

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 للمناجمت
القلعة

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention d'un Master académique en
« Management de la Chaîne Logistique »

**L'impact de la digitalisation sur l'amélioration de la performance
logistique portuaire
Cas d'étude : DP World Djazair**

Soutenu : le 16/06/2025

Elaboré par

BEDJAOUI Abdelfetah

Membres du jury :

Présidente :

Dr. BOUKRETA Naouel

Examinatrice :

Dr. GHARBI ZIDANE
Nesrine

Encadrant :

Pr. MEDDAHI Athmane

Année universitaire

2024/2025

Résumé

L'optimisation de la performance logistique portuaire représente un enjeu stratégique, particulièrement dans un contexte où la digitalisation et la compétitivité internationale dictent les évolutions du secteur. Afin de répondre à ces défis, les ports et les terminaux s'engagent dans des démarches d'amélioration continue visant à accroître l'efficacité opérationnelle et à fluidifier la gestion des flux de conteneurs. Notre étude de recherche a pour objectif d'évaluer et mesurer l'impact de la digitalisation sur la performance logistique du terminal DP World Djazaïr. À cet effet, une étude de cas approfondie, fondée sur une approche qualitative et quantitative, a été menée, combinant des entretiens semi-directifs avec les responsables opérationnels et l'analyse de plusieurs indicateurs clés de performance. La méthodologie adoptée s'est appuyée sur une structure rigoureuse, intégrant l'examen du système TOS ZODIAC et de ses effets sur la gestion des opérations. L'évaluation a permis de mettre en évidence les avancées en matière de digitalisation, notamment l'amélioration des processus de planification et de coordination, mais aussi les limites rencontrées, telles que les défis liés à l'intégration des systèmes externes et aux capacités de stockage. Dans l'ensemble, le terminal a atteint un niveau de maturité logistique significatif, bien que certaines améliorations techniques et organisationnelles soient encore nécessaires pour exploiter pleinement le potentiel des outils numériques.

Mots clés : Digitalisation, Performance logistique portuaire, Système TOS, Automatisation des opérations, Amélioration continue.

Abstract

The optimization of port logistics performance is a strategic priority, especially in a context where digitalization and global competitiveness shape industry developments. To address these challenges, ports and terminals pursue continuous improvement initiatives aimed at enhancing operational efficiency and streamlining container flow management. This research study aims to evaluate and measure the impact of digitalization on the logistics performance of the DP World Djazaïr terminal. To achieve this, an in-depth case study was conducted using a mixed-method approach, combining semi-structured interviews with operational managers and an analysis of key performance indicators. The methodology follows a structured framework, examining the TOS ZODIAC system and its effects on operational management. The assessment highlights progress in digitalization, particularly improvements in planning and coordination processes, as well as existing challenges such as system integration issues and storage capacity constraints. Overall, the terminal has reached a significant level of logistics maturity, though further technical and organizational enhancements are needed to fully leverage the potential of digital tools.

Keywords: Digitalization, Port logistics performance, TOS system, Process automation, Continuous improvement.

الملخص

مثل تحسين الأداء اللوجستي للموانئ تحديًا استراتيجيًا، خاصة في ظل رقمنة العمليات والتنافسية العالمية التي تحدد توجهات القطاع. وللتكيف مع هذه المتغيرات، تسعى الموانئ والمحطات إلى تبني استراتيجيات التحسين المستمر بهدف تعزيز الكفاءة التشغيلية وتسهيل إدارة تدفق الحاويات. تهدف هذه الدراسة البحثية إلى تقييم وقياس تأثير الرقمنة على الأداء اللوجستي لمحطة ميناء الجزائر العالمي، ولتحقيق ذلك تم إجراء دراسة حالة معمقة تعتمد على نهج يجمع بين التحليل النوعي والكمي، حيث تم دمج المقابلات شبه الموجهة مع المسؤولين التنفيذيين مع تحليل المؤشرات الرئيسية للأداء. وتستند المنهجية إلى هيكل منهجي دقيق يتضمن دراسة نظام TOS ZODIAC وتأثيراته على إدارة العمليات. كشفت التقييمات عن التقدم الواضح في الرقمنة، خاصة في تحسين عمليات التخطيط والتنسيق، كما سلط الضوء على بعض التحديات المتعلقة بتكامل الأنظمة الخارجية والقدرات التخزينية. وبشكل عام، وصلت المحطة إلى مستوى متقدم من النضج اللوجستي، رغم أن هناك حاجة إلى تحسينات تقنية وتنظيمية إضافية لاستغلال الإمكانيات الكاملة للأدوات الرقمية.

