

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure de Management  
Koléa



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

المدرسة الوطنية العليا للمناجنت  
القليعة

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention d'un master (académique)

En « Management de la Chaîne Logistique »

**Amélioration des opérations de débarquement portuaire par l'adoption  
de l'approche Lean six sigma  
Cas: Dubaï Ports World Algérie (Entreprise Portuaire d'Alger)**

Soutenu le 13/06/2024

**Elaboré par :**

ATAMNA Akram Wail

**Membres du jury**

**Président :**

Dr. IRATEN Sabrina

**Examineur :**

Dr. BOUDEBZA Djahida

**Encadrant :**

Pr. AMOKRANE Mustapha

**Année universitaire :2023/2024**

## **Résumé**

La dynamique du secteur portuaire repose sur des opérations complexes et interconnectées, jouant un rôle essentiel dans le commerce mondial. Les terminaux à conteneurs, en particulier, représentent des nœuds critiques de cette chaîne logistique, où les marchandises sont transbordées entre différents modes de transport. Les opérations portuaires, allant de l'accostage des navires au chargement et au déchargement des conteneurs, sont confrontées à des défis tels que des délais serrés, des variations de la demande et des contraintes réglementaires. L'objectif de cette étude est d'optimiser ces processus pour améliorer l'efficacité, réduire les coûts et renforcer la compétitivité des ports dans un environnement mondialisé et en constante évolution.

Dans cette optique, la mise en œuvre de la méthodologie Lean Six Sigma dans le terminal à conteneurs DP World Algérie a permis de cibler et d'optimiser plusieurs aspects critiques des opérations portuaires, notamment le processus de débarquement.

En suivant les phases du cycle DMAIC, les principaux problèmes ont été identifiés et des objectifs clairs ont été établis. L'analyse des données de performance a révélé des variations significatives et des inefficacités, et la phase d'Innover a permis le développement de solutions prioritaires telles que la maintenance préventive des équipements et la standardisation des procédures de débarquement. Ces actions correctives visent à conduire à une amélioration significative de l'efficacité opérationnelle du processus de débarquement, contribuant ainsi à l'optimisation globale des opérations portuaires.

**Mots clés :** Terminal à conteneur, Lean six sigma, Les opérations de débarquement, Amélioration continue, DMAIC

## **Abstract**

The port sector relies on complex and interconnected operations, playing a crucial role in global trade. Container terminals, in particular, are vital hubs in this logistics chain, where goods are transferred between different modes of transportation. Port operations, from docking ships to loading and unloading containers, face challenges such as tight schedules, demand fluctuations, and regulatory constraints. This study aims to optimize these processes to enhance efficiency, reduce costs, and boost the competitiveness of ports in a global and ever-changing environment.

Implementing Lean Six Sigma methodology at the DP World Algeria container terminal has focused on improving several critical aspects of port operations, especially the unloading process.

By following the DMAIC cycle, key issues were identified, and clear objectives were set. Performance data analysis revealed significant inefficiencies, and the Innovate phase led to the development of priority solutions like preventive equipment maintenance and standardizing unloading procedures. These corrective actions aim to significantly improve the operational efficiency of the unloading process, contributing to the overall optimization of port operations.

**Keywords:** Container terminal, Lean six sigma, Unloading operations, Continuous improvement, DMAIC

## ملخص

ديناميكية القطاع المينائي تعتمد على عمليات معقدة ومتراصة، تلعب دورًا أساسيًا في التجارة العالمية. تُعتبر محطات الحاويات نقاطًا حيوية في هذه السلسلة اللوجستية، حيث تُنقل البضائع بين وسائل النقل المختلفة. تواجه العمليات المينائية، من رسو السفن إلى تحميل وتفريغ الحاويات، تحديات مثل المواعيد الضيقة، تذبذب الطلب، والقيود التنظيمية. تهدف هذه الدراسة إلى تحسين هذه العمليات لتعزيز الكفاءة، خفض التكاليف، وتعزيز تنافسية الموانئ في بيئة عالمية متغيرة باستمرار.

في هذا السياق، تم تطبيق منهجية لين ستة سيجما في محطة حاويات DP World الجزائر لتحديد وتحسين العديد من الجوانب الحرجة للعمليات المينائية، وخاصة عملية التفريغ.

من خلال اتباع مراحل دورة DMAIC، تم تحديد المشكلات الرئيسية ووضع أهداف واضحة. كشف تحليل بيانات الأداء عن تفاوتات كبيرة وعدم كفاءة، وأتاحت مرحلة الابتكار تطوير حلول أولوية مثل الصيانة الوقائية للمعدات وتوحيد إجراءات التفريغ. تهدف هذه الإجراءات التصحيحية إلى تحقيق تحسن كبير في كفاءة عملية التفريغ، مما يساهم في تحسين العمليات المينائية بشكل عام.

**الكلمات المفتاحية:** محطة الحاويات، لين ستة سيجما، عمليات التفريغ، التحسين المستمر، DMAIC

## REMERCIEMENT

Je commence par exprimer ma sincère reconnaissance à Allah, le Miséricordieux et le Compatissant, qui a guidé chacun de mes pas et a illuminé ma vie de Sa lumière divine. Sa grâce infinie et Son soutien inébranlable m'ont permis de traverser les épreuves avec résilience et de célébrer les victoires avec humilité. Que Sa miséricorde continue de m'accompagner dans mes futurs défis et dans mes réussites, pour que je puisse avancer avec confiance et détermination. Je suis profondément reconnaissant envers Allah pour Sa bénédiction constante et Son amour infini.

Je tiens tout particulièrement à exprimer ma profonde gratitude envers ma mère, qui a dévoué sa vie entière pour moi, ainsi qu'à mon père et à mon grand-père, que leur âme repose en paix, dont l'influence et le soutien continuent de m'accompagner. Leur amour inconditionnel et leur soutien indéfectible ont été les piliers de ma vie et ont contribué à façonner la personne que je suis aujourd'hui. Leur présence, même dans leur absence physique, est un précieux héritage qui m'a guidé à travers les hauts et les bas de mon parcours. Je remercie également ma famille et mes amis pour leur soutien constant et leur amour inestimable. Leur encouragement m'a donné la force de persévérer et de croire en moi-même. Leur souvenir restera à jamais gravé dans mon cœur, et pour cela, je leur suis éternellement reconnaissant.

Je tiens également à exprimer ma sincère gratitude envers mon encadreur, Pr. Mustapha Amokrane, dont les conseils précieux et le soutien constant ont grandement contribué à la réussite de mon projet. Son expertise et son dévouement ont été une source d'inspiration et d'encouragement tout au long de cette aventure académique.

De plus, je souhaite exprimer ma profonde reconnaissance envers l'entreprise DP World Djazair de m'avoir offert l'opportunité de réaliser mon projet au sein de ses installations. Leur accueil chaleureux et leur collaboration ont enrichi mon expérience professionnelle et m'ont permis d'acquérir des compétences précieuses pour mon parcours futur.

Enfin, je ne saurais terminer sans exprimer ma gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de mon projet. Leur soutien et leur encouragement ont été inestimables et ont joué un rôle crucial dans cette réussite.

Merci du fond du cœur.

## Table des matières

Résumé.....	I
REMERCIEMENT.....	III
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
LISTE DES FIGURES.....	VII
LISTE DES ABRAVIATION.....	VIII
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : Cadre Théorique et conceptuel .....	5
Section 01 : revue de la littérature.....	6
1.1 La performance portuaire.....	6
1.2 Lean six sigma.....	7
Section 02 : Cadre conceptuelle.....	11
2.1 Terminal portuaire .....	11
2.1.1 Fonctions dans un terminal à conteneurs .....	12
2.1.2 Structure d'un terminal à conteneurs.....	12
2.1.3 Les équipements de manutention dans le terminal à conteneur.....	13
2.2 Les fondements de base du Lean management.....	14
2.2.1 La définition du Lean management.....	15
2.3 Six Sigma .....	16
2.3.1 Définition du six sigma.....	16
2.3.2 DMAIC.....	17
2.3.3 DMADC.....	19
2.4 Lean six sigma .....	19
2.4.1 Les outils d'optimisation.....	20
CHAPITRE II : Cadre méthodologique et Organisationnelle.....	25
Section 01 : Cadre méthodologique.....	26
1.1 Approche qualitative.....	26
1.2 Approche quantitative.....	28
Section 02 : Présentation de l'organisme d'accueil .....	28
2.1 DP World Algérie (EPAL).....	28
2.2 Organisation de DP World Algérie.....	31
2.3 Fonctionnement de terminal a conteneur.....	31
CHAPITRE III : Résultats et Discussion.....	38
Section 01 : Présentation et analyse des résultats.....	39
1. La phase de définition.....	39
2. La phase de mesure.....	42
3. La phase d'analyse.....	47
4. la phase d'innovation .....	49
Section 2 : Discussion des résultats .....	51
Conclusion Générale .....	54
BIBLIOGRAPHIE .....	57
LES ANNEXE.....	60

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableaux</b>	<b>Libellés des tableaux</b>	<b>Pages</b>
1	Tableau récapitulatif du Cycle DMAIC	18
2	Les complémentarités entre Lean et six sigma	20
3	Tableau représentatif des brainstorming effectués	27
4	Les business unités de DP World dans le monde	29
5	Tableau récapitulatif de l'outil QQQCCP	40
6	Diagramme SIPOC de processus de débarquement.	41
7	Tableau récapitulatif de diagramme Ishikawa	48
8	Tableau AMDEC du processus de débarquement	50

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure</b>	<b>Libelle du figure</b>	<b>Page</b>
1	Structure d'un terminal à conteneurs	13
2	Diagramme SIPOC	22
3	Carte de Contrôle	23
4	Diagramme des 5M	23
5	Schéma récapitulatif de fonctionnement de terminal	37
6	Charte de projet	42
7	Carte de contrôle du Total Opearational Throughput	43
8	Carte de contrôle de TOS Downtime	44
9	Carte de contrôle de vessel calls	45
10	Carte de contrôle de Berth Utilization	46

## **LISTE DES ABREVIATION**

AMDEC: Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité

COO: Chief Operating Officer

DA: Dinars Algériens

DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve, Control

DMADC: Definition, Measurement, Analysis, Decision, Control

DP World Djazair: Dubai Port World Djazair

EDI: Échange de Données Informatisées

EPAL: Entreprise Portuaire d'Alger

ETA: Estimated Time of Arrival (Heure d'Arrivée Estimée)

EVP: Equivalent Vingt Pieds

HH: Hand Held (appareil portatif)

HSE: Hygiène, Sécurité et Environnement

IT: Information Technology

ITV: Inter Terminal Vehicle (véhicule inter-terminal)

KPI: Key Performance Indicator

SIPOC: Suppliers, Inputs, Process, Outputs, and Customers

SOP: Standard Operating Procedure

TEU: Twenty-foot Equivalent Unit

TOS: Terminal Operating System

# **INTRODUCTION GENERALE**

L'expansion des marchés et des réseaux de consommation a entraîné une augmentation considérable du fret maritime, représentant désormais 90 % du commerce mondial. Dans ce contexte, les ports jouent un rôle vital dans les processus de production et de distribution, ainsi que dans les réseaux logistiques mondiaux.

Outre leur fonction principale de gestion des flux, les ports contribuent au développement des régions où ils opèrent, sur demande des autorités locales. Ils peuvent être sollicités pour soutenir des filières économiques prioritaires pour la région.

Cette évolution a des répercussions significatives sur la gestion portuaire, notamment en termes d'amélioration de la performance opérationnelle pour répondre à la concurrence croissante. (Charles, 2023)

Pour assurer une bonne gestion portuaire et surmonter les inefficacités qui peuvent surgir en la matière, une approche transformative est nécessaire. Lean Six Sigma, reconnu pour sa capacité à réduire la variabilité des processus, offre une solution novatrice. Des études ont démontré son efficacité dans la minimisation de la congestion des camions et l'optimisation du chargement/déchargement des conteneurs. (Asep & Bernd, 2017)

Le Lean Six Sigma est une démarche stratégique conçue pour booster la productivité et la rentabilité, tout en optimisant la satisfaction des clients par la suppression des activités sans valeur ajoutée. Cette stratégie s'appuie sur la méthode DMAIC, un processus qui améliore les performances des processus en place à travers cinq étapes : Définition, Mesure, Analyse, Amélioration et Contrôle des dysfonctionnements et inefficacités. En adoptant une approche normalisée, le Lean Six Sigma se sert d'outils statistiques spécifiques à chaque étape du cycle DMAIC afin de détecter les causes racines des problèmes et d'apporter des améliorations notables aux processus (Federica, Laura, Fabio, & Mosciszko, 2021).

D'autre part, l'effet du Lean Six Sigma sur la performance des organisations a été largement analysé et démontré du travers de diverses études de cas dans plusieurs secteurs d'activité. La mise en œuvre de ces méthodologies conduit de manière constante à des améliorations significatives en termes d'efficacité des processus, de qualité des produits, de satisfaction client et de réduction des coûts. Des exemples concrets d'entreprises comme General Electric, Motorola, Honeywell, Tata Motors, Infosys et Indian Oil Corporation Limited (IOCL) fournissent des éclairages précieux sur le potentiel de transformation du

Lean Six Sigma. Ces cas concrets montrent comment cette approche peut stimuler l'amélioration des performances et contribuer au succès organisationnel. Plusieurs facteurs clés sont identifiés comme étant déterminants dans l'impact du Lean Six Sigma, notamment le soutien et l'engagement de la direction, l'implication et la mobilisation des employés, la culture organisationnelle, la sélection et la priorisation des projets, la formation et le développement des compétences, ainsi que le suivi continu et les mécanismes de rétroaction. En abordant ces facteurs de manière stratégique, les résultats des initiatives Lean Six Sigma sont renforcés. Les organisations sont encouragées à adopter une vision globale du Lean Six Sigma, le considérant comme une approche favorisant l'amélioration des processus et l'excellence organisationnelle et opérationnelle. En intégrant les principes du Lean Six Sigma dans leurs activités, elles peuvent promouvoir une culture d'amélioration continue, optimiser leur efficacité opérationnelle et obtenir des gains de performance durables. Il est essentiel que les organisations mènent leurs propres recherches et adaptent le Lean Six Sigma à leur contexte et à leurs besoins spécifiques (Navneet & Amit, 2023).

Face à la pression croissante du marché et à la nécessité d'améliorer la performance opérationnelle des ports pour répondre efficacement à la demande, nous avons posé la question principale suivante : **"comment peut on améliorer les opérations de débarquement par la mise en place de la méthodologie Lean six sigma au sein du terminal à conteneurs Dp World Algerie ?"**

Pour répondre à notre question de recherche et atteindre nos objectifs d'étude, nous organiserons notre mémoire en trois chapitres distincts :

1. Cadre Théorique et Conceptuel :

- La première section sera une revue de littérature mettant en lumière les études se concentrant sur la performance portuaire grâce à l'application de Lean Six Sigma.
- La deuxième section présentera le cadre conceptuel, détaillant les principaux concepts théoriques pertinents pour notre étude.

2. Cadre Méthodologique et Organisationnel :

- La première section exposera la méthodologie de notre recherche.

- La deuxième section se concentrera sur la présentation de DP WORLD ALGERIE, l'entreprise d'accueil, ainsi que sur son fonctionnement.

### 3. Résultats et Discussion :

- La première section analysera les résultats de la mise en œuvre de la démarche Lean Six Sigma chez DP WORLD ALGERIE.
- La seconde section discutera ces résultats et leurs implications.

En conclusion, nous résumerons les principaux résultats de notre étude, ainsi que ses limites et les recommandations formulées.

