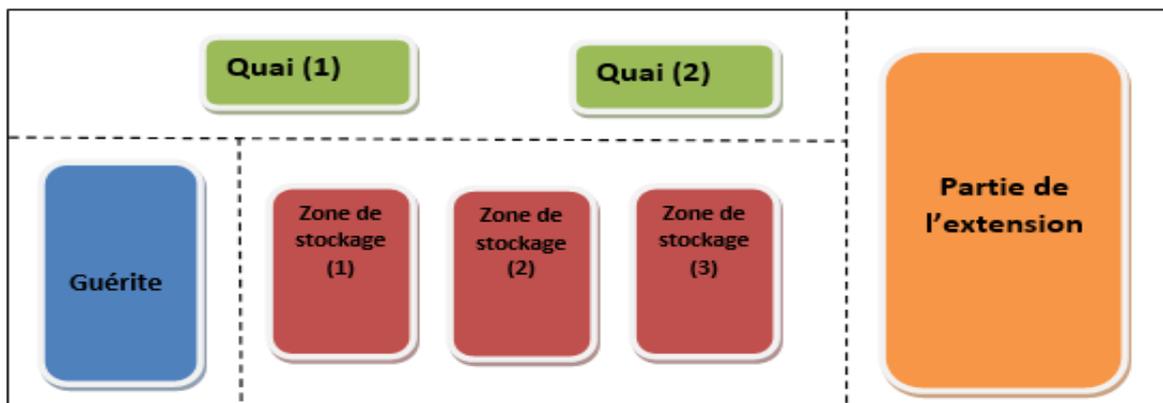


Figure 37 : représentation spatiale du terminal à conteneurs du port d'Oran.

Le routage des conteneurs :

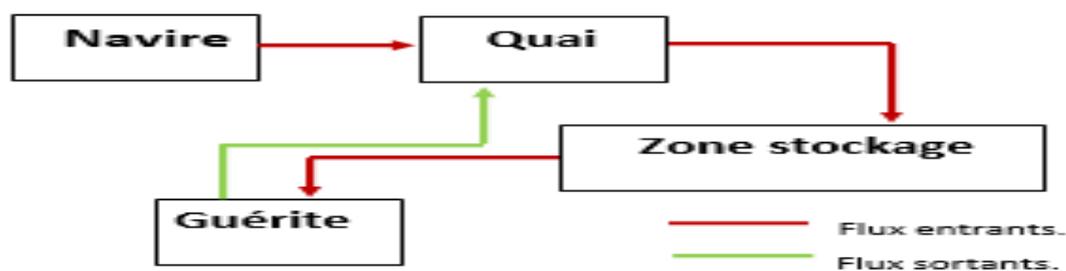


Figure 38 : flux des conteneurs dans le terminal

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

3.1. Future organisation des zones du terminal après l'amélioration :

Pour cela, on va proposer une nouvelle organisation d'espace pour le terminal dont le but est de faciliter l'accessibilité aux zones du terminal, ainsi le présenter d'une manière fiable et organisationnelle. D'où, on va utiliser les principes de **facilities design** pour cette partie.

En premier, nous allons laisser les deux quais tels qu'ils sont organisés. Ensuite, le changement va concerner en grande partie la zone de stockage qui sera allongée de 3 à 4 parties en rajoutant une partie pour le rangement des conteneurs à l'import. En outre, les autres 3 zones seront spécialisés pour les conteneurs déchargés ou à distribuer seulement. Par ailleurs, la zone de guérite sera déplacée de la partie gauche du terminal vers la partie dessus du terminal pour raison de la nouvelle autoroute réalisée pour faciliter le trajet des camions et en même temps gagner un espace pour d'autres parties du terminal.

La nouvelle structure est figurée de cette façon :

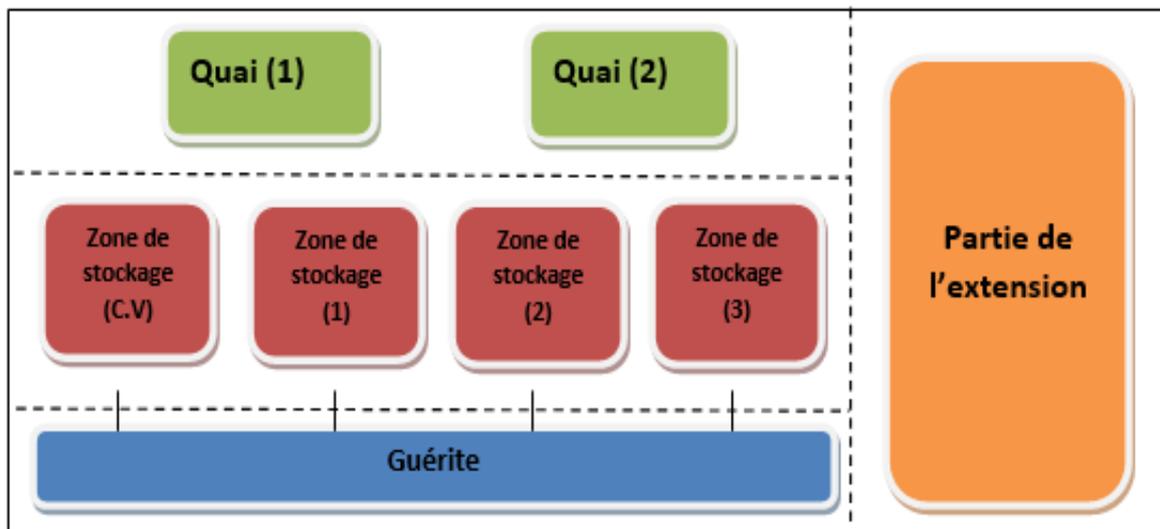


Figure 39 : nouvelle structure du terminal.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

Le nouveau routage des conteneurs :

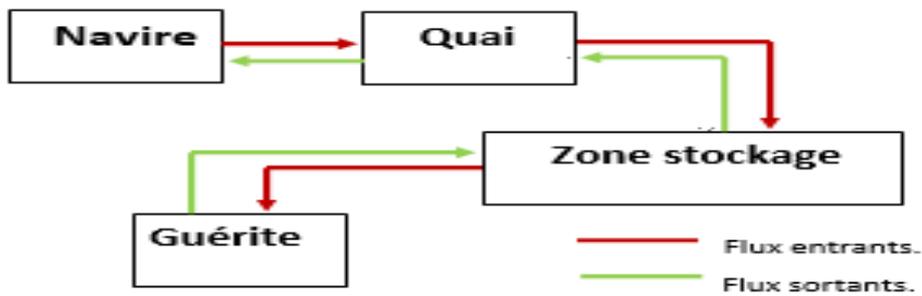


Figure 40 : nouveaux flux des conteneurs dans le terminal.

- Relationship diagramm entre les zones du terminal :

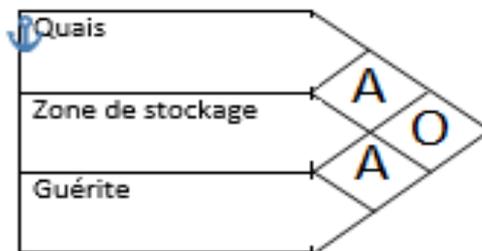


Figure 41 : Relationship diagramm entre zones.

- Activity Relationship diagramm :

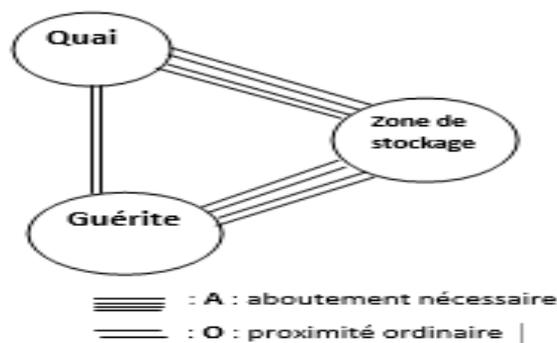


Figure 42 : relations entre les zones.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- Disposition :



Figure 43 : disposition des zones du terminal.

3.2. Nouvelle représentation architecturale du terminal maritime à conteneurs du port d'Oran :

Pour chaque zone du terminal, une représentation architecturale est faite pour le but de bien visualiser les améliorations de la structure du terminal.

❖ Zone de Quai :

On a resté sur les deux quais on attendant l'extension qui aura un autre quai en plus. Aussi, on a ajouté les deux portiques de quais cités dans l'amélioration précédente.

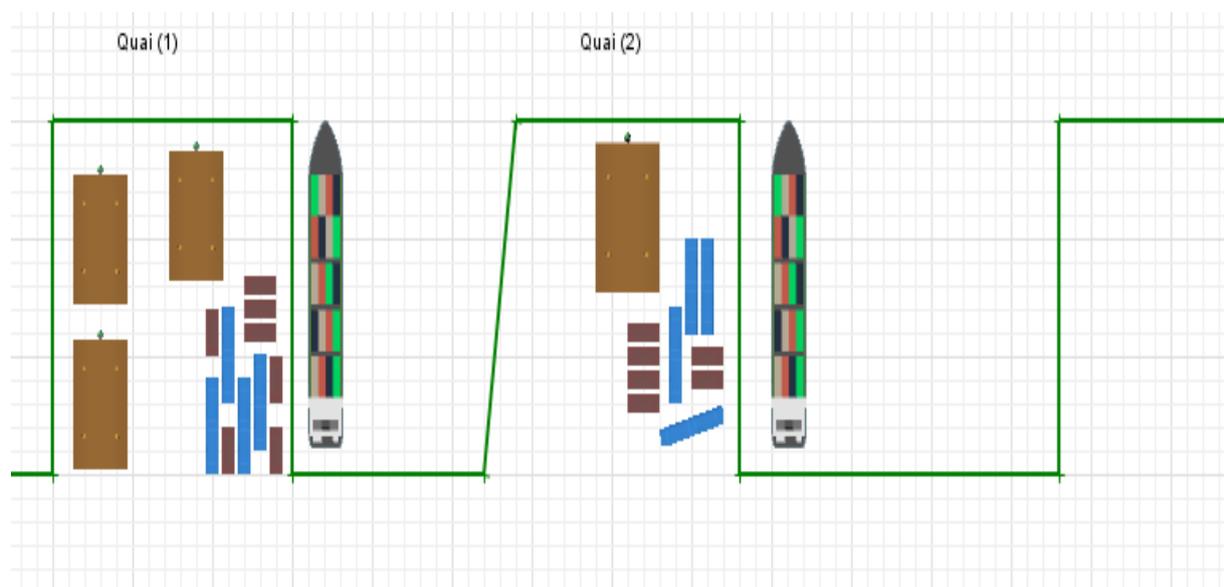


Figure 44 : vue de dessus de la nouvelle représentation du quai du terminal.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Zone de stockage :

Dans cette représentation, on a ajouté une quatrième zone de stockage spécialement pour l'accueil des conteneurs dédiés à l'export (conteneurs vides), sans oublier qu'ils étaient stockés auparavant dans la zones de quai ce qui provoque l'indisponibilité et l'encombrement de l'espace utilisé.



Figure 45 : représentation structurale de la zone de stockage.

❖ **Zone de guérite** : pour la guérite on va la déplacer vers le coté de la nouvelle autoroute réalisée pour le trafic des camions, pour raison de faciliter l'accès au terminal et gagner assez d'espace pour les autres zones du terminal.

