

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION  
AND SCIENTIFIC RESEARCH

HIGHER SCHOOL IN APPLIED SCIENCES  
--T L E M C E N--



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
École Supérieure en  
Sciences Appliquées

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
-تلمسان-

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Génie industriel

Spécialité : Management industriel et logistique

Présenté par :

Adnane Mokhtar AMEUR

Thème

**Développement d'une application pour la  
gestion du flux de conteneurs pour  
l'entreprise portuaire d'Oran**

Soutenu publiquement, le 29/06/2022, devant le jury composé de :

|                     |            |               |                          |
|---------------------|------------|---------------|--------------------------|
| M Mehdi SOUIER      | Professeur | ESM. Tlemcen  | Président                |
| M Fouad MALIKI      | MCB        | ESSA. Tlemcen | Directeur de mémoire     |
| M Mohammed TOUNSI   | Doctorant  | EPO           | Co- Directeur de mémoire |
| Mohammed BENNEKROUF | MCA        | ESSA. Tlemcen | Examinateur              |
| Imen KOULOUGHLI     | MCB        | ESSA. Tlemcen | Examinatrice             |

Année universitaire : 2021 /2022



## **REMERCIEMENTS**

*Avant d'aborder le vif du sujet, je tiens à remercier vivement :*

*Monsieur MALIKI Fouad, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion, malgré ses lourdes et bien nombreuses charges.*

*Monsieur CHEIKH Younes, le développeur qui m'a guidé, pendant la programmation.*

*Monsieur Mohammed TOUNSI et qui m'a accompagnés durant mon stage, il m'a donné de son temps pour me faire bénéficier de toutes les informations se rapportant aux activités sur quoi il travaille au niveau de terminal*

*Ainsi, tous les professeurs qui nous ont enseigné durant notre cursus scolaire au niveau de l'ESSAT.*

## **Résumé :**

Notre projet de fin d'étude est réalisé au sein de l'entreprise portuaire d'Oran (EPO). Nous avons créé une application pour la gestion de flux des conteneurs. Notre première mission, était la localisation rapide des conteneurs dans la zone de stockage, alors que la deuxième mission, était de résoudre le problème de stockage des conteneurs (PSC). Tout en respectant certaines règles dans le but de minimiser les mouvements improductifs dans le terminal lors des opérations portuaires.

Dans les deux premiers chapitres, nous avons présenté les concepts de base de notre recherche. Dans le troisième chapitre, nous présentons l'entreprise portuaire d'Oran, avec ces différentes installations. Et pour le dernier chapitre, nous avons présenté le fonctionnement de notre application.

## **Abstract :**

Our graduation project took place at Oran Port Company (EPO). We have created an application for container flow management. Our first objective is the fast and easy localisation of the containers in the storage area, while the second challenge is to manage the containers storage and retrieval in optimal way. Taking in count some rules to minimise the unproductive movements in the terminal during the daily activities.

In the first two chapters, we presented the basic concepts of our research. In the third chapter, we present the port company of Oran, with these different facilities. Finally, for the last chapter, we presented the operation of our application.

## **ملخص :**

تم تنفيذ مشروع التخرج الخاص بنا في شركة ميناء وهران. لقد أنشأنا تطبيقاً لإدارة حركة الحاويات لتخزين و الشحن، حيث كانت مهمتنا الأولى هي التحديد السريع لموقع الحاويات في منطقة التخزين، بينما كانت المهمة الثانية هي حل مشكلة تخزين الحاويات. مع احترام بعض القيود التي من شأنها خفض حركة الحاويات الغير منتجة في المحطة أثناء عمليات الشحن و التفريغ في الميناء

في الفصلين الأولين، قدمنا المفاهيم الأساسية لبحثنا، في الفصل الثالث، نقدم شركة ميناء وهران و مختلف المرافق التي تحتوي عليها، وفي الفصل الأخير، قدمنا طريقة عمل التطبيق بشكل مفصل

## **DEDICACE**

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, à eux l'amour et le respect, le résultat et le sacrifice de plusieurs années d'étude.*

*A mon cher frère Younes*

*A ma chère sœur Imane*

*A ma nièce Lina*

*Aux personnes qui m'ont toujours soutenu et encouragé.*

**Table des matières**

**&**

**Liste des figures**

**&**

**Liste des tableaux**

# Liste des matières

---

|   |    |
|---|----|
| <b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....                                    | 12 |
| <b>1 CHAPITRE 1 : La logistique et la logistique portuaire</b> .....  | 15 |
| 1.1 La logistique :.....  | 15 |
| 1.1.1 Introduction :.....   | 15 |
| 1.1.2 Définition :.....   | 15 |
| 1.1.3 L'évolution de la logistique :.....                             | 16 |
| 1.2 La logistique portuaire :.....                                    | 19 |
| 1.2.1 Introduction :.....   | 19 |
| 1.2.2 Notion de port :.....   | 19 |
| 1.2.3 Les types de port :.....  | 19 |
| 1.2.3.1 Classification selon la nature :.....                         | 19 |
| 1.2.3.2 Classification selon leurs activités :.....                   | 20 |
| 1.2.4 Activités du port :.....  | 23 |
| 1.3 Conclusion :.....   | 24 |
| <b>2 CHAPITRE 2 : La gestion des flux des conteneurs</b> .....        | 26 |
| 2.1 Introduction :.....   | 26 |
| 2.2 La conteneurisation :.....  | 26 |
| 2.2.1 Les conteneurs :.....   | 26 |
| 2.2.2 Type des conteneurs :.....                                      | 26 |
| 2.2.3 La conteneurisation :.....                                      | 31 |
| 2.2.4 Les avantages de la conteneurisation .....                      | 32 |
| 2.2.4.1 La rapidité :.....  | 32 |
| 2.2.4.2 L'économie :.....   | 32 |
| 2.2.4.3 La souplesse :.....   | 32 |
| 2.2.4.4 La sécurité :.....  | 32 |
| 2.2.5 Les inconvénients de la conteneurisation :.....                 | 32 |
| 2.3 Gestion des flux de conteneurs dans un terminal à conteneur ..... | 33 |
| 2.3.1 ETAT DE L'ART :.....  | 33 |
| 2.3.2 Allocation des postes à quai :.....                             | 33 |
| 2.3.3 Arrimage des conteneurs :.....                                  | 33 |
| 2.3.4 Stockage des conteneurs :.....                                  | 34 |
| 2.3.5 Ordonnancement des équipements :.....                           | 34 |
| Conclusion :.....   | 35 |
| <b>3 CHAPITRE 3 : L'entreprise portuaire d'Oran</b> .....             | 37 |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.1      | Introduction :   | 37        |
| 3.2      | Profil de la société:  | 37        |
| 3.3      | Situation géographique :   | 37        |
| 3.4      | Le port en chiffres :  | 38        |
| 3.5      | L'organigramme de l'EPO :  | 38        |
| 3.6      | Les services de l'EPO :  | 39        |
| 3.6.1    | TERMINAL A CONTENEURS :  | 39        |
| 3.6.2    | TERMINAL CEREALIER :   | 39        |
| 3.6.3    | TERMINAL DIVERS :  | 39        |
| 3.6.4    | GARE MARITIME :  | 39        |
| 3.6.5    | STATION URBAINE :  | 39        |
| 3.6.6    | AIDE à LA NAVIGATION :   | 40        |
| 3.7      | Le terminal à conteneur du port d'Oran :   | 40        |
| 3.7.1    | Matériels de manutention et de stockage :  | 40        |
| 3.7.2    | Les procédures administratives :   | 41        |
| 3.7.2.1  | La démarche import :   | 41        |
| 3.7.2.2  | La démarche export :   | 45        |
| 3.8      | Conclusion:  | 46        |
| <b>4</b> | <b>CHAPITRE 4:Modélisation et résolution du problème de stockage/déstockage des conteneurs</b> | <b>48</b> |
| 4.1      | Introduction :   | 48        |
| 4.2      | Description de la nouvelle zone de stockage :  | 48        |
| 4.3      | Description du problème :  | 50        |
| 4.4      | La complexité du problème :  | 50        |
| 4.5      | La résolution des problèmes par l'utilisation d'une application « proposé » :                  | 50        |
| 4.5.1    | L'architecture du programme :  | 50        |
| 4.5.2    | Les contraintes :  | 52        |
| 4.5.3    | La résolution :  | 52        |
| 4.5.3.1  | La partie base de données (SQLite) :   | 52        |
| 4.5.3.2  | La partie programme (Python) :   | 56        |
| 4.5.3.3  | La partie interface (Qt designer) :  | 63        |
| 4.6      | Conclusion :   | 70        |
|          | <b>CONCLUSION GENERALE</b> :   | <b>73</b> |
|          | <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> :   | <b>74</b> |

## Liste des tableaux

---

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1 : les caractéristiques selon trois périodes du marché [5]..... | 18 |
| Tableau 2 : le port d'Oran en chiffres [19].....                         | 38 |

## Liste des figures

---

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Port de commerce de Valparaiso Chili (google) .....                               | 21 |
| Figure 2 : port de pêche (google) .....  | 22 |
| Figure 3 : port militaire de Toulon (google) .....   | 23 |
| Figure 4 : conteneur DRY standard.....   | 27 |
| Figure 5 : Conteneur Open Top .....  | 28 |
| Figure 6 : Conteneur REFFER .....  | 29 |
| Figure 7 : Conteneur Open Side .....   | 29 |
| Figure 8 : conteneur Citerne .....   | 30 |
| Figure 9 : conteneur Plat .....  | 30 |
| Figure 10 : Commerce mondial par conteneurs en EVP, (1996-2020) [10] .....                   | 31 |
| Figure 11 : les zones des opérations logistiques dans un terminal à conteneur (google) ..... | 35 |
| Figure 12 : l'organigramme de l'EPO [20] .....   | 38 |
| Figure 13 : la démarche import [19] .....  | 44 |
| Figure 14 : la démarche export des conteneurs vides [19].....                                | 45 |
| Figure 15 : la démarche export des conteneurs pleins [19].....                               | 46 |
| Figure 16 : schéma représentatif de la zone de stockage .....                                | 49 |
| Figure 17 : schéma représentatif d'un bloc.....  | 49 |
| Figure 18 : schéma représentatif de L'architecture du programme .....                        | 51 |
| Figure 19 : diagramme représentatif des tables .....   | 52 |
| Figure 20 : table statut de la position.....   | 53 |
| Figure 21 : diagramme représentatif des vues.....  | 54 |
| Figure 22 : les tables et les vues dans la base de données .....                             | 55 |
| Figure 23 : la vue des positions candidates.....   | 55 |
| Figure 24 : quelques fonctions des données de conteneur .....                                | 56 |
| Figure 25 : quelques fonctions des données de position .....                                 | 57 |
| Figure 26 : les fonctions des données de relocation.....                                     | 58 |
| Figure 27 : les fonctions des données aléatoires .....                                       | 59 |
| Figure 28 : la fonction de entrer stock .....  | 60 |
| Figure 29 : la fonction de sortir stock.....   | 61 |
| Figure 30 : la fonction de relocation .....  | 62 |
| Figure 31 : la fonction de compléter .....   | 62 |
| Figure 32 : l'interface console .....  | 63 |
| Figure 33 : menu de l'interface graphique .....  | 64 |
| Figure 34 : entrer stocke de l'interface graphique.....                                      | 65 |
| Figure 35 : sortir stocke de l'interface graphique .....                                     | 66 |
| Figure 36 : la fenêtre contrôle de l'interface graphique .....                               | 67 |
| Figure 37 : les affichages de la fenêtre contrôle (3).....                                   | 68 |
| Figure 38 : la fenêtre compléter les taches de l'interface graphique .....                   | 69 |
| Figure 39 : vérifier le stocke dans l'interface graphique .....                              | 70 |

# **Introduction générale**

## INTRODUCTION GENERALE

Le transport maritime est connu depuis longtemps, et c'est le mode de transport le plus approprié et le plus couramment utilisé pour transporter des marchandises dans les échanges internationaux.

Il a évolué au fil du temps, mais sa véritable révolution n'est venue qu'avec la création des conteneurs ou de la conteneurisation.

Auparavant, les marchandises étaient transportées en vrac, sacs, boîtes de carton ou caisses en bois, ce qui signifie que le chargement, le déchargement, le tri et la distribution des marchandises faisaient perdre beaucoup de temps et nécessitaient une main-d'œuvre excessive.

Avec l'évolution de la conteneurisation, le commerce international par transport maritime s'est développé.

En 1956, est l'année de découverte du premier conteneur par le transporteur MALCOLM Maclean, il avait l'idée de transporter ses remorques sans leur châssis sur un navire. Et en 1966, dix ans après un premier bateau porte des conteneurs a relié l'Amérique et l'Europe. Ses deux dates symbolisent l'apparition de la conteneurisation.

Le terminal maritime à conteneurs se décompose en deux zones, chaque zone est marquée avec ses opérations de manutention et ses équipements. La première zone (la partie quai), ou les navires sont chargés/déchargés par des portiques de quai. Tandis-que dans la deuxième zone (la partie terrestre ou la cour), cette zone possède les portiques de cour comme les RTG (Rubber Tyred Gantry crane).

Il y a aussi les véhicules de transport, pour assurées la liaison entre les deux zones

Avec l'évolution des échanges internationaux des conteneurs, les terminaux portuaires se trouvent face à des exigences qui les obligent soit l'augmentation de leur capacité ; élaborer des nouvelles espaces, soit avec des solutions technologiques et des systèmes d'information pour améliorer le rendement

Notre étude consiste à créer une application pour optimiser la gestion de la nouvelle zone de stockage, car elle est la zone la plus sensible en termes de manutention et de modes de stockages, qui influencent le rendement du terminal

# Chapitre 1

---

Mon stage et dérouler au sein de l'entreprise portuaire d'Oran.

# **Chapitre I**

## **La logistique et la logistique portuaire**

# 1 La logistique et la logistique portuaire

## 1.1 La logistique :

### 1.1.1 Introduction :

La première apparence du terme logistique était en 1837 dans le « le précis de l'art de la guerre » ou le général Jomini a introduit la logistique dans l'aspect militaire. Selon Jomini, la logistique n'est pas moins que la quatrième des « six parties » de l'Art de la guerre. Où les trois premiers sont la politique, la stratégie et la tactique des batailles, le reste est l'art de l'ingénieur et la tactique de détail. [1]

La logistique, dans un contexte militaire, est tout ce qui est nécessaire physiquement pour permettre l'application sur le terrain des décisions stratégiques et tactiques. [2]

Après la deuxième guerre mondiale, le vocable « la logistique » est relié à l'entreprise.

La logistique des entreprises a ensuite connu plusieurs recherches et certaines définitions.

### 1.1.2 Définition :

On prend ces deux définitions de la logistique en contexte d'entreprise ;

1. La logistique est la gestion des flux physiques et des flux d'informations dans l'entreprise, et essentiellement un processus<sup>1</sup>. [3]

processus<sup>1</sup> : les moyens et les activités liés qui transforment les éléments entrants en éléments sortants.

2. La logistique est une partie de la chaîne logistique (supply chain). Elle concerne la planification, l'exécution et le contrôle du flux de stockage des produits, de service de l'information relatif à ces fonctions du l'origine jusqu'à le point de consommation pour satisfaire les besoins clients. [4]

On voit dans la dernière définition l'apparence du concept de la chaîne logistique, déterminant les flux physiques et les flux d'informations, et elle inclut la diminution des coûts

(efficience) et la satisfaction clients. Elle tient en compte plusieurs éléments pour prendre la complexité de la logistique en considération.

En réalité, elle permet d'avoir un aperçu de l'émergence d'une logistique plus large appelée par certains auteurs la logistique intégrée et la logistique coopérée.

La logistique intégrée est divisée en trois niveaux différents. Dans le premier niveau il y'a les activités de coordination des sous-systèmes logistiques, l'approvisionnement (la logistique en amont), la production (la logistique interne), la distribution (la logistique en aval). Au second niveau la logistique participe aux décisions stratégiques de l'entreprise. Par exemple ; le choix de la localisation d'un nouveau entrepôt. Dans le dernier niveau la logistique participe à la coordination interne d'amont en aval et garantit les flux physiques et les flux d'informations, elle assure l'approvisionnement en matière première, le transport et la transformation de cette dernière jusqu'à un produit fini, et après la distribution vers le client sans oublier le service après vente et le recyclage ou bien la mise en rebut des produits après la consommation. [5]

La logistique coopérée fait la différence entre les entreprises ayant presque la même chaîne logistique. Par conséquent, si une partie de la chaîne logistique n'assure pas sa fonction correctement elle va influencer sur le délai, la qualité et les coûts. Il faut que toutes les parties aient une coopération très solide pour assurer le meilleur rendement. Dans cet environnement, la concurrence n'est pas entre les producteurs mais entre les chaînes logistiques. [6]

### 1.1.3 L'évolution de la logistique :

La logistique d'entreprise a été développée selon quatre phases.