# **CHAPITRE I : Cadre Théorique et Conceptuel**

Ce chapitre englobe le cadre théorique de notre projet, divisé en deux sections, ainsi que le cadre conceptuel. La première section propose une revue de la littérature sur les travaux antérieurs traitant de notre sujet de recherche, ce qui nous permettra de bien orienter notre projet, tandis que la deuxième section explore les différentes notions portuaires et la méthode Lean Six Sigma.

## **Section 01 : Revue de la littérature**

Dans cette section, nous réaliserons une étude des recherches antérieures afin de définir la performance portuaire et d'explorer les méthodes Lean et Six Sigma qui visent à améliorer l'efficacité opérationnelle des entreprises peu importe le secteur d'activité. Notre analyse se concentrera sur l'application de ces approches dans le contexte des opérations portuaires, en examinant de manière critique les diverses perspectives théoriques et les résultats pertinents.

### **1.1 La performance portuaire**

L'article de (**Benkhedda, 2023**), intitulé "Les Déterminants de la Performance Logistique Portuaire : Cas du port de Casablanca", explore les facteurs qui influencent la performance de la logistique portuaire, en soulignant l'importance du commerce international et la nécessité d'améliorer les processus pour augmenter la compétitivité. Par le biais d'une étude qualitative exploratoire et d'entretiens semi-directifs, la chercheuse identifie plusieurs facteurs clés : la qualité de service, les délais, la coordination, le coût, l'infrastructure et la nouvelle technologie.

Bien que la méthodologie soit clairement définie et que les résultats soient en adéquation avec la littérature existante, la portée limitée de l'échantillon pourrait restreindre la généralisation des conclusions. Néanmoins, cette recherche apporte des perspectives intéressantes pour les décideurs et les praticiens du secteur portuaire, en soulignant l'importance de l'optimisation et de l'amélioration des opérations portuaires pour améliorer l'efficacité et la compétitivité.

Pour sa part, l'article de (**Umur, İbrahim et Soner, 2020**), intitulé "Dimensions of the Port Performance : A Review of Literature", analyse la performance portuaire en termes de dimensions financières et opérationnelles, mais la considère également comme un processus multidimensionnel en raison des rôles évolutifs des ports par rapport à leurs parties prenantes et à la concurrence mondiale croissante.

En réalisant une revue de la littérature sur la performance portuaire, les chercheurs ont analysé des études pertinentes, identifiant ainsi quatre dimensions fondamentales de la performance portuaire :

- La performance opérationnelle ;
- La performance financière ;
- La performance durable ;
- La performance logistique.

Dans l'analyse intitulée "Les Facteurs Clés de la Performance de la Chaîne Logistique Portuaire" réalisée par Morad et Hajar en 2017, les auteurs se penchent sur les éléments essentiels qui influencent l'efficacité des ports au sein du marché global du commerce maritime. Cette étude met en exergue la nécessité de ces facteurs pour renforcer la qualité, optimiser l'efficacité, accroître la compétitivité et augmenter la productivité au cœur des réseaux logistiques des ports. L'étude comparative menée entre le port de Tanger Med au Maroc et le port de Rotterdam en Hollande a été choisie pour leur importance stratégique et leur volume de trafic élevé. Cette étude met en avant une multitude de facteurs, à la fois internes et externes, qui sont déterminants pour l'efficacité des opérations portuaires. La compréhension de ces facteurs est essentielle pour appréhender les défis et les opportunités auxquels les ports doivent faire face dans un environnement mondial en mutation. Basée sur des entretiens semi-structurés avec des experts du domaine portuaire, l'étude révèle 22 facteurs clés influençant la performance portuaire.

Néanmoins, la portée limitée de la comparaison à seulement deux ports peut être sujette à critique et pourrait gagner en crédibilité en intégrant davantage de ports pour une analyse plus globale et approfondie. En outre, l'approche qualitative de la méthodologie pourrait être enrichie par l'application de méthodes quantitatives, ce qui permettrait une validation plus poussée des résultats obtenus (**Morad & Hajar, 2017**).

## **1.2 Lean six sigma**

L'étude intitulée "L'effet de l'application du Processus Lean Six Sigma au sein des PME environnementales marocaines", réalisée par (**Zuhair, 2023**), explore les avantages et les implications du Lean Six Sigma dans les entreprises environnementales marocaines. L'auteur aborde l'amélioration de l'efficacité, la qualité et le développement durable.

Cette recherche analyse comment la méthodologie peut aider les entreprises à réduire les coûts, optimiser les processus et répondre aux attentes des parties intéressés tout en contribuant à la préservation de l'environnement.

En se basant sur des cas réels et avec l'adoption d'une approche positive, l'étude montre comment le Lean Six Sigma, en appliquant l'approche DMAIC, offre aux PME marocaines une méthode bien structurée pour l'identification et la résolution efficace de tout type de problèmes, conduisant ainsi à l'amélioration continue de leur performance. L'article explore les avantages et les implications du Lean Six Sigma dans les entreprises environnementales marocaines, en abordant l'amélioration de l'efficacité, la qualité et le développement durable.

Cet article analyse comment cette méthodologie peut aider ces industries à réduire les coûts, optimiser les processus, et répondre aux attentes des parties prenantes avec une contribution à la protection de l'environnement. En se basant sur des cas réels et avec l'adoption d'une approche positive, l'article montre comment le Lean Six Sigma, en appliquant l'approche DMAIC, offre aux PME marocaines une méthode bien structurée pour l'identification et la résolution efficace de tout type de problème, conduisant ainsi à l'amélioration continue de leur performance.

Dans leur analyse, **(Qun, Muhammad, Muhammad, & Obaid, 2012)** mettent en lumière le rôle du Lean Six Sigma dans l'amélioration continue des processus et des performances organisationnelles en offrant une approche holistique et structurée. Grâce à une méthodologie rigoureuse et des recherches très approfondies, l'étude montre l'émergence du Lean Six Sigma comme une méthode très bénéfique pour les organisations qui veulent atteindre l'excellence opérationnelle. Néanmoins, elle ne discute pas les défis potentiels liés à la mise en place de la méthodologie.

Les résultats présentés par **(Jiju, Ronald, & Hoerl, 2017)** dans leur recherche intitulée "Lean Six Sigma : hier, aujourd'hui et demain" mettent en évidence une augmentation de la recherche et de l'application du Lean Six Sigma depuis les années 2000. Cette croissance montre à quel point cette méthode est efficace, en particulier dans des secteurs sensibles tels que la santé et l'industrie.

De plus, l'étude aborde le développement de modèles d'implémentation appropriée pour les petites et les moyennes entreprises en soulignant la volonté de rendre le Lean Six

Sigma accessible à un large éventail d'organisations, peu importe leur taille et leur secteur d'activité. Cependant, elle ne traite pas des coûts potentiellement élevés liés à la mise en place de cette démarche.

**(Fatima Ezzahra, Ahmed, Hanane, Naby, & Abdelaziz, 2023)** examinent l'impact des méthodologies Lean Manufacturing sur la performance des entreprises marocaines, en se basant sur des données recueillies auprès de 45 entreprises de différents secteurs. Les résultats montrent que les entreprises qui utilisent ces méthodologies ont réalisé une amélioration financière et opérationnelle significative. Les outils de qualité les plus utilisés incluent Pareto, 5S, PDCA et le diagramme d'Ishikawa. Les entreprises qui utilisent le Lean Manufacturing montrent des améliorations significatives dans la productivité, la qualité des produits ou services et la réduction des déchets, ce qui se traduit par une augmentation des revenus. Il est primordial pour les entreprises de réaliser une amélioration continue de leur performance afin de répondre aux attentes des clients, et l'adoption du Lean Six Sigma intégré avec le Lean Manufacturing offre une voie efficace vers cet objectif. Cependant, l'étude ne fournit pas d'informations sur la durabilité à long terme des améliorations observées.

Aussi, **(Saad, 2023)** étudie l'impact croissant du Lean Six Sigma dans le secteur du transport, en expliquant son rôle crucial dans l'amélioration de l'efficacité, de la qualité et de la sécurité des processus. Alors que la méthodologie a été largement adoptée dans plusieurs domaines tels que l'industrie, les banques et la santé, son application spécifique dans le secteur du transport a récemment montré un intérêt accru. Le Lean Six Sigma a démontré son importance dans des contextes variés, notamment dans le transport aérien, maritime et terrestre, où il a été adopté pour garantir l'amélioration de la sécurité, la réduction des retards, l'optimisation des performances des navires et des opérations de la chaîne d'approvisionnement. Cependant, la réussite de l'application du Lean Six Sigma dans le transport demande une gestion solide de projet, l'implication des parties prenantes, une analyse impérative des données, un engagement envers l'amélioration continue et un soutien de la direction. Toutefois, l'étude n'a pas traité des défis spécifiques liés à la complexité des processus et à l'environnement dynamique dans les secteurs de transport.

Dans leur recherche, **(Ung & Chen, 2010)** mettent en lumière l'importance de la qualité de services dans les opérations portuaires, soulignant le manque d'utilisation des méthodes spécifiques basées sur la satisfaction du client. Les auteurs présentent une application

pratique de la méthodologie Six Sigma dans le secteur portuaire pour l'amélioration des opérations qui se trouvent au sein du port. La méthode Six Sigma a été appliquée à travers le cycle DMAIC adapté au processus métier existant. Dans cette étude, le processus DMAIC est utilisé pour améliorer le processus de manutention des marchandises dans un terminal à conteneurs, en se concentrant sur la satisfaction du client comme un critère principal. L'application de Six Sigma permet une analyse approfondie basée sur la maîtrise statistique du processus de manutention de conteneurs, ce qui peut conduire à des gains d'efficacité et une réduction des coûts avec une amélioration de la satisfaction des clients. En adoptant cette approche, les ports peuvent viser à atteindre une qualité plus élevée, ce qui peut avoir un impact positif sur leur réputation, leur rentabilité et leur position sur le marché.

Pour sa part, (**Amir, 2011**) propose la méthode Six Sigma pour la réduction des congestions des camions dans le terminal portuaire BACT à Téhéran en Iran, en améliorant une fluidité des activités aux portes (terminal gates), en particulier le processus de pesage des camions transportant des conteneurs. Le cycle DMAIC est utilisé avec des outils tels que le SIPOC, le diagramme d'Ishikawa et l'AMDEC. Les conclusions importantes de l'étude soulignent la nécessité de modifier le modèle de service de pesée pour correspondre à une distribution normale, la surveillance stricte des activités, l'installation de panneaux de signalisation pour réduire la confusion des conducteurs, et l'installation d'un EDI pour améliorer le traitement administratif, en particulier pour les formalités douanières. Malgré ces avancées, l'étude aurait pu explorer les défis de la mise en œuvre de la méthodologie ainsi que l'implantation de l'EDI dans les opérations portuaires.

Enfin, (**Asep & Bernd, 2014**) présentent une étude visant à améliorer les performances de la chaîne d'approvisionnement dans un terminal portuaire par l'utilisation de la méthode Six Sigma en suivant aussi le cycle DMAIC. Les étapes principales de l'application comprennent :

- La définition des objectifs ;
- La création de cartes pour clarifier les flux de la chaîne d'approvisionnement ;
- La mesure de la performance actuelle en calculant les valeurs Sigma et les indices de capacité des processus ;
- L'analyse des causes racines des problèmes à l'aide du diagramme d'Ishikawa ;

- L'amélioration en concevant des actions de correction à partir d'une analyse AMDEC ;
- Le contrôle en mesurant les nouvelles performances après la mise en place des améliorations.

L'étude montre que la méthodologie Six Sigma peut être efficacement appliquée pour améliorer les performances dans l'ensemble des opérations portuaires de la manutention des cargaisons.

Nous avons examiné de près un certain nombre de recherches existantes sur l'application du Lean Six Sigma, en mettant un accent particulier sur son utilisation dans le secteur portuaire et d'autres domaines. Dans notre analyse, nous avons également pris en compte la définition performance portuaire. Après avoir étudié l'ensemble ces travaux, nous avons conclu que la méthode Lean Six Sigma, lorsqu'elle est appliquée avec la démarche DMAIC et des outils adaptés, peut représenter une voie efficace pour garantir l'excellence opérationnelle. Cette conclusion a été le point de départ de notre approche pour la mise en œuvre du Lean Six Sigma, en particulier dans les opérations de débarquement au sein d'un terminal portuaire objet de notre étude.

## **Section 02 : Cadre conceptuelle**

Cette section commence par explorer les concepts spécifiques au secteur portuaire avant d'aborder le Lean management. Ensuite, elle examine Six Sigma et discute de leur fusion, mettant en lumière les synergies entre ces deux méthodologies. Enfin, Elle met en avant les bénéfices attendus de cette fusion et présente les principaux outils du Lean Six Sigma.

### **2.1 Terminal portuaire**

Un terminal portuaire est un ensemble d'espaces constitués de quais et de terre-pleins, permettant la manipulation, le stockage, l'expédition ou la réception des marchandises. Chaque terminal est spécialisé en fonction des trafics (terminal à conteneurs, terminal routier, terminal vrac). Les terminaux nécessitent d'importants investissements (Venturelli & Pons, 2018).

### **2.1.1 Fonctions dans un terminal à conteneur**

Un terminal à conteneur maritime a quatre fonctions principales (Najib, Abdellatif, & Habib, 2007) :

- La réception ;
- L'entreposage ;
- L'organisation ;
- Le chargement.

Ces fonctions sont essentielles pour toutes les opérations, que ce soit pour l'importation, l'exportation ou le transbordement. Lors d'une opération de transbordement, les conteneurs sont déchargés d'un navire, temporairement entreposés dans un terminal intermédiaire, puis transférés sur un autre engin avant d'atteindre leur destination finale. La réception implique la préparation de l'arrivée des conteneurs, leur enregistrement et la collecte des informations pertinentes. L'entreposage consiste à placer les conteneurs dans le terminal d'une manière accessible. L'organisation prépare le départ des conteneurs du terminal, tandis que le chargement les positionne correctement dans le navire, le camion ou le train.

En plus de ces quatre fonctions principales, il existe d'autres activités qui ont un rôle primordial dans le fonctionnement d'un terminal à conteneurs, telles que :

- La vérification régulière des conteneurs et des châssis pour la détection des dommages et le garantit de la fonctionnalité des équipements ;
- Les inspections douanières ;
- L'emballage et le déballage des conteneurs dans les entrepôts du terminal lorsque la cargaison est inférieure à la capacité d'un conteneur ;
- Le regroupement des petites cargaisons dans un seul conteneur pour faciliter le transport.

### **2.1.2 Structure d'un terminal à conteneurs**

Un terminal à conteneurs est un espace dynamique de flux de marchandises divisé en trois zones principales (Mouhsene, Charif, & El Alami, 2015) :

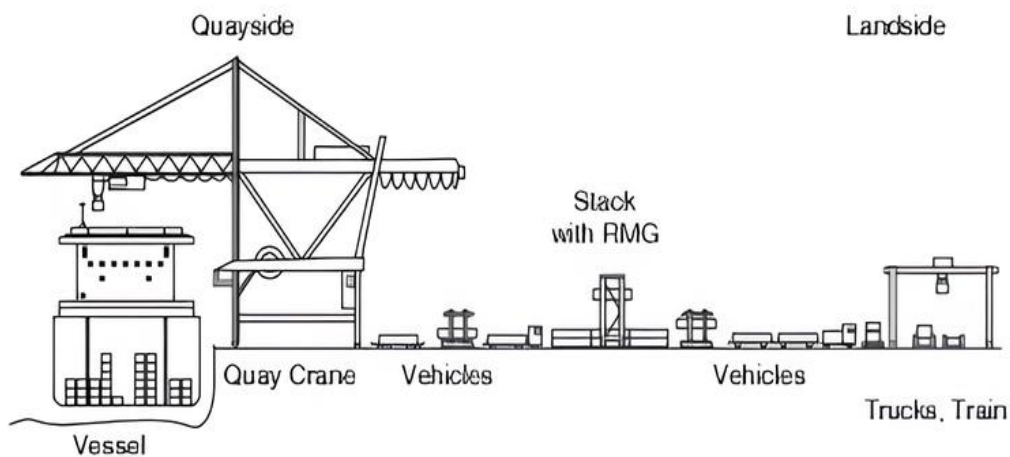
- La zone d'opérations portuaire (seaside) ;
- La zone des opérations terrestres (inland) ;

- La zone de transport (transport area).