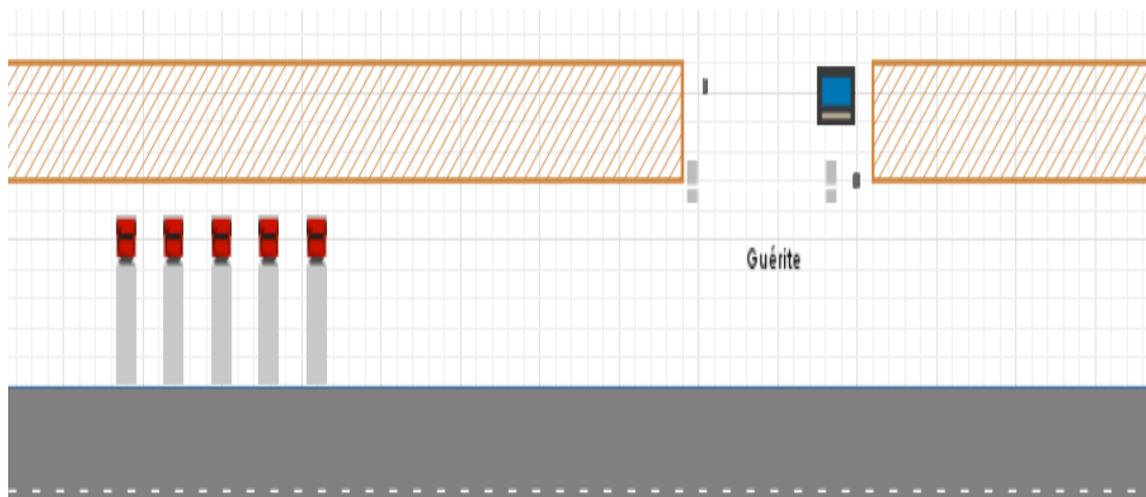


Figure 46 : représentation de la guérite du terminal.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

❖ Représentation du terminal complet :

Avec l'ajout de deux grandes portiques et équipements au terminal, et avec une nouvelle infrastructure et structure des zones, le terminal maritime à conteneurs du port d'Oran est représenté dans cette figure d'une façon organisée et ordonnancée dont le but est de reprendre sa flexibilité, fluidité des opérations et fiabilité des tâches. Ce terminal avait besoin d'une amélioration au niveau de son organisation pour pouvoir récupérer sa productivité perdue et sa place méditerranéenne, ce que nous a poussé à faire cette proposition infrastructurelle.

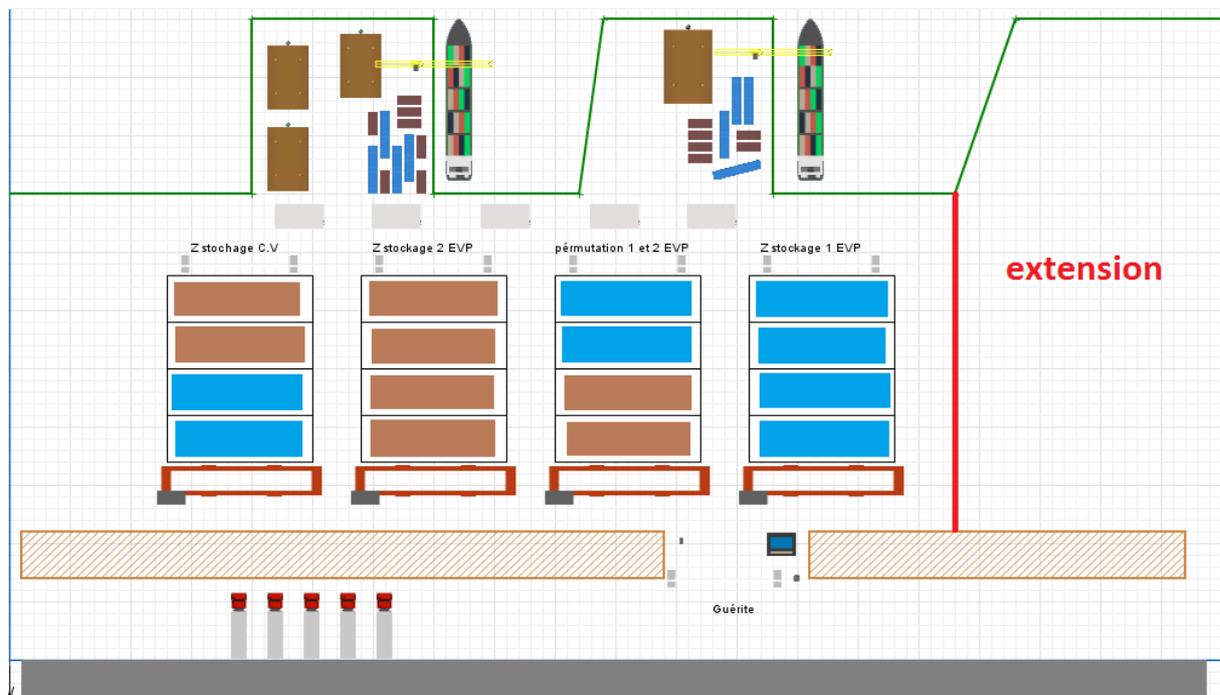


Figure 47 : représentation complétée du terminal.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

Résultat :

L'organisation structurelle d'un terminal à conteneurs et d'un port maritime en général influe sa productivité et son efficacité. Le terminal à conteneurs à port d'Oran avait besoin des modifications infrastructurelles pour améliorer ses performances. Pour cela, nous avons proposé une amélioration structurelle qui peut aider le système du terminal de l'EPO à progresser sa fiabilité.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

4. Analyse des équipements et des ressources du terminal :

Dans cette partie, on va se concentrer sur les différents équipements et ressources utilisés dans le terminal à conteneur du port d'Oran, dont le but est de les remplacer prochainement avec un matériel plus performant et plus puissant afin de maximiser l'efficacité du terminal et pour avoir un rendement acceptable par rapport aux autres terminaux mondiaux.

Le terminal à conteneurs de port d'Oran possède un équipement qu'on peut le considérer faible par rapport à la nouvelle technologie utilisé dans les autres ports. Pour cela, on va faire une comparaison au quelle on peut remplacer ce matériel par un autre plus efficace.

D'autre part, on va estimer le nombre nécessaire pour chaque équipement, ainsi l'argent dépensés pour l'achat de ce matériel.

4.1. Le type de matériel utilisé par le terminal du port d'Oran :

Il est représenté comme suit :

- chariots élévateurs de types suivants :
 - Chariots élévateurs de 42 T.
 - Chariots élévateurs de 32 T.
 - Chariots élévateurs de 12 T.
 - Chariots élévateurs de 10 T.
- Cavaliers Gerbeurs de 60 T.
- Grues Portuaire de 63 T.
- Grues Portuaires de 42 T.
- Camions remorques.
- Tracteurs (RO/RO – Rouliers).
- Remorques 60 T.
- Portiques à grain.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

4.2. Les équipements à proposer pour l'amélioration :

- ❖ **Chariots élévateurs plus performants** : La conception intelligente a fait ses preuves dans le monde entier ; elle cumule des millions d'heures sur des centaines de chariots, et elle a été encore améliorée pour répondre aux besoins des clients et optimiser les temps de fonctionnement effectif. Pour cela, la société **Hyster** Europe vient de lancer un nouveau chariot de manutention de conteneurs à prise par le haut qui devrait accroître la productivité des ports et terminaux à forte activité, afin de satisfaire une demande toujours croissante. Sur les ports et terminaux, l'un des principaux défis consiste à rester efficace malgré la demande croissante. Pour ce faire, il faut accroître la productivité et réduire les coûts d'exploitation, et le nouveau chariot de manutention de conteneurs pleins **Hyster®** a justement été conçu pour ça.



Figure 48 : Hyster chariot élévateur.

- **Le temps d'un cycle de livraison T_c (min/livraison)** : Ce temps est composé de:
 - Temps de chargement
 - Temps de voyage jusqu'à la station de déchargement
 - Temps de déchargement
 - Temps de voyage à vide pour retourner à la station de chargement jusqu'au début du prochain cycle

$$T_c = T_L + L_d/V_d + T_u + L_e/V_e$$

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

Tel que :

- TL: temps de chargement dans la station de chargement (mn)
- Ld: distance parcourue en charge (entre les stations de chargement et de déchargement) (m)
- Vd: vitesse du véhicule en charge (m/mn)
- Tu: temps de déchargement dans la station de déchargement (mn)
- Le: distance de voyage à vide pour retourner à la station de chargement jusqu'au début du prochain cycle (mn)
- Ve: Vitesse de véhicule à vide
- **Application numérique :**
- TL = 2 min
- Ld=Le = 25 m (distance maximale pour le transfert des conteneurs entre les zones à court terme : pour le levage sur camion pour notre cas)
- Vd= 40m/min
- Tu = 1 min
- Ve = 60m/min ; **Tc=2 + 25/40 + 1 + 25/60**

Tc= 4.04 = 4 min/livraison

Durant la manutention, des pertes de temps peuvent avoir lieu. Celles-ci sont dues à :

- la disponibilité
- La congestion du trafic
- L'efficacité des opérateurs (chariots manuels)

Pour prendre en considération ces pertes, les facteurs suivants sont introduits.

- Facteur de fiabilité (A)
- Facteur de trafic (Tf)
- Efficacité de l'opérateur (E)

Le temps disponible AT en (min/h par véhicule)

AT= 60× A×Tf ×E

➤ **Application numérique :**

A= 0,85

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

$$T_f = 1$$

$$E = 0,9$$

$$AT = 60 \times 0,9 \times 1 \times 0,85 = 45.9$$

Le nombre de transpalettes nécessaires est:

$$nc = (R_f \times T_c) / AT$$

Tel que:

- **R_f** : Programme de livraison (livraison/heure) = 10 livraisons /heure
- **nc** = $(10 \times 4.04) / (0,9 \times 1 \times 0,85 \times 60)$; **nc** = 0.88 = 1 unité par zone

Pour les 4 zones : 4 unités.

Qui fournit les avantages suivants :

- Les nouveaux chariots de manutention de conteneurs pleins Hyster® peuvent gerber jusqu'en 6 hauteurs. Ils accélèrent la manutention en première rangée dans les applications de gerbage de conteneurs par accumulation, mais aussi lors du transport de conteneurs.
 - Avec leur faible encombrement et leur petit rayon de braquage, les chariots de manutention de conteneurs pleins à prise par le haut de la nouvelle série H40-52XM-16CH d'Hyster® peuvent être manœuvrés rapidement et aisément pour assurer la continuité des activités. Grâce à la simplicité d'utilisation de ces chariots, ainsi qu'à d'excellentes vitesses de fonctionnement et à un afficheur numérique convivial placé dans la cabine, la manutention s'effectue plus rapidement.
 - Pensé pour allonger les intervalles entre chaque plein et réduire les temps d'immobilisation, le réservoir de carburant grande capacité qui équipe les tout derniers chariots de manutention de conteneurs Hyster® contribue également à l'amélioration de la productivité. De même, les intervalles d'entretien sont espacés jusqu'à 10 000 heures pour l'huile hydraulique (avec prélèvement d'huile).
- ❖ **Cavalier gerbeur plus performant (chariot cavalier)** : le système cavalier gerbeur est utilisé dans le monde entier chaque fois que la rapidité d'exécution côté portique de quai ainsi que la qualité du service côté inter-change sont en jeu. Il est communément utilisé sur les terminaux à vocation import/export mais aussi de plus

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

en plus souvent sur les grands terminaux de transbordement, avec succès. Aussi, le système cavalier gerbeur permet de n'utiliser qu'un seul type d'équipement (SC) pour toutes les phases de travail sur le terminal à conteneurs. C'est pourquoi ce système est aussi bien adapté à l'automatisation complète du terminal. Le terminal de Patrick à Brisbane en Australie en est la preuve concrète aujourd'hui.

Les cavaliers gerbeurs **Kalmar** dotés du concept modulaire ont tous la même structure de base et des composants éprouvés. Ces caractéristiques permettent d'adapter les machines aux diverses applications selon les préférences des clients. Il permet de :

- Grande vitesse de déplacement : 30 km/h en charge.
- Levage rapide de 30 à 20 m/min. Productivité élevée et excellentes performances grâce à la structure la plus rigide du marché, des performances élevées associées à une ergonomie optimale de la nouvelle cabine de style W.
- Une excellente stabilité dans les virages
- Une bonne protection contre les chocs.
- Tous les composants placés à l'intérieur de la machine sont donc protégés.



Figure 49 : cavalier gerbeur de KALMAR.

- **Le temps d'un cycle de livraison T_c (min/livraison) :** Ce temps est composé de:
 - Temps de chargement
 - Temps de voyage jusqu'à la station de déchargement
 - Temps de déchargement
 - Temps de voyage à vide pour retourner à la station de chargement jusqu'au début du prochain cycle

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

$$T_c = T_L + L_d/V_d + T_u + L_e/V_e$$

Tel que :

- T_L : temps de chargement dans la station de chargement (mn)
- L_d : distance parcourue en charge (entre les stations de chargement et de déchargement) (m)
- V_d : vitesse du véhicule en charge (m/mn)
- T_u : temps de déchargement dans la station de déchargement (mn)
- L_e : distance de voyage à vide pour retourner à la station de chargement jusqu'au début du prochain cycle (mn)
- V_e : Vitesse de véhicule à vide
- **Application numérique :**
- $T_L = 4$ min
- $L_d = L_e = 300$ m (distance maximale pour le transfert des conteneurs entre les zones)
- $V_d = 500$ m/min
- $T_u = 3$ min
- $V_e = 700$ m/min ; $T_c = 4 + 300/500 + 3 + 300/700$

$$T_c = 7.72 = 8 \text{ min/livraison}$$

Durant la manutention, des pertes de temps peuvent avoir lieu. Celles-ci sont dues à :

- la disponibilité
- La congestion du trafic
- L'efficacité des opérateurs (chariots manuels)

Pour prendre en considération ces pertes, les facteurs suivants sont introduits.