الكلمات المفتاحية: رقمنة، أداء لوجستيات مينائية، نظام TOS ، أتمتة العمليات، تحسين مستمر.

REMERCIEMENTS

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 surmonter les épreuves avec patience et d'accueillir les réussites avec humilité. Que Sa miséricorde continue de m'accompagner dans mes défis futurs et mes projets à venir, pour que je puisse avancer avec foi, confiance et détermination. Je suis profondément reconnaissant envers Allah pour Sa bénédiction constante et Son amour infini.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers ma mère bien-aimée, qui a consacré sa vie à m'élever et à me soutenir avec amour, courage et abnégation. Son dévouement inconditionnel est la source de ma force et de ma persévérance. À la mémoire de mon père, que son âme repose en paix, j'adresse une pensée émue et respectueuse : son souvenir demeure un phare dans mon cheminement, et son influence continue de m'inspirer chaque jour.

J'exprime également toute ma reconnaissance à mes sœurs, à mes oncles ainsi qu'à mes cousins, dont le soutien affectueux et les encouragements m'ont accompagné tout au long de ce parcours académique. Leur présence chaleureuse a été un appui précieux dans les moments de doute et un moteur dans les moments d'effort.

Je remercie sincèrement mon encadrant, Professeur MEDDAHI Atmane, pour sa bienveillance, ses conseils éclairés et son accompagnement rigoureux tout au long de mon travail. Sa disponibilité, son expertise et sa pédagogie ont grandement contribué à la qualité de ce projet et à mon évolution intellectuelle.

Je tiens également à exprimer ma gratitude à l'entreprise DP World Djazair de m'avoir offert l'opportunité de réaliser mon projet au sein de ses installations. L'expérience que j'y ai vécue a été enrichissante à bien des égards, tant sur le plan professionnel que personnel. Les échanges avec les collaborateurs de l'entreprise m'ont permis d'approfondir mes connaissances pratiques dans le domaine de la logistique portuaire et d'appréhender concrètement les enjeux de la digitalisation.

Mes remerciements vont également à mes amis et camarades de promotion, avec qui j'ai partagé des moments de travail, de réflexion, mais aussi de complicité et de solidarité. Leur présence, leurs encouragements et leur entraide ont rendu ce parcours plus humain et plus fort.

Enfin, je remercie du fond du cœur toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail. Leur soutien moral, leur aide et leur bienveillance ont été des atouts majeurs dans cette aventure que je n'oublierai jamais.

Merci infiniment.

Table des matières

Résumé	I
REMERCIEMENTS	IV
Table des matières	V
LISTE DES TABLEAUX	VIII
LISTE DES FIGURES	IX
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	X
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : REVUE DE LITTERATURE ET CADRE CONCEPTUEL	6
Introduction	7
Section 01 : Revue de littérature	7
Section 02 : Cadre conceptuel	12
2.1. Généralités sur les ports	12
2.1.1 Définition	12
2.1.2. Les types de ports	13
2.1.3. Les acteurs d'un port	15
2.1.4. L'importance des ports	18
2.2. la logistique portuaire	18
2.2.1. Les composantes de la logistique portuaire	19
2.2.2. L'objectif de la logistique portuaire	20
Section 03 : La performance dans un terminal à conteneurs	20
3.1. La conception de la performance	20
3.1.1. Définition de la performance	20
3.1.2. Types de mesures de performance	21
3.2. la performance logistique portuaire	23
3.2.1. Définition	23
3.2.2. Indicateurs de performance de la logistique portuaire	24
3.2.3. Indicateurs de Performance Portuaire	24
3.2.4. Analyse des indicateurs externes d'évaluation de la performance portuaire et logistique	27
3.3. Evaluation de la performance logistique	28
3.3.1. Pertinence opérationnelle	28
3.3.2. Pertinence stratégique	28