Ces zones incluent le quai, où les navires sont chargés ou déchargés, la zone terrestre, où les conteneurs sont transférés vers la prochaine destination. À l'intérieur du terminal, les conteneurs sont stockés en piles. Dans cette structure, les opérations à quai et à terre sont séparées, permettant une manipulation indépendante des conteneurs.

Il existe généralement les conteneurs d'importation déchargés du navire et les conteneurs d'exportation. Même pour le cas de transbordement d'un navire à un autre, on suppose généralement que les conteneurs sont d'abord empilés avant d'être manipulés à nouveau (Stefan, 2007).

Figure 1 : Structure d'un terminal à conteneurs



Source : (Stefan, 2007)

### 2.1.3 Les équipements de manutention dans le terminal à conteneur

Dans les opérations de manutention des conteneurs, on utilise à la fois des équipements de manutention spécialisés et polyvalents (Venturelli & Pons, 2018) :

**Le chariot cavalier** : un véhicule terrestre équipé de pneumatique et propulsé par un moteur thermique diesel/électrique. Son rôle principal dans un terminal à conteneurs portuaire est de saisir, soulever, déplacer et déposer des conteneurs.

**Le portique de manutention** : un dispositif autonome de levage qui sert à manipuler les charges lourdes, composé de quatre poutres verticales et deux poutres horizontales, qui déplacent entre les rails, il peut saisir des charges à l'aide d'un moyen de préhension, avec la cabine de conduite pour le contrôle des opérations.

**Le Palonnier à conteneur** : un dispositif de préhension pour ma maison la machine de levage à une charge. Sa structure en forme de H permet à la connexion entre les dispositifs de levage et la charge à soulever, soit par un câble ou par accrochage direct.

**L'élingue** : un dispositif utilisé pour relier entre la charge à soulever et la machine de levage.

**La grue** : équipement de levage conçu pour la manipulation des charges lourdes. Elle se caractérise par une longue flèche en porte-à-faux, dont est suspendu un moyen de préhension.

## **2.2 Les fondements de base du Lean management**

Le Lean a apparu pour la première fois dans le système de production Toyota. D'une façon progressive, face à plusieurs défis économiques dans les années 1950, Toyota a réalisé des changements considérables pour faire sortir de cette impasse. Ce processus a engendré un changement de perspective croissant, en mettant l'accent sur les besoins et les exigences de clients et les types de gaspillages dans les processus et en établissant des flux de travail tendus pour minimiser les stocks et identifier clairement les problèmes.

Dans les années 1980, beaucoup des industriels et chercheurs ont réalisé des analyses sur le système Toyota pour dégager les principes essentiels. La première apparition du terme Lean était en 1990 par James Mack et Daniel Jones dans leur ouvrage intitulé « The Machine That Changed The World » (Demetrescoux, 2023).

Dans les années 2000, un élargissement remarquable par les entreprises manufacturières de l'application des principes du Lean, passant de « Lean production » à ce qu'on appelle aujourd'hui le « Lean management ». Ces principes ont été appliqués non seulement dans la production, mais également dans d'autres domaines tels que la gestion des ressources humaines, les opérations et les processus administratifs. L'objectif était l'amélioration de l'efficacité, la réduction des gaspillages et la création de la valeur dans tous les aspects de leurs activités, quelle que soit le type d'industrie (Belkebir & Medani, 2018).

### **2.2.1 La définition du Lean management :**

Selon (Cécile, 2016), le Lean est une approche d'amélioration qui a pour but d'améliorer la compétitivité sur le long terme des entreprises, qui implique un changement dont les améliorations sont bien abordées en mettant l'accent sur :

- La satisfaction du client ;
- L'élimination du gaspillage.

Selon (Lyonnet, 2015), un système Lean est une approche de management basé sur l'homme comme un élément principal. Il est aussi axé sur l'optimisation des performances pour améliorer d'une façon continue la performance par la suppression des éléments non créateurs de valeur pour le client. Dans cette approche, il y a six concepts essentiels qui sont :

- L'élimination des gaspillages ;
- Le juste-à-temps ;
- La qualité ;
- L'amélioration continue ;
- Le Management visuel ;
- La gestion des ressources humaines.

Selon (Łukasz, 2012), le Lean management est une méthode de gestion des entreprises qui suppose une adaptation aux conditions réelles du marché via des alternances organisationnelles et fonctionnelles. Le cœur du Lean Management est l'acte de « peaufiner » l'entreprise grâce à l'évolution de sa politique, notamment des actifs de l'entreprise et de ses styles de management. De plus, le Lean Management se concentre sur la formation professionnelle et sur le façonnement des attitudes du personnel ainsi que sur le maintien de relations publiques positives.

En se basant sur les définitions de (Cécile, 2016), (Lyonnet, 2015), et (Łukasz, 2012), Le Lean management est une approche d'amélioration continue visant à renforcer la compétitivité à long terme des entreprises. Fondée sur une gestion centrée sur l'humain, elle vise à optimiser les performances en éliminant les gaspillages et en mettant l'accent sur la satisfaction du client. Ce système repose sur six principes clés : l'élimination des

gaspillages, le juste-à-temps, la qualité, l'amélioration continue, le management visuel et la gestion des ressources humaines. En s'adaptant aux réalités du marché, le Lean Management cherche à affiner l'entreprise à travers des ajustements organisationnels et fonctionnels, tout en investissant dans la formation professionnelle et en promouvant des attitudes positives au sein du personnel, tout en maintenant des relations publiques positives.

## **2.3 Six Sigma**

Dans les années 1980, l'entreprise Motorola a vécu une pression de la part des concurrents japonais. C'est dans ce climat compétitif qu'a été la naissance du Six Sigma. Initiée par Bill Smith et son équipe vers 1987, Six Sigma devient une initiative d'entreprise chez Motorola. Le succès de Six Sigma chez Motorola attire l'attention des autres industries, comme Honeywell et Allied Signal, qui adoptent la méthodologie avec succès dans les années 1990. L'année 1995 a marqué une évolution majeure pour Six Sigma avec l'entrée de l'entreprise General Electric en scène. Six Sigma devient rapidement une tendance dans le monde des affaires. L'entreprise General Electric a un rôle majeur dans l'évolution de la méthode, notamment avec l'introduction du concept de la définition du processus dans la démarche (DMAIC). Cette innovation permet de clarifier les objectifs des projets. En effet, Six Sigma devient une révolution dans la gestion des entreprises qui veulent atteindre l'excellence opérationnelle en offrant une approche efficace pour la résolution des problèmes dans tous les secteurs d'activités (Jiju, Ronald, & Roger, 2017). De nos jours, la plupart des grandes companies telles que Kodak, SFRCATERPILLAR, ont adopté cette méthode, et le Six Sigma est imposé comme une référence de qualité dans le monde des affaires et elle est désormais enseignée dans la plupart des écoles de commerce (Anis, 2015).

### **2.3.1 Définition du Six sigma**

Six Sigma ou  $6\sigma$  est une méthode d'amélioration des processus et un concept statistique qui vise à la définition des variations présentes dans tout le processus. Le principe général de cette méthode est que la variation dans un processus crée des erreurs, ce qui peut entraîner des défauts dans le produit ou le service et donc une insatisfaction des clients. Avec les réductions de ces variants, la méthode Six Sigma réduit finalement les coûts des processus et augmente la satisfaction des clients (The Council For Six Sigma Certification, 2018). Du point de vue statistique, le terme  $6\sigma$  est défini comme ayant moins de 3.4

défauts par million d'opportunités ou un taux de succès de 99,9997%. Ces calculs supposent le décalage de 1.5 sigma d'une variation pour le long terme, où le terme sigma représente les variations autour de la moyenne du processus (Luca & Paolo, 2009). Cependant, Six Sigma repose sur six concepts clés (Rocsana BUCEA-MANEA-ȚONI, Mariana, Irina, Oana, & Irina, 2019) :

- **Élimination des Défauts** : élimination le plus maximum possible de tous les défauts du produit/service.
- **Indication de la Capacité des processus** : harmonisation des opérations intermédiaires des processus d'une manière fluide.
- **La mesure des variations des processus** : l'objectif est d'être flexible et d'avoir une adaptation à tous moments à ce que le client veut et ressent.
- **La stabilité des opérations** : le but est d'assurer des processus cohérents et prévisibles pour améliorer ce que le client voit et ressent.
- **La conception pour Six Sigma** : a pour but la mise en œuvre des actions concentrées pour concevoir des produits et des services de manière à répondre aux besoins des clients.

Pour une définition générale Six Sigma, ou  $6\sigma$ , est une méthodologie d'amélioration des processus qui vise à réduire les variations et les défauts, conduisant ainsi à une meilleure satisfaction client et à des coûts réduits. En se basant sur des principes statistiques, Six Sigma cherche à atteindre un niveau de qualité extrêmement élevé, défini comme moins de 3,4 défauts par million d'opportunités ou un taux de succès de 99,9997%. Cette approche repose sur six concepts clés : l'élimination des défauts, l'évaluation de la capacité des processus, la mesure des variations, la stabilité des opérations, la conception orientée Six Sigma et l'harmonisation des opérations intermédiaires. En combinant une compréhension approfondie des processus avec des outils statistiques et une culture axée sur la qualité, Six Sigma vise à améliorer de manière continue la qualité des produits et des services.

### 2.3.2 DMAIC

C'est la procédure pour effectuer la mise en place du Six Sigma en vue d'améliorer des résultats d'un produit ou un service qui s'existe déjà, il est si primordial d'effectuer la démarche suivante appelé « DMAIC ».

Tableau 1 : Tableau récapitulatif du Cycle DMAIC

Le verbe	Le but
Define (définir)	<p>Définir les acteurs qu'ils ont une relation avec le processus tel que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les clients ;</li> <li>• Les attentes ;</li> <li>• Le processus général ;</li> <li>• Les résultats financiers ;</li> <li>• Les ressources et les responsabilités nécessaires.</li> </ul>
Measure (mesurer)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Collection des données du processus en question ;</li> <li>• Prendre des mesures pour le processus actuel ;</li> <li>• Réalisation des tests comparatifs ;</li> <li>• Vérification s'il y'a suffisamment de données à mesurer.</li> </ul>
Analyse (analyser)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse des résultats des données collectées ;</li> <li>• Identification des raisons de dysfonctionnement ;</li> <li>• Avoir une idée sur les ressources nécessaires pour atteindre des objectifs.</li> </ul>
Improve (améliorer ou innover)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détermination des solutions efficaces ;</li> <li>• Mettre en œuvre des actions correctives pour éliminer les imperfections ;</li> <li>• Développement des tests pour des solutions et la sélection de celle qui est efficace.</li> </ul>
Control (Contrôler)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmation des processus à améliorer ;</li> <li>• Documentation d'un plan d'amélioration.</li> </ul>

Source : élaboré par nous-mêmes selon (Monika & Beata, 2018) et (Anis, LAMETHODE SIX SIGMA : La Culture de la Perfection, 2015)

### **2.3.3 DMADC**

C'est la procédure pour effectuer la mise en place du Six Sigma en vue de créer un nouveau produit ou un service, la DMADC veut dire (Define, Measure, Analyze, Design et control)

L'étape du désigne dans la DMADC a pour but de (Anis, LA METHODE SIX SIMA : La Culture de la Perfection, 2015) :

- Réalisation du produit ;
- Assurance de la conformité.

### **2.4 Lean Six Sigma**

Les stratégies de gestion des processus métier se concentrent sur l'automatisation et l'amélioration des processus pour réaliser l'amélioration de la performance organisationnelle. En parallèle, Six Sigma utilise l'analyse statistique pour améliorer la qualité tandis que le Lean est axé sur l'élimination des gaspillages. Ces deux approches peuvent fonctionner ensemble pour l'obtention des bonnes résultats (Marvin, s.d.).

Lean Six Sigma est une fusion de techniques bien connues pour l'élimination des gaspillages et l'amélioration des processus en faisant une combinaison entre le Lean management et les Six Sigmas. On peut obtenir une approche plus puissante qui élimine les limitations de chaque méthode. Le Lean Six Sigma applique les outils des deux approches et utilise les méthodes tel que DMAIC et DMADC dans le contexte du Lean pour une obtention des résultats concrets (Muhammad Irfan, Obaid, Xiaoning, & Mahmood, 2012).

Tableau 2 : les complémentarités entre Lean et Six sigma

	<b>Lean</b>	<b>Six sigma</b>
<b>Approche méthodologique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elimination des gaspillages ;</li> <li>• Optimisation des processus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduction des variabilités ;</li> <li>• Amélioration des processus.</li> </ul>
<b>Objectif principal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction des gaspillages ;</li> <li>• Amélioration des activités opérationnelles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduction des défauts ;</li> <li>• Amélioration de la qualité des produits et services.</li> </ul>
<b>Vision du processus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimisation des flux des valeurs ;</li> <li>• Identification des activités à valeur ajoutée.</li> </ul>	Identification et élimination des sources de variation dans les processus
<b>Utilisation des données</b>	Utilisation des données visuelles et des mesures simples pour l'évaluation des performances	Utilisation des outils statistiques avancés pour l'analyse des données pour l'identification des causes profondes des problèmes.
<b>Outils utilisés</b>	VSM ; 5S ; Kaizen ; judoka	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistique démarche de déploiement DMAIC / DMADC</li> <li>• "Minitab" ;</li> <li>• Python ;</li> </ul>

Source : élaboré par nous-mêmes selon (Diego, Isaac, Guilherme, Carlos, & Carla, 2014)

#### 2.4.1 Les outils d'optimisation

Les outils simples de la méthode de résolution des problèmes sont souvent désignés sous le nom de « outils de la qualité ». Ces outils constituent un ensemble de techniques utilisées pour réaliser l'analyse et aussi pour la recherche des causes de dysfonctionnements. Leur utilisation permet de clarifier la méthode dans le processus de résolution de problèmes. (Brulebois, Perrenot, & Saintvoirin, 2009).

### **A. Charte de projet**

La charte de projet est une fiche qui résume les principaux éléments de l'étape « définir » dans un cycle DMAIC. Elle comprend la définition du projet, des indicateurs de performance et les impacts financiers attendus, le périmètre temporel et spatial du projet, l'identification des caractéristiques critiques pour les clients, la planification macro du projet ainsi que la composition du groupe de travail et l'engagement des principaux acteurs. (Pillet, 2013)

### **B. QQQCCP**

C'est l'abréviation pour qui, quoi, ou, quand, comment, combien et pourquoi, c'est un outil utilisé pour préciser un problème ou pour faire la clarification d'une situation. Il organise la réflexion en posant des questions factuelles que leurs réponses donnent une définition claire du problème (Gillet-Goinard & Seno, 2019).