- Facteur de fiabilité (A)
- Facteur de trafic (T_f)
- Efficacité de l'opérateur (E)

Le temps disponible AT en (min/h par véhicule)

$$AT = 60 \times A \times T_f \times E$$

- **Application numérique :**
- $A = 0,95$
- $T_f = 1$

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- $E = 0,9$

$$AT = 60 \times 0,9 \times 1 \times 0,95 = 51.3$$

Le nombre de transpalettes nécessaires est:

$$nc = (Rf \times Tc) / AT$$

Tel que:

- **Rf** : Programme de livraison (livraison/heure) = 27 livraisons /heure
- **nc** = $(27 \times 7.72) / (0,9 \times 1 \times 0,85 \times 60)$; **nc = 4.06 unités = 4 unités**

❖ **Portiques de quai** : Dans un environnement portuaire moderne, la fiabilité et la productivité sont des partenaires-clés. Les portiques à conteneurs (STS) de **Liebherr** atteignent une disponibilité de 99,6 % max. lors du fonctionnement effectif sur le navire.

Les portiques à conteneurs sont construits selon différentes caractéristiques techniques conformément aux exigences individuelles des clients : depuis les navires de la classe Panamax jusqu'aux plus grands navires Megamax. Les charges maximales d'utilisation de 40 à 120 tonnes métriques sont disponibles dans les configurations levage simple, levage double et levage en tandem.

Parmi ses avantages :

- Disponibilité optimale
- Portiques à hautes performances avec faible poids propre et point de gravité bas
- Productivité supérieure aux concepts alternatifs
- Fiabilité élevée et temps d'arrêt courts
- Construction rigide et stable
- Fonctionnement amélioré à vitesses de treuil élevées
- Confort optimal pour le grutier grâce au poste de conduite ergonomique et à la disposition bien pensée du point charnière de Liebherr
- Mouvements d'entraînement précis et simultanés autour des trois axes

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.



Figure 50 : portiques de quai de LIEBHERR.

- **Le temps d'un cycle de livraison T_c (min/livraison) :** Ce temps est composé de:
 - Temps de chargement
 - Temps de voyage jusqu'à la station de déchargement
 - Temps de déchargement

Temps de voyage à vide pour retourner à la station de chargement jusqu'au début du prochain cycle

$$T_c = T_L + L_d/V_d + T_u + L_e/V_e$$

Tel que :

- T_L : temps de chargement dans la station de chargement (mn)
- L_d : distance parcourue en charge (entre les stations de chargement et de déchargement) (m)
- V_d : vitesse du véhicule en charge (m/mn)
- T_u : temps de déchargement dans la station de déchargement (mn)
- L_e : distance de voyage à vide pour retourner à la station de chargement jusqu'au début du prochain cycle (mn)
- V_e : Vitesse de véhicule à vide

➤ **Application numérique :**

- $T_L = 7$ min
- $L_d = L_e = 40$ m (distance maximale pour le transfert des conteneurs)

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- $V_d = 70 \text{ m/min}$
- $T_u = 5 \text{ min}$
- $V_e = 90 \text{ m/min}$; $T_c = 7 + 40/70 + 5 + 40/90$

$T_c = 13.01 = 13 \text{ min/livraison}$

Durant la manutention, des pertes de temps peuvent avoir lieu. Celles-ci sont dues à :

- la disponibilité
- La congestion du trafic
- L'efficacité des opérateurs (chariots manuels)

Pour prendre en considération ces pertes, les facteurs suivants sont introduits.

- Facteur de fiabilité (A)
- Facteur de trafic (T_f)
- Efficacité de l'opérateur (E)

Le temps disponible AT en (min/h par véhicule)

$AT = 60 \times A \times T_f \times E$

Application numérique :

- $A = 0,95$
- $T_f = 1$
- $E = 0,95$

$AT = 60 \times 0,95 \times 1 \times 0,95 = 54.15$

Le nombre de transpalettes nécessaires est:

$nc = (R_f \times T_c) / AT$

Tel que:

- **R_f** : Programme de livraison (livraison/heure) = 10 livraisons / heures
- **$nc = (10 \times 13.02) / (0,95 \times 1 \times 0,95 \times 60)$** ; **$nc = 2.4 \text{ unités} = 2 \text{ unités}$**

❖ **Grue portique de stockage (pont roulant ou grue de chantier)** : Le portique sur rail de **WEIHUA CRANE** est un type de grue sur rail utilisé pour décharger, empiler et charger des conteneurs standard ISO de 20, 40 et 45 pieds. Sa fourniture d'énergie est offerte par enrouleur de câble. La grue contient trois mécanismes: levage,

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

déplacement du chariot et déplacement du portique. Le chariot longeant la voie montée sur une poutre à portique est capable de servir entre les jambes. La grue peut effectuer un mouvement rectiligne le long des rails.

La grue est équipée d'un répartiteur de conteneurs hydraulique flexible approprié, qui est connecté au chariot par le biais du châssis supérieur et du système de câble. Et l'énergie hydraulique provient de l'épandeur lui-même, et nous fournissons simplement l'alimentation et la communication.

Le mécanisme de levage et la course du chariot peuvent fonctionner simultanément ou séparément avec la charge; Il en va de même pour les déplacements sur portique et les déplacements en chariot.

L'entraînement électrique du mécanisme de travail principal est équipé d'un convertisseur de fréquence ca entièrement numérique, d'un régulateur de vitesse PLC et d'un dispositif de réglage de la puissance constante pour le mécanisme de levage.

La grue est dotée d'un système de surveillance et de gestion. Il remplit des fonctions de collecte, d'analyse, de gestion et de diagnostic des données. Il permet également de transmettre les principaux paramètres et conditions de fonctionnement au local électrique, à la cabine et au centre de contrôle, pour la surveillance et le contrôle.



Figure 51 : portique sur rail de stockage de KINO CRANES.

- **Le temps d'un cycle de livraison T_c (min/livraison)** : Ce temps est composé de:
 - Temps de chargement
 - Temps de voyage jusqu'à la station de déchargement

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- Temps de déchargement

Temps de voyage à vide pour retourner à la station de chargement jusqu'au début du prochain cycle

$$T_c = T_L + L_d/V_d + T_u + L_e/V_e$$

Tel que :

- T_L : temps de chargement dans la station de chargement (mn)
- L_d : distance parcourue en charge (entre les stations de chargement et de déchargement) (m)
- V_d : vitesse du véhicule en charge (m/mn)
- T_u : temps de déchargement dans la station de déchargement (mn)
- L_e : distance de voyage à vide pour retourner à la station de chargement jusqu'au début du prochain cycle (mn)
- V_e : Vitesse de véhicule à vide

Application numérique :

- $T_L = 3$ min
- $L_d = L_e = 250$ m (distance maximale pour le transfert des conteneurs)
- $V_d = 400$ m/min
- $T_u = 2$ min
- $V_e = 600$ m/min ; $T_c = 2 + 250/400 + 1 + 250/600$

$$T_c = 6.03 = 6 \text{ min/livraison}$$

Durant la manutention, des pertes de temps peuvent avoir lieu. Celles-ci sont dues à :

- la disponibilité
- La congestion du trafic
- L'efficacité des opérateurs (chariots manuels)

Pour prendre en considération ces pertes, les facteurs suivants sont introduits.

- Facteur de fiabilité (A)
- Facteur de trafic (T_f)
- Efficacité de l'opérateur (E)

Le temps disponible AT en (min/h par véhicule)

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

$$AT = 60 \times A \times T_f \times E$$

Application numérique :

- $A = 0,95$
- $T_f = 1$
- $E = 0,9$

$$AT = 60 \times 0,9 \times 1 \times 0,95 = 51.3$$

Le nombre de transpalettes nécessaires est:

$$nc = (R_f \times T_c) / AT$$

Tel que:

- R_f : Programme de livraison (livraison/heure) = 34 livraisons /heures
- $nc = (34 \times 6.03) / (0,9 \times 1 \times 0,95 \times 60)$; $nc = 3.99$ unités = 4 unités
-

4.3. L'impact de ces équipements sur la performance du terminal :

L'ajout de ce matériel est une saute vers l'amplification de la productivité du terminal. Parmi les avantages qui seront fournis :

- Accélération des opérations du terminal pour se libérer à d'autres.
- Réduction des coûts de manutention des conteneurs dans le terminal.
- Fournir une fiabilité avec un ordonnancement de flux de conteneurs dans le terminal.
- Permettre une efficacité de planification des activités au sein du terminal.
- Réduction des temps de différentes opérations portuaires.
- Augmentation de taux de productivité du terminal en parallèle la productivité du port en général.

4.4. Estimation des couts d'achats :

L'estimation des couts d'achats sera représentée dans un tableau, dont on a :

- Le type de produit ;

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- La quantité achetée ;
- Et les prix d'achats.

$$\text{Cout d'achat (i)} = \text{quantité (i)} * \text{prix par unité (i)}$$

$$\text{Total} = \sum_i \text{cout d'achat (i)}$$

Type de produits	Quantité	Prix par unité	Cout d'achat
Chariot élévateur HYSTER	4	75.000 \$US	300.000 \$US
Cavalier gerbeur KALMAR	4	950.000 \$US	3.800.000 \$US
Portique de quai LIEBHERR	2	10.000.000 \$US	20.000.000 \$US
Portique de stockage Weihua crane	4	10.000.000 \$US	40.000.000 \$US
Total	14	21.025.000 \$US	64.100.000 \$US

- Donc l'unité de port d'Oran va dépenser une somme de **64.100.000 \$US** pour l'achat de ces équipements pour l'amélioration de la performance de son matériel de transport et manutention.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

Résultat :

Cette partie est faite pour approcher à une amélioration dans l'équipement du terminal maritime à conteneurs d'Oran. Le nouveau matériels proposés est dédié à exploiter la manutention des conteneurs et planifier les flux de transport afin d'acheminer les mouvements dont l'objectif principal est de minimiser l'encombrement des appareils de transport, éviter la circulation et assurer la sécurité au sein du terminal.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

5. Stratégie à adopter pour le stockage et l'allocation des conteneurs :

L'objectif que nous nous étions fixés et annoncé au début de ce projet est l'amélioration des performances d'un terminal, et parmi cette amélioration, proposition d'une stratégie pour résoudre le **Problème de Stockage de Conteneurs-PSC** dans le terminal maritime à conteneurs du port d'Oran.

Dans cette partie, nous présentons notre contribution : un modèle mathématique pour la stratégie proposée. Ensuite, l'adaptation d'un système As/Rs pour la zone de stockage en considérant les améliorations prévu précédemment, tout en respectant les hypothèses déjà appliqués par le terminal et les mesures de la nouvelle stratégie à adopter.

5.1. Description du concept de la stratégie :

Au début, la zone de stockage du terminal à conteneurs du port d'Oran souffre d'un grand problème au niveau organisationnel et opérationnel. Ce problème se représente sous forme d'un ensemble de perturbations sur les flux de l'information et de l'opération de stockage. L'encombrement et la mauvaise circulation des machines de transport, le nombre élevé d'opérations de remaniements, le stockage mixte entre les différents types de conteneurs et le stockage aléatoire des conteneurs sur les différentes piles représentent les facteurs majeurs du trouble de flux sur la zone de stockage du terminal.

Pour cela, pour traiter le cas dynamique du stockage de conteneurs dans le terminal maritime à conteneurs du port d'Oran, nous utilisons la méthode de « **planification par horizon** ». Cette méthode consiste à diviser une longue période du temps en plusieurs parties, chaque partie représente une période de travail. Considérant le port travaille 24 heures, ce qui implique qu'un jour peut être décomposé en quatre périodes de 6 heures pour chacune (ce qui est déjà appliqué dans l'amélioration du planning de travail).