3.3.3. Capacité cognitive	28
Section 04: Systèmes d'information portuaire	28
4.1. Généralité sur les systèmes d'information de logistique portuaire	28
4.1.1. définition des systèmes d'information	29
4.1.2. les systèmes d'information logistique.....	29
4.2. Les différents types de systèmes d'information logistique	31
4.2.1. Progiciels spécialisés	31
4.2.2. Enterprise Resource Planning (ERP).....	33
4.2.3. Les Échanges des Données Informatisées (EDI).....	34
4.3. Systèmes d'opération du terminal TOS	36
4.3.1. Définition	36
4.3.2. Fonctions principales du Terminal Operating System (TOS).....	36
4.3.3. Les défis liés à l'implémentation du (TOS)	38
Conclusion	39
CHAPITRE 2 : CADRE METHODOLOGIQUE ET ORGANISATIONNEL	40
Introduction.....	41
Section 01 : Cadre Méthodologique.....	41
1.1.L'approche qualitative.....	41
1.2.Techniques de recueil d'informations	41
1.2.1 Entretiens semi-directifs	41
1.2.2. Observation	42
1.2.3. L'analyse documentaire.....	42
1.3.L'approche quantitative.....	43
1.4.La population cible	43
1.5. Analyse des données.....	44
Section 2 : Cadre organisationnel	44
2.1. l'entreprise mère DUBAI PORT WORLD.....	44
2.2. Historique de DUBAI PORT WORLD	45
2.3. L'entreprise DP WORLD EL DJAZAIR.....	45
2.4. Organisation de DP World Algérie	46
2.4.1. Direction générale.....	46
2.4.2. Direction commerciale.....	46

2.4.3. Direction des affaires financières	47
2.4.5. Direction des opérations.....	48
2.5. Fonctionnement de terminal a conteneur	49
2.5.1. Accueil des navires au port	49
2.5.2. Opérations de débarquement des conteneurs	50
2.5.3. Opérations d'enlèvement des conteneurs.....	50
2.6. Les équipements du terminal de DP World	51
Conclusion	51
CHAPITRE 3 : ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS	52
Introduction	53
SECTION 1 : Résultats	53
1.1. Résultats qualitatifs.....	53
1.1.1. Digitalisation des processus logistiques.....	53
1.1.2. Dysfonctionnements et limites de la digitalisation	53
1.1.3. Perspectives d'amélioration	54
1.1.4. Formation et adaptation aux outils digitaux.....	55
1.1.5. Gestion et planification des espaces de stockage	56
1.1.6. Coordination et flux des opérations de chargement-déchargement.....	57
1.2. Résultats quantitatifs	57
1.2.1. Analyse de l'évolution de la productivité annuelle du terminal (2019–2024)....	58
1.2.2. Durée de séjour des navires à quai	59
1.2.3. Moyenne de mouvements de navires sur quai par heure (BMPH) :.....	61
1.2.4. Productivité des grues (GMPH) :	62
SECTION 02: Discussion.....	63
Conclusion.....	65
CONCLUSION GENERALE	66
BIBLIOGRAPHIE	68
ANNEXES	73

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: INDICATEURS DE PERFORMANCE PORTUAIRE (PORT PERFORMANCE SCORECARD)	26
TABLEAU 2: PROFILS DES PERSONNES INTERVIEWÉES.....	43
TABLEAU 3 : LES DIFFÉRENTS ÉQUIPEMENTS DU TERMINAL À CONTENEUR DE L'ENTREPRISE DP W DJAZAIR....	51
TABLEAU 4: TABLEAU : DURÉE DE SÉJOUR DU NAVIRE PAR ANNÉE.....	59
TABLEAU 5: BMPH PAR ANNÉE (DP DJAZAIR).	61
TABLEAU 6 : MOYENNE DES MOUVEMENTS DES GRUES PAR ANNÉE (GMPH).....	62

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: SCHÉMA DU PROCESSUS OPÉRATIONNEL D'UN PORT MARITIME.....	14
FIGURE 2:REPRÉSENTATION DES PRINCIPAUX ACTEURS DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE PORTUAIRE	17
FIGURE 3: LES PROCESSUS DE LA LOGISTIQUE PORTUAIRE	19
FIGURE 4:CADRE DU BALANCED SCORECARD DE KAPLAN ET NORTON.....	23
FIGURE 5 : REPRÉSENTATION DU SYSTÈME D'INFORMATION DANS UNE ORGANISATION	29
FIGURE 6 : REPRÉSENTATION DU SYSTÈME D'INFORMATION DANS UNE ORGANISATION	30
FIGURE 7:REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DES PRINCIPALES OPÉRATIONS GÉRÉES PAR UN TERMINAL OPERATING SYSTEM (TOS) DANS UN TERMINAL À CONTENEURS.	38
FIGURE 8 : STRUCTURE DE LA DIRECTION COMMERCIALE.	47
FIGURE 9:ÉVOLUTION DU VOLUME ANNUEL DE CONTENEURS TRAITÉS PAR DP WORLD DJAZAÏR.....	59
FIGURE 10 : DURÉE DE SÉJOUR DU NAVIRE PAR ANNÉE.....	60
FIGURE 11:BMPH DU DP WORLD DJAZAÏR.....	61
FIGURE 12 : GMPH DE DP WORLD DJAZAÏR.	63