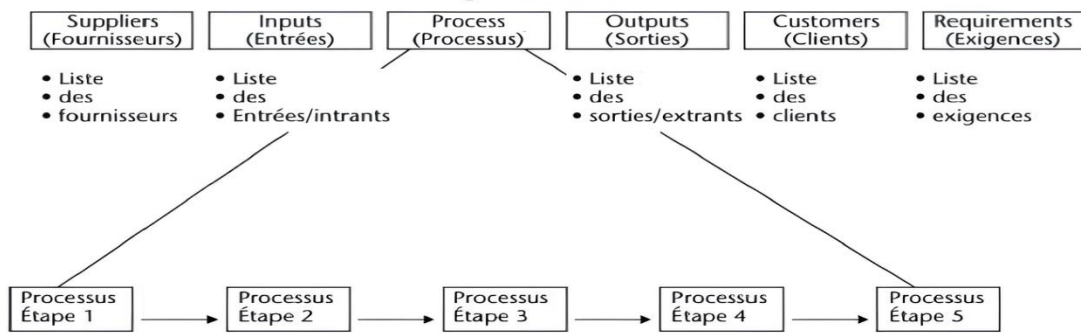
Généralement, il est utilisé par les journalistes pour faire la structure de leurs articles et également dans une démarche qualité. Après le Brainstorming, le QQQCCP peut être appliqué pour compléter les idées générées lors de la recherche (Delengaigne, Delengaigne, & Carron, 2022).

### **C. Diagramme SIPOC**

L'utilisation de cet outil lors de la phase « définir » de la méthode Six Sigma DMAIC aide à l'identification du début et de la fin de processus par la clarification du périmètre de projet. Il peut être complété par l'équipe de projet en durée très courte (moins d'une heure).

L'utilisation de ce diagramme aide à concentrer le plan de collectes des données, ce qui donne des solutions plus efficaces d'amélioration (Drecq, 2020).

Figure 2 : diagramme SIPOC



Source : (Maurice, 2013)

Le diagramme SIPOC est un outil de modélisation qui synthétise le fonctionnement d'un macro processus par la visualisation des fournisseurs avec ses entrées, les microprocessus, les sorties et les clients (Johann, 2015)

#### D. BRAINSTORMING

Le brainstorming est une technique de génération des idées créatives et une méthodologie de la résolution des problèmes. Cette méthode offre un environnement libre pour une présentation des idées individuelles, sans attirer des critiques de qui que ce soit. Chaque idée générée est enregistrée et considérée comme une solution de problème (Kalayan, 2018)

Le Brainstorming se compose en deux phases :

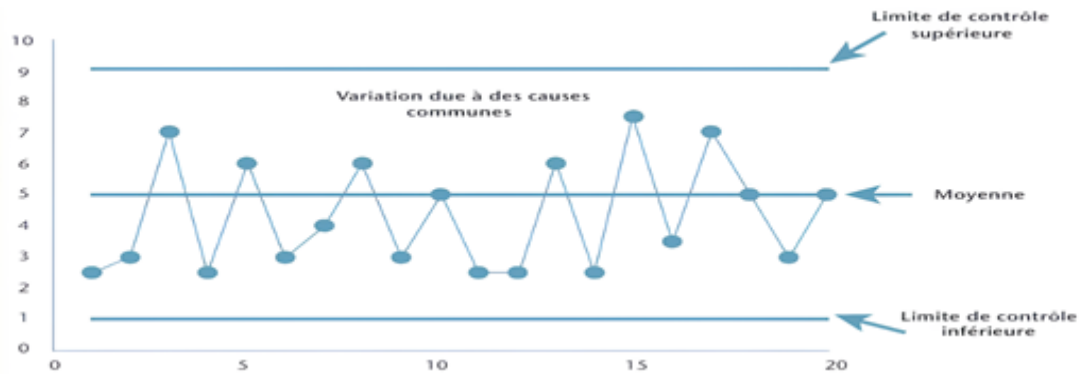
- La collecte des idées sans jugement ;
- Le suivie de l'analyse rationnelle des idées.

Le brainstorming est un outil qui aide à stimuler la créativité et l'innovation au sein d'une entreprise (Zinque & Lobeck, 2019).

#### E. CARTE DE CONTROLE

La carte de contrôle est un outil essentiel pour l'observation des variations dynamiques d'un processus et l'évaluation statistique de toute variation inhabituelle, afin de déterminer la stabilité dans le temps (Makhlouf & Hennion, 2017). Elle permet de suivre et piloter un processus, par l'identification des risques pour garantir la stabilité à long terme.

Figure3 : Carte de Contrôle



Source : (Bergeret & Mercier, 2021)

L'objectif spécial de cette carte de contrôle est la surveillance des deux aspects :

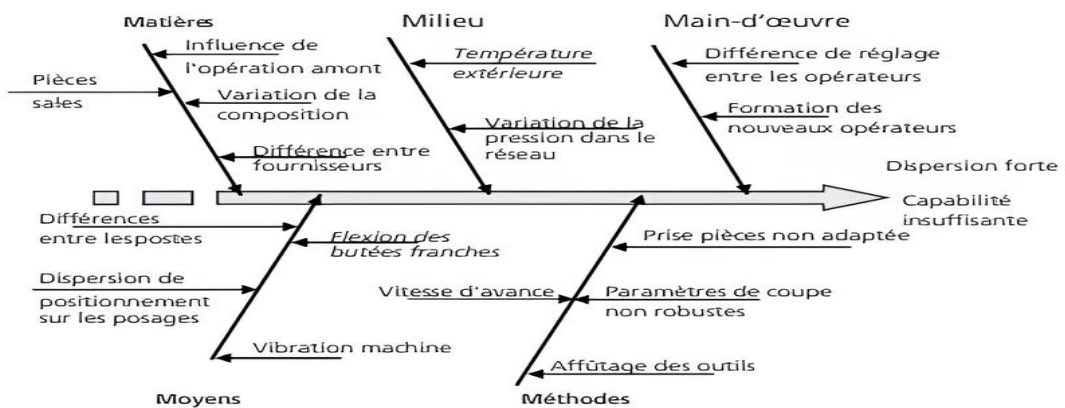
- Les dérivées en position ;
- Les dérivées en dispersion.

Ces dérivées visent à distinguer les causes communes et les causes spéciales, pour décider s'il est nécessaire de faire une intervention (Bergeret & Mercier, 2021).

#### F. Diagramme d'Ishikawa (5M)

La méthode ou diagramme d'Ishikawa ou encore diagramme en arête de poisson, est un outil de planification qui fournit une analyse visuelle et structurée des causes et des effets d'un problème spécifique (50Minutes, 2015).

Figure 4 : diagramme des 5M



Source : (Maurice, 2013)

L'analyse selon cette méthode doit commencer par une étude exhaustive des ressources de dispersion avec la détermination des causes de la variabilité dans le processus qui sont à l'origine de l'insatisfaction des clients. Selon cet outil, on peut identifier cinq causes (5M) fondamentales de variabilité dans un processus qui sont (Maurice, 2013) :

- La main-d'œuvre impliquée dans le processus ;
- Les moyens utilisés ;
- Les méthodes mise en œuvre pour mener le processus ;
- La matière première ou la matière utilisé ;
- Le milieu de déroulement du processus.

### **G. AMDEC**

L'AMDEC est l'abréviation de « Analyse des Modes de Défaillance et de leur Effet et de leur Criticité. C'est un outil préventif utilisé dans nombreux entreprises dès les années 1980. Cette approche vise à examiner chaque fonction d'un produit et service ou d'un processus, à évaluer les criticités des risques potentiels de défaillance qui pourraient survenir, et aussi à proposer des actions préventives pour diminuer ces risques. (Corbel, 2012). Par ailleurs, l'application de L'AMDEC s'aligne étroitement avec la logique de l'amélioration continue de Deming, réalisé d'une manière à répondre aux besoins de l'analyse de modes des défaillances et de leurs effets. (Landy, 2011)

## **CHAPTRE II : Cadre Méthodologique et Organisationnel**

Le choix de la méthode appropriée pour la collecte et l'analyse des données est crucial pour structurer l'étude et répondre à la question de recherche. Ce chapitre présente le cadre méthodologique de notre recherche ainsi que les méthodes et outils utilisés pour collecter et analyser nos données. Dans la deuxième section ce chapitre présente l'organisme d'accueil.

## **Section 01 : Cadre Méthodologique**

Cette section détaille la méthodologie, les techniques, les sources et les outils utilisés pour collecter et analyser les données afin de répondre à la question de recherche et d'atteindre l'objectif de notre étude. Pour notre recherche et en se basant sur notre revue de la littérature, nous avons choisi d'utiliser une approche mixte, combinant à la fois des méthodes qualitative et quantitative. Cette décision découle de la complémentarité entre ces deux approches et de la nature des données que nous devons analyser. Nous avons jugé que cette approche est la plus appropriée pour notre recherche, qui est structurée en cinq étapes selon la méthode DMAIC. Notre démarche a débuté par une recherche bibliographique, incluant l'examen d'ouvrages, d'articles, d'études précédentes, ainsi que la consultation des normes et référentiels pertinents à notre sujet. Nous avons également exploité la documentation interne de l'entreprise afin de collecter le maximum de données.

### **1. Approche qualitative**

Pour notre étude, la collecte des données qualitatives s'est faite par l'examen documentaire et des entretiens semi-directifs.

#### **A. Analyse documentaire**

Nous avons consulté le système documentaire de l'entreprise pour comprendre le fonctionnement du processus de débarquement en tenant compte des exigences opérationnelles. Pour cela, nous avons examiné les documents internes et les rapports d'activités de l'entreprise.

#### **B. Entretiens semi-directifs**

Nous avons mené des entretiens semi-directifs, pour obtenir des informations sur la démarche Lean Six Sigma et les opérations de débarquement portuaire. Un guide d'entretien semi-directif, présenté en Annexe-1, a été élaboré pour structurer les discussions.

Les personnes interviewées incluent :

- Le Chief Operating Officer (COO);
- Le responsable de planification ;
- Le superviseur des navires.

Les thèmes principaux du guide sont : le profil des personnes interviewées, **la démarche Lean Six Sigma, les opérations de débarquement et les contrôles de qualité.**

### C. Brainstorming

Le brainstorming a été utilisé à plusieurs phases du projet :

- **Phase Définir** : Le brainstorming a été réalisé avec tous les départements de la direction des opérations pour définir les principales étapes du processus de débarquement et identifier les fournisseurs, les éléments d'entrée et de sortie, ainsi que les clients concernés.
- **Phase Analyser** : Le brainstorming a été mené avec tous les départements pour analyser les causes d'inefficacité dans le processus de débarquement.
- **Phase Innover** : On a fait appel au brainstorming pour proposer des solutions, ce dernier a été conduit avec le COO afin de sélectionner les actions à mettre en œuvre pour améliorer le processus de débarquement.

Tableau 3 : Tableau représentatif des brainstorming effectués

Les départements concernés	La phase de projet	Objectifs
Tous les départements de la direction des opérations	Définir	La réalisation d'un diagramme SIPOC pour le processus de débarquement.
Tous les départements de la direction des opération	Mesurer	L'analyse des causes d'inefficacité dans le processus de débarquement.
COO	Innover	L'élaboration d'un plan d'action par la proposition des solution

Source : élaboré par nous-mêmes

## **2. Approche quantitative**

Nous avons recueilli des données quantitatives à partir du système d'information de l'entreprise, appelé système ZODIAC. Les données de performance ont été mesurées sur une période de 30 semaines en utilisant quatre indicateurs de performance clés (KPI). Les mesures spécifiques ont été effectuées en suivant les procédures opératoires de l'entreprise.

Les données quantitatives ont été analysées en utilisant des cartes de contrôle élaborées en utilisant le langage Python, dans la phase "Mesurer" de notre projet. A noter que **Python** est un langage de programmation puissant et flexible, idéal pour l'analyse statistique et la visualisation de données (python, 2024). Nous avons utilisé Python pour créer des cartes de contrôle et effectuer des analyses de capacité pour les quatre indicateurs de performance clés mesurés sur 30 semaines. Python permet une gestion et une interprétation précises des données, facilitant ainsi la prise de décisions éclairées.

### **Section 2 : présentation de l'organisme d'accueil**

Dans cette section, nous examinons l'entreprise DP World à la fois à l'échelle nationale et internationale, ainsi que ses différentes directions et son fonctionnement.

#### **2.1 DP World Algérie (EPAL)**

DP World, une société émiratie, née en 1999 de la fusion entre l'activité internationale de DPI Terminals la Dubaï port authority. En 2006, elle a acquis la société britannique P&O pour 3.9 milliards de livres sterling, devenant ainsi le quatrième opérateur portuaire mondial. Cependant, cette acquisition avait suscité après le 11 septembre plusieurs craintes, ce qui a conduit DP World à revendre ses activités portuaires dans le pays.

En 2011, DP World a restructuré sa dette qui s'élevait à 25 milliards de dollars. En 2014, elle a acquis Economics Zones World pour 2.6 milliards de dollars, suivie par l'acquisition de Dubaï Maritime City et Drydocks world en 2017 pour 405 millions de dollars. En 2018, l'entreprise a acheté Unifeeder, une société logistique danoise, pour 660 millions d'euros.

Aujourd'hui, DP world est l'un des principaux opérateurs mondiaux de terminaux maritimes avec 78 stations dans 40 pays sur six continents. Basée à Dubaï elle emploie environ 28000 personnes. L'entreprise vise à améliorer l'efficacité de la chaîne

d’approvisionnement de ses clients grâce à des investissements constants dans l’infrastructure, le personnel et les équipements. La manutention des conteneurs représente l’essentiel de son chiffre d’affaires, qui s’élevait à 5,646,280 milliards de dollars en 2018, avec une capacité de 71,419,000 EVP.

Tableau 5 : les business unités de DP World dans le monde

Europe	Moyen-Orient et l’Afrique	Amérique	Asie pacifique	Sous-continent Indien	Emirats arabes unis
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 02 en Grande-Bretagne ;</li> <li>▪ 01 en Belgique</li> <li>▪ 01 en Roumanie</li> <li>▪ 01 en Espagne</li> <li>▪ 01 en Turquie</li> <li>▪ 03 en Allemagne</li> <li>▪ 02 en France</li> <li>▪ 01 à chypre</li> <li>▪ 01 au Pays-Bas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 01 en Égypte</li> <li>▪ 01 en arabie-saoudite</li> <li>▪ 01 à Djibouti</li> <li>▪ <b>02 en Algérie</b></li> <li>▪ 01 au somalie</li> <li>▪ 01 au Rwanda</li> <li>▪ 01 au Mozambique</li> <li>▪ 01 au Sénégal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 01 en Argentine</li> <li>▪ 01 en Brésil</li> <li>▪ 03 à la Canada</li> <li>▪ 01 en République-dominicaine</li> <li>▪ 01 au Pérou</li> <li>▪ 01 au Suriname</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 04 en Australie</li> <li>▪ 01 au Thaïlande</li> <li>▪ 01 en Corée du sud</li> <li>▪ 03 en Chine</li> <li>▪ 01 à Hong Kong</li> <li>▪ 01 aux philippines</li> <li>▪ 01 en Vietnam</li> <li>▪ 01 en Indonésie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 05 en Inde</li> <li>▪ 01 au Pakistan</li> <li>▪ 02 au Kazakhstan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>03 ports : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mina Rashid</li> <li>▪ Jable Ali</li> <li>▪ Jable Ali terminal 3.</li> </ul> </li> </ul>

Source : élaboré par nous-mêmes à partir des documents internes de l’entreprise

Dubaï Port World Algérie est une coentreprise établie le 21 mars 2009 par le groupe émirati "Dubai Port World" et l'Entreprise Portuaire d'Alger (EPAL). Ce partenariat vise à optimiser l'exploitation du port d'Alger avec une concession de 30 ans, renouvelable tous les 7 ans, dans le but d'améliorer la fluidité des opérations portuaires, d'accroître la productivité et de réduire le temps d'attente des navires.