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

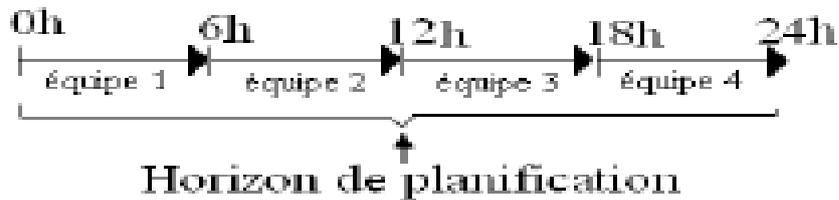


Figure 52 : horizon de planification.

- **Première phase** : Nous fixons un terminal qui reçoit et expédie des conteneurs par différents modes de transport. Les conteneurs qui arrivent par navire, et qui partent par camion, sont appelés conteneurs entrants (c'est-à-dire des conteneurs encaissés par l'importation). Par contre, les conteneurs qui arrivent par camion, et qui partent par bateau sont appelés conteneurs sortants (c'est-à-dire des conteneurs dédiés à l'exportation). Chacun de ces conteneurs séjourne temporairement dans la cour de stockage du terminal. D'où, la cour de stockage est nécessairement divisée en plusieurs zones, qui sont chacune réservée à un type de conteneur précis (20 ou 40 pieds).
- **Deuxième phase** : Au début de la période de travail de chaque équipe, les conteneurs qui quittent sont d'abord enlevés avant le stockage des conteneurs qui arrivent. Cependant, si l'extraction d'un conteneur nécessite un remaniement, les conteneurs déplacés seront replacés dans la pile d'origine.
- **Troisième phase** : Tandis, les différentes stratégies et méthodes de stockage de conteneurs déjà utilisées osent d'un gaspillage d'espace et ne favorisent pas une bonne exploitation de la cour de stockage. Ainsi pour éviter ces défauts, nous présentons une stratégie de stockage qui autorise le stockage de différents conteneurs (entrant, sortant) dans chaque emplacement. Cette stratégie a pour objectif d'amener un emplacement de stockage précis pour chaque conteneur qui arrive au terminal, d'une manière efficace qui minimise le nombre total de mutations et les distances à parcourir entre les emplacements de stockage et les portes de sortie des conteneurs.
- **Quatrième phase** : En outre, pour accélérer les opérations de chargement de navires, de même que la livraison des conteneurs aux camions, nous favorisons le regroupement des conteneurs qui ont les mêmes propriétés (dimension, mode de transport, et heure de départ) dans des piles adjacentes.

▪

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- **Cinquième phase** : Nous considérons que le terminal à conteneurs utilise des cavaliers gerbeurs comme équipement de manutention et de transfert. Les hypothèses qui sont affirmées sont les suivantes :
 - 1) Nous stockons dans chaque pile uniquement des conteneurs qui ont des dimensions similaires pour éviter les problèmes de déséquilibre entre les tailles des conteneurs.
 - 2) Nous sectionnons la cour de stockage en plusieurs catégories. Chaque groupe est constitué de conteneurs qui ont les mêmes dimensions, les mêmes dates de départ, et qui seront chargés sur le même navire, ou bien qui appartiennent à un même client dans le cas des conteneurs qui partent par camions. Le but de ce procédé est de rassembler autant que possible les conteneurs de chaque classe pour éviter la dispersion des conteneurs dans la cour de stockage, et aussi pour accélérer les opérations d'extradition de conteneurs vers leurs moyens de transport.
 - 3) On suppose que les conteneurs sont numérotés suivant l'ordre croissant de leurs périodes d'arrivée. Or, les dates d'arrivée et les ordres de déchargement des conteneurs sont éprouvés avant le début de l'horizon de planification.
 - 4) On suppose que les piles sont numérotées de sorte que deux piles adjacentes qui sont dans une même travée aient des numéros successifs, et que si deux travées sont adjacentes alors le numéro de la dernière pile de l'une succède au numéro de la première pile de l'autre (cela, pour faciliter la mobilité des flux d'informations entre les agents des piles dans la zone de stockage).
 - 5) On considère qu'une journée est composée de plusieurs périodes de stockage.

5.2. Modélisation mathématique pour la stratégie proposée :

Pour la résolution du cas dynamique du problème de stockage de conteneurs, nous proposons le modèle mathématique suivant, dans lequel sont utilisés les éléments contenus dans le tableau suivant :

	Notation	Description
Indices	k : p : i : h :	-Conteneur -Pile -Emplacement dans la pile -Période de séjour du conteneur

Données concernant le conteneur	R : T : V : L : A : D :	-Dimension du conteneur -Période de départ du conteneur -Catégorie du conteneur (1 ou 2 EVP) -Période d'arrivée du conteneur -l'ensemble de conteneurs qui arrivent à la pile -l'ensemble de conteneurs qui quittent la pile
Données concernant la pile de stockage	Np : Cp : rp : Pk : lk :	-Nombre de piles -Nombre d'emplacements libre dans la pile -Dimensions de stockage des conteneurs dans la pile -La pile qui contient le conteneur -La position du conteneur dans la pile
Données générales	d : c max : M : H :	-la distance entre le conteneur (k) et la porte de la pile (p) -Le nombre maximal de conteneurs qui peuvent séjourner dans la pile -Un grand nombre entier -période d'horizon de planification

❖ **Variables de décisions :**

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

$$y_{p;i}^{k;h} = \begin{cases} \mathbf{1} & ; \text{si un conteneur (k) est affecté a} \\ \text{un emplacement (i) dans la pile (p) durant la période (h).} \\ \mathbf{0} & ; \text{si non.} \end{cases}$$

$$z_p^k = \begin{cases} \mathbf{1} & ; \text{si le conteneur (k) est affecté à la pile (p)} \\ \text{après un remaniement.} \\ \mathbf{0} & ; \text{si non.} \end{cases}$$

I_p^h = nombre d'emplacements (i) libres dans la pile (p)
a la fin de la période (h).

❖ **La fonction objectif :**

$$\min \mathcal{F} = \sum_{h=1}^H \sum_{p=1}^{Np} \sum_{i=0}^{Cmax} d_p^k y_{p;i}^{k;h} + \sum_{k=1}^N \sum_{p=1}^{Np} M z_p^k$$

Dont le but est d'organiser la zone de stockage, avoir une bonne gestion d'espace et d'ordonner les éléments stockés dans la zone, la fonction objectif minimise conjointement **le nombre de mutations** et **la distance entre les emplacements dans la pile de stockage et les sorties**.

❖ **Sous contraintes :**

1. $y_{p_0;i_0}^{k;h_0} = \mathbf{1} ; \forall k \in A.$

➤ Cette contrainte précise les emplacements de stockage qui sont déjà occupés au début d'un horizon de planification.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

$$2. \sum_{p=0}^{Np} \sum_{i=0}^{Cmax} y_{p;i}^{k;L_k} = \mathbf{1} ; \forall k \in A.$$

- Cette contrainte précise que chaque conteneur est affecté à un seul emplacement de stockage à son arrivée.

$$3. \sum_{i=1}^{Cmax} y_{p;i}^{k;L_k} \geq \sum_{i=1}^{Cmax} y_{p;i}^{k;H} ;$$

$$\forall p = \mathbf{1}, \dots, Np ; \forall k \in A ; \forall h = L_k + \mathbf{1}, \dots, \min\{T_k|H\}.$$

- Cette contrainte précise que les conteneurs restent dans leurs positions d'origine (emplacement dans la pile) même après un remaniement.

$$4. \sum_{k \in h} y_{p;i}^{k;L_k} \leq \mathbf{1} ; \forall p = \mathbf{1}, \dots, Np ; \forall h = \mathbf{0}, \dots, H ;$$

$$\forall i = \mathbf{1}, \dots, Cmax.$$

- Cette contrainte précise que chaque période de l'horizon de travail, au plus un conteneur est affecté à chaque emplacement de la zone de stockage.

$$5. \sum_{k \in A} \sum_{i=1}^{Cmax} y_{p;i}^{k;L_k} \leq I_p^{h-1} + \sum_{k \in D} \sum_{i=1}^{Cmax} y_{p;i}^{k;L_k} ;$$

$$\forall h = \mathbf{1}, \dots, H ; \forall p = \mathbf{1}, \dots, Np ;$$

- Cette contrainte précise que le nombre de conteneurs affectés à une pile est inférieur ou égal à la capacité de la pile (nombre d'emplacements libres dans cette période d'horizon et les emplacements qui vont être libérés après le départ des autres conteneurs).

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

$$6. I_p^h = I_p^{h-1} - \sum_{k \in A} \sum_{i=1}^{Cmax} y_{p;i}^{k;h} + \sum_{k \in D} \sum_{i=1}^{Cmax} y_{p;i}^{k;L_k};$$

$$\forall p = 1, \dots, Np; \forall h = 1, \dots, H.$$

- Cette contrainte met à jour la capacité de chaque pile à la fin de chaque période de l'horizon.

$$7. \sum_{h=0}^H \sum_{i=0}^{Cmax} y_{p;i}^{k;h} = 0; \forall k \in A; \forall p = 1, \dots, Np;$$

tel que: $R_k \neq r_p$.

- Cette contrainte précise que les conteneurs affectés à la même pile ont les mêmes dimensions.

$$8. \sum_{k \in A} T_k y_{p;i}^{k;L_k} - \sum_{k \in A} T_k y_{p;i+1}^{k;L_k} \geq M \left(\sum_{k \in A} y_{p;i}^{k;L_k} - 1 \right)$$

$$\forall p = 1, \dots, Np; \forall i = 1, \dots, Cmax - 1; \forall h = 1, \dots, H.$$

- Cette contrainte a pour but d'éviter les remaniements de tel sorte stocker les conteneurs qui sont arrivés et affectés à la même pile selon l'ordre de leur date de départ.

A travers l'utilisation des **méta-heuristiques** ou les différents outils d'optimisation, ce modèle peut être simulé et utilisé par l'unité de stockage du terminal avec une adaptation d'un système d'information sur le niveau tactique et opérationnel.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

5.3. Adaptation d'un système automatisé « As/Rs » pour la stratégie proposée au terminal à conteneurs du port d'Oran :

Dans cette partie, nous allons appliquer le système As/Rs sur notre stratégie proposée dont l'objectif est de l'adapter avec la cour de stockage du terminal à conteneurs du port d'Oran. Pour cela, on va considérer l'installation des As/Rs après l'amélioration indiquée précédemment, à vrai dire, on va travailler sur la nouvelle organisation structurelle de la zone de stockage.

Tout différent des systèmes de stockage, le système As/Rs dans notre cas est pour objectif de minimiser le nombre de remaniements, ordonnancer les flux de chaque opération de stockage interne du système et optimiser la capacité de stockage en augmentant le nombre d'étages.

❖ Le système d'entreposage et d'extraction automatisé (AS/RS) :

Au premier lieu, le port de Hong-Kong est le seul qui a utilisé ce système pour l'entreposage de conteneurs vides. Cependant, ce système est basé sur une grille de plusieurs étages composé d'un ensemble de cases, où chaque case sert à stocker un seul conteneur. Les conteneurs sortent et entrent par des rayons qui jouent le rôle de stations. Une plateforme automatisée est placée dans chaque rayon pour cueillir et déposer les conteneurs soit dans une case soit sur un véhicule de transport interne.

Les As/Rs sont multiples et différents l'un de l'autre selon son type d'automatisation et son mode et sa capacité de stockage. Parmi eux :

- **AS/RS à charge unitaire** (250kg et plus par unité)
- **AS/RS à Mini charge** (charge de petite taille, faible volume, adéquat pour les systèmes trop petits pour un charge unitaire et trop grand pour un stockage manuel)
- **AS/RS à personne embarquée** (les produits sont récupérés par un opérateur humain)
- **AS/RS à étagère profonde** (10 produit par casier, l'un derrière l'autre; haute densité de stockage par unité de volume)
- **AS/RS à convoyeur gravitationnel** (les produit sont mobile à l'intérieur du système).