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

AHP : Analytic Hierarchy Process (Processus d'analyse hiérarchique)

AGV : Automated Guided Vehicle (Véhicule à guidage automatique)

AFNOR : Association Française de Normalisation

APS : Advanced Planning and Scheduling

BMPH : Berth Moves Per Hour (Nombre moyen de mouvements de navires sur quai par heure)

BSC : Balanced Scorecard (Tableau de bord équilibré)

CCNR : Commission Centrale pour la Navigation du Rhin

CNUCED : Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (UNCTAD)

DP World : Dubai Port World

DP World Djazaïr : Dubai Port World Djazaïr

EDI : Échange de Données Informatisées

EBITDA : Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization (Bénéfice avant intérêts, impôts, dépréciation et amortissement)

EPAL : Entreprise Portuaire d'Alger

ERP : Enterprise Resource Planning (Planification des ressources d'entreprise)

ETA : Estimated Time of Arrival (Heure d'arrivée estimée)

EVP : Équivalent Vingt Pieds (Twenty-Foot Equivalent Unit - TEU)

GES : Gaz à effet de serre

GMPH : Gross Moves Per Hour (Moyenne des mouvements grues/heure)

HH : Handheld (Terminal portatif)

IoT : Internet of Things (Internet des objets)

ITV : Internal Transport Vehicle (Véhicule de transport interne)

KPI : Key Performance Indicator (Indicateur clé de performance)

LPI : Logistics Performance Index

LSCI : Liner Shipping Connectivity Index

OECD : Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation de coopération et de développement économiques)

PPI : Port Performance Indicators (Indicateurs de performance portuaire)

PSP : Port Single Window (Guichet unique portuaire)

RTG : Rubber-Tired Gantry (Portique sur pneus)

SCM : Supply Chain Management (Gestion de la chaîne logistique)

SIL : Systèmes d'Information Logistique

SPA : Société par Actions

TEU : Twenty-foot Equivalent Unit (Unité équivalente à vingt pieds, mesure standard pour les conteneurs)

TIC : Technologies de l'information et de la communication

TMS : Transport Management System (Système de gestion du transport)

TOS : Terminal Operating System (Système d'exploitation de terminal)

UHF : Ultra High Frequency (Radio haute fréquence)

UNCTAD : United Nations Conference on Trade and Development (Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement)

VTs : Vessel Traffic Services (Systèmes de gestion du trafic maritime)

WEF : World Economic Forum

WMS : Warehouse Management System (Système de gestion d'entrepôt)

INTRODUCTION GENERALE

Contexte de recherche

Dans un contexte mondial marqué par l'accélération des échanges commerciaux et la pression croissante sur les chaînes d'approvisionnement, les ports constituent des nœuds stratégiques pour le commerce international. Face à ces défis, la digitalisation s'impose comme une solution incontournable pour optimiser les opérations, réduire les délais et renforcer la compétitivité des infrastructures portuaires. Les activités logistiques portuaires englobent une multitude de processus complexes, allant de la gestion des conteneurs à la coordination entre les différents acteurs (armateurs, transitaires, douanes, etc.). Traditionnellement, ces opérations reposaient sur des systèmes fragmentés, entraînant des inefficacités, des retards et des coûts supplémentaires. La multiplication des outils informatiques non interconnectés a également conduit à des incohérences dans les données, nuisant à la prise de décision (Anwar, 2019). Dans cette dynamique de modernisation, les terminaux portuaires digitalisés cherchent à automatiser l'ensemble des processus critiques nécessaires au bon fonctionnement des opérations logistiques. Cela inclut notamment la planification et l'optimisation des opérations de quai, la gestion dynamique des espaces de stockage des conteneurs, ainsi que la coordination précise du transport terrestre entre le port et les réseaux intérieurs. L'introduction des technologies numériques permet non seulement de fluidifier les opérations internes, mais aussi de renforcer la communication et l'échange d'informations entre les différentes parties prenantes — telles que les terminaux portuaires, les compagnies maritimes, les autorités douanières, et les prestataires de transport. Cette synchronisation accrue contribue à améliorer la fiabilité, la transparence et la rapidité du traitement des flux de marchandises.