Occupant 33,4 hectares et incluant les quais 30, 31, 32 et 33, DP World Algérie a réalisé un chiffre d'affaires de 5,696 millions DA en 2018, avec une capacité de 334 000 EVP et un objectif de 505 000 EVP pour 2019. Depuis, des progrès notables ont été réalisés. En 2023, la capacité de manutention du terminal a doublé pour atteindre 755 600 EVP par an. Cela a été rendu possible grâce à des investissements de plus de 114 millions de dollars depuis 2009, utilisés pour moderniser les infrastructures, acquérir de nouveaux équipements et former le personnel spécialisé. Ces améliorations ont permis de traiter environ 25 % du commerce extérieur conteneurisé de l'Algérie (LIBERTÉ-Digital, 2021).

Par ailleurs, DP World Algérie envisage d'augmenter sa capacité à 1 million EVP dans un avenir proche, renforçant ainsi sa position en tant que hub commercial majeur dans la région. Ces initiatives s'inscrivent dans une stratégie plus large visant à soutenir la croissance économique de l'Algérie .

Les réalisations de DP World Algérie incluent :

- Réduction du nombre de navires en attente ;
- Augmentation de 30 % de la capacité de stockage du terminal à conteneurs ;
- Réorganisation de la zone de visite des conteneurs avec un nouveau système de programmation ;
- Amélioration de l'efficacité des conducteurs d'équipements grâce à une formation intensive ;
- Création d'une section de planification pour contrôler les activités ;
- Mise en place d'un management de proximité.

En matière de santé, sécurité et environnement (HSE), DP World Algérie a :

- Amélioré les conditions d'hygiène du personnel ;
- Renforcé le nettoyage et la gestion des déchets du terminal ;
- Mis en œuvre des normes pour les risques fatals ;
- Introduit des sanctions pour le non-port des équipements de sécurité (casque, gilet cataphote, chaussures) ;
- Organisé régulièrement des réunions de sensibilisation ;
- Développé des relations solides avec les partenaires extérieurs en matière de sécurité ;
- Utilisé des posters, réunions et forums pour promouvoir les normes des risques fatals ;
- Assuré le suivi de la consommation de carburant et d'électricité.

## **2.2 Organisation de DP World Algérie**

L'entreprise DP World Algérie est dirigée par un directeur général, qui supervise quatre directions principales, chacune subdivisée en plusieurs services :

- Direction commerciale ;
- Direction des affaires financières ;
- Direction des opérations ;
- Direction des ressources humaines.

Ces directions sont organisées comme suit :

### **A. Direction générale**

La direction générale est au sommet de la hiérarchie de l'entreprise. Le directeur général a pour mission de gérer et d'administrer l'entreprise. Parmi ses principales responsabilités, on compte :

- Assurer la coordination entre les différentes directions et émettre des directives ;

- Informer l'entreprise mère, DP World, des développements au sein de la succursale DP World Algérie par le biais de rapports quotidiens, mensuels et définitifs.

### **B. Direction commerciale**

La direction commerciale est responsable de la gestion de la documentation et de la facturation des services client. Elle rédige également des rapports quotidiens et hebdomadaires sur l'ensemble des opérations de traitement des navires. Cette direction joue un rôle crucial car elle maintient un contact direct avec les opérateurs commerciaux, les entreprises et les autres partenaires avec lesquels elle conclut des accords.

### **C. Direction des affaires financières**

La direction des affaires financières est chargée de mettre en œuvre la politique de gestion financière et les procédures comptables de l'entreprise. Sa mission principale est d'assurer le suivi des flux financiers tout en garantissant leur équilibre. Cette direction est composée de quatre services :

- Service comptabilité ;
- Service des achats ;
- Service des affaires juridiques ;
- Service de l'informatique.

### **D. Direction des ressources humaines**

La direction des ressources humaines est responsable de la gestion du recrutement, de la formation et de la détermination des salaires. Sa mission principale est de rechercher des compétences qualifiées et de les fidéliser en leur offrant les meilleures conditions de travail (salaire, climat de travail, environnement) et de développement professionnel (formations sur place et à l'étranger).

### **E. Direction des opérations**

La direction des opérations est chargée de la gestion des activités liées aux navires, depuis leur accostage jusqu'à leur départ. Cela inclut le chargement et le déchargement des conteneurs, leur entreposage et le suivi de leur transfert. Plusieurs personnes supervisent ces opérations.

⇒ **Département planning**

Le département planning est chargé de la planification stratégique des opérations, de l'affectation des équipes et du matériel nécessaire au traitement des navires et à la gestion des conteneurs (grues mobiles, RS, ITV).

⇒ **Département sécurité**

Le département sécurité garantit la mise en œuvre du système de sécurité et la protection du terminal ainsi que des biens de l'entreprise.

⇒ **Département hygiène, sécurité et environnement**

Le département hygiène, sécurité et environnement établit les conditions de travail conformes aux normes internationales pour assurer la protection des employés. Il organise des formations et des campagnes de sensibilisation et de prévention. Il veille à la qualité des équipements utilisés, à la conformité des tenues de travail (casques, gilets, chaussures, combinaisons, etc.) et à la propreté du terminal. Sa mission principale est de garantir la sécurité des travailleurs et de l'environnement.

⇒ **Département technique**

Le département technique est responsable de la maintenance et de la réparation de tout le matériel utilisé dans le terminal. Il couvre :

- Maintenance curative : pour les équipements nécessitant des réparations planifiées par le département planning ;
- Maintenance d'urgence ;
- Maintenance préventive : basée sur les heures de fonctionnement des équipements.

Ce département comprend également un magasin où sont stockées toutes les pièces de rechange nécessaires (batteries, huiles, pneus, joints, etc.).

## **2.3 Fonctionnement de terminal a conteneur**

On peut distinguer trois opérations principales :

### **A. Accueil des navires**

- Déclaration du navire et envoi du manifeste cargo

Dès qu'un navire entre dans les eaux territoriales, il doit effectuer une déclaration obligatoire par radio auprès de la capitainerie, fournissant les informations suivantes : tirant d'eau, longueur, pavillon, provenance, nom et ETA (Heure d'Arrivée Estimée). De plus, le consignataire agréé par la douane saisit le manifeste cargo dans la base de données de l'administration des douanes, qui attribue un « Numéro de gros » au navire, indiquant l'autorisation pour l'accostage. Ce manifeste cargo est également envoyé par courrier électronique à la direction du terminal à conteneur.

- Commission de placement des navires

Cette commission se réunit quotidiennement à la Direction Capitainerie pour assigner les navires en rade aux postes d'accostage. Elle est composée de représentants de la capitainerie, de l'EPAL, de DP World Algérie, des agents consignataires des navires en rade, et des clients importateurs de marchandises spécifiques. Chaque agent consignataire présente les programmes des navires en rade et ceux attendus. Les affectations des navires aux quais sont déterminées en fonction de la disponibilité des postes à quai, des espaces d'entreposage au port, des caractéristiques des navires (longueur, tirant d'eau, moyens de levage, type de marchandises transportées, tonnage et nombre de conteneurs), selon le principe du premier arrivé, premier servi. Un procès-verbal est établi après chaque réunion, documentant toutes les affectations de navires aux quais de traitement, et est communiqué aux commissions de zones.

### **B. Opérations de débarquement**

- Débarquement

Les opérations de planification débutent avec l'envoi de l'EDI par le consignataire. Dès que le navire accoste, les conteneurs sont déchargés à quai à l'aide de grues mobiles.

➤ Pointage à quai par appareil HH

- Pour les conteneurs « dangereux », le pointeur doit s'assurer de leur sortie sous-palan en présence du propriétaire. En l'absence du propriétaire, le conteneur n'est pas déchargé.
- Pour les conteneurs « à ordre », ils ne quittent pas le quai jusqu'à ce que le propriétaire se présente avec le connaissance original endossé par sa banque. Sinon, le conteneur est réembarqué sur le navire.
- Si aucune mention n'est indiquée, le conteneur peut être transféré vers le parc d'entreposage.

➤ Attente et décision d'affectation

Une fois à quai, les conteneurs suivent deux itinéraires possibles :

- Les conteneurs « dangereux » ou destinés aux zones extra-portuaires sont évacués immédiatement.
- Les conteneurs sans mention spéciale sont déchargés à quai et attendent leur transfert au parc d'entreposage.

➤ Transfert vers le parc

Les conteneurs sont chargés sur un camion par un chariot élévateur opérant sur le quai et transportés vers l'aire d'entreposage.

➤ Entreposage

Au parc, les conteneurs sont déchargés du camion par un autre chariot élévateur et empilés pour l'entreposage.

➤ Pointage au parc

Le pointage au parc est réalisé automatiquement via des appareils montés sur les équipements.

## C. Opérations d'enlèvement

### ➤ Au niveau du consignataire

Dès l'accostage du navire, l'agent consignataire envoie un avis d'arrivée au client ou à son représentant, l'informant de l'arrivée de sa marchandise. Le client, muni de cet avis, se rend à sa banque pour obtenir les documents nécessaires (copie du connaissement, jeu de factures, certificat d'origine, liste de colisage, attestation d'assurance). Il présente ces documents à l'agence maritime (consignataire), paie les frais de transport et obtient le connaissement original et le bon à délivrer. Le commissionnaire en douane peut alors commencer la procédure de dédouanement.

### ➤ Au niveau de l'administration des douanes

Le commissionnaire en douane enregistre la déclaration de la marchandise du client dans la base de données de l'administration des douanes.

### ➤ Transfert vers le parc de visite

Le conteneur est chargé sur un camion par un chariot élévateur et transporté vers le parc de visite, où il est déchargé et entreposé en attendant le contrôle douanier.

### ➤ Visite physique des conteneurs

La visite physique comprend :

- Le déplombage du conteneur en présence du transitaire et de l'agent des douanes ;
- Le dépotage du conteneur ;
- La vérification de la conformité quantitative et qualitative de la marchandise par l'agent des douanes ;
- L'emportage du conteneur visité.

Si la visite douanière est conforme à la déclaration et sans anomalies, un inspecteur des douanes délivre un bon à enlever après le paiement des droits et taxes douaniers. Sinon, la marchandise est saisie et mise en dépôt en attendant le règlement du contentieux.

Après le dédouanement, le transitaire se rend au guichet « Facturation » de DP World Algérie avec le connaissement original et le bon à enlever pour établir la facturation des

frais de prestations (magasinage, acconage, pointage, et consommation d'énergie pour les conteneurs frigorifiques). Après le paiement, il reçoit un bon de sortie autorisant l'évacuation du conteneur du port.

- Transfert vers le scanner

Après le paiement des frais de séjour et l'obtention du bon de sortie, le conteneur est chargé sur un camion par un ITV et transféré vers le scanner.

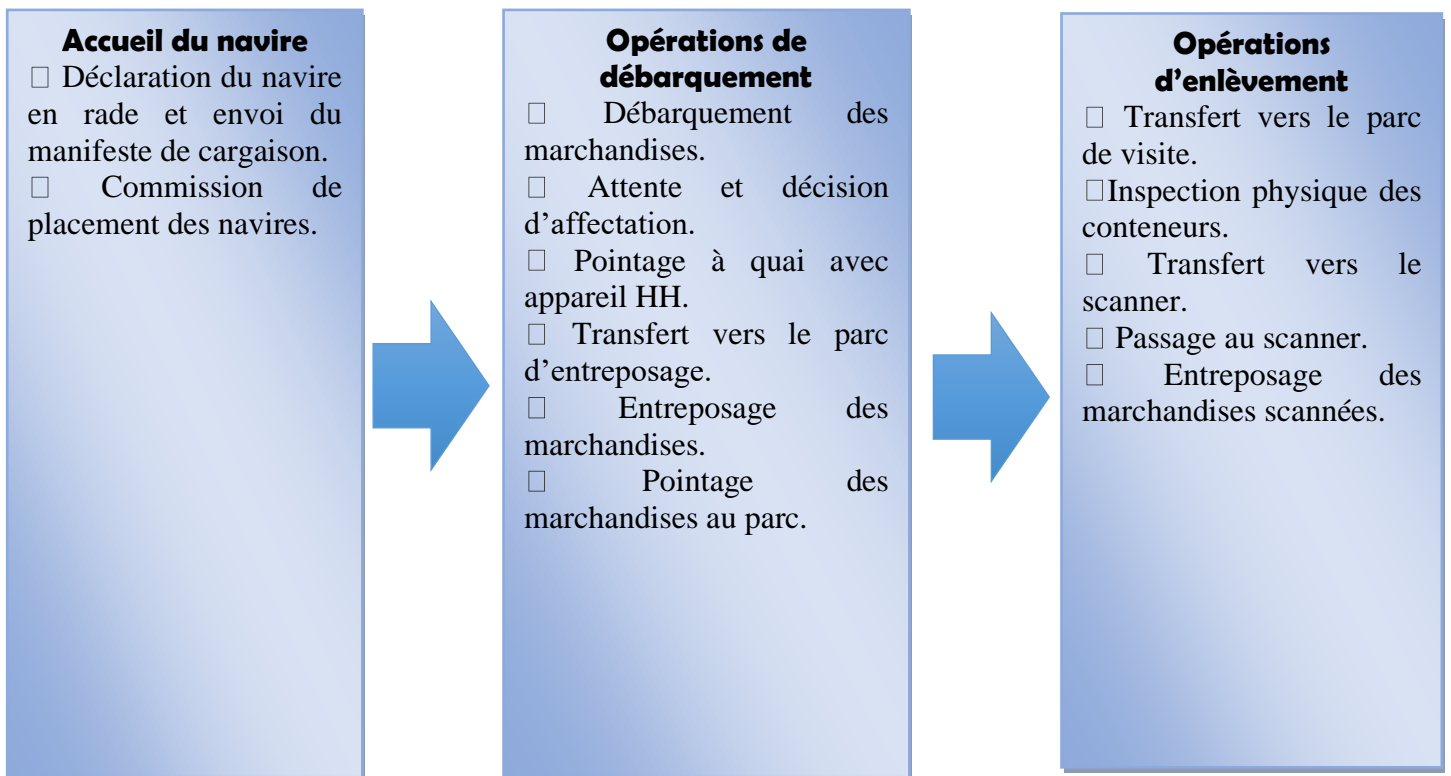
- Passage au scanner

Un second contrôle douanier est effectué pour détecter tout produit prohibé non détecté lors de la visite physique.

- Sortie du conteneur

Après le passage au scanner, le conteneur peut quitter l'enceinte portuaire d'Alger.

Figure 5 : schéma récapitulatif de fonctionnement de terminal



Source : élaboré par nous-mêmes à partir des documents internes de l'entreprise

## **CHAPITRE III : Résultats et Discussion**

Dans le cadre de notre démarche d'amélioration des opérations de débarquement portuaire au niveau du terminal DP World Algérie, nous avons mis en œuvre la méthodologie Lean six sigma. L'objectif principal de l'initiative est d'optimiser le processus en minimisant les gaspillages et en augmentant l'efficacité opérationnelle.

Ce chapitre présente les résultats obtenus à travers une analyse détaillée des données collectées et les actions préconisées pour remédier aux dysfonctionnements identifiés. Par l'application du cycle DMAIC, nous avons ciblé les principaux leviers d'amélioration et élaboré un plan d'action spécifique pour chaque cause racine identifiée.