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

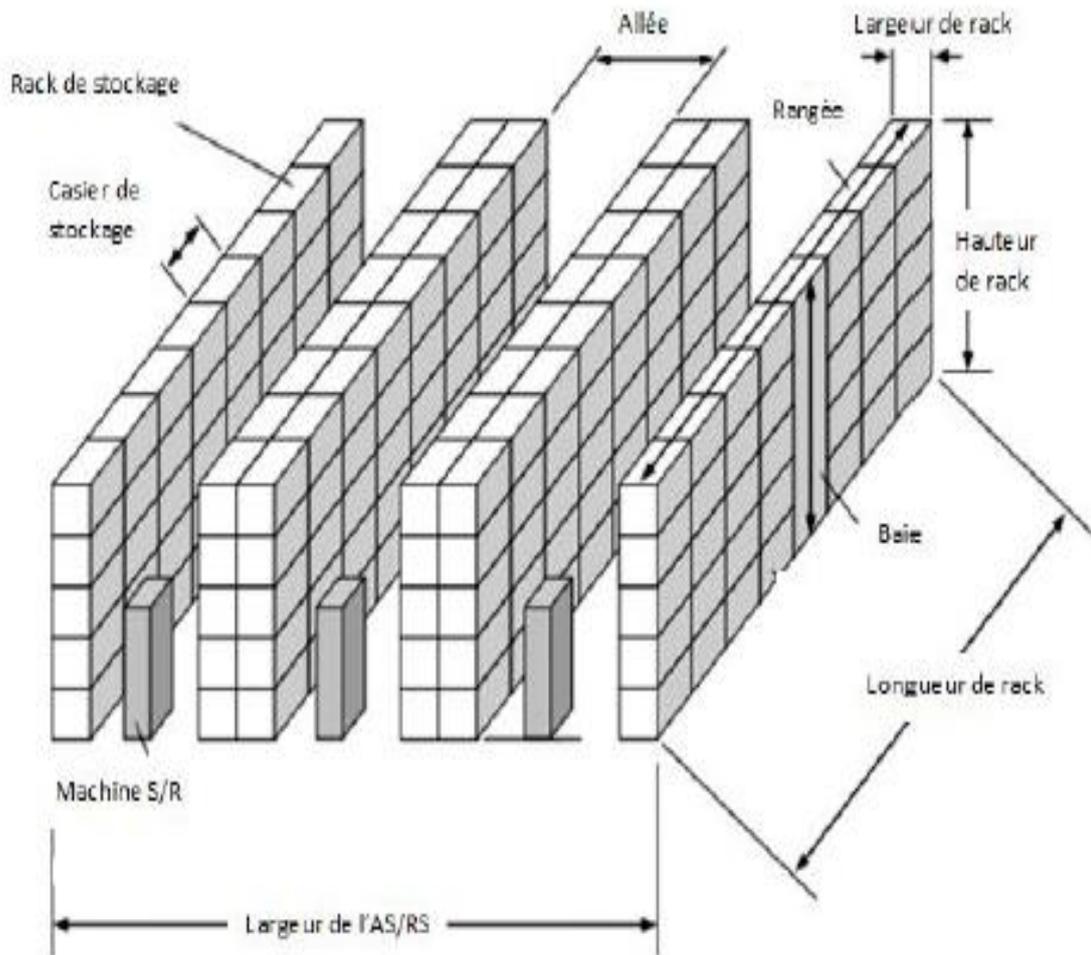


Figure 53 : structure générale d'un As/Rs.

❖ Ajustement du système As/Rs avec la nouvelle structure de la zone de stockage :

Après la réorganisation, la cour de stockage est représentée par 4 zones principales, dont chaque zone est composée de différentes piles selon le type de conteneurs qu'elles

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

gardent. Or, nous essayons de placer un système de stockage automatisé sur la cour pour l'objectif d'éviter toute perturbations sur l'opération de stockage des conteneurs.

Le type de système As/Rs qu'on va considérer est : **les As/Rs à charge unitaire**. Toutefois, le système est représenté comme suit :

Pour la superficie de la cour de stockage, on va la décomposer comme suit :

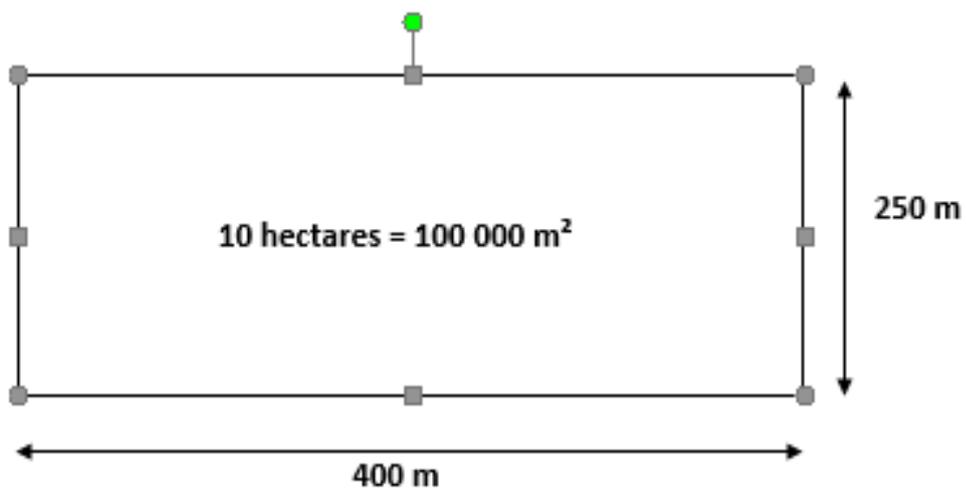


Figure 54 : superficie de la cour de stockage.

Après la décomposition en 4 zones équivalentes :

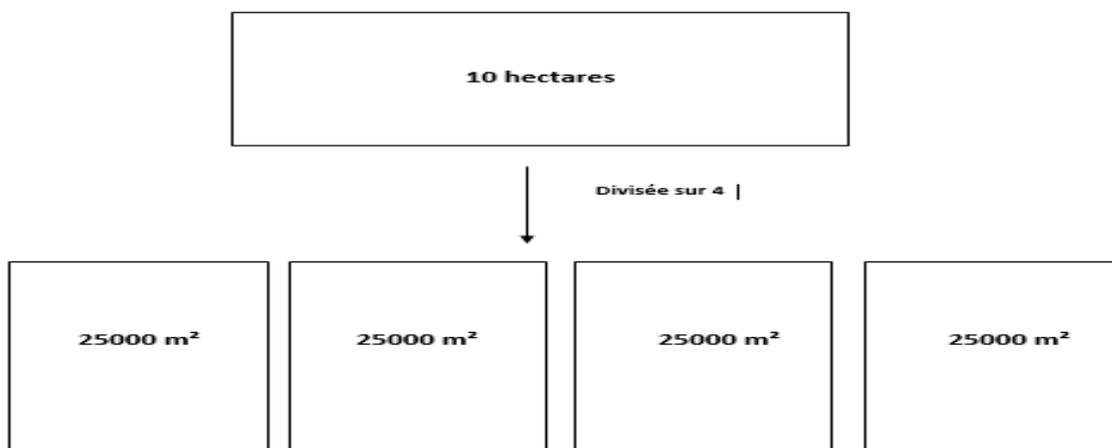


Figure 55 : les nouvelles zones de stockage.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- Dans cette partie, on va considérer chaque zone avec son type de conteneurs stockés. Pour cela, l'installation du système As/Rs nécessite des calculs de dimensions pour son ajustement.
- Dimensions du conteneur 40 pieds et 20 pieds :

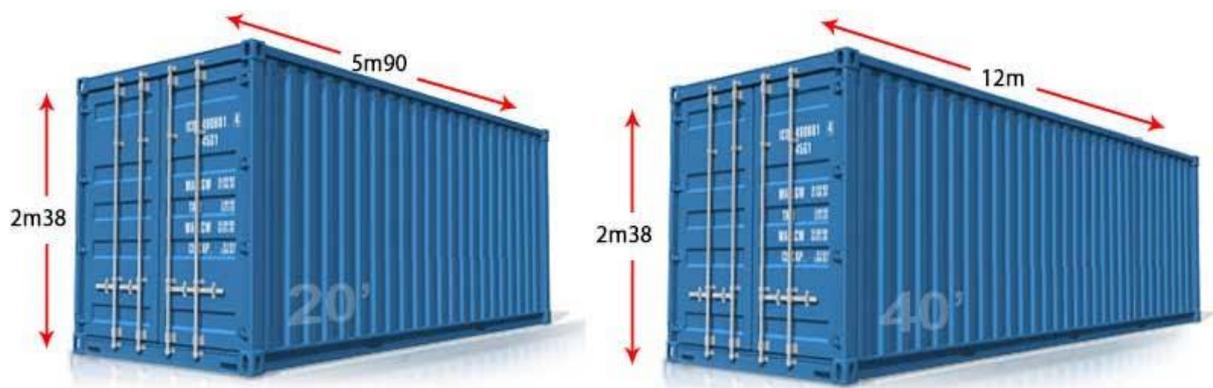


Figure 56 : dimensions d'un conteneur 20 et 40 pieds.

A. Pour la zone de stockage de type 40 pieds :

Largeur = 2.35m ; longueur = 12.035m ; hauteur = de 2.38m jusqu'au 2.69m.

On a une superficie de 25000m², avec une longueur de 250m et une largeur de 100m le système de stockage est présenté comme suit (sur la largeur) :

- $100 \text{ m} - 4 \text{ m (pour l'emplacement de l'équipement du système)} = 96 \text{ m.}$
- $96 \text{ m} / 16 \text{ m (la largeur de la case conteneur et l'allée)} = 6.$
- $6/2 = 3.$ Donc, on aura 3 allées et 3 piles.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

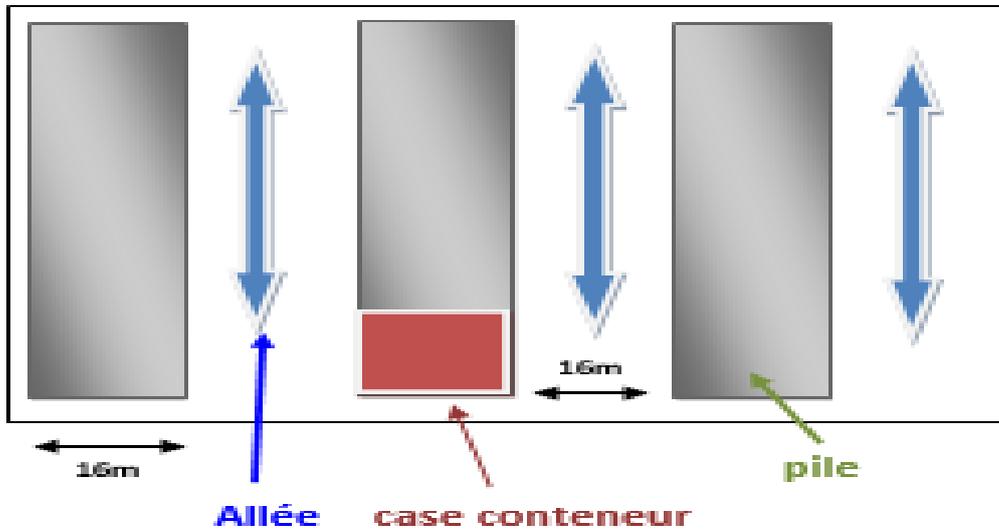


Figure 57 : représentation des piles et des allées sur la zone de stockage de conteneurs 40 pieds.

- Forme d'une pile dans le système :
- **Sur la longueur** : on a une longueur de 250m donc :
- $250 \text{ m} / 5 \text{ m}$ (emplacement d'équipement du système) = **50 cellules**.
- **Sur la hauteur** : on a une hauteur de 12m donc :
- $12 \text{ m} / 4 \text{ m}$ (hauteur de la case conteneur) = **3 étages**.