- La première phase « les premiers balbutiements » (1950 et 1960), considérée comme une phase préparatoire, où il y'a l'apparence des premières techniques d'optimisation appliquées sur les problèmes de transport et d'entreposage.[1]
- La seconde phase « phase de démarrage » (1960 et 1980), introduit le concept d'efficience où la logistique était ; recherchant principalement des optimisations opérationnelles partielles et rationalisation des structures de l'entreprise dans cette phase il est question de logistique productiviste [1]

- La troisième phase « phase de la croissance », (1980 et 1990), la logistique donne de l'importance à coordonner les différentes fonctions de l'entreprise qui agit sur la circulation des flux. La recherche de l'efficacité des processus se fait par la bonne maîtrise des coûts essentiels à toute défaillance [1]
- La quatrième phase « phase de la maturité », (1990 et 2000), la logistique privilégie désormais son « transversalité », lui permettant de mobiliser toutes ressources internes et surtout externe de l'entreprise, qui est nécessaire pour mettre en œuvre des chaînes d'approvisionnement complexes. A cette époque la logistique devient une culture organisationnelle complexe. [1]

D'après Les auteurs Akbari Joker, Frein et Dupont, recommandent de tenir expliquer l'évolution du marché pour présenter l'évolution des concepts logistiques. Arriver commencer par décrire l'évolution du marché sur trois périodes (avant 1975, après 1975 et 1990, les auteurs on décrit par un parallèle par la description des caractéristiques de la logistique (Tableau 1). [5]

Les changements des périodes logistiques, de la logistique séparée à la logistique intégrée puis à la logistique coopérative, correspondent aux ajustements de la gestion des stocks impliquant une gestion de l'information de plus en plus complexe. A l'ère de la logistique séparée, chaque service fonctionnait indépendamment des autres. La principale préoccupation du producteur était la production. À l'ère de la logistique intégrée, de nombreuses entreprises sont apparues pour le même segment afin d'augmenter la concurrence entre elles. [5]

La tendance est à la réduction des coûts, de stockage pour réduire les coûts globaux. À la période de logistique coopérée, la capacité globale de production est supérieure à la demande et la compétition augmente. [5]

En conséquence, les clients deviennent plus exigeants et adoptent des comportements de consommation imprévisibles, ce qui provoque une incertitude de la demande. Pour rester compétitives, les entreprises doivent trouver de nouveaux produits de meilleure qualité, réduire leurs coûts et réduire les temps de réponse pour s'adapter aux changements de la demande. [5]

De nos jours, pour être compétitive, l'entreprise privilégie les intérêts de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement sur les intérêts individuels des membres de la chaîne.

**Tableau 1 : les caractéristiques selon trois périodes du marché [5]**

| Période  | Logistique séparée          | Logistique intégrée            | Logistique coopérée   |
|--|-----------------------------|--------------------------------|---|
| Les années   | Avant 1975                  | Après 1975                     | Les années 90   |
| Priorité de directeur du système logistique            | Diminuer le cout logistique | Diminuer le cout logistique    | Diminuer le cout logistique et le temps de réponse            |
| Approche de management                                 | Séparé                      | Intégrée                       | Coopérée  |
| Nombre de fournisseurs                                 | Grand                       | Grand                          | Petit (pour coopération)                                      |
| Coopération entre les membres de la chaine logistique  | Aucune                      | Un peu                         | Beaucoup  |
| Intégration des données des stades logistique          | Aucune                      | Beaucoup                       | Beaucoup  |
| Durée des relations entre membres de chaine logistique | Courte                      | Courte                         | Longue  |
| Besoin d'un responsable de la chaine logistique        | Non                         | Non                            | Oui   |
| Vitesse de flux du produit                             | Perturbé par les stockages  | Rapide en éliminant les stocks | Rapide par la coopération des membres de la chaine logistique |

## 1.2 La logistique portuaire :

### 1.2.1 Introduction :

La logistique portuaire peut être définie comme l'ensemble des moyens stratégiques et opérationnels d'optimisation du transport intermodal dans la chaîne portuaire.

C'est aussi un moyen de rendre les différentes opérations portuaires plus rapides et plus efficaces. [7]

### 1.2.2 Notion de port :

Le port est tout bassin formant un abri naturel ou artificiel sur les rives d'un océan, d'un lac ou d'une rivière permettant l'ancrage, le stationnement à quai des navires à couvert le balancement et l'agitation. [8]

Dans la logistique portuaire, le terme port désigne un ensemble d'installations conçus et exploitées pour garantir le transfert de marchandises des bateaux et les différents modes de transport terrestre : rail, route ....[8]

En effet un port se voit allouer au moins trois missions :

- Le développement par le commerce extérieur et intérieur grâce au trafic des marchandises à des prix compétitifs.
- La promotion de l'industrialisation (industries liées au port ou à proximité de celui-ci)
- La contribution à l'aménagement de l'espace économique et territorial pour mieux intégrer l'activité économique et sociale s'y rapportant [8]

### 1.2.3 Les types de port :

On peut classer les ports selon leur nature, leur localisation, leur statut, leur activité et leur génération. [8]

#### 1.2.3.1 Classification selon la nature :

- **Les ports naturels :**

Les ports naturels sont protégés par un site naturel ; baie, cap, ile.

La majorité des ports naturels ont bénéficié d'aménagements comme le dragage des chenaux pour permettre aux bateaux à fort tirant d'eau de les emprunter.

La limite de la marée et la présence du premier pont a souvent déterminé l'emplacement d'une ville importante et d'un port en conséquence : ce fut par exemple le cas de Rouen et de Londres. [8]

- **Les ports artificiels :**

Les ports artificiels sont construits (sans abri naturel) en délimitant un plan d'eau avec des digues, afin de former une baie artificielle et l'on creuse des darses. Les plans des ports artificiels sont variés, par contre tous ont en commun l'existence d'au moins deux digues pour délimiter l'entrée du port. [8]

### ***1.2.3.2 Classification selon leurs activités :***

On distingue les ports de commerce, de pêche, de plaisance et les ports militaires. Il peut qu'un seul port regroupe plusieurs activités[8]

- **Les ports de commerce :**

Ils accueillent les bateaux de commerce. Les marchandises peuvent être liquides (pétroliers, chimiquiers) nécessitent des réservoirs et tuyauteries dédiées ; ou solides, en vrac (nécessitant des silos ou des espaces de stockage) ou emballées ; cargos mixtes ayant besoin d'entrepôts et de grues. Ou les porte-conteneurs avec les grands espaces de stockage associés. Les cargaisons roulantes (pour les rouliers) ont besoin de zones d'attente, éventuellement de parkings. Un port de commerce contient aussi des liaisons routières et ferroviaires. [8]



**Figure 1 : Port de commerce de Valparaiso Chili (google)**

- **Les ports de pêche :**

Ils sont les plus nombreux dans le monde, et sont souvent ceux dont les dimensions sont les plus réduites. Leurs dimensions varient selon les bateaux accueillis: les chalutiers de haute mer partant pour plusieurs semaines auront besoin de plus d'espace de quai en revenant décharger leur cargaison, tandis que les petits bateaux de pêche partant à la journée auront besoin de pouvoir décharger rapidement pour la criée.

L'infrastructure est plus simple que pour un port de commerce: quelques quais ou pontons, une station de ravitaillement, et un moyen de vendre le produit de la pêche. [8]



**Figure 2 : port de pêche (google)**

- **Les ports militaires :**

Les ports militaires, bases navales accueillent les navires de guerre.

Certains ports sont ouvertes, mais d'autres, notamment les bases de sous-marins, sont fermés et interdits au public (comme l'île Longue) pour des raisons de sécurité. Un port militaire peut inclure un arsenal, une école navale, un chantier de réparations, des moyens de ravitaillement, de logement et d'entraînement pour les équipages. Certains navires militaires, notamment les patrouilleurs, peuvent être basés dans d'autres types de ports. [8]



**Figure 3 : port militaire de Toulon (google)**

### **1.2.4 Activités du port :**

Une grande partie des activités portuaires ont une nature économique et certaines activités sont de nature d'intérêt général. [8]

- **Les activités portuaires non économiques**

Parmi les activités non économiques, il y a l'aménagement des bassins, l'entretien des ouvrages portuaires par exemple (les routes), la surveillance du trafic, ainsi que la police maritime qui appartient au service public. [8]

- **Les activités portuaires économiques d'intérêt public**

Appartiennent à cette catégorie : les activités de gestion du port, les services d'assistance à la navigation comme le pilotage le remorquage. [8]

- **Les activités portuaires économiques**

En général, les activités qui ne participent pas à une mission d'intérêt public comme la manutention. [8]

### 1.3 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté la logistique, son historique, son évolution avec le temps, la logistique portuaire, la notion de port et les différents types d'un port et ces activités.

Donc, la chaîne logistique portuaire est un maillon très important et sensible au sein d'une logistique globale, la bonne gestion de celle-ci permet de respecter les délais de livraison et de réduire ainsi les coûts des différentes opérations de transport, de manutention et de stockages dans des zones portuaires.

# **Chapitre II**

## **La gestion des flux des conteneurs**

## 2 La gestion des flux des conteneurs

### 2.1 Introduction :

La conteneurisation aujourd'hui forme l'axe du commerce international. Suite à l'évolution du trafic international des conteneurs, les terminaux portuaires se trouvent face à une concurrence qui augmente tous les jours. Cette dernière nécessite l'amélioration et la perfection de la capacité et la productivité des ports pour répondre aux exigences du marché.

### 2.2 La conteneurisation :

#### 2.2.1 Les conteneurs :

Un conteneur est une caisse métallique parallélépipédique destinée à transporter des marchandises par différents modes de transport (maritime, routier, ferroviaire et fluvial). Ses dimensions sont normalisées au niveau international. Il existe différents types de conteneurs répondant aux normes internationales ISO régissant le transport de marchandises. [10]

Deux longueurs largement disponibles sont 20 pieds (1 EVP) équivalent à 20 pieds et 40 pieds (2 EVP), avec une largeur commune de 8 pieds pour répondre aux besoins. [10]

#### 2.2.2 Type des conteneurs :

##### ❖ Le conteneur DRY standard :

C'est le plus couramment utilisé car il convient à la plupart des cargaisons, ils peuvent être utilisés pour transporter tout ce qui est sec et il est fermé sur les quatre côtés. [9]

##### • Caractéristiques des conteneurs standards :

- Équipé d'un toit et de parois latérales.
- Complètement fermé et scellé.
- Robustesse à toute épreuve.
- La porte est au bout.
- Imperméable.
- Sol stable. [9]



**Figure 4 : conteneur DRY standard**

❖ **Conteneur Open Top:**

Il se caractérise par son toit ouvert. Sa conception permet l'utilisation d'une grue pour charger des objets volumineux ou des produits lourds non démontables par le haut. [9]

• **Caractéristiques des conteneurs à toit ouvert :**

- Pas de toit rigide.
- Protégez le dessus avec une bâche ou une housse amovible.
- Grandes onces métalliques amovibles.
- Portes montées sur charnières.
- Imposte amovible au-dessus de chaque porte.
- Autres caractéristiques similaires aux conteneurs DRY. [9]



**Figure 5 : Conteneur Open Top**

❖ **Conteneur REEFER :**

Il est conçu pour pouvoir contrôler la température afin de maintenir la qualité de la cargaison pendant le transport. [9]

Il est équipé d'un moteur électrique pour réguler la température interne.

C'est un conteneur réfrigéré utilisé pour maintenir la chaîne du froid des aliments ou des produits périssables à l'abri de la chaleur. [9]

• **Caractéristiques du conteneur REEFER :**

- maintenir la température ambiante réglée
- Chauffer ou refroidir au besoin.
- Fournit des fonctions isothermes telles que des refroidisseurs [9]



**Figure 6 : Conteneur REFFER**

❖ **Conteneur Open Side (côté ouvert) :**

Il a des ouvertures latérales sur toute sa longueur. Cela permet aux chariots élévateurs de charger des charges très longues, ce qui permet de gagner du temps. [9]

• **Caractéristiques du Conteneur Open Side :**

- Ayant toujours des portes latérales ou doubles.
- Généralement équipé de portes à l'extrémité.
- Robuste et sûr.
- Résistance aux intempéries.
- Sol en bois.
- Fermer avec cache cadenas.
- Fermer avec poignée de verrouillage. [9]



**Figure 7 : Conteneur Open Side**

### ❖ Conteneur Citerne :

Ce conteneur est utilisé pour le transport de produits liquides, gazeux et pulvérulents. Les marchandises peuvent être des denrées alimentaires ou des produits dangereux (essence ou produits gaziers). [9]

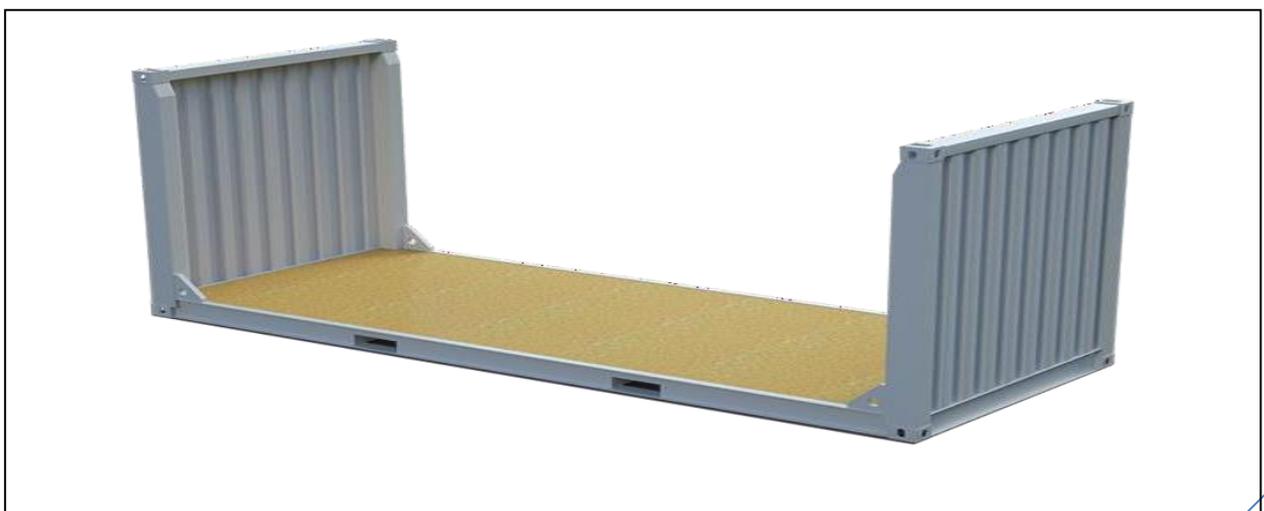
Le réservoir doit avoir un cadre pour faciliter le chargement et le déchargement. [9]



**Figure 8 : conteneur Citerne**

### ❖ Conteneur Flat Rack (plat) :

Il présente des extrémités repliées sur le sol. La base est utilisée pour placer la charge et la paroi latérale est utilisée pour maintenir la charge à travers le côté abaissable ou la fosse de chargement. [9]

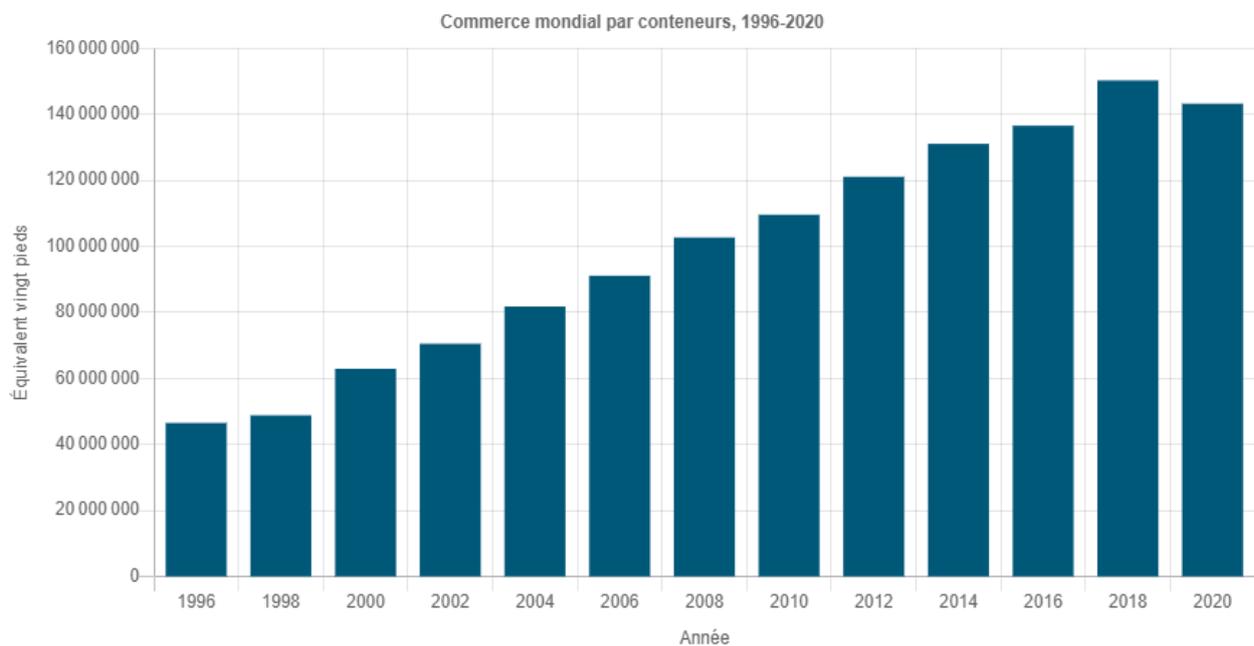


**Figure 9 : conteneur Plat**

### 2.2.3 La conteneurisation :

La conteneurisation est l'une des causes essentielles de la révolution du transport maritime. La conteneurisation désigne l'utilisation des conteneurs pour transporter (déplacer) de marchandises. [10]