## **Section 1 : Présentation et Analyse des Résultats**

Cette section vise à présenter et analyser l'ensemble des résultats obtenus à partir des données au terminal DP World Algérie sur une période de 30 semaines. Ces données, extraites du système de gestion de l'entreprise appelé ZODIAC, incluent des indicateurs de performance clés tels que le débit opérationnel total, les temps d'arrêt du système et l'utilisation du quai. En examinant ces indicateurs, nous avons pu identifier les tendances, les variations et aussi les anomalies. Cette analyse détaillée, soutenue par plusieurs outils, nous permettra de comprendre les causes profondes des inefficacités et de poser les bases pour les actions d'amélioration à venir.

### **1. La phase de définition**

La phase définir est la première étape de notre démarche. Elle vise à identifier le problème, à recenser les exigences du client et à déterminer clairement le périmètre du projet. Nous avons commencé par l'outil QQQCCP pour définir le problème. Ensuite, nous nous sommes servis du diagramme SIPOC pour une description plus précise du processus concerné. Enfin, nous avons élaboré une charte de projet, qui a présenté le déroulement et les détails du projet.

#### **A. QQQCCP**

En premier lieu, nous avons fait appel à l'outil QQQCCP pour clarifier les aspects essentiels de notre projet, en identifiant les acteurs impliqués, le lieu, le moment et la méthodologie utilisée afin de définir le problème de manière exhaustive.

Tableau 6 : Tableau récapitulatif de l'outil QQQCCP

Qui ?	Département des opérations, le personnel de l'entreprise DP WORLD ALGERIE, les clients.
Quoi ?	Les opérations de débarquement des conteneurs.
Où ?	Dans le terminal a conteneur DP WORLD ALGERIE
Quand ?	Sur une période de 30 semaine
Combien ?	Plusieurs indicateurs de performances sont mesurés (TEU, TOS Downtime, etc.)
Comment ?	La mise en place de projet Lean six sigma selon la démarche DMAIC
Pourquoi ?	Pour optimiser le processus, réduire les couts et améliorer la compétitivité du terminal.

Source : élaboré par nous-mêmes

Le QQQCCP nous fournit une vision générale sur notre projet, couvrant tous les aspects essentiels de notre projet. Par conséquent, ce qui nous donne la possibilité de passer directement à la prochaine étape, le SIPOC, pour cartographier en détail les flux opérationnels.

#### **B. SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer)**

Suite à une séance de brainstorming approfondie, nous avons élaboré un digramme SIPOC pour cartographier les opérations de débarquement portuaire. Ce diagramme met en lumière les principaux fournisseurs, les entrées essentielles, les étapes du processus, les sorties et les clients. L'objectif de cette présentation est de fournir une vision claire et bien structurée du flux des opérations, facilitant ainsi l'identification des points d'amélioration potentiels et préparant le terrain pour optimiser ces opérations.

Tableau6 : diagramme SIPOC de processus de débarquement.

Supplier (Fournisseur)	Input (Intrants)	Process (Processus)	Output (Extrants)	Customer (Client)
<b>Compagnies maritimes</b>  <b>Département de planification</b>	Manifeste de chargement des navires	<pre> graph TD     A[Planification] --&gt; B[Accostage des navires]     B --&gt; C[Déchargement des conteneurs]     C --&gt; D{Inspection et Scannaire des conteneurs}     D -- Conform --&gt; E[Stockage des conteneurs]     D -- Non-conforme --&gt; F[Triage des conteneurs]     F --&gt; E             </pre>	Conteneurs déchargés	<b>Transporteurs terrestres</b>
	Lettre d'accueil		Données de suivi des conteneurs	<b>Expéditeurs</b>
	Planification des débarquements		Conteneurs inspectés et tries	<b>Direction commerciale</b>
	Ordres de déchargement			
	Equipement de déchargement(manutention)		Conteneurs stockés	
	Logiciel de gestion portuaire (Zodiac)			

Source : élaboré par nous-mêmes

### C. Charte de projet

Nous avons élaboré une charte de projet qui détaille les éléments nécessaires à la planification et à la réalisation du projet Lean Six Sigma.

La charte comprend une description totale du projet, spécifiant les objectifs à atteindre et l'équipe responsable de la mise en œuvre. Elle inclut aussi les différentes étapes du projet, leur calendrier, ainsi que les ressources requises pour mener à bien le projet.

Figure 6 : Charte de projet

La charte du projet				
		<b>La mise en place de projet Lean six sigma selon la démarche DMAIC</b>		
Direction : Opération			Le processus : les opérations de débarquement de conteneurs.	
Date de début	Février 2024	Date prévue pour la fin	Mai 2024	
Planification				
Phases	Définir	Mesurer	Analyser	Innover
Outils	<ul style="list-style-type: none"> <li>- QQQQCCP</li> <li>- SIPOC</li> <li>- Charte de projet</li> </ul>	Carte de contrôle	Diagramme d'Ishikawa	AMDEC (Plan d'action)
Durée	20 jours	5 jours	5 jours	10 jours
Ressources : La documentation interne, système Zodiac.				

Source : élaboré par nous-mêmes

#### 2. La phase de mesure

Dans cette phase, nous avons mesuré les performances actuelles de débarquement portuaire à l'aide des indicateurs clé de performance. Les données ont été collectées sur une période de 30 semaines via le système de gestion portuaire Zodiac. Les indicateurs de performance sélectionnés sont le Total Operational Throughput, le TOS Downtime, le nombre de Vessel Calls, et le Berth Utilization. Ces indicateurs ont été choisis pour leur pertinence et leur

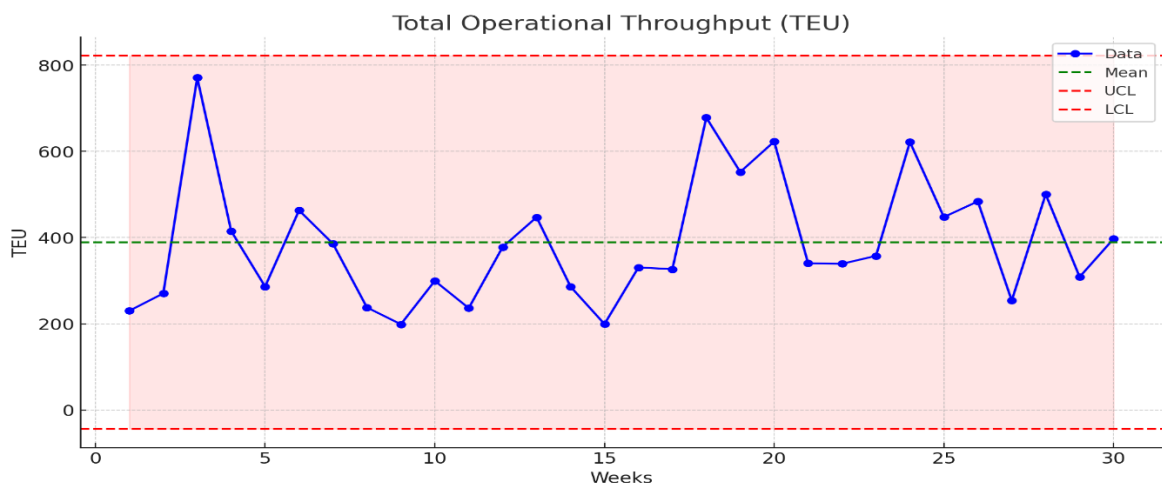
capacité à refléter la performance globale et les éventuels goulets d'étranglement des opérations.

### A. L'analyse des cartes de contrôle

Pour analyser ces données, nous avons utilisé des cartes de contrôle à l'aide du langage Python. Ces cartes de contrôle nous ont permis de surveiller les variations de performance au fil du temps, d'identifier les tendances et de détecter les anomalies potentielles dans les opérations de débarquement.

#### Total Operational Throughput (TEU)

Figure 7 : Carte de contrôle du Total Operational Throughput.

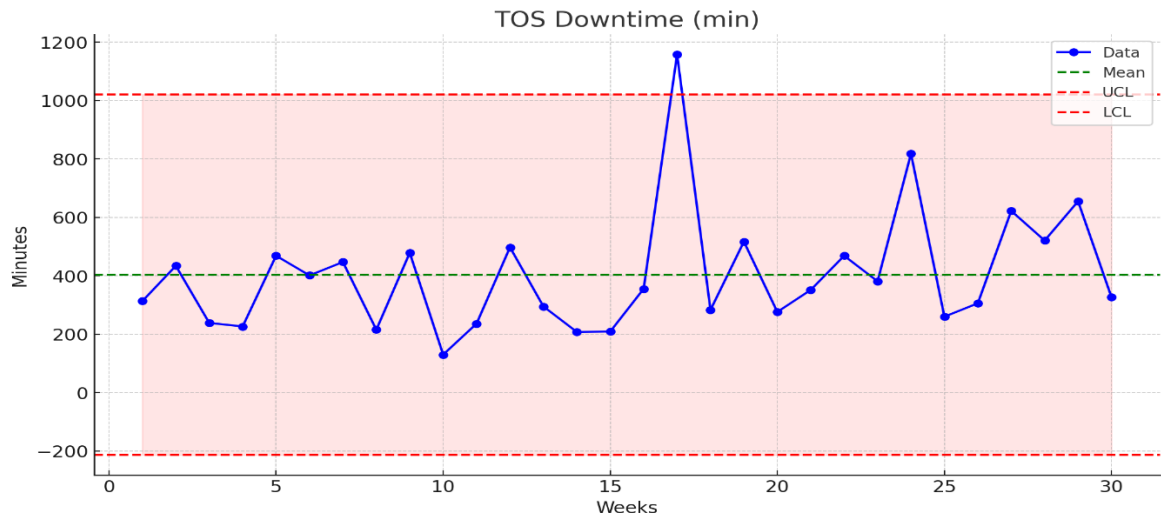


Source : élaboré par nous-mêmes à l'aide du langage informatique Python

- **Observation** : La carte de contrôle ci-dessus montre plusieurs variations significatives dans le volume total de conteneurs manipulés.
- **Problème identifié** : Les fluctuations importants dans le throughput peuvent signaler les périodes de forte demande ou des inefficacités dans les opérations de déchargement. Des pics peuvent indiquer des surcharges temporaires, tandis que des creux peuvent signaler une utilisation inefficace des ressources disponibles.

## TOS Downtime (min)

Figure 8 : Carte de contrôle de TOS Downtime



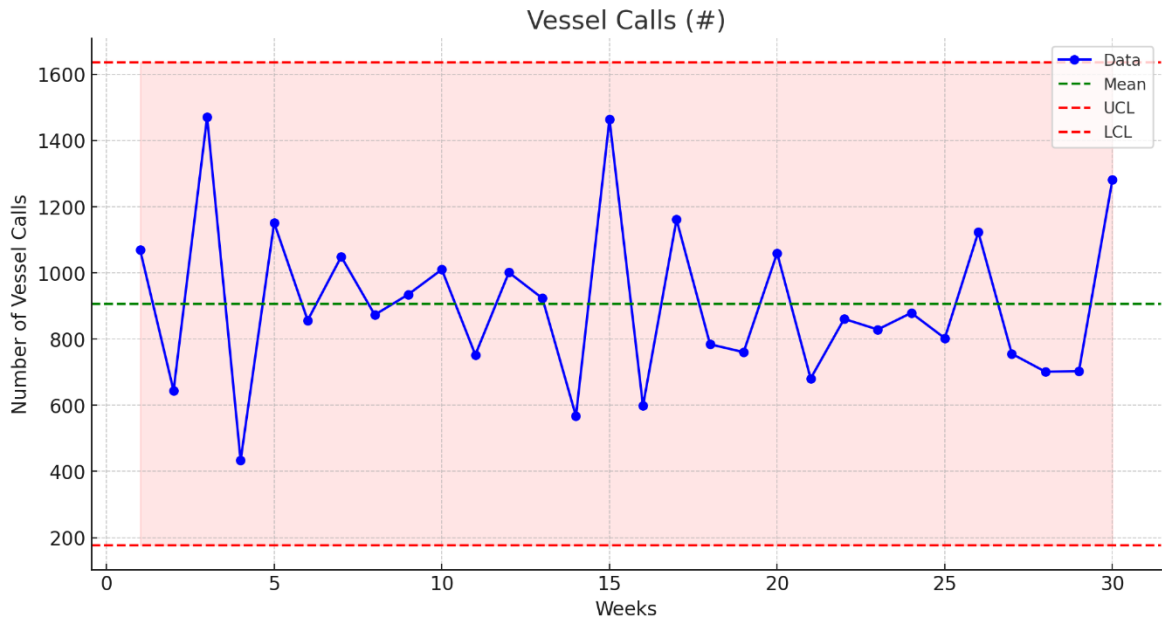
Source : élaboré par nous-mêmes à l'aide du langage informatique Python

**Observation** : La carte de contrôle pour le TOS Downtime montre plusieurs pics significatifs, avec des temps d'arrêt occasionnellement très élevés.

**Problème identifié** : Les pics de temps d'arrêt indiquent des problèmes systémiques ou des pannes fréquentes du système de gestion des opérations (TOS). Ces interruptions peuvent ralentir les opérations de déchargement et créer des retards importants.

## Vessel Calls (#)

Figure 9 : Carte de contrôle de Vessel Calls (#)



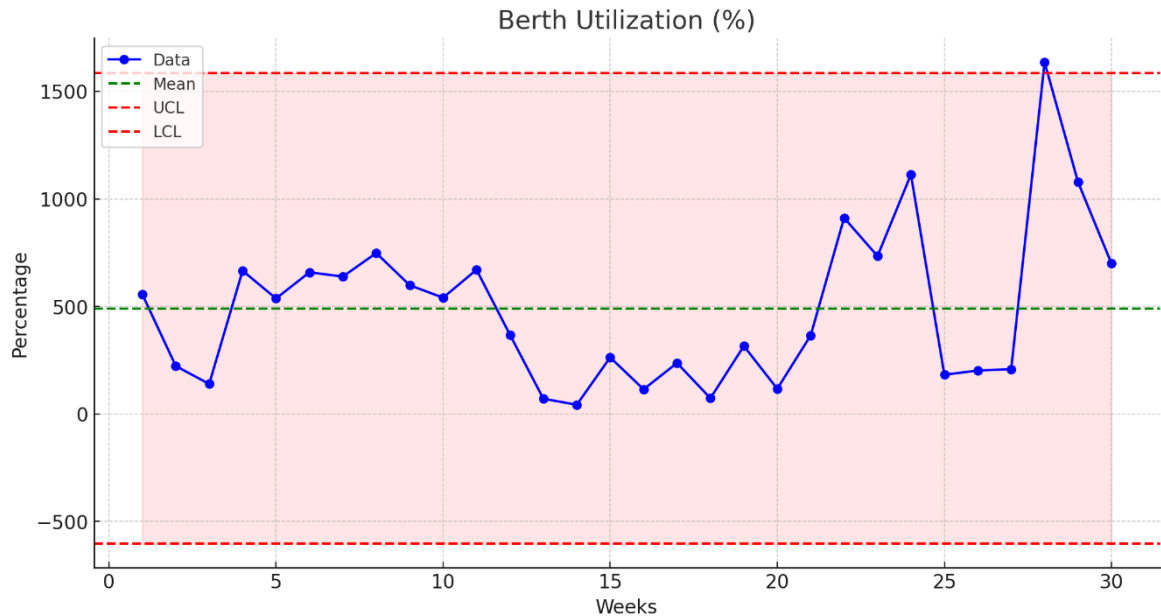
Source : élaboré par nous-mêmes à l'aide du langage informatique Python

**Observation** : La carte de contrôle montre une variabilité modérée avec des pics et des creux significatifs dans le nombre de navires ayant accosté au port.

**Problème identifié** : La variation dans le nombre de navires peut entraîner des déséquilibres dans la planification et l'allocation des ressources. Des pics dans les appels de navires peuvent causer des surcharges temporaires tandis que des creux peuvent mener à une sous-utilisation des infrastructures portuaires.