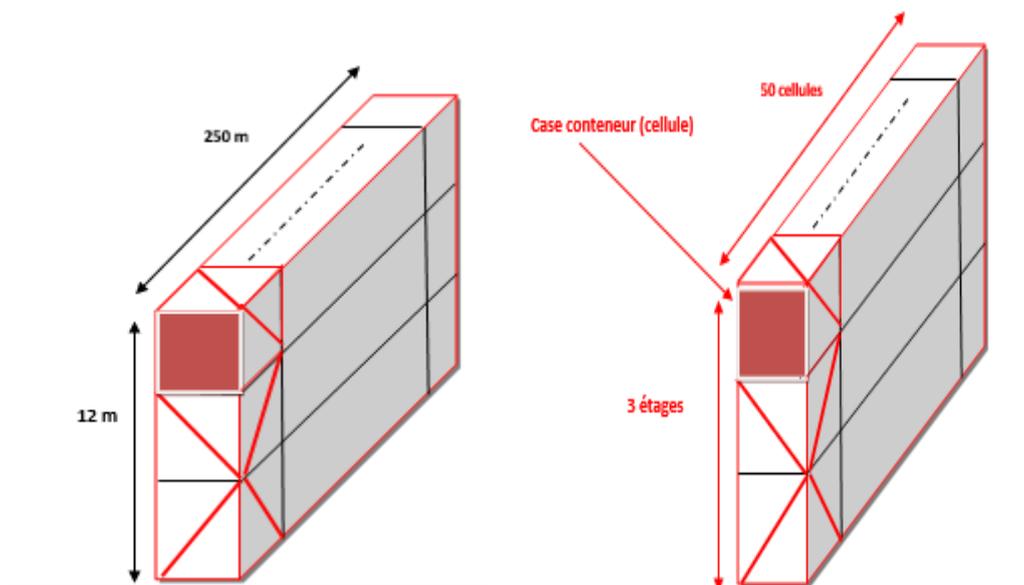


Figure 58 : forme d'une pile.

Figure 59 : capacité d'une pile.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- Dimensions des barres d'installations de la case de la pile :

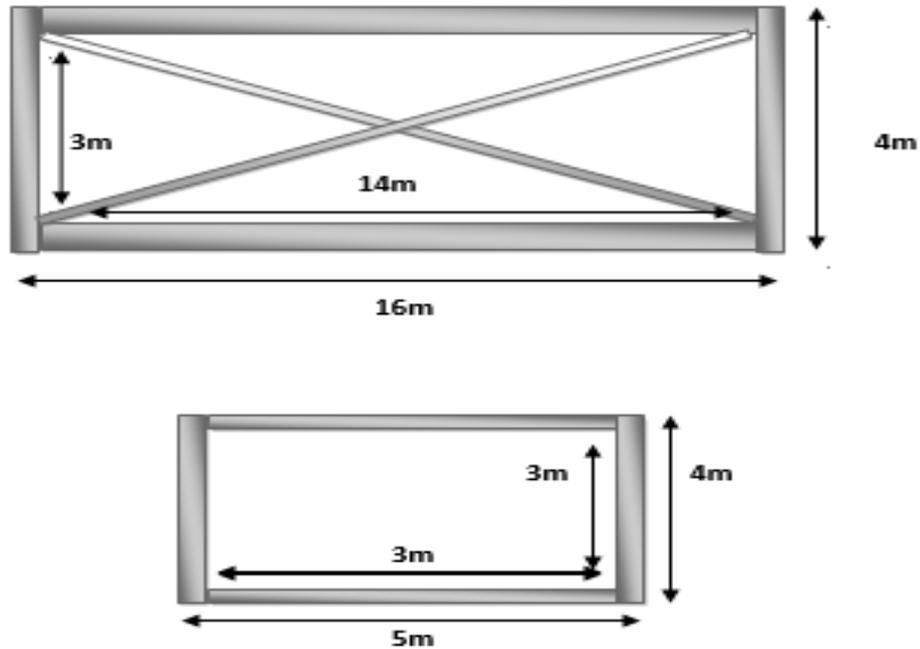


Figure 60 : vue de face (1) et vue de gauche (2) de l'installation du système.

- case conteneur du système du type 40 pieds :



Figure 61 : représentation de la case conteneur à l'intérieur du système.

Calcul des marges :

- $14\text{m} - 12.035\text{m} = 3.965\text{m}$.
- $3\text{m} - 2.38\text{m} = 0.62\text{m}$; $3\text{m} - 2.69\text{m} = 0.31\text{m}$.
- $3\text{m} - 2.35\text{m} = 0.65\text{m}$

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

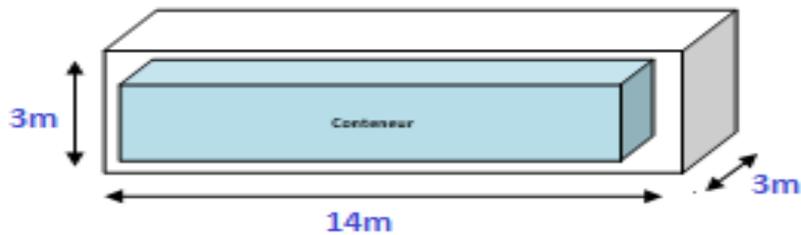


Figure 62 : représentation du conteneur de type 40 pieds dans sa case conteneur.

Unit Load Width(Y) = 14 m.

Unit Load Depth(X) = 3 m.

Unit Load Height (Z) = 3m.

❖ Calcule de la capacité de la zone de stockage des conteneurs de type 40 pieds :

On a pour une pile : $C = 50 * 3 = 150$ cases pour conteneurs.

On a 3 pile sur la zone donc : $C_t = 150 * 3 = 450$ cases pour conteneurs.

- Représentation complété du système sur la zone :

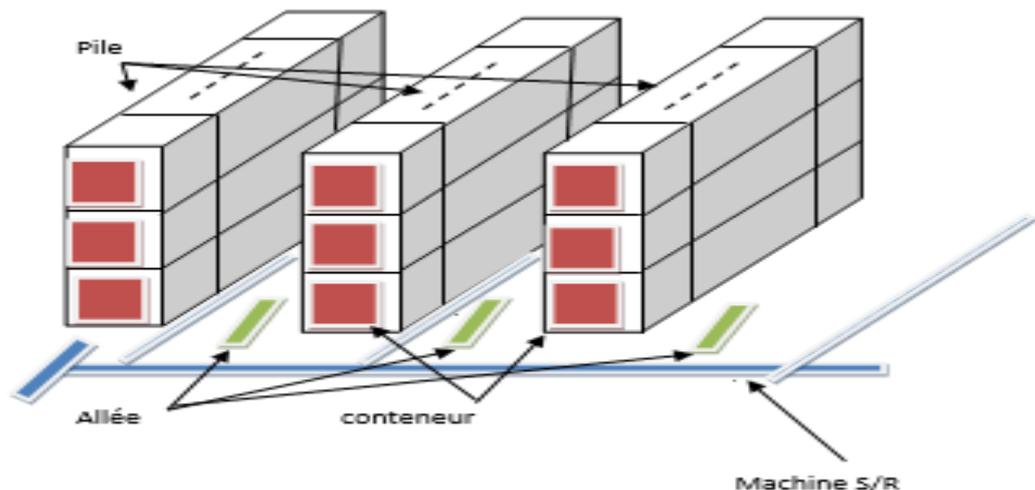


Figure 63 : système As/Rs pour la zone de stockage spécial 40 pieds.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

B. Pour la zone de stockage de type 20 pieds :

Pour une même superficie de 25000 m^2 , l'As/Rs sera représenté de cette façon (sur la largeur) :

- $100 - 4$ (pour l'emplacement de l'équipement de As/Rs) = 96 m.
- $96 \text{ m} / 2 = 48 \text{ m}$ (48 mètres pour les allées et l'autre pour les piles).
- Pour les piles : $48 \text{ m} / 8 \text{ m} = 6$ piles. (8 mètres pour chaque pile).
- Pour les allées : $48 \text{ m} - 20 \text{ m}$ (pour les allées des cotés) = 28 m (pour les allées entre les piles).
- $20 \text{ m} / 2$ allées de cotés = 10 m pour chaque allée de côté.
- $28 \text{ m} / 2$ allées entre les piles = 14 m pour chaque allée entre les piles.

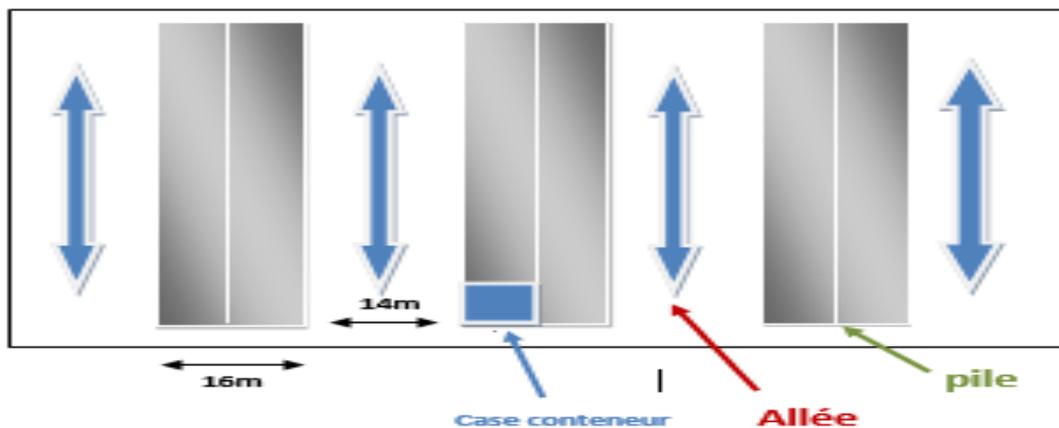


Figure 64 : représentation des piles et des allées sur la zone de stockage des conteneurs 20 pieds.

- Forme de la pile dans le système :
- Sur la longueur on a $250\text{m} / 5\text{m} = 55$ cases pour conteneurs dans une ligne.
- $55 \text{ cases} * 2 = 110$ cases pour conteneurs sur toute la pile.
- Sur la largeur on a $16\text{m} / 2$ lignes = 8m pour chaque case de conteneur.
- Sur la hauteur on a $12\text{m} / 4\text{m} = 3$ étages sur toute la pile.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

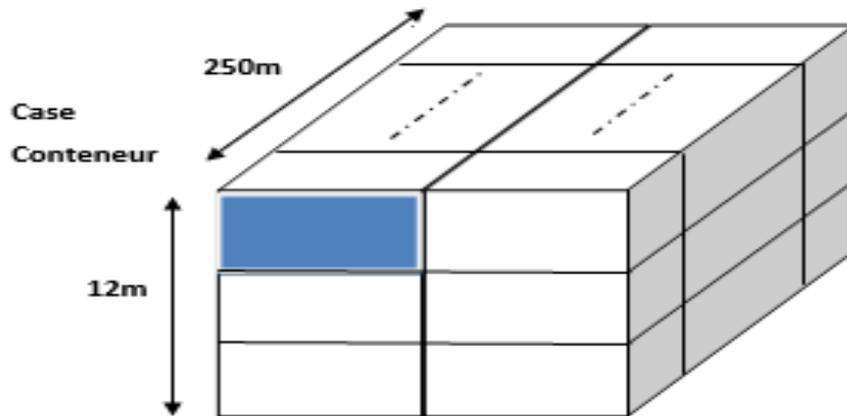


Figure 65 : forme d'une pile.

- Dimensions des barres d'installations de la case de la pile :

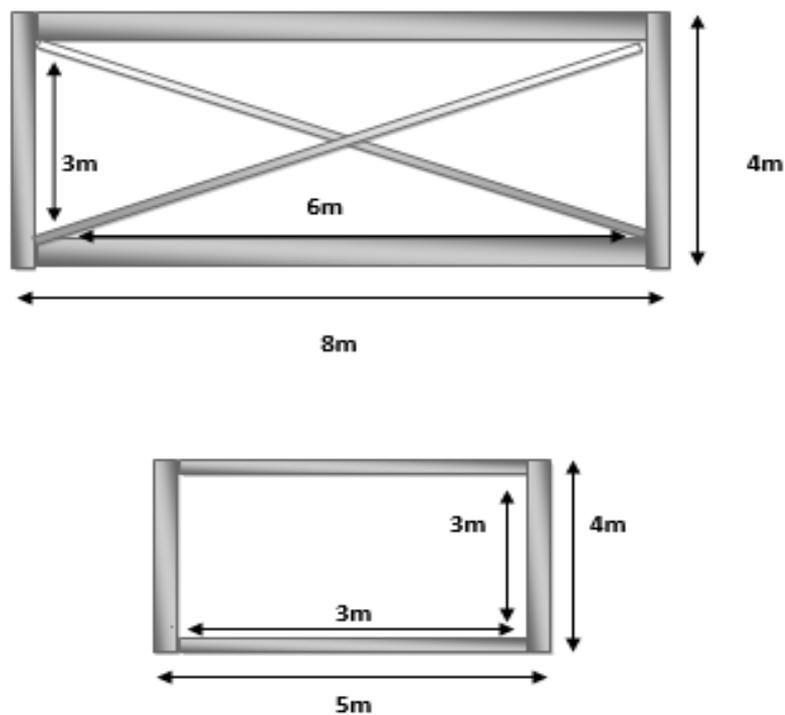


Figure 66 : vue de face (1) et vue de gauche (2) de l'installation du système.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- Case conteneur du système de type 20 pieds :



Figure 67 : case conteneur 20 pieds à l'intérieur du système.