La tendance est depuis 30 ans à la **conteneurisation** du transport des marchandises diverses, mais aussi de certaines marchandises traditionnellement transportées en vrac, avec un rythme de croissance de 7 à 8 % par an. Aujourd'hui, la plupart des lignes régulières sont des services conteneurisés. En effet, la conteneurisation offre trois avantages décisifs : une très forte productivité lors des manutentions portuaires, des économies d'échelle permises par la taille croissante des navires et l'intermodalité qui consiste à transporter la marchandise de porte à porte à l'intérieur du même conteneur sans rupture de charge. La conteneurisation est devenue l'épine dorsale de la mondialisation. [10]



**Figure 10 : Commerce mondial par conteneurs en EVP, (1996-2020) [10]**

## **2.2.4 Les avantages de la conteneurisation**

### ***2.2.4.1 La rapidité :***

Pour les clients et les armateurs, les pertes de temps dues au transbordement peuvent être réduites au minimum. D'autre part la simplification des procédures douanières, le conteneur constitue une unité documentaire. Dans ce cas, il sera rempli (emporté) et scellé sous contrôle douanier. Il ne doit montrer aucun signe d'altération. [10]

### ***2.2.4.2 L'économie :***

Le transport par conteneur est bon marché : l'armateur gagne du temps pour l'emballage (matériel et temps). Les chargeurs FCL (Full Container Load) bénéficient de tarifs avantageux par rapport aux chargeurs LCL. Pour les armateurs, l'économie réside dans les performances du navire. Les clients sécuriseront les biens (et le capital) en moins de temps. L'assurance est moins chère. [10]

### ***2.2.4.3 La souplesse :***

Vitesse uniforme : à partir du moment où les marchandises sont chargées (chargées dans un conteneur), elles sont déplacées jusqu'à leur sortie, ce qui permet une flexibilité de stockage. En outre, le conteneur peut être utilisé comme magasin. [10]

### ***2.2.4.4 La sécurité :***

Même pendant la manutention, le conteneur protège la cargaison des intempéries. Il réduit le vol, les dommages et les pertes. Pour les incendies, les citernes à cargaison sont généralement protégées par un système d'extinction d'incendie au CO2 associé à une analyse atmosphérique. Sur les navires plus récents sans panneaux d'écouille, ce système est remplacé par une unité d'eau de diffusion fixe. [10]

## **2.2.5 Les inconvénients de la conteneurisation :**

L'inconvénient essentiel est que ça nécessite des investissements coûteux et de l'espace.

Cependant, cela ne diminue en rien le rôle avantageux et important de la conteneurisation dans la pratique et l'évolution du commerce international.[10]

## **2.3 Gestion des flux de conteneurs dans un terminal à conteneur**

### **2.3.1 ETAT DE L'ART :**

Il existe plusieurs problèmes de décision dans la logistique des terminaux à conteneurs. Les principales questions abordées dans la littérature sont l'allocation des postes à quai, l'arrimage des conteneurs, le stockage des conteneurs et l'ordonnancement des équipements de manutention et de transport interne. [11]

### **2.3.2 Allocation des postes à quai :**

Cela implique d'affecter les navires entrants aux postes de quai disponibles.

(Arango et al.) Ont étudié le problème d'allocation des postes à quai dans le port de Séville est étudié. Ils ont proposé un modèle mathématique et développé un algorithme heuristique basé sur un algorithme génétique (AG). Ce module d'optimisation est associé à un module de simulation développé à l'aide du logiciel Arena afin qu'à chaque arrivée d'un navire, un algorithme heuristique soit lancé pour générer l'allocation optimale de poste pour le navire. Les résultats sont envoyés à un logiciel qui simule les opérations de traitement. [12]

(Legato et al.) ont proposé une méthode intégrée de simulation et d'optimisation pour traiter le problème d'allocation des postes d'amarrage aux niveaux tactique et opérationnel. L'objectif est de pouvoir ajuster le plan d'allocation fourni au niveau tactique en fonction de toute incertitude rencontrée au niveau opérationnel. La méthode proposée utilise d'abord une heuristique de recherche de faisceau pour obtenir un plan d'allocation hebdomadaire. Concevez et reproduisez les niveaux opérationnels grâce à des simulations d'événements discrets pour ajuster les solutions fournies au niveau tactique. Le processus d'ajustement a été effectué en utilisant la méthode de recuit simulé. L'intégration est réalisée en branchant un moteur de simulation (pour évaluer les solutions) dans un algorithme d'optimisation (pour explorer toutes les solutions). [13]

### **2.3.3 Arrimage des conteneurs :**

Il s'agit d'affecter les conteneurs aux positions dans le navire, d'assurer leur stabilité et de minimiser le nombre de mouvements improductifs.

(Aye et al.) ont créé un outil de visualisation et de simulation développé en Java pour générer des plans d'arrimage automatiques pour les grands porte-conteneurs. Le plan de charge généré par l'heuristique prend en compte plusieurs facteurs, tels que le type de cargaison et les restrictions de poids. L'objectif est de maximiser la stabilité du navire tout en minimisant le temps d'exécution. [14]

#### **2.3.4 Stockage des conteneurs :**

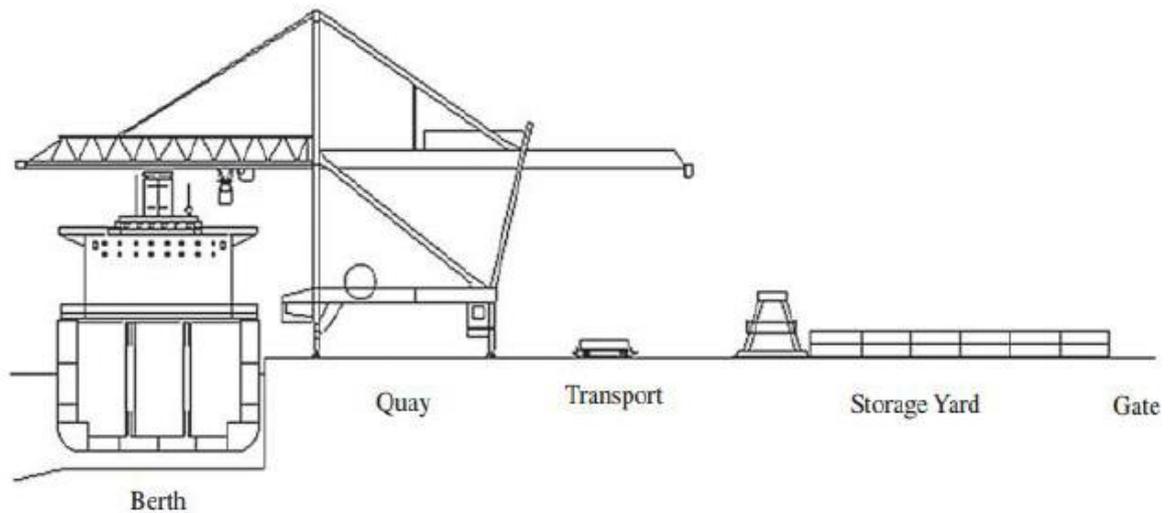
(Petering et Murty) ont construit un modèle de simulation à événements discrets pour étudier l'effet de la longueur des blocs de stockage et l'utilisation des portiques de cour sur les performances globales du terminal. Les auteurs évaluent quatre scénarios en modifiant la taille du terminal et le nombre d'équipements. [15]

(Petering) a mené une étude similaire pour étudier l'impact de la largeur des blocs sur la performance du terminal maritime. [16]

#### **2.3.5 Ordonnancement des équipements :**

Selon (Al-Dhaheri et al.) résoudre le problème de planification des grues de quai en considérant les aspects dynamiques et stochastiques du processus de déchargement des conteneurs. L'objectif est de minimiser le temps de service des navires. Les auteurs proposent un modèle de programmation mixte en nombres entiers et appliquent une méthode de simulation basée sur l'AG. Le modèle de simulation proposé utilise l'échantillonnage de Monte Carlo pour évaluer la performance de chaque chromosome. Le modèle proposé est testé dans des environnements stochastiques et déterministes. [17]

(He et al.) ont proposé une nouvelle stratégie de partage de semi-remorques entre plusieurs quais adjacents. Les auteurs développent un modèle de programmation en nombres entiers et proposent une méthode combinant l'optimisation et la simulation. La méthode se compose de deux modules : un module d'optimisation basé sur les AG et un module de simulation. Le premier module est utilisé pour chercher des solutions et le deuxième module évalue ces solutions, répare les plannings non faisables et exécute une approche « Rolling-horizon ». Cette approche vise à réduire l'impact sur les plannings futurs. [18]



**Figure 11 : les zones des opérations logistiques dans un terminal à conteneur (google)**

## Conclusion :

Ce chapitre explique la notion du conteneur, et expose les différentes variétés de conteneur qui existent. Ainsi la conteneurisation, et les changements qu'elle a apportés cette technologie dans le monde entier. En fin ce chapitre décrit la gestion des flux de conteneurs dans un terminal.

Nous pouvons conclure que la conteneurisation a facilité le transport de marchandises et l'exportation mondiale est en diminuant les coûts de transport et les temps de chargement et de déchargement des navires.

# **Chapitre III**

## **L'entreprise portuaire d'Oran**

## 3 L'entreprise portuaire d'Oran

### 3.1 Introduction :

La construction du port d'Oran a commencé en 1792 par les Espagnols. Lorsque les Français arrivaient en 1930, ils reprennent le travail commencé en 1948, mais ne le poursuivent pas. L'aspect final du port n'est donné qu'à la fin de 1962. [19]

Actuellement, le port d'Oran est considéré comme polyvalent car il regroupe plusieurs activités. [19]

Les activités commerciales du port continuent à se développer chaque année, ce qui en fait l'un des plus grands ports d'Algérie. [19]

Le port de commerce est géré par l'Entreprise Portuaire d'Oran (EPO) et est soumis à Groupe des Services Portuaires (GSP) et la Direction des Travaux Publics et des Transports. [19]

### 3.2 Profil de la société:

L'entreprise portuaire d'Oran "EPO", qui gère le port de commerce de la ville d'Oran, en tutelle du Groupement des Services Portuaires et du Ministère des Travaux Publics et des Transports. [19]

La superficie totale du port d'Oran a atteint 194 hectares.

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 contient plusieurs zones selon les installations spécialisées existantes. [19]

### 3.3 Situation géographique :

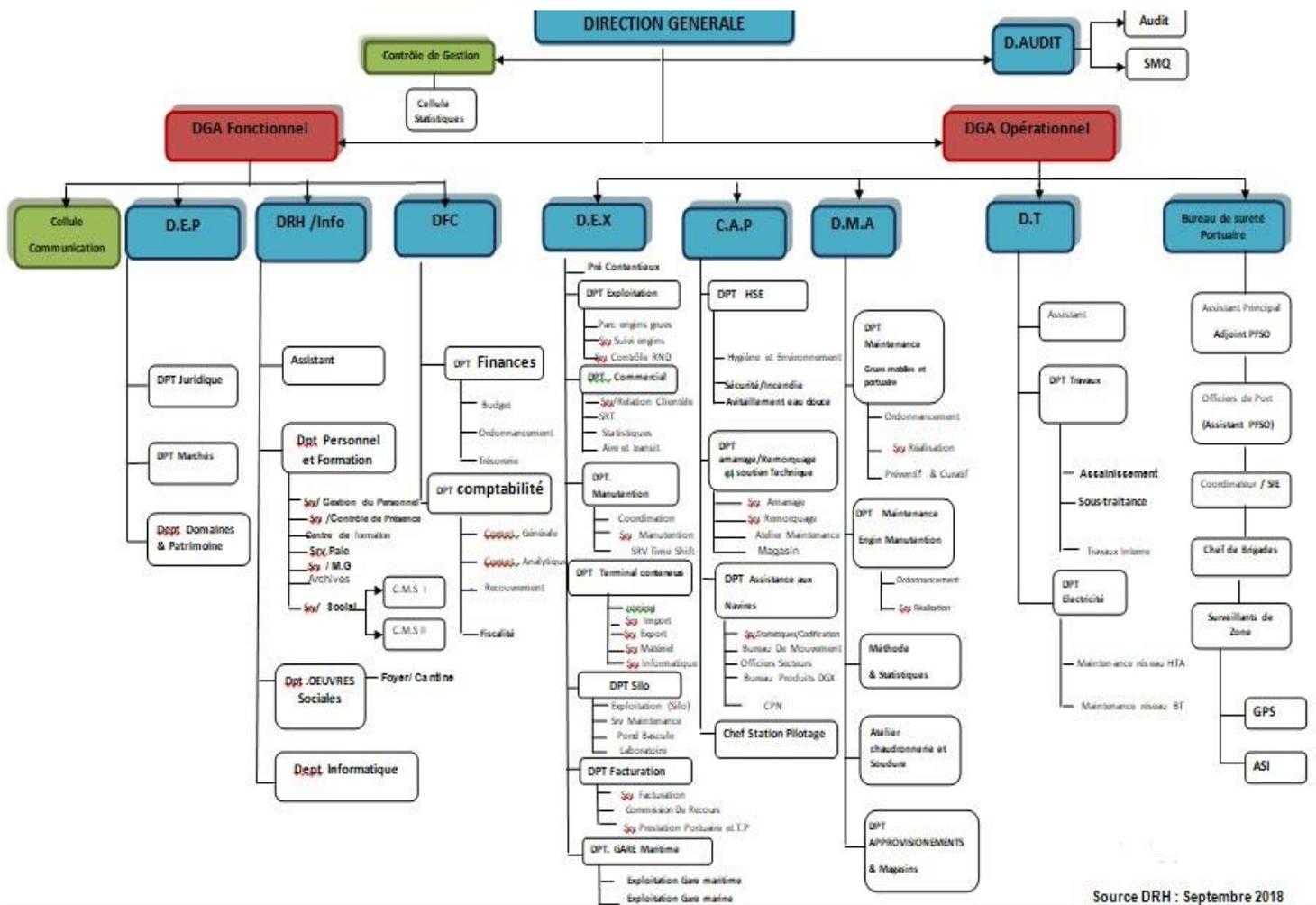
Le port d'Oran s'ouvre sur la rive sud de la méditerranée occidentale. Il est situé : à environ de 400 km à l'Ouest de la capitale « Alger », à moins de 200 km des rivages ibériques, à proximité des autoroutes maritimes Est – Ouest, traversant la méditerranée et à proximité des lignes maritimes Nord – Sud. [19]

### 3.4 Le port en chiffres :

**Tableau 2 : le port d'Oran en chiffres [19]**

| LIBELLE            | OBSERVATION     |
|--------------------|-----------------|
| Quais              | 14              |
| Postes à quai      | 17              |
| Longueur des quais | 4470 m          |
| Tirant d'eau       | De 7,5 m a 11 m |

### 3.5 L'organigramme de l'EPO :



Source DRH : Septembre 2018

**Figure 12 : l'organigramme de l'EPO [20]**

## **3.6 Les services de l'EPO :**

### **3.6.1 TERMINAL A CONTENEURS :**

Divise 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 [19]

### **3.6.2 TERMINAL CEREALIER :**

Le port d'Oran est doté de deux (02) silos à céréale d'une capacité respective de 30 000 tonnes et 10 tonnes. En plus il dédie d'une installation spécialisée pour la gestion du trafic céréalier avec trois quais pour le traitement de ce dernier. [19]

### **3.6.3 TERMINAL DIVERS :**

Deux zones au port d'Oran sont dédiées au chargement et déchargement des navires Cargo avec les marchandises homogènes tel que le bois, le rond a béton... Le traitement de ces type de navires est effectuée par des grues portuaires de fort tonnage pour une gestion fluide et sécurisée de ces opérations. [19]

### **3.6.4 GARE MARITIME :**

Avec une gare maritime qui ne cesse de se développer et de se mettre au rang des plus grandes gares dans le bassin méditerranéen, l'EPO ne lésine pas sur les investissements et les efforts pour améliorer sans cesse le confort des passagers et la fluidité des escales des car ferry. [19]

### **3.6.5 STATION URBAINE :**

Dans le cadre des Orientations des Pouvoirs Publics et dans le cadre des investissements dont elle bénéficie la ville d'Oran, L'EPO accueille une station maritime urbaine reliant le port d'Oran à la plage "des dunes" située à la ville d'Ain El turc. [19]

### 3.6.6 AIDE à LA NAVIGATION :

Avec trois remorqueurs flambant neuf et plusieurs pilotins, l'EPO assure et aide à la navigation dans le bassin de la ville d'Oran et intervient sur la cote Oranaise et au de-là pour venir en aide aux navires en détresse ou tout autre intervention en mer. [19]

## 3.7 Le terminal à conteneur du port d'Oran :

Le terminal à conteneur c'est un terminal dans le port d'Oran, qui contient un ensemble d'équipements et de secteurs. [19]

Dans ce terminal ce passe le chargement, le déchargement et le stockage des conteneurs [19]

Il se compose d'un quai et des zones de stockage. Il est géré selon ka zone, par les cavaliers gerbeurs pour le stockage des conteneurs, et pour le transfert des conteneurs sur les zones tampons on utilise les chariots élévateurs [19]

### 3.7.1 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. [19]**

### 3.7.2 Les procédures administratives :

#### 3.7.2.1 La démarche import :

Il est le flux le plus important dans le terminal à conteneur d'Oran par rapport au flux des conteneurs expédié. Donc il est en relation direct avec notre problème traité (le stockage des conteneurs), et pour cela en vas bien détailler les procédures administratives liées à cette démarche. [19]

- **Avant l'amarrage du navire :**

Au moment ou le bateau soit en rade, une commission d'emplacement formée de : représentants de la capitainerie, direction acconage et manutention, l'agent maritime, la douane et la PAF, est mise en place. Le choix de quai se fait par le magasinier Et il signe le bon de commande présenté par la capitaine maritime.