## Berth Utilization (%)

Figure 10 : Carte de contrôle de Berth Utilization (%)



Source : élaboré par nous-mêmes à l'aide du langage informatique Python

- **Observation** : La carte de contrôle montre des variations importantes dans l'utilisation des postes d'amarrage. Plusieurs points sont au-dessus des limites de contrôle, ce qui indique une utilisation maximale ou excessive des ressources.
- **Problème identifié** : Des taux d'utilisation élevés et variables des postes d'amarrage peuvent causer des congestions et des retards. Les périodes de surutilisation indiquent une pression excessive sur les infrastructures portuaires, tandis que les périodes de sous-utilisation représentent une opportunité perdue pour optimiser les opérations.

L'analyse des cartes de contrôle révèle des problèmes de variabilité et d'inefficacité dans plusieurs domaines critiques des opérations portuaires. Les fluctuations significatives dans le throughput, les temps d'arrêt fréquents du système TOS, la variabilité des appels de navires, et les taux d'utilisation des postes d'amarrage indiquent des zones nécessitant des améliorations. Ces résultats orientent la prochaine phase de notre projet vers une analyse plus approfondie des causes fondamentales de ces variations, en utilisant des outils comme le diagramme d'Ishikawa pour identifier et adresser les sources des inefficacités.

### **3. La Phase d'analyse**

Dans cette phase, nous cherchons à identifier les causes fondamentales des problèmes observés lors de la phase de mesure. Les variations et inefficacités détectées dans les indicateurs de performance, tels que le throughput opérationnel, les temps d'arrêt du système TOS, le nombre d'appels de navires et l'utilisation des postes d'amarrage, nécessitent une analyse approfondie. Pour ce faire, nous avons utilisé un diagramme d'Ishikawa, également connu sous le nom de diagramme de causes et effets ou diagramme en arêtes de poisson, pour cartographier et explorer les différentes causes potentielles.

#### **A. Diagramme d'Ishikawa**

Nous avons conçu un diagramme d'Ishikawa afin de visualiser les différentes causes potentielles d'inefficacité au sein du terminale. Ce diagramme a été élaboré à la suite d'entretiens réalisés avec les personnes concernées, ce qui nous a permis de recenser et de classer toutes ces causes en six catégories distinctes, on a récapitulé les résultats dans le tableau ci-dessous.

Tableau7 : Tableau récapitulatif de diagramme Ishikawa

Catégorie	Les causes potentielles de dysfonctionnement
Matériel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pannes fréquentes des grues</li> <li>• Maintenance inadéquate des équipements</li> <li>• Manque de pièces de rechange</li> </ul>
Méthodes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus de déchargement non optimisés</li> <li>• Planification inefficace des débarquements</li> <li>• Manque de standardisation des procédures</li> </ul>
Main-d'œuvre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de formation du personnel</li> <li>• Sous-effectif pendant les périodes de pointe</li> <li>• Communication inefficace entre les équipes</li> </ul>
Mesures	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Données de performance incomplètes ou inexactes</li> <li>• Absence de systèmes de suivi en temps réel</li> <li>• Indicateurs de performance mal définis</li> </ul>
Milieu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conditions météorologiques défavorables</li> <li>• Congestion dans la zone portuaire</li> <li>• Problèmes de sécurité et de conformité réglementaire</li> </ul>
Moyens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systèmes TOS obsolètes</li> <li>• Infrastructure portuaire insuffisante</li> <li>• Manque de technologies de soutien, comme les systèmes automatisés de gestion des conteneurs</li> </ul>

Source : élaboré par nous-mêmes

L'utilisation du diagramme d'Ishikawa nous a permis d'identifier une série de causes potentielles pour les inefficacités observées dans les opérations de débarquement. Ces causes couvrent divers aspects des opérations portuaires, de l'équipement et des méthodes à la main-d'œuvre et aux systèmes de gestion. La compréhension approfondie de ces causes nous permet de planifier des actions correctives spécifiques et de passer à la phase d'amélioration avec des solutions ciblées pour chaque problème identifié.

#### **4. La phase de d'innovation**

La phase "Innover" vise à développer et mettre en œuvre des solutions pour résoudre les problèmes identifiés lors des phases précédentes. En utilisant l'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité), nous pouvons hiérarchiser les actions à entreprendre en fonction de leur impact sur l'efficacité des opérations de débarquement au terminal DP World au port d'Alger. Cette méthodologie permet de se concentrer sur les causes les plus critiques et de proposer des actions correctives adaptées comme un plan d'action.

##### **A. Le tableau l'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité),**

Suite à une séance de brainstorming approfondie et en réponse à un guide d'entretien, nous avons dressé le tableau ci-dessous pour identifier les principales causes de dysfonctionnement dans nos opérations portuaires et les actions prioritaires à entreprendre. Chaque ligne du tableau représente une cause spécifique, une action recommandée pour y remédier, le délai pour cette action, et le responsable désigné pour sa mise en œuvre.

Tableau8 : Tableau AMDEC du processus de débarquement

<b>Causes</b>	<b>Actions Proposées</b>	<b>Échéances</b>	<b>Responsables</b>
Pannes fréquentes des grues	Mettre en place un programme de maintenance préventive spécialement pour les grues	Prioritaire	Chef de la maintenance
Processus de déchargement non optimisés	Standardiser et documenter les SOP pour le déchargement des conteneurs et la création d'un département qualité	Prioritaire	Responsable des opérations
Manque de formation du personnel	Organiser des sessions de formation continue pour le personnel	Prioritaire	Directeur des ressources humaines
Conditions météorologiques défavorables	Élaborer des plans de contingence pour les conditions météorologiques extrêmes	Prioritaire	Responsable de la sécurité
Systèmes TOS obsolètes	Moderniser les systèmes TOS (Terminal Operating System) avec des technologies de pointe	À planifier	Chef de projet IT
Manque de communication entre les équipes	Mettre en place des réunions de coordination régulières et des outils de communication efficaces et la création d'un département qualité	Immédiate	Chef des opérations
Congestion dans la zone portuaire	Optimiser la gestion du trafic portuaire et améliorer les infrastructures de circulation	Prioritaire	Responsable de la logistique
Infrastructure portuaire insuffisante	Investir dans l'amélioration et l'expansion des infrastructures portuaires	À planifier	Directeur des opérations
Absence de systèmes de collecte de données précises	Installer des capteurs et des systèmes de collecte de données en temps réel	Prioritaire	Chef de projet IT

Source : élaborer par nous-mêmes

Le tableau AMDEC permet de prioriser les actions à mettre en œuvre pour améliorer l'efficacité des opérations de débarquement au terminal DP World à Alger. Les actions proposées sont spécifiques, réalisables et ciblent les causes les plus critiques identifiées dans les phases précédentes. La mise en œuvre de ces actions devrait conduire à une réduction significative des inefficacités et à une optimisation globale des opérations portuaires.

## **Section 2 : Discussion des résultats**

La mise en œuvre de la méthodologie Lean Six Sigma dans le terminal à conteneurs DP World Algérie a permis de cibler et d'optimiser plusieurs aspects critiques des opérations portuaires. Les résultats obtenus sont analysés et discutés ci-dessous, suivant les phases du cycle DMAIC : Définir, Mesurer, Analyser et Innover.

La phase Définir nous a permis d'établir les bases du projet en identifiant les problèmes principaux et en déterminant les objectifs à atteindre. À l'aide des outils QQQCCP et SIPOC, nous avons clarifié les aspects essentiels de notre projet et cartographié le processus de débarquement portuaire. La charte de projet a été élaborée pour définir les objectifs, le périmètre, les ressources et le calendrier du projet.

Dans la phase mesurer, nous avons collecté des données sur les performances actuelles des opérations de débarquement sur une période de 30 semaines via le système de gestion portuaire Zodiac. Les principaux indicateurs de performance utilisés sont le Total Operational Throughput (TEU), le TOS Downtime, le nombre de Vessel Calls, et le Berth Utilization (%). L'analyse des cartes de contrôle a révélé des variations significatives et des inefficacités dans ces indicateurs :

- **Total Operational Throughput** : Des fluctuations importantes indiquent des périodes de forte demande ou des inefficacités opérationnelles.
- **TOS Downtime** : Des pics de temps d'arrêt révèlent des problèmes systémiques ou des pannes fréquentes du système de gestion des opérations.
- **Vessel Calls** : La variabilité dans le nombre de navires montre des déséquilibres dans la planification des ressources.

- **Berth Utilization** : Des taux d'utilisation variables et élevés des postes d'amarrage indiquent des congestions et des opportunités manquées pour optimiser les opérations.

L'analyse approfondie des causes fondamentales des inefficacités a été réalisée à l'aide du diagramme d'Ishikawa. Les causes potentielles identifiées comprennent des pannes fréquentes des équipements, des processus de déchargement non optimisés, un manque de formation du personnel, des conditions météorologiques défavorables, des données de performance incomplètes et des systèmes TOS obsolètes. Cette phase a permis de comprendre les problèmes sous-jacents et de poser les bases pour des actions correctives ciblées.

La phase Innover a consisté à développer et à prioriser des solutions pour les problèmes identifiés. L'AMDEC a été utilisé pour évaluer la criticité des causes potentielles et proposer des actions correctives spécifiques tel que :

- **Maintenance des équipements** : Mettre en place un programme de maintenance préventive pour les grues.
- **Optimisation des processus** : Standardiser et documenter les procédures opérationnelles de déchargement des conteneurs.
- **Formation du personnel** : Organiser des sessions de formation continue pour le personnel.
- **Plans de contingence** : Élaborer des plans de contingence pour les conditions météorologiques extrêmes.
- **Systèmes de suivi** : Mettre à jour et intégrer des systèmes de suivi et de reporting en temps réel.
- **Modernisation des systèmes TOS** : Moderniser les systèmes TOS avec des technologies de pointe.
- **Communication interne** : Mettre en place des réunions de coordination régulières et des outils de communication efficaces.
- **Gestion du trafic portuaire** : Optimiser la gestion du trafic portuaire et améliorer les infrastructures de circulation.

- **Infrastructure portuaire** : Investir dans l'amélioration et l'expansion des infrastructures portuaires.
- **Collecte de données** : Installer des capteurs et des systèmes de collecte de données en temps réel.

Les résultats de la mise en place de la méthodologie Lean Six Sigma au terminal DP World Algérie montrent des variations et des inefficacités dans les opérations portuaires. En appliquant le cycle DMAIC, nous avons pu identifier les causes fondamentales de ces problèmes et proposer des actions correctives spécifiques. La mise en œuvre de ces actions devrait conduire à une amélioration significative de l'efficacité opérationnelle, à une réduction des coûts et à une meilleure compétitivité du terminal. Le manque de temps nous a empêchés de mettre en œuvre les actions et de terminer la cinquième phase, "Contrôler". A noter que ces actions ainsi que les causes racines qui ont été identifiées ont été révisées et validées par le PDG chargé de la mise en place du projet.

## **CONCLUSION GENERALE**

L'application de la méthodologie Lean Six Sigma au niveau du terminal à conteneur DP World Algérie a permis de cibler et d'optimiser plusieurs aspects critiques des opérations portuaires. En suivant les phases du cycle DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Innover et Contrôler), nous avons pu établir une base solide pour l'amélioration continue des opérations de débarquement.

La phase **Définir** nous a permis d'identifier les principaux problèmes et d'établir des objectifs clairs à atteindre. Grâce aux outils QOOQCCP et SIPOC, nous avons clarifié les aspects essentiels du projet et cartographié le processus de débarquement. La charte de projet a été élaborée pour définir les objectifs, le périmètre, les ressources et le calendrier.

Lors de la phase **Mesurer**, nous avons collecté des données sur les performances actuelles des opérations de débarquement sur une période de 30 semaines. Les indicateurs de performance tels que le Total Operational Throughput (TEU), le TOS Downtime, le nombre de Vessel Calls, et le Berth Utilization (%) ont révélé des variations significatives et des inefficacités. Ces observations ont mis en lumière les périodes de forte demande, les pannes fréquentes du système de gestion, les déséquilibres dans la planification des ressources et les congestions aux postes d'amarrage.

L'**analyse** approfondie des causes fondamentales des inefficacités, réalisée à l'aide du diagramme d'Ishikawa, a permis d'identifier des problèmes tels que les pannes fréquentes des équipements, des processus de déchargement non optimisés, un manque de formation du personnel, des conditions météorologiques défavorables, des données de performance incomplètes et des systèmes TOS obsolètes. Cette compréhension approfondie des problèmes a posé les bases pour des actions correctives ciblées.

La phase **Innover** a consisté à développer et à prioriser des solutions pour les problèmes identifiés. L'AMDEC a été utilisé pour évaluer la criticité des causes potentielles et proposer des actions correctives spécifiques, telles que la mise en place d'un programme de maintenance préventive pour les grues, la standardisation et la documentation des procédures opérationnelles, la formation continue du personnel, l'élaboration de plans de contingence pour les conditions météorologiques extrêmes, et la modernisation des systèmes TOS.

Les résultats obtenus montrent des variations et des inefficacités dans les opérations portuaires, mais aussi un potentiel significatif d'amélioration. En identifiant les causes

fondamentales et en proposant des actions correctives spécifiques, nous avons jeté les bases pour une amélioration significative de l'efficacité opérationnelle, une réduction des coûts et une meilleure compétitivité du terminal.

Cependant, le manque de temps a empêché la mise en œuvre complète des actions et l'achèvement de la phase **Contrôler**. Cependant, les mesures suggérées et les causes décelées ont été examinées et approuvées par le directeur général, garantissant ainsi la continuité de l'amélioration. Un travail complémentaire pourrait être engagé sous forme de Projet de Fin d'Etudes en Master par les prochains étudiants de l'école, sous la direction du Pr. AMOKRANE Mustapha, pour boucler l'ensemble de la procédure, voir même entreprendre un audit afin d'évaluer à nouveau l'efficacité de la nouvelle démarche entreprise par l'entreprise.

En conclusion, l'intégration de la méthodologie Lean Six Sigma au sein du terminal à conteneur DP World Algérie a démontré son potentiel pour améliorer significativement les opérations de débarquement. Les résultats de cette étude fournissent une feuille de route claire pour les futures initiatives d'amélioration continue, assurant ainsi la compétitivité et l'efficacité à long terme du terminal.

## BIBLIOGRAPHIE

Asep, R., & Bernd, N. (2014, Décembre). Improving performance of supply chain in port by Six Sigma. In *6th International Conference on Operations and Supply Chain Management, Bali, 2014* (pp. 165-177).

Asep, R., & Bernd, N. (2017). Model of the port performance metrics in ports by integration Six Sigma and system dynamics. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(1), 83-99.

50Minutes. (2015). *The Ishikawa Diagram for Risk Management : Anticipate and solve problems within your business*. 50Minutes.com.

Amir, S. N. (2011). A Six Sigma framework for marine container terminals. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2(3), 241-253.

Anis, B. A. (2015). *LA METHODE SIX SIGMA : La culture de la perfection*. 50MINUTES.fr.

Belkebir, K. M., & Medani, F. Z. (2018, December 19). Le Lean Management: une nouvelle approche pour le développement de l'organisation. In *Le Lean management et la fonction sociale dans l'entreprise* (p. 4).

Benkhedda, K. (2023, January). Les déterminants de la performance logistique portuaire : Cas du Port de Casablanca.

Bergeret, F., & Mercier, S. (2021). *Statistique industrielle : systèmes de mesure, estimation, échantillonnage et maîtrise statistique des procédés*. Paris : Dunod.

Brulebois, C., Perrenot, G., & Saintvoirin, B. (2009). *6 sigma le guide !* Paris: Afnor.