Calcul des marges :

- $6\text{ m} - 5.89\text{ m} = 1.89\text{ m}$.
- $3\text{ m} - 2.35\text{ m} = 0.65\text{ m}$.
- $3\text{ m} - 2.38\text{ m} = 0.62\text{ m}$.

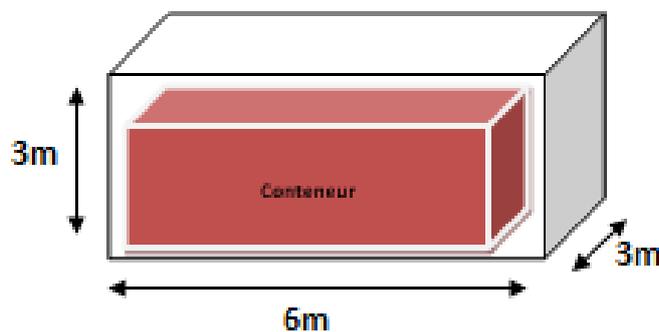


Figure 68 : représentation du conteneur 20 pieds dans sa case conteneur du système.

Unit Load Width(Y) = 6 m.

Unit Load Depth(X) = 3 m.

Unit Load Height (Z) = 3m.

- ❖ Calcule de la capacité de la zone de stockage des conteneurs de type 40 pieds :

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

On a pour une pile : $C = 50 * 6 = 300$ cases pour conteneurs.

On a 3 pile sur la zone donc : $C_t = 300 * 3 = 900$ cases pour conteneurs.

- Représentation complète du système sur la zone :

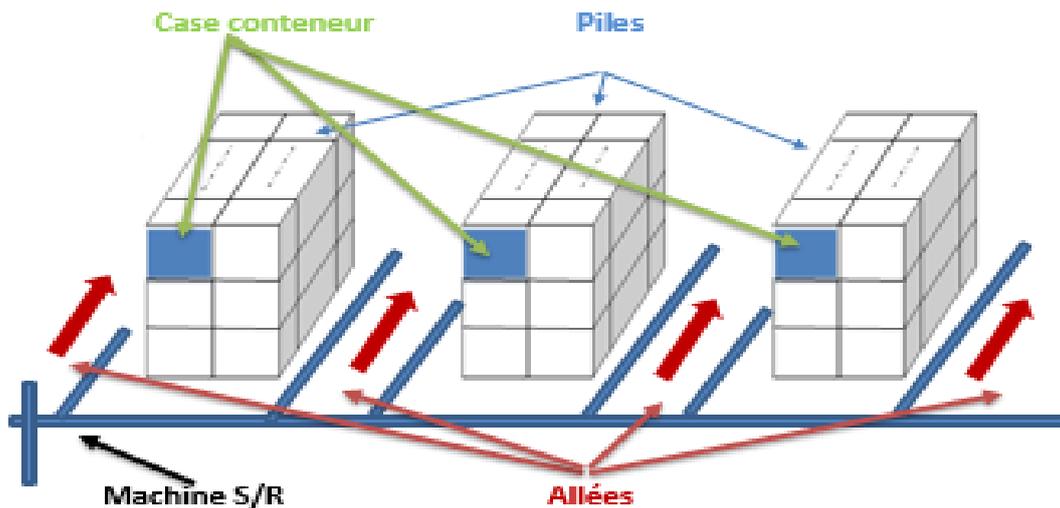


Figure 69 : système As/Rs pour la zone de stockage des conteneurs 20 pieds.

C. Pour la zone de stockage mixte :

- Pour la zone mixte (1) :
- On aura une pile pour stockage 20 pieds.
- 2 piles pour stockage 40 pieds.
- Pour la zone mixte (2) :
- On aura une pile pour stockage 40 pieds.
- 2 piles pour stockage 20 pieds.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

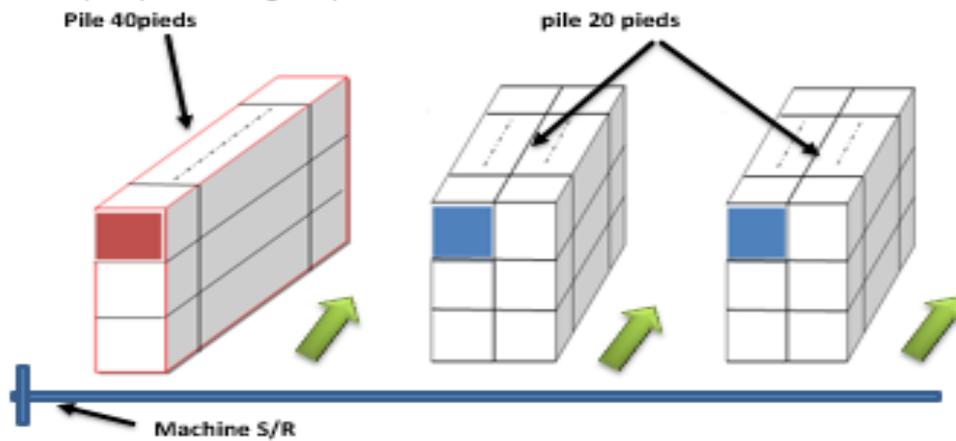


Figure 70 : exemple de zone de stockage mixte (2).

D. Capacité totale pour la zone :

- Pile 20 pieds : 300 cases conteneurs.
- Pile 40 pieds : 300 cases conteneurs.
- Capacité de toute la zone mixte = 600 cases conteneurs mixtes.
- On a deux zones mixtes donc : $600 * 2 = 1200$ cases conteneurs.

Capacité de toute la cour de stockage = $1200 + 900 + 450 = 2550$ cases pour conteneurs de types 20 et 40 pieds.

E. Description de la machine S/R :

Pour la machine S/R, elle est sous forme d'un pont glissant contenant trois étages est un attrape conteneur glissante sur le long de chaque étage pour permettre de déposer le conteneur dans sa case de chaque étage du système.

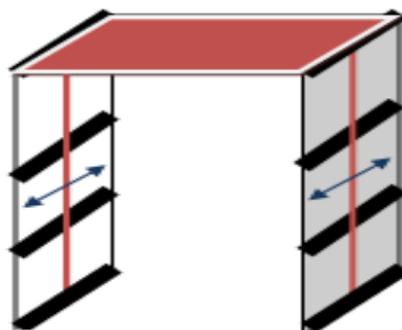


Figure 71 : vue de face de la machine S/R.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

Pour le dépôt du conteneur, la machine peut glisser horizontalement sur chaque ligne de la pile et verticalement sur toute l'allée.

L'attrape conteneur est aussi glissante verticalement sur la machine, ce qui permet de se déplacer en haut ou en bas pour placer le conteneur dans le système quel que soit l'étage de sa case conteneur.

Le conteneur est placé sur la machine horizontalement et sur ces deux cotés longitudinaux.

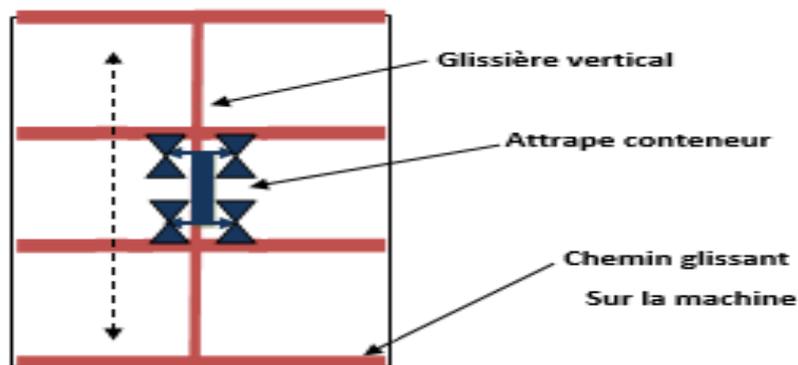


Figure 72 : vue de gauche de la machine S/R.

Sur les bords de chaque case conteneur de système se trouve une marche glissante pour chaque étage pour permettre à la machine de passer sur le long de la ligne de la pile pour déposer le conteneur dans sa case.

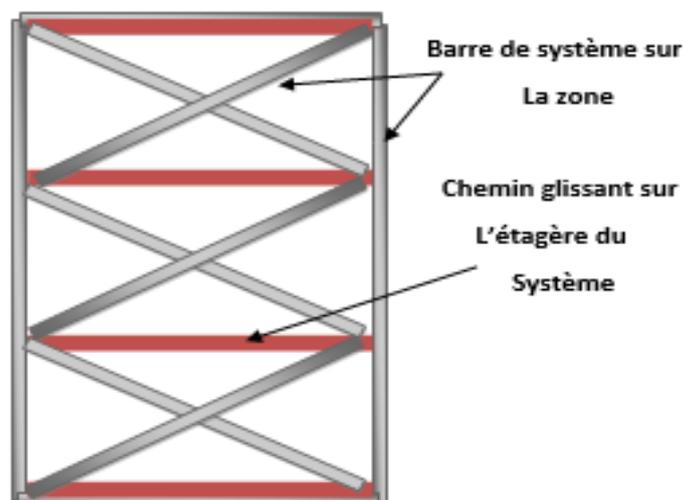


Figure 73 : vue de face pour le système As/Rs et les marches de la glissière pour la machine.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

Pour le nombre de machines S/R : on va considérer une machine pour chaque zone de stockage afin d'éviter la pression de travail sur la machine et aussi pour ordonnancer les flux pour chaque zones et minimiser la charge de travail des opérateurs du système.

Aussi, on considère que la machine fait un temps de simple cycle qui est calculé par la formule suivante :

$$\overline{E(SC)} = \frac{4}{N} \sum_{k=1}^{M/2} \sum_{i=1}^{N_H} \sum_{j=1}^{N_V} \max [(t'_h \cdot i + t'_p \cdot (k-1)), t'_v \cdot (j-1)]$$

Tel que :

Pour déplacer, horizontalement, vers un casier avec les coordonnées (i, j) dans la kème allée, il nous faut un temps égal à : $t'_h \cdot i + t'_p \cdot (k-1)$.

Le déplacement vertical nécessaire pour atteindre le même emplacement (i, j) est donné par : $t'_v \cdot (j-1)$.

Et : $t(i, j) = \text{Max} ((t'_h \cdot i + t'_p \cdot (k-1)), t'_v \cdot (j-1))$.

5.4. Vision « SMART » pour la stratégie :

Pour la traçabilité des opérations du terminal et des flux des conteneurs, nous allons proposer un système qui est appelé « système de handball ». Ce système est sous forme un appareillage électronique qui fait la lecture des codes barre, numéro de référence et numéro de série. .Etc.

Pour l'application de ce système :

- Le codage de référence de chaque conteneur est considéré comme un code qui peut être chiffré et déchiffré par un outil électronique.
- Un code aussi sera affecté pour chaque emplacement de la pile de stockage dont le but est de savoir s'il est disponible ou occupé.
- Si un conteneur est affecté à un emplacement, les deux codes de chacun de l'emplacement et le conteneur sont introduit au système d'informations du terminal par l'appareil électronique.

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- En cas de remaniement ou de délivrance de conteneur, ces informations sont aussi affichées sur le système par le suivi d'acheminement des opérations sur les conteneurs et sur les zones.