Le choix du quai se fait par rapport à la capacité du tirant d'eau vue que l'entreprise possède des quais de différentes capacités.

La planification de la réception se fait généralement en FIFO (First In First Out), mais cette méthode peut être invalide dans certain cas (par ex : l'arrivée d'un navire qui contient des animaux) [19]

- **Après l'amarrage du navire :**

Le capitaine maritime présente le manifeste de cargaison à la douane pour avoir l'autorisation d'accès au port

Le manifeste de cargaison, c'est une liste qui contient tous les conteneurs qui vont être débarqués. [19]

Le capitaine maritime contacte les clients (les récepteurs des conteneurs), en leurs envoyant les avis d'arrivée.

Le client reçoit le pli cartable; c'est le dossier qui contient toutes les informations sur la marchandise.

Il s'agit de la facture, le connaissement original (L'acte de propriété de la marchandise), certificat de conformité, l'origine de la marchandise, les autorisations suivant la nature des marchandises. Ce dossier est envoyé par le fournisseur soit par la poste, la banque ou bien la compagnie maritime elle-même. Après la réception de ces documents le client (le transitaire) fait programmer la visite avec la douane. [19]

- **Etape de débarquement :**

La direction d'acconage et manutention, réserve les ressources nécessaires pour le déchargement (les grues portique, les dockers), elle fait aussi un ODS (ordre de service) pour le chef magasinier et leur pointeurs pour contrôler les conteneurs déchargés.

Le déchargement du navire suit une liste de colisage fournie par le capitaine maritime et suit aussi les instructions en temps réel pour assurer la stabilité du navire.

Chaque chef magasinier a 8 à 9 pointeurs, ils appartiennent à la direction du terminal.

Ils sont répartie en deux groupes, le premier groupe sont chargés du navire et l'autre groupe sont chargés de la zone de stockage. Le rôle des pointeurs est de remplir la fiche de pointage qui contient toutes les informations concernant le conteneur (le numéro de conteneur, la marque, le type de conteneur (1 EVP / 2 EVP), numéro de scellé). A la fin, ils établissent un bordereau de réserve. [19]

- **Etape fin de débarquement :**

Après que le bordereau de réserve est prêt, il doit être signé par le chef magasinier et le commandant de bord.

Il existe deux types : le premier type représente le cas ou il a un conteneur abimés ou sans scellé, ou bien des marchandises défectueuses. Le deuxième type (la différentielle) : il contient deux cas : Le premier cas représente les conteneurs manifestés et non débarqués, le deuxième cas représente les conteneurs débarqués et non manifestés. [19]

- **Etape visite douanière :**

La durée maximum du séjour des conteneurs dans le port est 21 jours selon (article 205) dont le client doit engager une déclaration et présente tous les documents nécessaires, les documents douaniers (la facture, certificat d'origine) et les FAP (les informations administratives particulières) demandées par le gouvernement pour déterminer la position tarifaire de la marchandise et l'autorisation d'accès au territoire nationale. Une autre particularité c'est de faire conjointer la visite douanière et celle du service DCP (direction centrale du port) pour prélèvement d'échantillon pour l'analyser afin d'avoir l'autorisation d'accès au territoire nationale. Une fois la déclaration est validée, elle passe finalement à la caisse.

Dans le cas du circuit vert l'étape de la visite douanière est éliminée. Pour le circuit rouge et orange en introduit la visite douanière : dans ce cas la durée de séjour du conteneur varie selon le nombre de conteneurs programmés par jours vue que le nombre des agents est limité (chaque agent peut visiter jusqu'aux 10 conteneurs par jours) sans oublier la limitation des ressources disponibles par l'entreprise portuaire pour aménager les conteneurs dans la zone de visite. Les déclarations sont enregistrées dans le système de cotation. L'inspecteur ou l'agent responsable de la visite détermine le programme de visite (chaque jour à 14h).

Ça donne une durée de 24h à l'opérateur de l'entreprise portuaire pour préparer les conteneurs dédiés à la visite.

La douane établit un programme d'échantillonnage selon différents paramètres. (Type de marchandise, l'historique du client, port de chargement, des conventions signées avec le client et le reste passe par le scanner).

Contrairement à la marchandise de revente en état, dans ce cas le conteneur doit passer par la visite pendant 21 jours, Si le client ne se présente pas pendant cette période la loi oblige que le conteneur soit affecté au dépôt de la douane. [19]

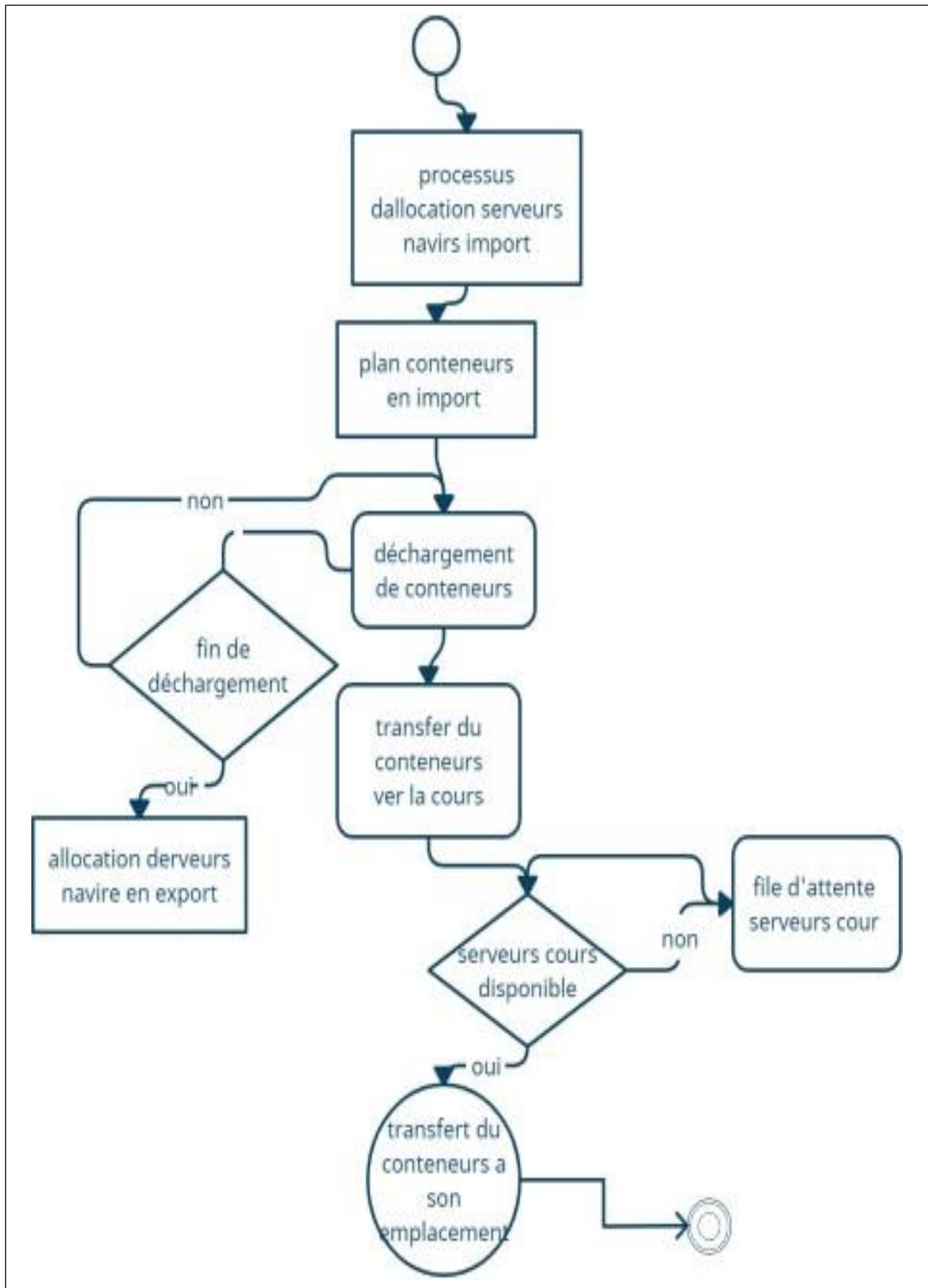


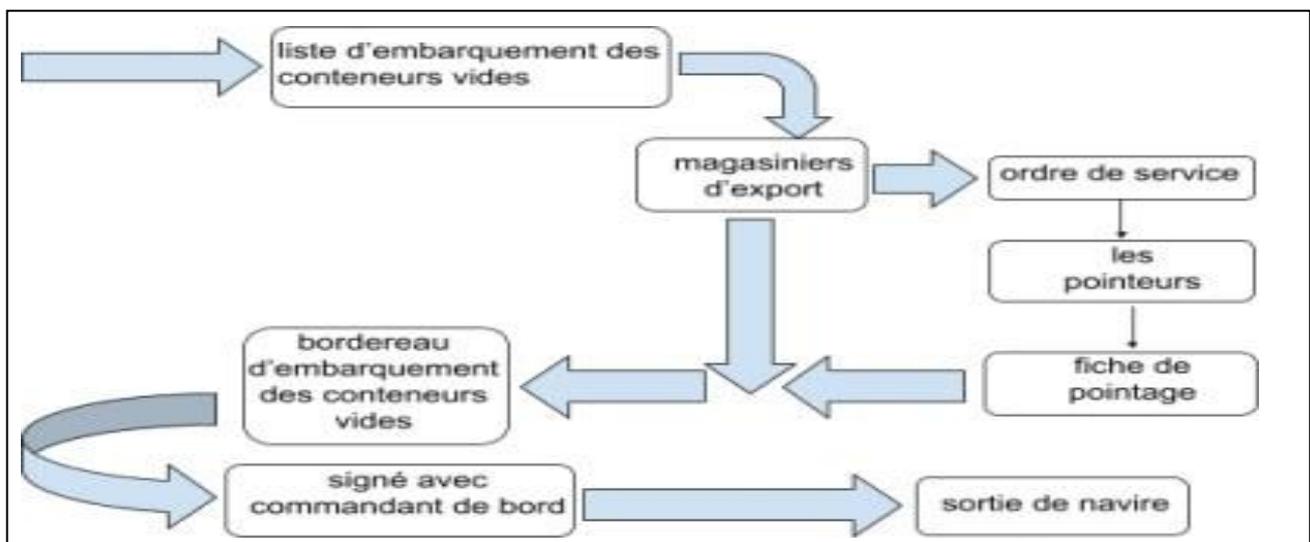
Figure 13 : la démarche import [19]

### 3.7.2.2 La démarche export :

Dans la démarche export on a deux cas soit conteneur est vide ou plein. Dans le cas de conteneur vide, les conteneurs sont stockés d'une manière adjacente prête de quai ou se trouve le navire. [19]

Dans le deuxième cas les conteneurs sont stockés à part dans la zone de stockage jusqu'à la date d'exportation. [19]

Les deux schémas ci-dessous représentent les procédures administratives de deux cas de conteneurs vides et pleins.



**Figure 14 : la démarche export des conteneurs vides [19]**

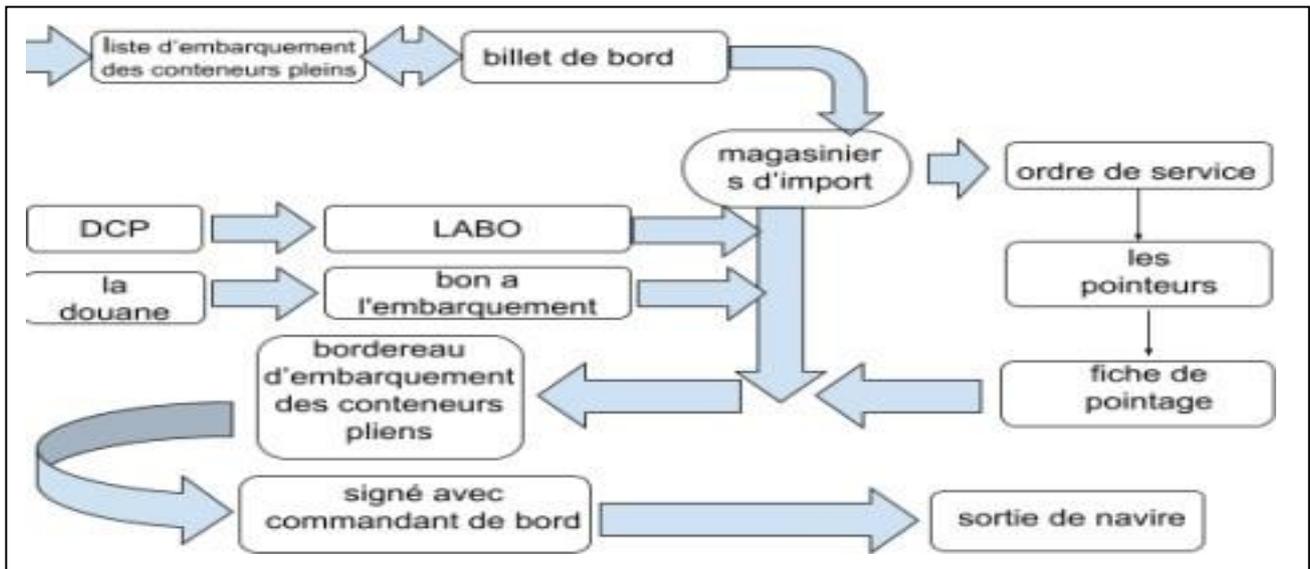


Figure 15 : la démarche export des conteneurs pleins [19]

### 3.8 Conclusion:

Dans ce chapitre, on a vu l'histoire de port d'Oran, le profil de la société, sa situation géographique, le terminal à conteneur avec ses différents équipements de manutention, et ses procédures administratives (pour l'import et l'export).

On voit que le port d'Oran a compris que la transition vers la mondialisation impliquera inévitablement des efforts de modernisation de leurs terminaux. En conséquence, il a reconnu la nécessité d'investir pour moderniser les installations existantes et a tenté de corriger ces problèmes.

# **Chapitre IV**

**Modélisation et  
résolution du problème  
de stockage/déstockage  
des conteneurs**

## 4 Modélisation et résolution du problème de stockage/déstockage des conteneurs

### 4.1 Introduction :

Les principaux problèmes dans la zone de stockage actif du terminal à conteneur d'Oran sont la difficulté de localisation des conteneurs (problème de traçabilité), la modification des positions des conteneurs (problème de relocation), les mouvements improductifs des cavaliers gerbeurs (l'outil de stockage et déstockage des conteneurs).

Donc pour la nouvelle zone de stockage notre but consiste à éliminer ou bien minimiser ces problèmes

Pour cela, nous avons développé une application pour résoudre ces problèmes du terminal d'Oran

### 4.2 Description de la nouvelle zone de stockage :

Dans cette zone, il y'a 12 blocs pour le stockage, 11 blocs pour les conteneurs de type DRY et le douzième (12) pour les conteneurs frigorifiques.