Cécile, R. (2016). *Le Lean en question*. L'Harmattan.

Charles, H. F. (2023). Facteurs déterminants des choix d'investissement portuaire : Le cas des installations portuaires locales et régionales françaises. *Espace Libre*, 1(1), 139.

Corbel, J.-C. (2012). *Management de projet : Fondamentaux - Méthodes - Outils*. Eyrolles.

Delengaigne, X., Delengaigne, M.-R., & Carron, M. (2022). *La boîte à outils du Mind Mapping*. Paris : Dunod.

Demetrescoux, R. (2023). *La boîte à outils du Lean* (3rd ed.). Malakoff : Dunod.

Diego, P., Isaac, P., Guilherme, L. R., Carlos, F. J., & Carla, T. C. (2014). Comparative aspects between Lean and Six Sigma : Complementarity and implications. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(2), 167-170.

Drecq, V. (2020). *Pratiques de management de projet : 50 outils et techniques pour réussir vos projets*. Paris : Dunod.

Fatima Ezzahra, A., Ahmed, L., El Mahjoub, A., Hanane, L. N., & Abdelaziz, M. (2023). Analysis of the impact of Six Sigma and Lean Manufacturing on the performance of companies. *Sciendo*, 191-196.

- Federica, M., Laura, B., Fabio, M., & Mosciszko, A. (2021). Lean Six Sigma for the improvement of company processes : The Schnell S.p.A. case study. *Emerald Insight*, 2(1), 1-16.
- Gillet-Goinard, F., & Seno, B. (2019). *La boîte à outils du responsable qualité* (3rd ed.). Dunod.
- Jiju, A., Ronald, S., & Hoerl, R. (2017). Lean Six Sigma : Yesterday, today and tomorrow. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(7), 1073-1089.
- Johann, D. (2015). Value stream mapping : Méthode de cartographie des chaines de valeur. 50MINUTES.fr.
- Kalayan, N. K. (2018). Brainstorming technique : Innovative quality management tool for library. In *Current Trends in Library Management* (p. 2). Aurangabad : Govt. Polytechnic.
- Landy, G. (2011). *AMDEC : Guide pratique*. Paris : AFNOR.
- Luca, C., & Paolo, T. (2009). Six Sigma: A literature review analysis. In *Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on E-Activities and Information Security and Privacy* (p. 3). Perugia.
- Łukasz, D. (2012, May). The Origins and Evolution of Lean Management system. *Journal of International Studies*, 5(1), 49.
- Lyonnet, B. (2015). *Lean management : Méthode et exercices*. Paris : Dunod.
- Makhloof, A., & Hennion, R. (2017). Les fiches outils - Focus du Lean Six Sigma. Paris : Eyrolles.
- Marvin, W. (n.d.). Integrating Lean and Six Sigma. Retrieved from BPMInstitute: <https://www.bpminstitute.org/resources/articles/integrating-lean-and-six-sigma>
- Maurice, P. (2013). *Six Sigma : Comment l'appliquer*. Paris : Groupe Eyrolles.
- Monika, S., & Beata, M. (2018, April 3). Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of. In *14th International Symposium in Management* (pp. 591-592).
- Morad, L., & Hajar, R. (2017). Les facteurs clés de la performance de la chaine logistique portuaire. *International Journal of Economics & Strategic Management of Business Process-ESMB*, 17(2), 163-173.
- Mouhsen, F., Charif, M., & El Alami, S. (2015, May 21-23). Allocation et ordonnancement des postes à quai et portique au sein des terminaux portuaires à conteneurs : Etat de l'art. *2ème Colloque International*, p. 5.
- Muhammad Irfan, M. A., Obaid, K., Xiaoning, Z., & Mahmood, H. (2012, February). Lean Six Sigma : A literature review. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3(10), 599-605.
- Najib, B. C., Abdellatif, B., & Habib, C. (2007, March 25-29). Aperçu sur les opérations dans un terminal à conteneur. In *4th International Conference : Science of Electronic, Technologies of Information and Telecommunications* (p. 2).

- Pillet, M. (2013). *Six Sigma : Comment l'appliquer*. Paris : Eyrolles.
- Qun, Z., Muhammad, I., Muhammad, A., & Obaid, K. (2012). Lean Six Sigma : A literature review. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3(10), 599-605.
- Rocsana, B.-M., Mariana, I., Irina, E. A., Oana, P., & Irina, D. (2019, December 15-16). Six Sigma – Modern methodology used in management. In *The Future of Business* (p. 198).
- Saad, N. A. (2023). Deployment of Lean Six Sigma in transportation sector. *International Journal of Empirical Research Methods*, 2(1), 74-80.
- Stefan, V. (2007). Container terminal operation and operations – Recent challenges. *Institute of Information Systems (IWI), Universität of Hamburg*, 5.
- The Council for Six Sigma Certification. (2018). *Six Sigma : Complete step-by-step guide*. New York.
- Umur, B., İbrahim, M. B., & Soner, E. (2020, December 17). Dimensions of the port performance : A review of literature. *Journal of ETA Maritime Science*, 8(2).
- Ung, S., & Chen, Y. (2010). A practical application of 'Six Sigma' to port. *Journal of Marine Engineering & Technology*, 9(1), 13-21.
- Venturelli, N., & Pons, H. (2018). *Le transport maritime*. CHAMBÉRY : Le Génie Editeur.
- Zinque, N., & Lobeck, S. M. (2019). *Effizientes Brainstorming : Tipps für Organisation und Durchführung von erfolgreichem Brainstorming*. 50Minuten.de.
- Zuhair, et al. (2023). L'effet de l'application du processus Lean Six Sigma. *SHS Web of Conférences*, 56, 1-8.

# ANNEXES

## ANNEXE-1

### Guide d'entretien

Bonjour et bienvenue dans cette entrevue. Je suis Akram Wail Atamna, étudiant à l'École Nationale Supérieure de Management, spécialisé en Management de la Chaîne Logistique. Je suis enchanté de vous accueillir dans le cadre de cette étude dédiée à l'application de la méthodologie Lean Six Sigma dans les opérations de débarquement des conteneurs portuaires. Votre expérience et vos connaissances sont précieuses pour enrichir notre compréhension des processus actuels, des défis rencontrés et des possibilités d'amélioration dans ce domaine crucial de la logistique. Merci infiniment pour votre participation. Commençons par explorer votre parcours professionnel et vos perspectives.

#### **Profil des Personnes Interviewées**

Question 1 : Pouvez-vous nous présenter votre nom, prénom, le poste occupé et l'année d'expérience dans cette entreprise ?

#### **Démarche Décisive**

Question 2 : Quelle est votre opinion sur la méthodologie Lean Six Sigma ?

Question 3 : Avez-vous déjà utilisé des outils Lean Six Sigma ?

Question 4 : D'après votre expérience, la mise en place de ces outils a-t-elle efficacement amélioré les résultats de performance ?

#### **Opérations de Débarquement**

Question 5 : Pouvez-vous décrire le processus général de débarquement des conteneurs dans votre terminal ?

Question 6 : Quels sont les principaux défis auxquels vous êtes confrontés lors des opérations de débarquement ?

Question 7 : Comment sont organisées les équipes ou les ressources pour assurer un débarquement efficace ?

Question 8 : Quelles mesures de sécurité sont mises en place pendant les opérations de débarquement ?

Question 9 : Comment gérez-vous les imprévus ou les retards pendant le débarquement ?

Question 10 : Quels types de conteneurs sont les plus fréquemment débarqués dans ce port et comment cela influence-t-il les opérations ?

Question 11 : Comment les mauvaises conditions météorologiques affectent-elles les opérations de débarquement et comment y réagissez-vous ?

#### **Performance et Optimisation**

Question 12 : Quels sont les principaux indicateurs de performance utilisés pour évaluer l'efficacité des opérations de débarquement ?

Question 13 : Y a-t-il des équipements ou des technologies récentes qui ont été introduites pour améliorer les opérations de débarquement ?

Question 14 : Comment assurez-vous la coordination et la communication avec les autres parties prenantes impliquées dans le processus de débarquement ?

**Réduction des Gaspillages**

Question 15 : Quels sont les principaux types de gaspillage observés dans les opérations de débarquement actuelles ?

Question 16 : Pouvez-vous identifier les activités qui génèrent le plus de gaspillage de temps et de ressources pendant les opérations de débarquement ?

Question 17 : Comment pourrions-nous réduire le gaspillage de mouvements improductifs durant les opérations de débarquement ?

Question 18 : Comment minimiser les gaspillages de stockage et de manutention des marchandises dans le port pendant les opérations de débarquement ?

Question 19 : Quelles mesures pourraient être prises pour réduire les retards inutiles des navires pendant les opérations de débarquement, évitant ainsi le gaspillage de temps et de ressources ?

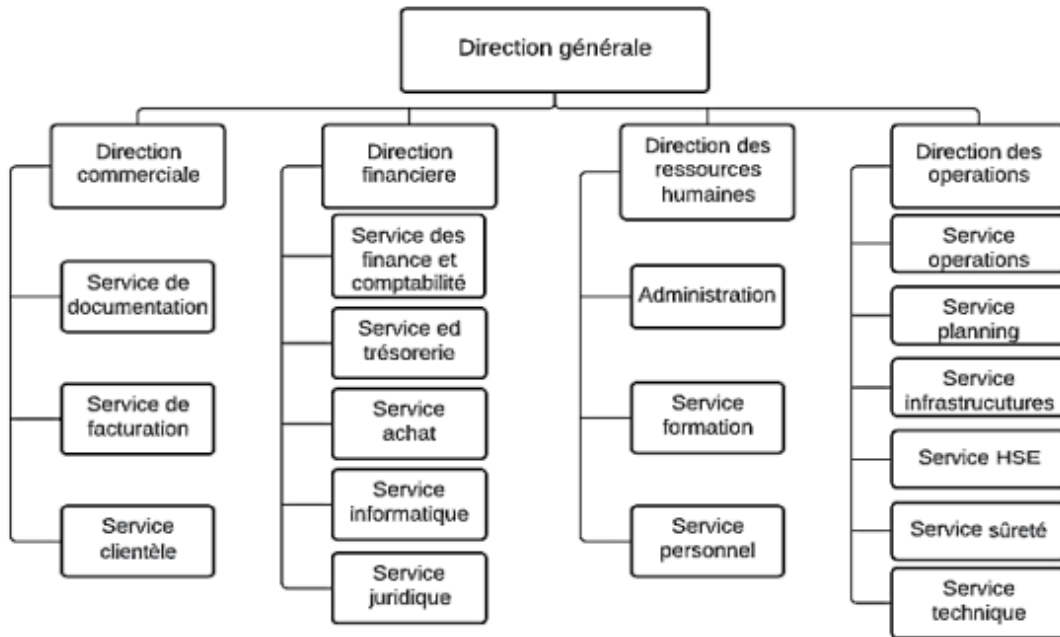
Question 20 : Quelles sont les opportunités d'optimisation des itinéraires ou des processus logistiques pour réduire le gaspillage des transports pendant les débarquements ?

Question 21 : Quelles sont les occasions d'amélioration pour réduire le gaspillage des équipements et du carburant pendant les opérations de débarquement ?

Question 22 : Comment mieux gérer les déchets générés pendant les opérations de débarquement pour réduire leur impact environnemental et économique ?

## ANNEXE - 2

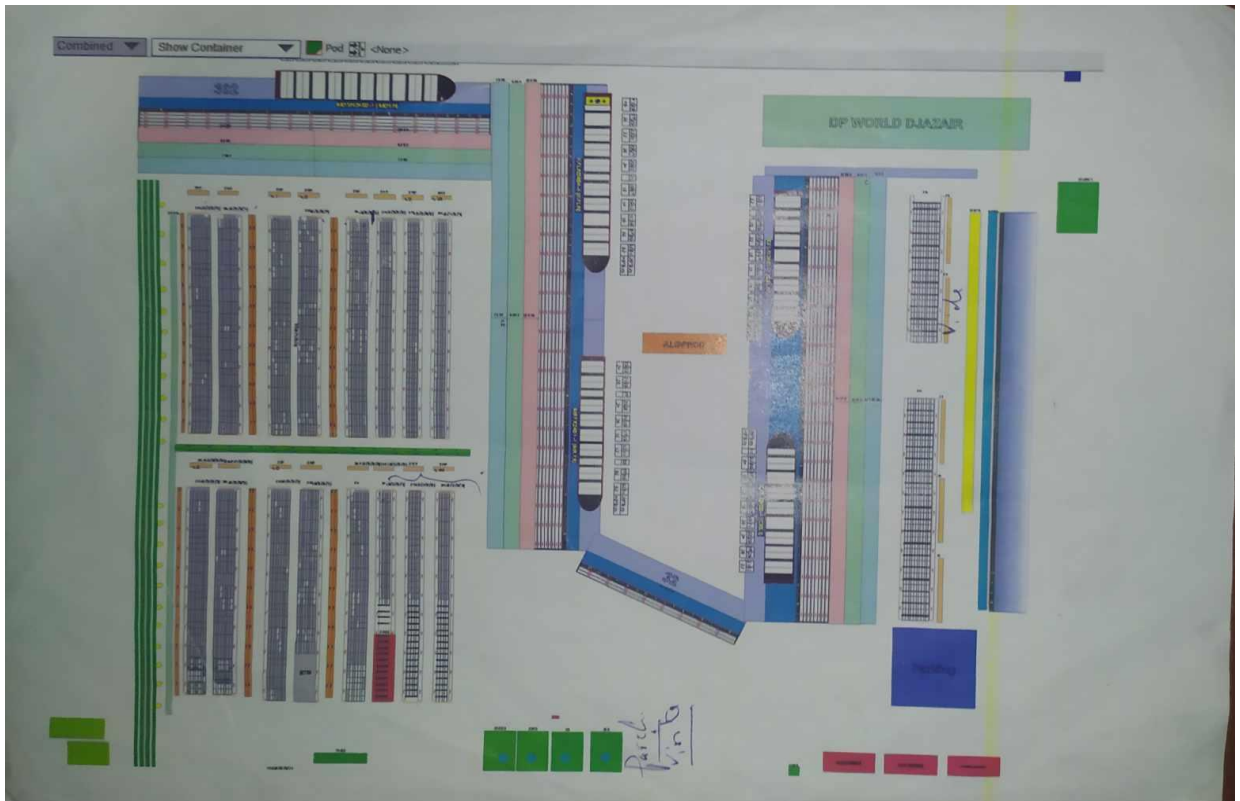
### L'organigramme de l'entreprise



Source : les dossier interne de l'entreprise

## ANNEXE 3

### La structure de terminal DP WORLD ALGERIE



Source : Photo prise par nous même au sein de département de la planification

## ANNEXE- 4

### Code python pour les cartes contrôle

```
# Données TOS Downtime
tos_downtime = [313.7, 434.3, 238.8, 226.75, 468.8, 401.5, 447.3, 215.5, 478.9, 130.3, 236

plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.bar(weeks, tos_downtime)
plt.title('TOS Downtime (min) - 30 Weeks')
plt.xlabel('Weeks')
plt.ylabel('Downtime (min)')
plt.grid(axis='y')
plt.show()
```

```
import matplotlib.pyplot as plt

# Données TEU
weeks = range(1, 31)
teu = [230.3, 270.6, 771, 415.3, 286.4, 463.25, 385.7, 238, 199.0, 299.7, 236.44, 378.3, 4

plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(weeks, teu, marker='o', linestyle='-')
plt.title('Total Operational Throughput (TEU) - 30 Weeks')
plt.xlabel('Weeks')
plt.ylabel('TEU')
plt.grid(True)
plt.show()
```