❖ Schématisation :

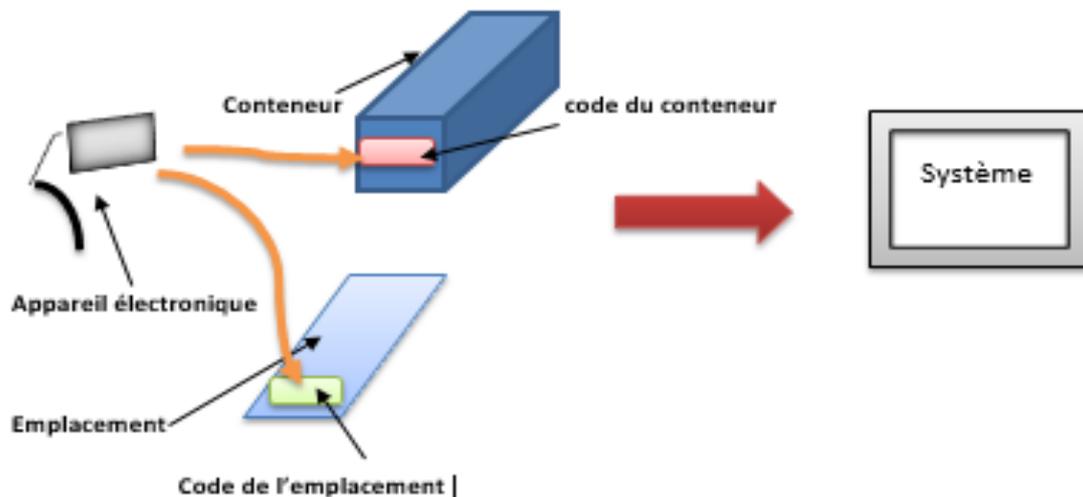


Figure 74 : traçabilité des flux d'informations dans le terminal.

❖ Description des équipements :

▪ Outil électronique :

Appelé douchette ou scanner de codes-barres, cet appareil est sous forme de lecteur électronique servant à lire les informations stockées sous la forme de codes-barres en utilisant des diodes électroluminescentes ou un laser.

Dans notre alternative, la douchette va permettre de lire le code-barres du conteneur et de l'emplacement pour objectif d'introduire au système les informations du conteneur et dans quel endroit il est stocké.

Pour la traçabilité des flux de conteneur dans le terminal, l'appareil va scanner le code du conteneur à chaque fois que ce dernier passe par une opération, cela nous permet de suivre le mouvement du conteneur d'un côté, et de valider l'achèvement des opérations de l'autre.

Parmi ses avantages :

Amélioration des performances portuaires et logistiques : Terminal à conteneurs du port d'Oran.

- Les emplacements actuels des conteneurs seront connus ;
- Voir à quelle étape le conteneur est-il ;
- Savoir le temps réel de séjour de conteneur et à quel moment il est entré et sorti
- En plus, on peut ajouter les informations des clients et de moyen de transport par lequel le conteneur est expédié ... etc.



Figure 75 : exemple d'appareil électronique pour lire les codes-barres.

▪ Le code-barres :

C'est une représentation d'une donnée numérique ou alphanumérique sous forme d'un symbole constitué de barres d'espaces dont l'épaisseur varie en fonction de la symbologie utilisée et des données ainsi codées.

Ce code est pour référencier chaque conteneur et chaque emplacement. Notre idée est de valider à travers les informations liées aux opérations du terminal dont l'objectif est cité précédemment, en ajoutant la touche technologique afin de faciliter le travail sur les facteurs portuaires ainsi que maximiser la productivité en général.



Figure 76 : exemple de code-barres.

Conclusion générale.

Conclusion générale.

Avec une grande prospection, recherche et étude, et passons par plusieurs parties de réflexion, stress, patience et courage, ce document présente le résultat d'un effort, de sacrifice et de travail pour l'objectif de mettre en œuvre nos connaissances théoriques et pratiques acquises dans notre formation du génie industriel et tout le long de parcours de nos études au sein de l'école.

Le thème traité dans ce mémoire est **l'amélioration des performances logistiques on se basant sur l'organisation structurelle et fonctionnelle pour le cas du port de marchandises d'Oran**, dont le concept primordial est de proposer, planifier, ordonnancer et réorganiser les différentes sections du terminal à conteneurs du port d'Oran afin de maximiser son efficacité, augmenter son poids économique au niveau national et méditerranéen et avoir des capacités conformes aux normes internationales.

Dans ce contexte pesant, nous avons montré dans la première partie l'aspect global de **la gestion et la logistique portuaires** en développant ses différents segments et leurs modes de fonctionnement. En outre, nous avons dans la deuxième partie du mémoire fait recours à **l'organisation d'un système** portuaire et ses approches. Par ailleurs, dans la troisième partie nous avons entamé le contexte **de conteneurisation avec une spécification à propos du terminal maritime à conteneurs** et ses différents acteurs.

Vu que la majorité des méthodes existantes d'amélioration concernant la gestion des ports sont déjà appuyées soit sur l'optimisation et la simulation ou sur une étude analytique basique sur un segment seulement de l'entreprise portuaire. Or, notre choix de faire **analyser** et **améliorer** les multiples acteurs de la chaîne logistique d'un terminal à conteneurs est motivé par le fait que l'amplification de l'économie nationale est due à la productivité des organisations nationales, parmi eux **l'organisation portuaire**.

L'amélioration des performances portuaires et logistiques énonce des transformations de décision complexes, qui doivent être décomposées en plusieurs sections, à savoir: la planification de processus des opérations du terminal, la sélection des équipements de transport et de manutention les plus équitables, la définition et la réorganisation des différentes zones du terminal, enfin l'adaptation de la meilleure stratégie avec une vision SMART pour résoudre les troubles de la logistique et une implantation d'un système automatisé pour éviter le problème de stockage des conteneurs.

En achevons, nous tenons à affirmer que le travail réalisé s'est avéré très fructueux pour notre pratique ingénieure aussi bien en ce qui considère le domaine technique que l'aspect humain.

Résumé

Notre projet de fin d'étude s'est déroulé chez l'entreprise portuaire d'Oran « EPO ». Notre mission, était de faire l'étude de l'amélioration des performances logistiques et portuaires. Dans la première partie, nous avons décrit les concepts de base et les différents processus concernant le domaine abordé dans notre projet, qui est l'étude de la gestion d'une chaîne logistique portuaire, afin de pouvoir présenter ce domaine aussi vaste que transverse.

Dans la seconde partie, nous avons présenté l'organisation d'un port et ses différentes sections et tâches, avec une analyse de système portuaire algérien et son évolution.

En outre, dans la troisième partie nous avons concentré sur la conteneurisation et les différentes sections d'un terminal maritime à conteneurs avec une clarification des planifications étudiées pour son processus.

En dernier lieu, nous avons fait une étude approfondie sur notre cas d'étude qui est le terminal maritime à conteneurs du port d'Oran avec un exemple de Benchmark et une proposition de modifications structurelle, organisationnelle et fonctionnelle sur tout le système de travail.

MOTS-CLES : système portuaire, gestion portuaire, conteneurisation, terminal à conteneurs, évaluation des performances.

Abstract

Our graduation project took place at the Oran port company "EPO". Our mission was to study the improvement of logistics and port performance. In the first part, we described the basic concepts and the different processes concerning the area addressed in our project, which is the study of the management of a port logistics chain, in order to be able to present this area as vast as it is transverse. In the second part, we presented the organization of a port and its different sections and tasks, with an analysis of the Algerian port system and its evolution. In addition, in the third part we focused on containerization and the different sections of a maritime container terminal with a clarification of the plans studied for its process. Lastly, we carried out an in-depth study on our case study that is the maritime container terminal of the port of Oran with an example of Benchmark and a proposal for structural, organizational and functional modifications on the entire work system.

KEYWORDS: port system, port management, containerization, container terminal, performance evaluation.

ملخص

تم تنفيذ مشروع تخرجنا في شركة ميناء وهران "EPO". كانت مهمتنا دراسة تحسين الخدمات اللوجستية وأداء الموانئ. في الجزء الأول، وصفنا المفاهيم الأساسية والعمليات المختلفة المتعلقة بالمنطقة التي تم تناولها في مشروعنا، وهو دراسة إدارة سلسلة لوجستيات الموانئ، حتى نتمكن من تقديم هذه المنطقة على أنها واسعة بقدر ما هي عرضية.

في الجزء الثاني، قدمنا تنظيم الميناء وأقسامه ومهامه المختلفة، مع تحليل لنظام الموانئ الجزائرية وتطوره.

بالإضافة إلى ذلك، ركزنا في الجزء الثالث على النقل بالحاويات والأقسام المختلفة لمحطة الحاويات البحرية مع توضيح الخطط التي تمت دراستها من أجل عملياتها.

أخيراً، أجرينا دراسة متعمقة حول دراسة الحالة الخاصة بنا وهي محطة الحاويات البحرية لميناء وهران مع مثال على معيار Benchmark ومقترح للتعديلات الهيكلية والتنظيمية والوظيفية على نظام العمل بأكمله.

الكلمات الرئيسية: نظام الموانئ، إدارة الموانئ، النقل بالحاويات، محطة الحاويات، تقييم الأداء.

Références bibliographiques :

- [1] La gestion des ports par une entité publique: aspects européens et environnementaux. **Grégory GUERLET 2013.**
- [2] PORTUSplus_the online Journal of RETE N. 7, Octobre 2017, Year VII RETE Publisher, Venice, ISSN: 2039-6422. <https://www.researchgate.net/publication/340678470>
- [3] la logistique des terminaux portuaires de conteneurs Julien DUBREUIL : Aout 2008, CIRRELT-2008-38 ; www.cirrelt.com.
- [4] Chanut Odile et Paché Gilles (2014), « La logistique, dimensions de la stratégie », in F. Tannery J.-Ph. Denis, T. Hafsi, A. Martinet, **Encyclopédie de la Stratégie**, Vuibert, Paris, pp. 763-784.
- [5] Meriam Kefi. Optimisation Heuristique Distribuée du Problème de Stockage de Conteneurs dans un port. Informatique [cs]. Ecole Centrale de Lille, 2008. Français. tel-00366467, **HAL Id: tel-00366467** / <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00366467>
- [6] Ndèye Fatma Ndiaye. Algorithmes d'optimisation pour la résolution du problème de stockage de conteneurs dans un terminal portuaire. Mathématiques générales [math.GM]. Université du Havre, 2015. Français. NNT : 2015LEHA0002. tel-01255365. **HAL Id: tel-01255365** / <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01255365>
- [7] Mohamed Nezar Abourraja. Gestion multi-agents d'un terminal à conteneurs. Système multi-agents [cs.MA]. Normandie Université, 2018. Français. NNT : 2018NORMLH01. tel-01734995. **HAL Id: tel-01734995** / <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01734995>
- [8] Abderaouf Benghalia. Modélisation et évaluation de la performance des terminaux portuaires. Modélisation et simulation. Université du Havre, 2015. Français. NNT : 2015LEHA0010. tel-01255291. **HAL Id: tel-01255291** / <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01255291>
- [9] BAKDI KHADIDJA & MEDKOUR MOHAMED Modélisation de temps de double cycle d'un système automatisé de stockage/déstockage AS/RS à racks glissants.
- [10] OUADAH Sofiane & DJELLAL Fateh, CONTRIBUTION A LA GESTION ET A L'OPTIMISATION POUR LA RÉOLUTION DU PROBLEME DE STOCKAGE DE CONTENEURS « CAS DE L'ENTREPRISE PORTUAIRE DE GHAZAOUET »
- [11] CHEBLI Khaoula, OPTIMISATION DES MOUVEMENTS DES CONTENEURS DANS UN TERMINAL MARITIME, ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL 2011.
- [12] ARRACHE Samia & DJELAL Ferial, aménagements des zones portuaires, 2019.

- [13] LES SMART PORTS : RADAR INTERNATIONAL DES SOLUTIONS SMART APPLIQUÉES AUX PORTS D E COMMERCE, www.wavestone.com
- [14] L'évolution du trafic maritime mondial révélée par satellite ,2014 / <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2014GL061786/abstract>
- [15] César Ducruet. Les villes-ports, laboratoires de la mondialisation. Géographie. Université du Havre, 2004 Submitted on 7 Apr, 2005. Français. tel-00008968 / **HAL Id: tel-00008968** / <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00008968>.
- [16] Modélisation du temps de cycle d'un système automatisé de stockage/déstockage (AS/RS) multi-allées et à racks glissant présentée le lundi 22 décembre 2014, par : Amine Hakim GUEZZEN.
- [16] Imen Ayachi Hajjem. Techniques avancées d'optimisation pour la résolution du problème de stockage de conteneurs dans un port. Automatique / Robotique. Ecole Centrale de Lille, 2012. Français. <NNT : 2012ECLI0003>. <tel-01266169>
HAL Id: tel-01266169 Submitted on 2 Feb 2016.
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01266169>