Chaque bloc a 36 positions de type (20 pieds) dans la longueur (bay), 6 positions en largeur (row) et 6 positions en hauteur (tier), donc il a en tous 1296 positions

On a 7 RTG (Rubber Tyred Gantry crane), (manutention utilisé au niveau du parc à conteneur pour assurer les opérations de stockage et déstockage)

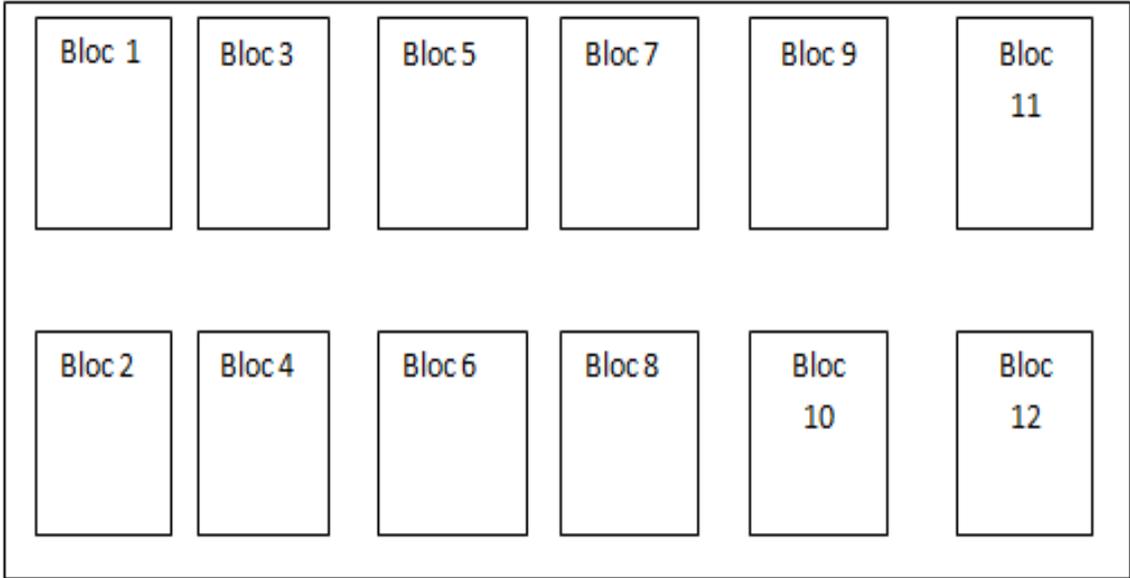


Figure 16 : schéma représentatif de la zone de stockage

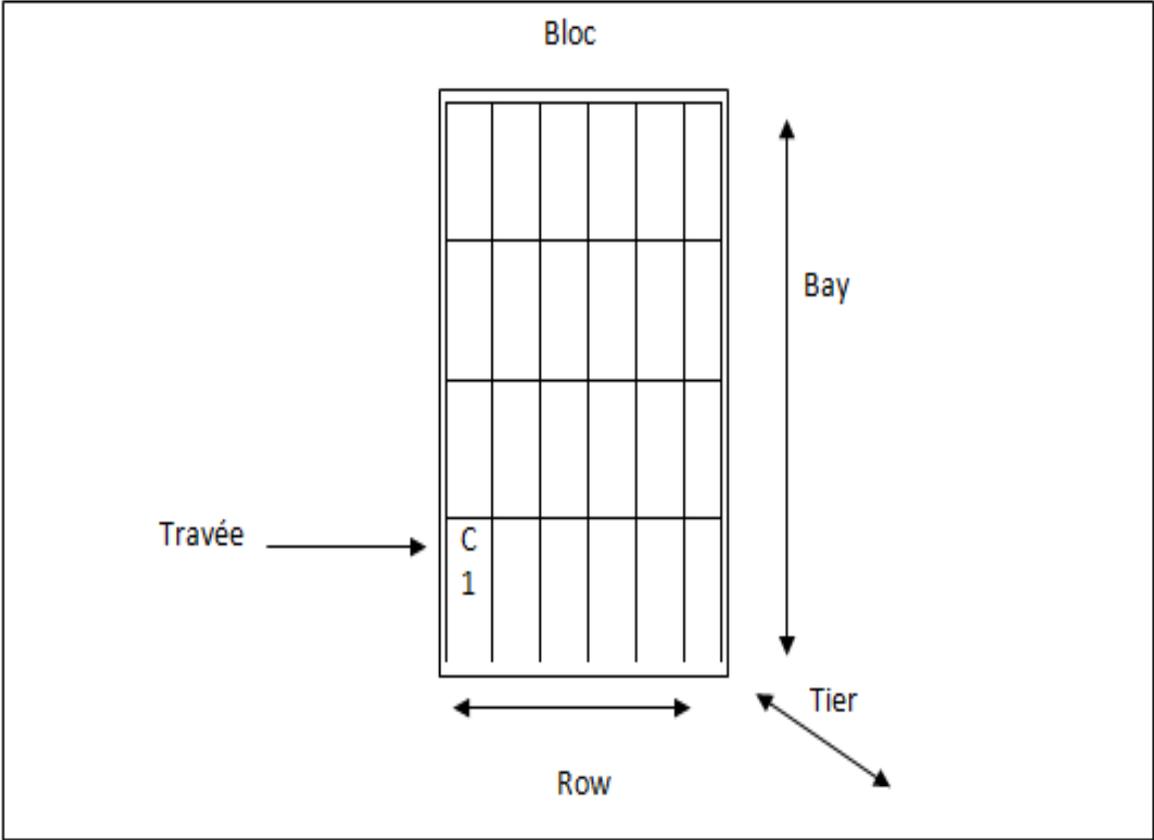


Figure 17 : schéma représentatif d'un bloc

### 4.3 Description du problème :

Pour le terminal à conteneur d'Oran, nous nous sommes intéressés aux conteneurs entrants et sortants de type DRY, tandis que les conteneurs frigorifiques sont stockés dans le douzième bloc.

Au niveau du terminal il existe trop de mouvements improductifs, pour cela l'objectif est de minimiser le maximum ces mouvements, pour accélérer les opérations de livraison (améliorer le rendement), c'est le premier problème.

Ensuite, le deuxième problème, est la localisation des conteneurs dans la zone de stockage, ce qui fait une perte de temps et de performance.

De plus, le problème de relocation, c'est-à-dire quand on veut déstocker un conteneur à une position inférieure et superposé par un autre conteneur, donc pour le déstocker il faut faire une relocation pour le conteneur supérieur

En fin, le problème de stockage des conteneurs (PSC), pour déterminer la position idéale pour stocker ce conteneur.

### 4.4 La complexité du problème :

Le PSC est classifié parmi les problèmes NP-difficile.

### 4.5 La résolution des problèmes par l'utilisation d'une application « proposé » :

#### 4.5.1 L'architecture du programme :

Le programme est divisé en trois parties :

La partie base de donnée, qui contient toutes les informations concernant les positions des conteneurs les blocs, elle est créée à base de SQLITE,

La partie programmation en Python, elle est divisée en trois couches :

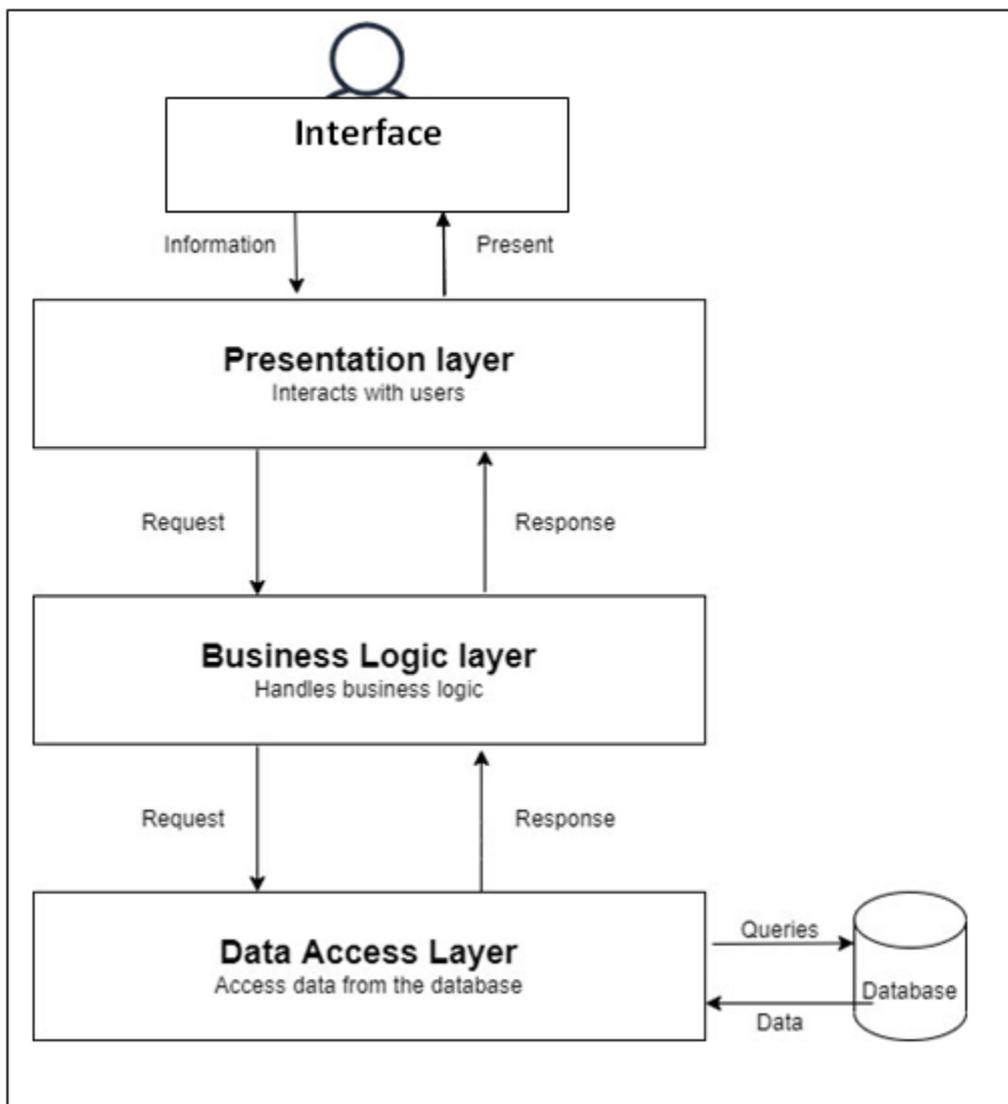
La couche DAL (DATA ACCESS LAYER), la couche d'accès aux données, elle permet de créer, modifier, ajouter, supprimer les données dans la base de données.

Ensuite, la couche BAL (BUSINESS ACCESS LAYER), la couche de traitement, elle est entre la couche DAL et la couche PRESENTATION LAYER. C'est la couche

responsable du traitement des différentes opérations de métier, entrée stock, sortie de stock, recherche une position ou un conteneur, relocation... .

En fin, la couche PRESENTATION LAYER, la couche de présentation, elle permet de présenter et de lire les données de l'utilisateur.

Finalement, la partie interface, elle permet à l'utilisateur d'injecter les données et de récupérer les données du programme facilement, elle est créée à base de Qt Designer.



**Figure 18 : schéma représentatif de L'architecture du programme**

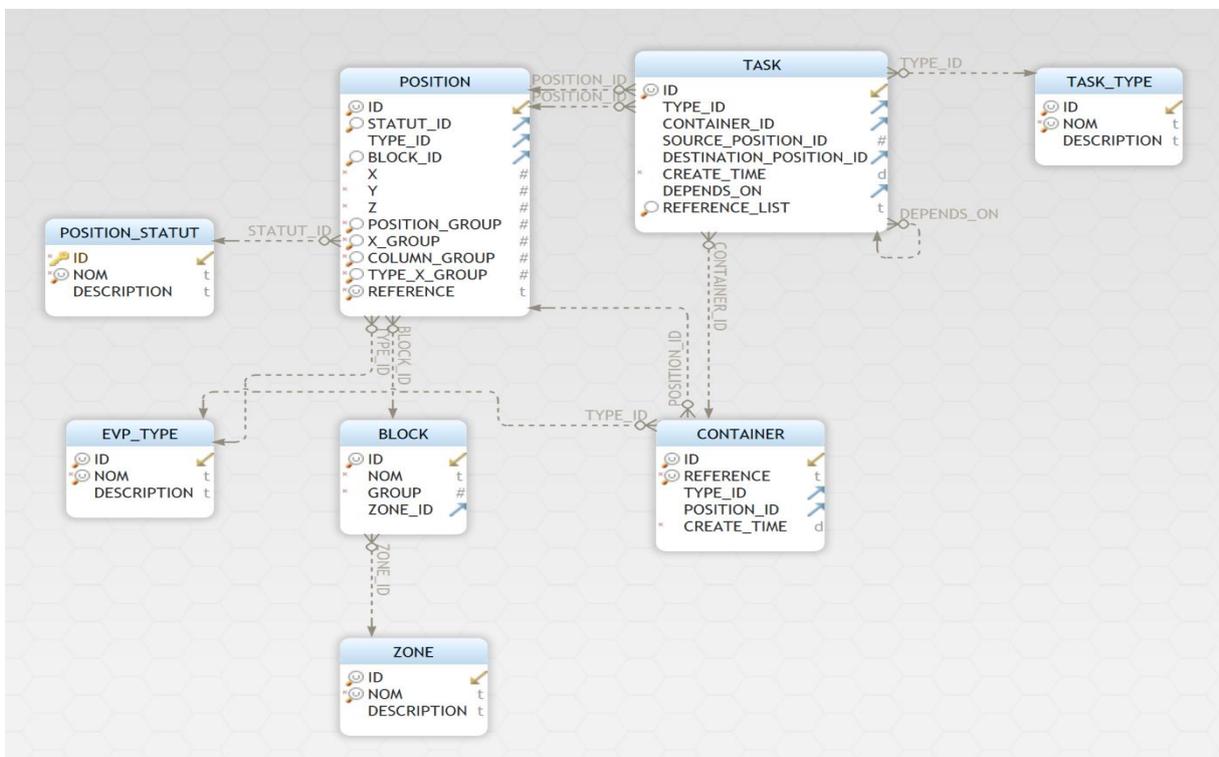
### 4.5.2 Les contraintes :

- Chaque bloc doit contenir des conteneurs de type (20 et 40 pieds).
- L'occupation des blocs doit être équilibrée.
- Une travée doit contenir des conteneurs de même type.
- Chaque travée doit contenue au moins 5 positions vides (pour la relocation).
- On a 6 RTG divisé sur 11 blocs, donc chaque RTG est responsable de 2 blocs et un seul RTG a un seul bloc.
- Les taches des RTG doivent être équilibrées.
- Les listes des conteneurs entrants et sortants sont données sur un fichier Excel.
- La liste des taches doit être exportée en format Excel (csv).
- Il faut compléter les taches par les RTG avant de les validées.
- La possibilité de vérifier la position d'un conteneur ou le statue d'une position en temps réel.

### 4.5.3 La résolution :

#### 4.5.3.1 La partie base de données (SQLite) :

Pour la base de données nous avons crée un ensemble des tables et des vues.



**Figure 19 : diagramme représentatif des tables**

La table zone : elle contient les propriétés (identifiant, nom, la description), puisque il y'a une seule zone donc sa description est la zone la par défaut.

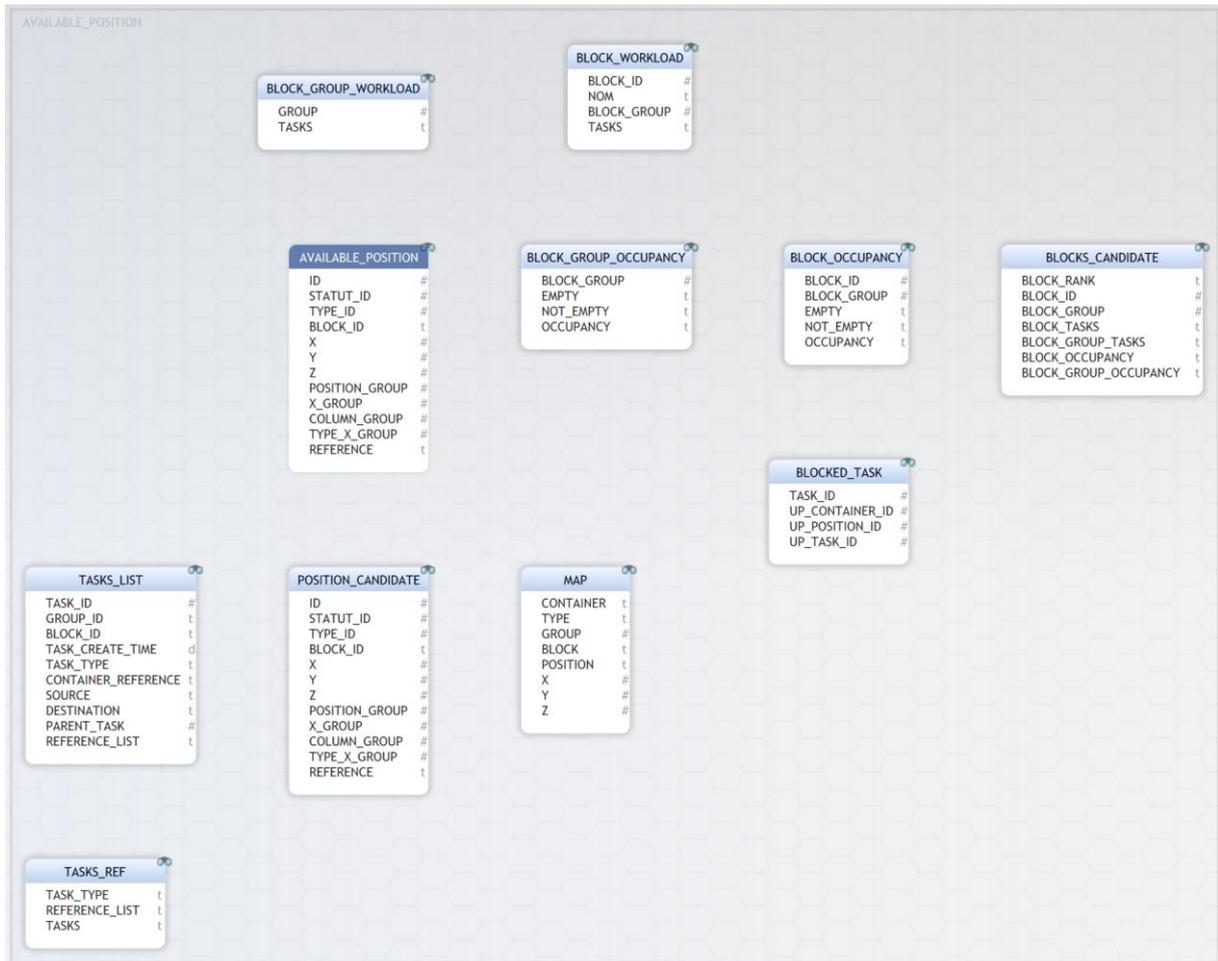
La table bloc : elle contient tous les blocs et chaque bloc a un identifiant, un nom, appartient à un groupe de deux blocs et une liste des positions.

La table position : elle contient toutes les positions et chaque position a un identifiant, une position selon l'axe x (bay), une position selon l'axe y (raw), une position selon l'axe z (tier), une travée et une référence.

Et pour les tables : type d'EVP, statue de la position et type de la tache, sont des tables permettant de continuer le développement facilement dans le future, comme ajouter un nouveau type ou des autres statuts...

| ID | NOM              | DESCRIPTION                   |
|----|------------------|-------------------------------|
| 1  | Empty            | Position vide                 |
| 2  | Occupied         | Position occupée              |
| 3  | ReservedInbound  | Position réservée pour entrée |
| 4  | ReservedOutbound | Position réservée pour sortie |

**Figure 20 : table statut de la position**



**Figure 21 : diagramme représentatif des vues**

La vue des positions disponibles : elle retourne la liste des positions disponibles pour stockage immédiat en éliminant les autres positions occupées ou avec un type différent, ainsi que les positions vides situées sur un emplacement dont la base est vide (exemple, position en z=2 vide, mais avec la position en dessous vide aussi).

La vue de l'occupation des blocs : elle nous donne l'occupation de chaque bloc.

La vue des blocs candidats : elle nous classe les blocs selon leur occupation, les tâches de RTG responsable de ce bloc, l'occupation de groupe de ce bloc et les tâches de ce groupe.

La vue des positions : elle concatène la vue positions disponibles et la vue blocs candidats, pour classer les positions candidats.

Nous avons créé les vues dans la base de données juste pour augmenter la performance du programme, et faciliter la modification en cas de modification des contraintes.

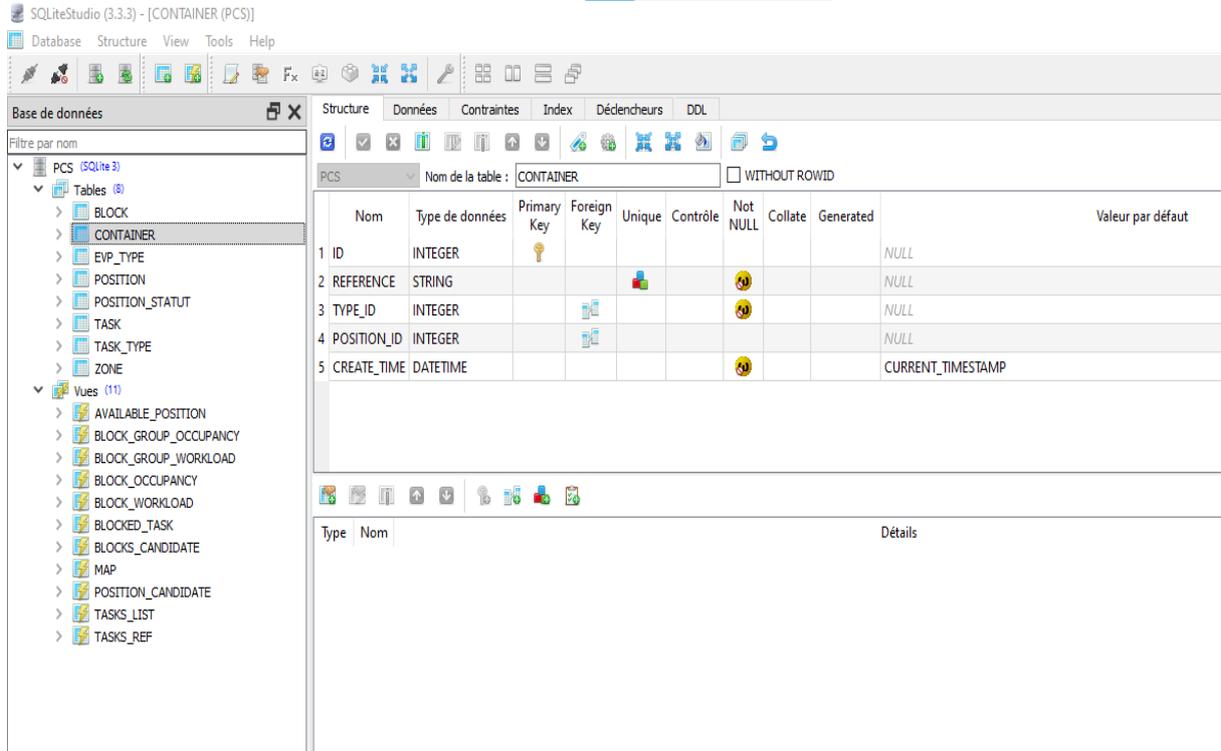


Figure 22 : les tables et les vues dans la base de données

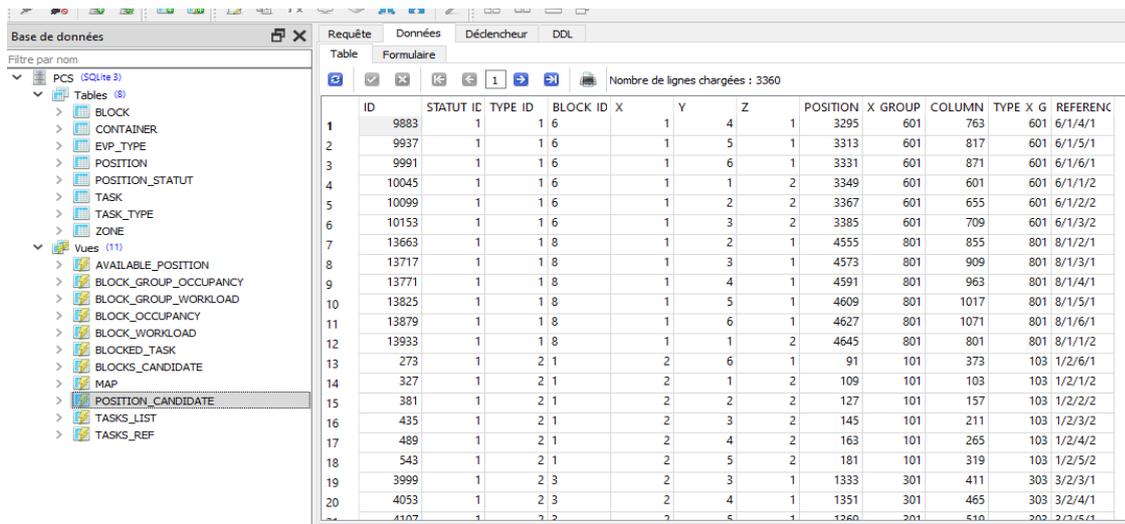


Figure 23 : la vue des positions candidates

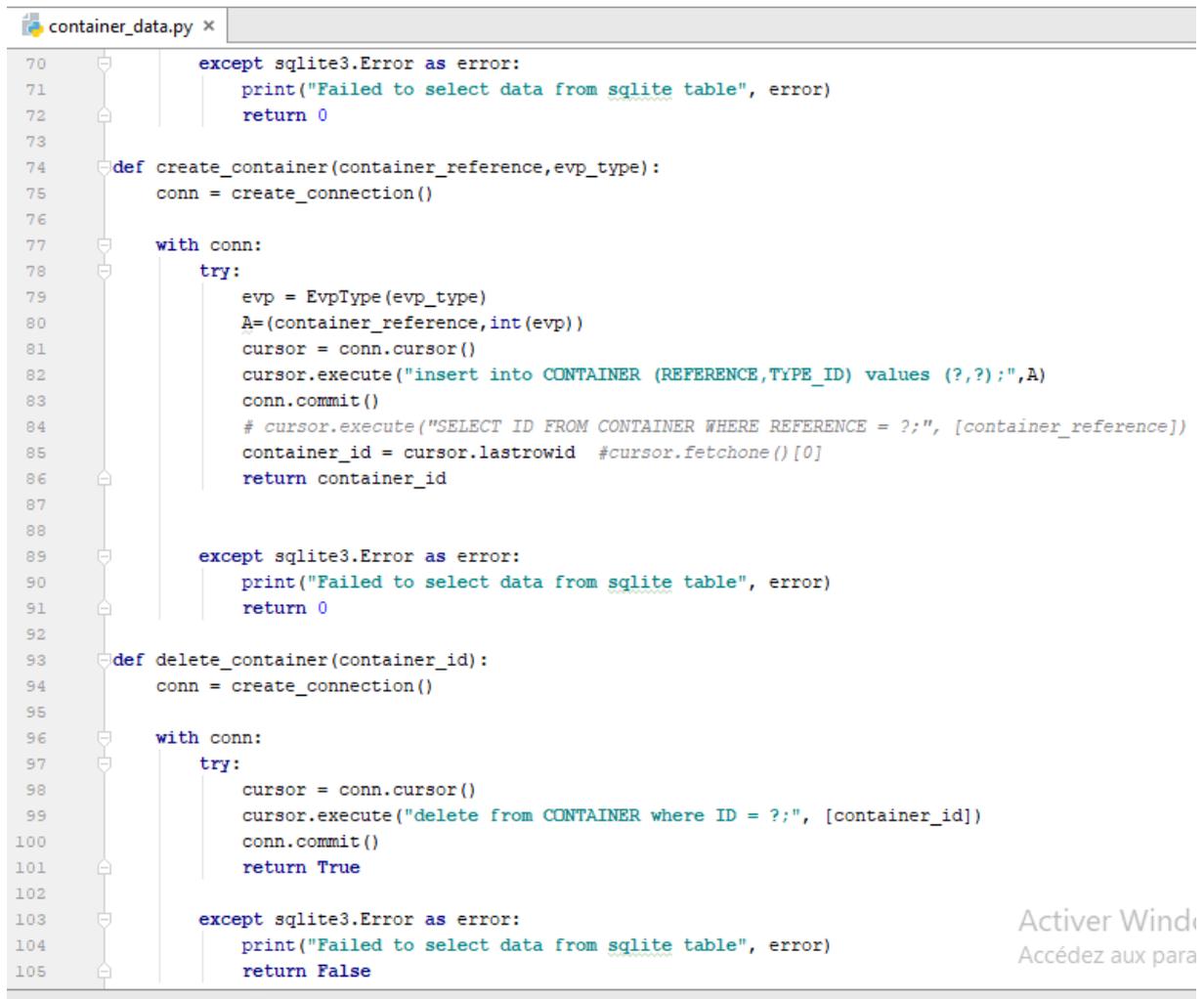
### 4.5.3.2 La partie programme (Python) :

- la couche DAL

Nous avons créé quatre fichiers python (les données de conteneur, les données de position, les données de relocation et les données aléatoires)

Pour le fichier (les données de conteneur), contient tous les fonctions en relations avec conteneur.

Pour vérifier l'existence d'un conteneur dans la base de données, crée un conteneur ou le supprime de la base de données, récupère tous les informations d'un conteneur (id, la position, la référence ...)



```

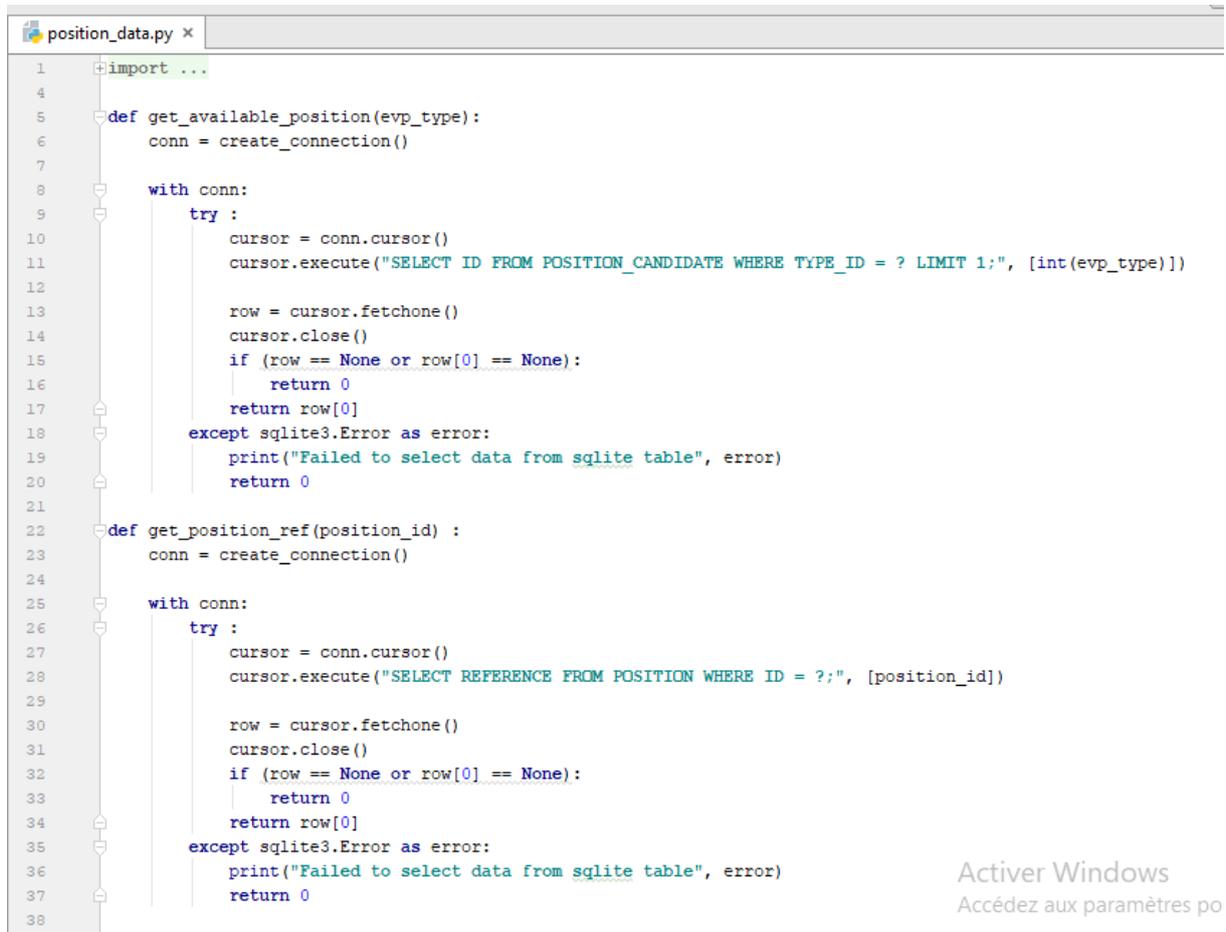
70     except sqlite3.Error as error:
71         print("Failed to select data from sqlite table", error)
72         return 0
73
74     def create_container(container_reference, evp_type):
75         conn = create_connection()
76
77         with conn:
78             try:
79                 evp = EvpType(evp_type)
80                 A=(container_reference,int(evp))
81                 cursor = conn.cursor()
82                 cursor.execute("insert into CONTAINER (REFERENCE,TYPE_ID) values (?,?);",A)
83                 conn.commit()
84                 # cursor.execute("SELECT ID FROM CONTAINER WHERE REFERENCE = ?;", [container_reference])
85                 container_id = cursor.lastrowid #cursor.fetchone()[0]
86                 return container_id
87
88
89         except sqlite3.Error as error:
90             print("Failed to select data from sqlite table", error)
91             return 0
92
93     def delete_container(container_id):
94         conn = create_connection()
95
96         with conn:
97             try:
98                 cursor = conn.cursor()
99                 cursor.execute("delete from CONTAINER where ID = ?;", [container_id])
100                 conn.commit()
101                 return True
102
103         except sqlite3.Error as error:
104             print("Failed to select data from sqlite table", error)
105             return False

```

**Figure 24 : quelques fonctions des données de conteneur**

Pour le fichier (les données de position), contient toutes les fonctions en relations avec position.

Vérifier le statut d'une position, puis sélectionner une position (de la vue des positions candidates), afin d'avoir la référence de conteneur situé dans cette position...



```
1  import ...
4
5  def get_available_position( evp_type ):
6      conn = create_connection()
7
8      with conn:
9          try :
10             cursor = conn.cursor()
11             cursor.execute("SELECT ID FROM POSITION_CANDIDATE WHERE TYPE_ID = ? LIMIT 1;", [int( evp_type )])
12
13             row = cursor.fetchone()
14             cursor.close()
15             if (row == None or row[0] == None):
16                 return 0
17             return row[0]
18         except sqlite3.Error as error:
19             print("Failed to select data from sqlite table", error)
20             return 0
21
22  def get_position_ref( position_id ) :
23      conn = create_connection()
24
25      with conn:
26          try :
27             cursor = conn.cursor()
28             cursor.execute("SELECT REFERENCE FROM POSITION WHERE ID = ?;", [position_id])
29
30             row = cursor.fetchone()
31             cursor.close()
32             if (row == None or row[0] == None):
33                 return 0
34             return row[0]
35         except sqlite3.Error as error:
36             print("Failed to select data from sqlite table", error)
37             return 0
38
```

**Figure 25 : quelques fonctions des données de position**

Pour le fichier (les données de relocation), contient toutes les fonctions qui nous permettent de faire une relocation.

On récupère avec ce fichier les tâches bloquées de la vue (des tâches bloquées) et les positions supérieures de la position bloquée, pour faire des relocations.

```
relocation_data.py x
7
8 def get_blocked_tasks():
9     conn = create_connection()
10
11     with conn:
12         try :
13             cursor = conn.cursor()
14             cursor.execute("SELECT TASK_ID, UP_CONTAINER_ID, UP_POSITION_ID, UP_TASK_ID FROM BLOCKED_TASK")
15
16             rows = cursor.fetchall()
17             cursor.close()
18             if (rows == None or rows == []):
19                 return []
20
21             blocked_tasks = []
22             for row in rows:
23                 blocked_task = BlockedTask(row[0], row[1], row[2])
24                 if(row[3] is not None):
25                     blocked_task.upper_task_id = row[3]
26                 blocked_tasks.append(blocked_task)
27
28             return blocked_tasks
29         except sqlite3.Error as error:
30             print("Failed to select data from sqlite table", error)
31             return []
32
33 def get_relocation_position(source_position_id):
34     conn = create_connection()
35
36     with conn:
37         try :
38             cursor = conn.cursor()
39             cursor.execute("""
40             SELECT A.POS.ID
41             FROM POSITION POS
42             INNER JOIN
```

Activer Windows  
Accédez aux paramètres

**Figure 26 : les fonctions des données de relocation**

En fin, le fichier (les données aléatoires), a été créé pour avoir une situation initiale vue que notre zone est non-active, elle contient une fonction pour générer aléatoirement des tâches d'entrée en stock et de sortie du stock.

```

12
13     INBOUND_FILE_NAME = "inbound.csv"
14     OUTBOUND_FILE_NAME = "outbound.csv"
15
16     def get_random_container_ref():
17         letters = string.ascii_uppercase
18         container_ref = ''.join(random.choice(letters) for i in range(3))
19         letters = string.digits
20         container_ref += ''.join(random.choice(letters) for i in range(3))
21         return container_ref
22
23     def get_random_existing_container_ref():
24         ids = get_all_containers_ids_without_task()
25         if(len(ids) == 0):
26             print("ERROR: No available containers for outbound")
27             return None
28
29         container_ref = get_container_reference(random.choice(ids))
30         return container_ref
31
32     def generate_random_inbound_tasks(tasks_count):
33         ref = input('Entrer une référence pour cette opération: ')
34         for i in range(tasks_count):
35             container_ref = get_random_container_ref()
36             container_type = random.choice(list(EvpType))
37             print("{current}/{max}".format(current = i+1, max = tasks_count))
38             inbound(container_ref, container_type, ref)
39
40     def generate_random_outbound_tasks(tasks_count):
41         ref = input('Entrer une référence pour cette opération: ')
42         for i in range(tasks_count):
43             container_ref = get_random_existing_container_ref()
44             if(container_ref == None):
45                 return
46             outbound_type = random.choice([TaskType.Visit, TaskType.Ship, TaskType.Scanner, TaskType.WeightCheck])
47             print("{current}/{max}".format(current = i+1, max = tasks_count))

```

**Figure 27 : les fonctions des données aléatoires**

- La couche BAL

Dans cette couche il y'a quatre fichiers (entrer stocke, sortir stocke, relocation, compléter les taches)

Pour le fichier entrer stocke, il contient la fonction qui réalise une entrée en stock.

Premièrement vérifier si le conteneur n'est pas déjà stocké, après il trouve la meilleur position pour le stocker, ensuite il va créer le conteneur dans la base de données, puis réserver la position (changer le statut de la position de vide à réserver pour entrée en stock), en fin il crée la tache pour ce conteneur

```

10 def inbound(container_reference, evptype:Evptype,reference_list):
11     try:
12
13         """ Confirm container doesn't exist """
14         if(container_exists(container_reference)):
15             print("Un autre conteneur avec référence {container_ref} existe déjà.".format(container_ref = container_reference))
16             return False
17
18         """ Try find available position for type """
19         position_id = get_available_position(evptype)
20         if(position_id == 0):
21             print("No position is available for stock new containers if type {type}.".format(type = Evptype.name))
22             return False
23
24         position_ref = get_position_ref(position_id)
25         print("storing container {container} to position {position}.".format(container = container_reference, position = position_ref))
26
27         """ Create container in db"""
28         container_id = create_container(container_reference, evptype)
29         if(container_id == 0):
30             print("Failed to create container with reference {ref} of type {type}.".format(ref = container_reference, type = Evptype.name))
31             return False
32
33         """ Reserve position for inbound """
34         if(not set_position_status(position_id, PositionStatus.ReservedInbound)):
35             print("Failed to reserve position {ref} for inbound".format(ref = position_ref))
36             return False
37
38         print("position {pref} reserved for inbound container {cref}.".format(pref = position_ref, cref = container_reference))
39
40         """ Create stock task """
41
42         stock_task = StockTask(container_id, position_id,reference_list)
43
44         task_id = create_stock_task(stock_task)
45         if(task_id == 0):

```

**Figure 28 : la fonction de entrer stock**

Pour le fichier sortir stocke, il contient la fonction qui réalise une sortie du stock.

Premièrement vérifier si le conteneur existe en stock, après il trouve la position du conteneur, puis il réserve la position (changer le statut de la position de occupé à réserver pour (le type de sortie (livraison, peser, scanner, visite), en fin il crée la tache pour ce conteneur.

```
def outbound(container_reference, tasktype:TaskType, reference_list):
    try:

        """ Confirm container exists """
        if (not container_exists(container_reference)):
            print(" cet conteneur n'existe pas .")
            return False

        """ get container id """
        container_id = get_container_id(container_reference)

        """ get container position id """
        position_id=get_container_position_id(container_reference)

        """get position reference"""
        position_ref=get_position_ref(position_id)

        print("position of container with reference {cont_ref} is : {pos_ref}".format(cont_ref=container_reference,pos_ref=position_ref))

        """ Reserve position for outbound """

        if (not set_position_status(position_id, PositionStatus.ReservedOutbound)):

            print("Failed to reserve position {ref} for outbound".format(ref=position_ref))
            return False
        if tasktype == TaskType.Ship :
            """ Create ship task """
            ship_task = ShipTask(container_id, position_id,reference_list)
            task_id =create_ship_task(ship_task)
            if (task_id == 0):
                print("Failed to create ship task for container with reference {ref} from position {posref}" format(
```

**Figure 29 : la fonction de sortir stock**

Pour le fichier relocation, il contient la fonction qui réalise la relocation.

Premièrement en va récupérer la position de la tache bloquée, puis il va trouver la position supérieure de la position bloquée si elle est bloquée on passe a la position supérieure jusqu'à la position non bloquée, ensuite il trouve la meilleure position pour déplacer le conteneur de cette position, en suite il crée la tache de cette position, il refait la même procédure pour les autres positions jusqu'à que ce que la première tache ne soit pas bloquée

```

1  import ...
2
3
4
5
6
7  def relocate_all(reference_list):
8      while(True):
9          blocked_tasks = get_blocked_tasks()
10         if(blocked_tasks == []):
11             break
12
13         for blocked_task in blocked_tasks:
14             if(blocked_task.upper_task_id is not None):
15                 if(not set_task_depends_on(blocked_task.id, blocked_task.upper_task_id)):
16                     print("Failed to set dependency task {depend} for task {task}".format(depend = blocked_task.upper_task_id, task = blocked_task.id))
17                     continue
18                 destination_position_id = get_relocation_position(blocked_task.upper_position_id)
19                 relocation_task_id = create_relocation_task(RelocationTask(blocked_task.upper_container_id, blocked_task.upper_position_id, destination_position_id))
20                 if(relocation_task_id > 0):
21                     print("created relocation task {reloc} for task {task}".format(reloc = relocation_task_id, task = blocked_task.id))
22                     if(not set_position_status(destination_position_id, PositionStatus.ReservedInbound)):
23                         print("Failed to reserve position {ref} for inbound".format(ref = destination_position_id))
24                         return False
25                     if(not set_position_status(blocked_task.upper_position_id, PositionStatus.ReservedOutbound)):
26                         print("Failed to reserve position {ref} for outbound".format(ref = destination_position_id))
27                         return False
28                 else:
29                     print("failed to create relocation task for task {task}".format(task = blocked_task.id))
30

```

**Figure 30 : la fonction de relocation**

Finalement pour le fichier compléter, puisque le stockage se fait d'une manière manuelle, donc cette fonction a été créée pour valider que toutes les tâches sont complètes.

Le fonctionnement de cette fonction est de changer le statut de la position en entrée (de réserver pour entrer en stock à occupé), pour sortir du stock (de réserver pour (le type de sortie) à vide) et pour la relocation statut de la position source sera vide et pour la position destination sera occupée, en fin il supprime les tâches complétées de la liste des tâches.

```

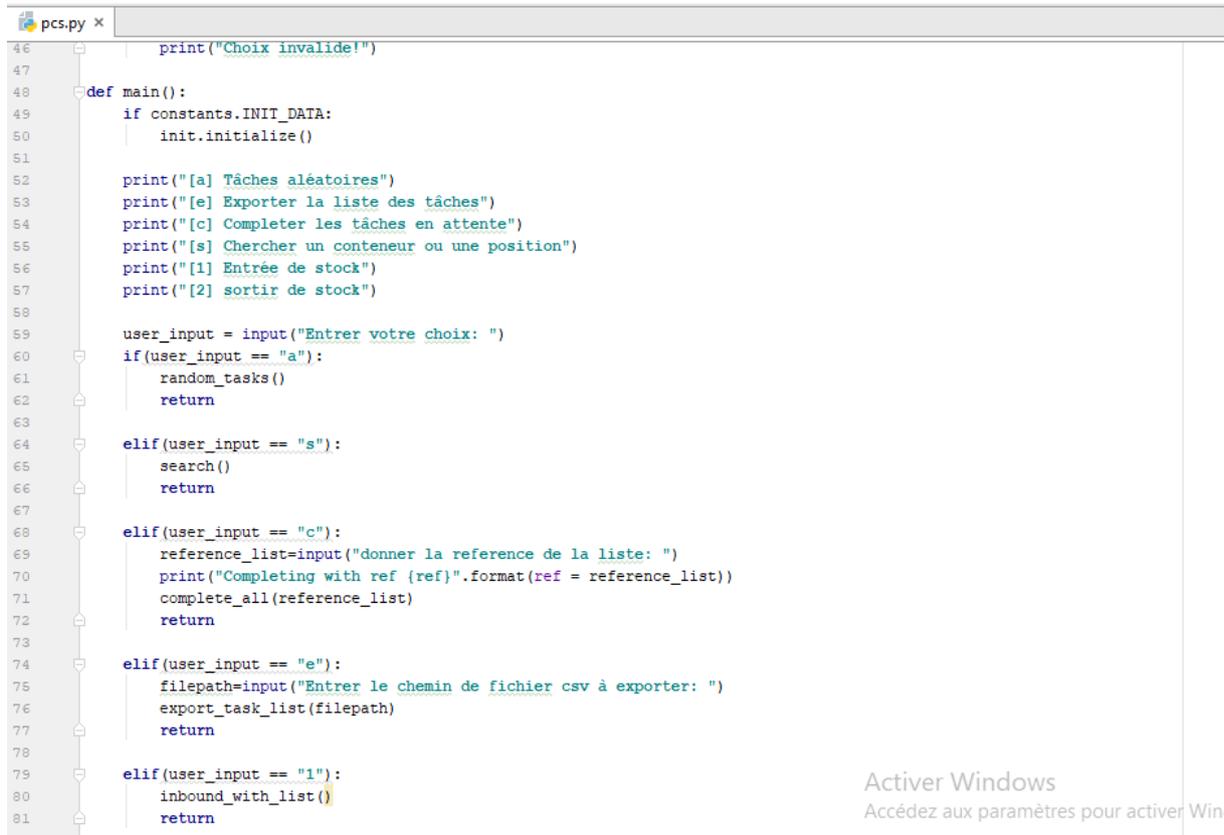
103     print("Failed to complete inbound task", exception.args)
104     return False
105     return True
106
107 def complete_all(reference_list) :
108     """ complete all tasks in db """
109     print("Completing with references {ref}".format(ref = reference_list))
110     try:
111         tasks = get_all_tasks_ids(reference_list)
112         print("Completing {cnt} tasks".format(cnt = len(tasks)))
113         for task_id in tasks:
114             if (not complete_task(task_id)):
115                 print ("failed to complete task {id}".format(id = task_id))
116             else:
117                 print ("task {id} completed successfully".format(id = task_id))
118         return True
119     except Exception as exception:
120         print("Error while completing all tasks.", exception.args)
121         return False
122

```

**Figure 31 : la fonction de compléter**

- la couche PRESENTAION LAYER

Cette couche c'est une interface console elle permet de entrer stocke sortir stocke relocation, compléter des taches c'est une interface pour le programmeur pour qu'il test la fonctionnalité de son programme.



```
46 print("Choix invalide!")
47
48 def main():
49     if constants.INIT_DATA:
50         init.initialize()
51
52     print("[a] Tâches aléatoires")
53     print("[e] Exporter la liste des tâches")
54     print("[c] Compléter les tâches en attente")
55     print("[s] Chercher un conteneur ou une position")
56     print("[1] Entrée de stock")
57     print("[2] sortir de stock")
58
59     user_input = input("Entrer votre choix: ")
60     if(user_input == "a"):
61         random_tasks()
62         return
63
64     elif(user_input == "s"):
65         search()
66         return
67
68     elif(user_input == "c"):
69         reference_list=input("donner la reference de la liste: ")
70         print("Completing with ref {ref}".format(ref = reference_list))
71         complete_all(reference_list)
72         return
73
74     elif(user_input == "e"):
75         filepath=input("Entrer le chemin de fichier csv à exporter: ")
76         export_task_list(filepath)
77         return
78
79     elif(user_input == "1"):
80         inbound_with_list()
81         return
```

**Figure 32 : l'interface console**

#### 4.5.3.3 La partie interface (Qt designer) :

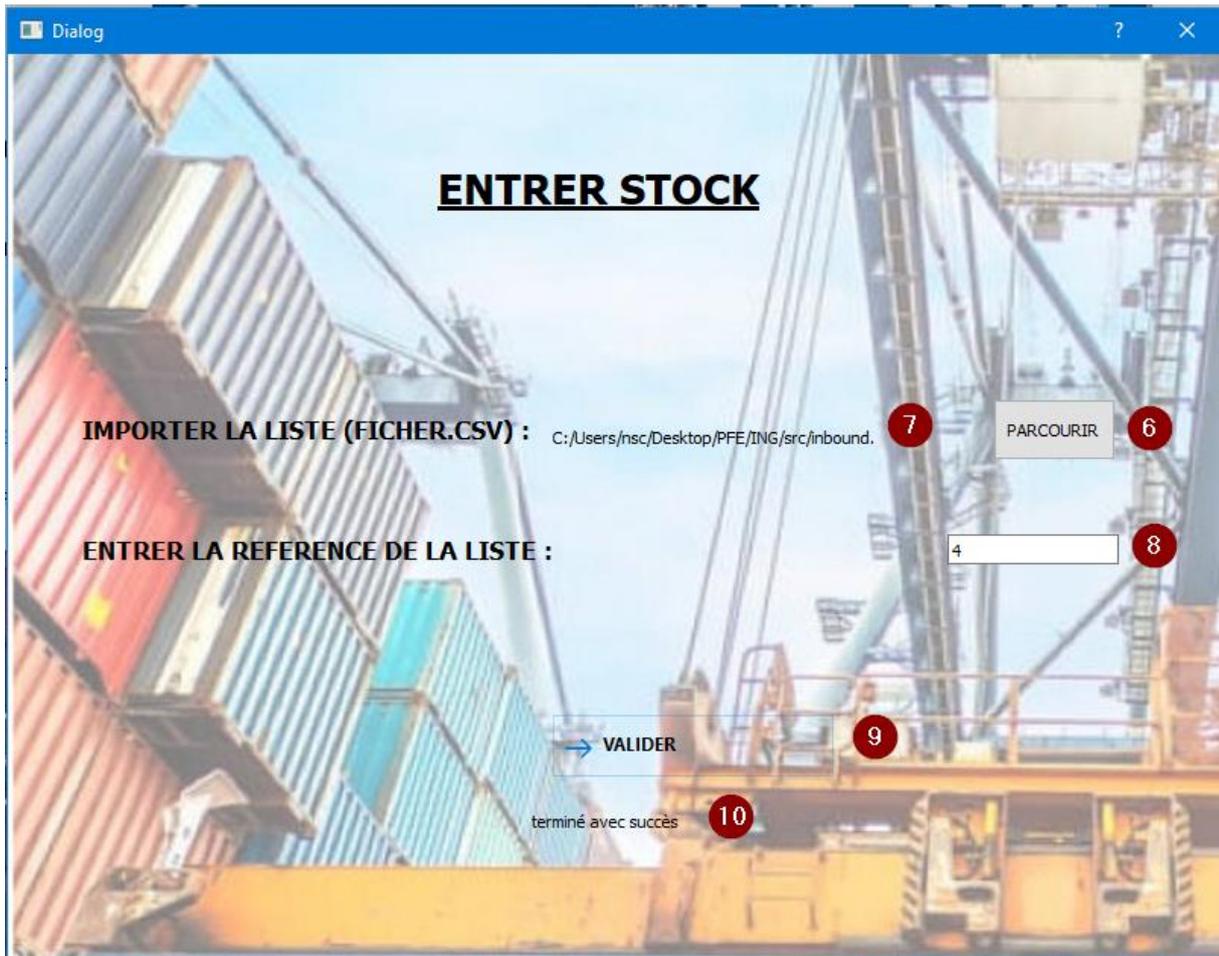
C'est une interface graphique dédiée aux utilisateurs, elle les permet d'entrer en stock avec un fichier Excel, sortir du stock, compléter des taches, consulter et exporter la liste des taches, voir l'occupation des blocs, les taches d'un RTG



**Figure 33 : menu de l'interface graphique**

La fenêtre menu est la fenêtre principale de notre application, elle affiche toutes les fonctionnalités qu'on peut réaliser avec cette application.

Les fonctionnalités sont ; l'entrer stocke (1), sortir de stocke(2), contrôle des données(3), la complétion des taches(4), la vérification d'un conteneur ou le statue d'une position(5).



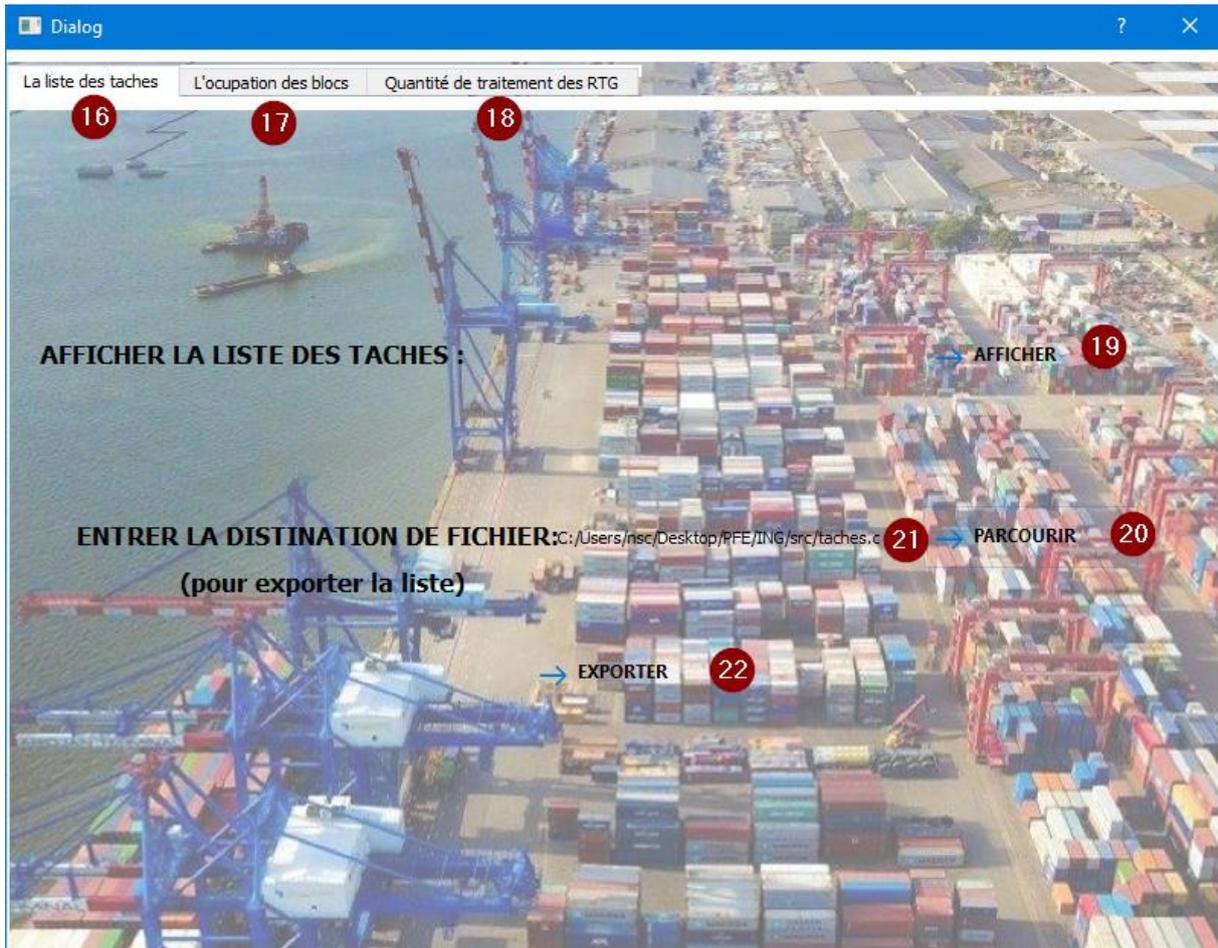
**Figure 34 : entrer stocke de l'interface graphique**

En cliquant sur la touche stocker (1) dans la fenêtre menu, elle nous s'affiche cette deuxième fenêtre, elle nous permet d'importer le fichier Excel contenant la liste des conteneurs à stocker et le type de chaque conteneur avec le bouton parcourir (6), elle nous s'affiche le chemin du fichier dans le champ (7), l'espace (8) pour entrer la référence de cette liste, quand en cliquent sur valider (9) il va créer directement les taches de stockage de ces conteneurs et indique la fin du programme dans le champ (10).



**Figure 35 : sortir stocke de l'interface graphique**

En cliquant sur la touche déstocker (2) dans la fenêtre menu, elle nous s'affiche cette deuxième fenêtre, elle nous permet d'importer le fichier Excel contenant la liste des conteneurs à déstocker avec le type de déstockage (livraison, peser, scanner, visite) avec le bouton parcourir (11), elle affiche le chemin du fichier dans le champ (12), l'espace pour entrer la référence de cette liste (13), quand en cliquant sur valider (14), il va créer directement les taches de déstockage de ces conteneurs et indique la fin de programme dans le champ (15).



**Figure 36 : la fenêtre contrôle de l'interface graphique**

En cliquant sur la touche contrôle (3) dans la fenêtre menu, elle nous s'affiche cette deuxième fenêtre, elle contient trois pages, la liste des taches (16), l'occupation des blocs (17) et les taches de l'RTG (18).

Dans la page la liste des taches (16), on peut consulter directement la liste des taches en cliquant sur afficher (19), et pour exporter la liste, en cliquant sur parcourir (20) on va choisir ou créer le fichier EXCEL.csv, le chemin du fichier s'affichera dans le champ (21), en fin on clique sur exporter (22).

Pour la page occupation des blocs (17), elle affiche l'occupation de chaque bloc, et la page quantité de traitement des RTG (18) affiche les taches de chaque RTG.

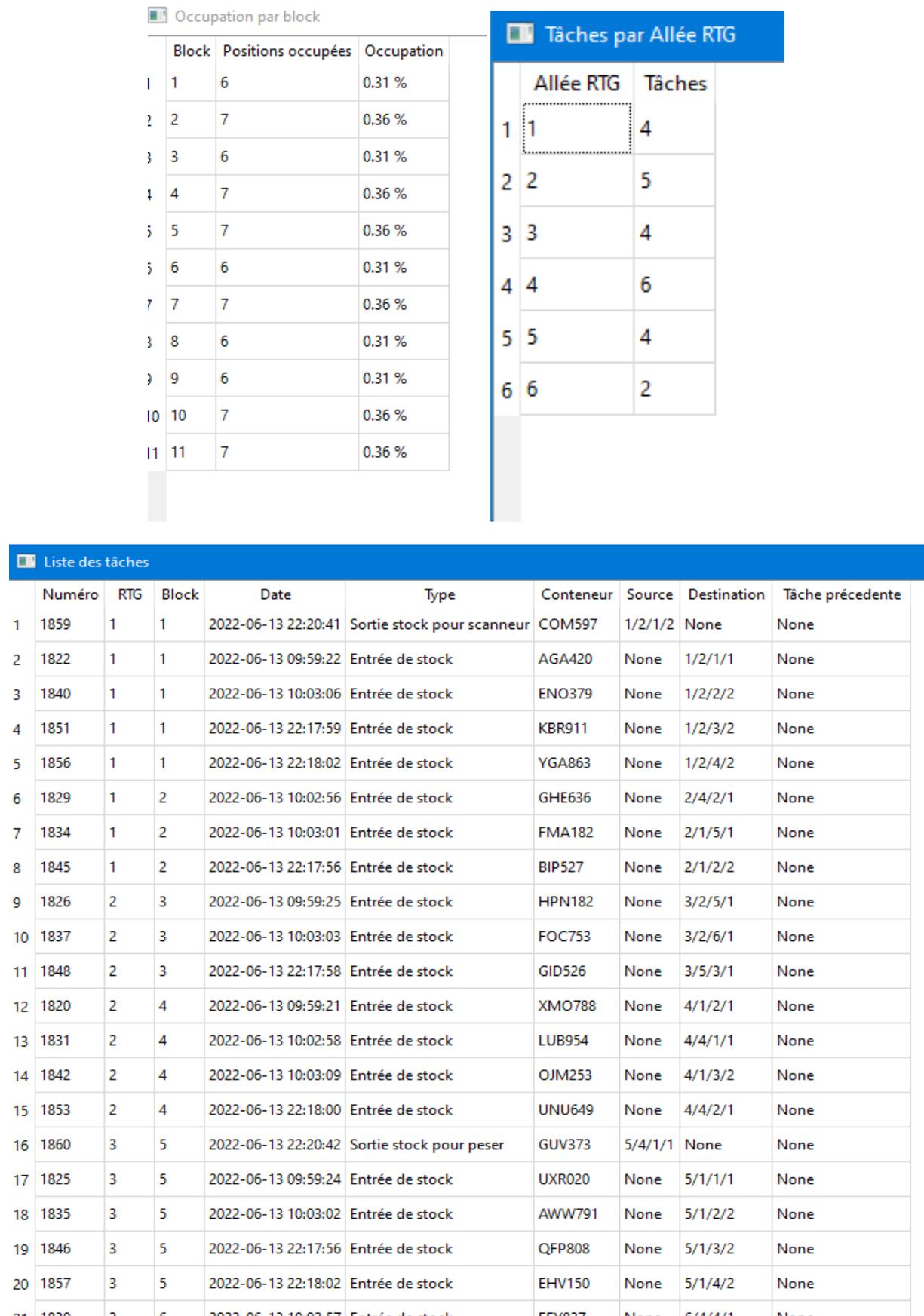


Figure 37 : les affichages de la fenêtre contrôle (3)



**Figure 38 : la fenêtre compléter les taches de l'interface graphique**

Pour la fenêtre compléter les taches (4) dans la fenêtre menu, elle permet d'entrer la référence de la liste à compléter dans le champ (23), en cliquant sur valider (24), le programme change le statut des positions (pour les taches d'enter stocke de réservé pour stocké à occupé et pour les taches de sortir stocke de réservé pour sortir stocke à vide), après il supprime les taches de la liste de cette référence, et finalement il affiche la fin du programme dans le champ (25).



**Figure 39 : vérifier le stocke dans l'interface graphique**

Finalement, la fenêtre vérifier (5) dans la fenêtre menué, elle nous permet de chercher la position d'un conteneur, on ajoute la référence de conteneur dans le champ (26), en cliquant sur recherche (27), la position du conteneur s'affiche dans le champ (28).

Ou bien vérifier le contenu d'une position, on ajoute la référence de la position dans le champ (29), on clique sur recherche (30), le contenu de la position s'affiche dans le champ (31).

## 4.6 Conclusion :

Pour conclure, les résultats de programme développé répondent aux besoins, pour le potentiel du programme c'est la version initiale il est toujours possible d'ajouter des nouvelles fonctionnalités ou modifier facilement des données (par exemple ajouter des nouvelle zones, des nouveaux blocs ...).

Finalement, ce programme est limité par exemple les données d'un terminal avec 15 zones ne peuvent pas être stockées avec « SQLite », et il est (stand-alone), c'est-à-dire il travail sur un seul ordinateur.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

### CONCLUSION GENERALE

A l'ère de l'économie de marché, toute activité commerciale cherche à améliorer ses performances pour atteindre une rentabilité maximale dans le domaine du transport maritime, le port est particulièrement le terminal à conteneur, représente la pièce maitresse dans la gestion du commerce maritime, pour atteindre un bon rendement dans cette activité.

Ce mémoire, qui a pour objectif principal : le développement d'une application pour la gestion du flux de conteneurs dans le terminal à conteneurs de l'entreprise portuaire d'Oran, présente les détails d'un stage enrichi, qui nous a permis de servir des connaissances que nous avons acquies pendant trois années de formation d'ingénieur dans l'école supérieures des sciences appliquées de Tlemcen, et d'acquérir des nouvelles connaissances

Il convient de souligner que ce modeste travail a totalement répondu à la problématique de l'entreprise. En fait, nous avons réussi à faire un programme tout en respectant les contraintes exigées.

Finalement, ce travail était une expérience qui a offert une bonne préparation à notre insertion professionnelle parce qu'il conforte d'exercer le domaine technique et logistique.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] Gourgand, et P. Lièvre, (1996), « La logistique; recherches et mise en œuvre », Paris, Hermès, Actes du colloque ARFILOG, 213p.
- [2] Pons, 1., et P. Chevalier, (1993), La logistique intégrée, Paris, Ed. Hermès, 282 p.
- [3] Fabbe-Costes, N. (1994), «Le processus logistique: support «fécond» d'une démarche de reengineering et lieu d'apprentissage organisationnel» 4e Rencontre MCX, Aix-en-Provence
- [4] Council of Logistics Management, (1999), «Survey of Career Patterns», CLM Career Patterns, pp. 1-7
- [5] Akbari Jokar, M.R., Y. Frein, et L. Dupont, (2000), « Sur l'évolution du concept de logistique », Laboratoire Gilco, École Nationale Supérieure de Génie industriel, Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble, France.
- [6] Lee, H. L. et C. Billington, (1995), « The evaluation of supply chain management models and practice at Hewlet - Packard », Interfaces, no. 25, pp. 42-63.
- [7] <https://www.etudier.com/sujets/logistique-portuaire-definition/0>
- [8] « le code maritime algérien »
- [9] <https://www.container-z.com/fr/vente-et-location/containers-speciaux>
- [10] <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/conteneur-conteneurisation>
- [11] Benghalia, “Modélisation et évaluation de la performance des terminaux portuaires,” Thèse, Université du Havre, Le Havre, France, 2015.
- [12] C. Arango, P. Cortés, J. Muñuzuri, and L. Onieva, “Berth allocation planning in Seville inland port by simulation and optimisation,” Adv. Eng. Informatics, vol. 25, no. 3, pp. 452–461, 2011.
- [13] P. Legato, R. M. Mazza, and D. Gulli, “Integrating tactical and operational berth allocation decisions via Simulation – Optimization,” Comput. Ind. Eng., vol. 78, pp. 84–94, 2014.
- [14] W. C. Aye, M. Yoke, H. Low, H. S. Ying, H. W. Jing, L. Fan, and Z. Min, “Visualization and Simulation Tool for Automated Stowage Plan Generation System,” in The International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, 2010, vol. II
- [15] M. E. H. Petering and K. G. Murty, “Effect of block length and yard crane deployment systems on overall performance at a seaport container

- transshipment terminal,” *Comput. Oper. Res.*, vol. 36, pp. 1711 – 1725, 2009
- [16] M. E. H. Petering, “Effect of block width and storage yard layout on marine container terminal performance,” *Transp. Res. Part E*, vol. 45, pp. 591–610, 2009
- [17] N. Al-dhaheri, A. Jebali, and A. Diabat, “A simulation-based Genetic Algorithm approach for the quay crane scheduling under uncertainty,” *Simul. Model. Pract. Theory*, vol. 66, pp. 122–138, 2016
- [18] J. He, W. Zhang, Y. Huang, and W. Yan, “A simulation optimization method for internal trucks sharing assignment among multiple container terminals,” *Adv. Eng. Informatics*, vol. 27, no. 4, pp. 598–614, 2013
- [19] <http://portoran.com/>, [consulté le 09/06/2022]
- [20] Le DRH de l’entreprise portuaire d’Oran