Notre travail s'inscrit pleinement dans cette perspective en cherchant à analyser en profondeur l'impact de la digitalisation sur la performance logistique portuaire. À travers une étude de cas centrée sur le terminal à conteneurs de DP World Djazair, nous nous proposons d'explorer comment les outils numériques, tels que les systèmes d'information portuaires et les Plateformes de suivi en temps réel, influencent concrètement la gestion des flux logistiques, la coordination opérationnelle et la qualité des services rendus aux clients.

Afin de répondre à cet objectif, nous avons adopté une approche méthodologique mixte, combinant des données qualitatives et quantitatives. Cette approche repose principalement sur la conduite d'entretiens semi-directifs auprès des professionnels du terminal, complétée par des observations directes sur le terrain, l'analyse documentaire ainsi que l'exploitation d'indicateurs de performance (KPI). Cette combinaison nous permettra de recueillir des données riches et variées, de comprendre les pratiques réelles, d'analyser les effets concrets des outils digitaux sur les opérations logistiques, et de mieux cerner les perceptions des acteurs quant aux apports et aux limites de la digitalisation dans le contexte portuaire.

Problématique

Dans un contexte où la digitalisation occupe une place de plus en plus centrale dans les ports modernes, et face aux exigences croissantes d'efficacité, de traçabilité et de fluidité dans la chaîne logistique portuaire, nous nous interrogeons sur l'apport réel des outils numériques dans

l'optimisation des performances logistiques. Ainsi, notre question principale est formulée comme suit :

« Comment la digitalisation contribue-t-elle à l'amélioration de la performance logistique portuaire ? »

Pour répondre à cette problématique, nous avons défini une série de questions secondaires qui guideront notre investigation tout au long de cette recherche. Ces interrogations visant à comprendre les pratiques, les perceptions et les effets réels de l'usage des technologies digitales dans un terminal à conteneurs. Nous chercherons donc à répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les technologies numériques actuellement utilisées par Dubaï Port World Djazair, et comment sont-elles intégrées dans les processus logistiques portuaires ?
- Comment la digitalisation influence-t-elle la performance des opérations liées à l'accueil, au traitement et au suivi des navires ?
- En quoi les outils numériques contribuent-ils à améliorer la performance dans la gestion des flux de conteneurs en zone de stockage ?
- Comment les acteurs perçoivent-ils l'impact de la digitalisation sur la performance globale du terminal ?

Méthodologie

Pour aborder notre problématique, nous avons d'abord mené une analyse documentaire approfondie afin d'examiner les travaux antérieurs relatifs à la digitalisation et à la performance logistique portuaire. Dans le cadre de l'étude de cas sur DP World Djazair, nous avons adopté une approche méthodologique mixte, combinant des outils qualitatifs et quantitatifs. Sur le plan qualitatif, nous avons conduit des entretiens semi-directifs auprès des responsables et des agents du service Planning, utilisateurs du système TOS Zodiac. Ces entretiens visaient à recueillir des perceptions détaillées sur l'usage des outils numériques et leur impact sur les opérations logistiques. En parallèle, nous avons réalisé des observations directes sur le terrain afin de comprendre concrètement les processus de planification et d'exécution des opérations au terminal à conteneurs. Sur le plan quantitatif, nous avons analysé un ensemble d'indicateurs de performance (KPI) liés à l'activité portuaire. L'ensemble de ces données nous permettra de croiser les résultats issus des différentes sources et d'aboutir à une interprétation rigoureuse et complète des effets de la digitalisation sur la performance logistique portuaire.

Objectif de la recherche

Notre étude se focalise sur l'impact de la digitalisation sur la performance logistique portuaire, avec une attention particulière portée à la gestion des flux de conteneurs au sein du terminal à conteneurs de DP World Djazair. L'objectif principal de notre recherche est de déterminer comment l'utilisation des outils numériques notamment les systèmes d'information portuaire et le Terminal Operating System (TOS) contribue à optimiser les opérations logistiques, à réduire les délais de traitement, à améliorer la coordination entre les acteurs et à renforcer la qualité du service offert aux clients. À travers une approche mixte, combinant des entretiens semi-directifs, des observations sur le terrain, l'analyse documentaire, ainsi que l'étude de KPI liés à la

performance logistique., nous chercherons à identifier les bénéfices concrets de la digitalisation, ainsi que les éventuelles limites rencontrées dans son application opérationnelle.

Terrain de recherche

Notre étude a été réalisée au sein du terminal à conteneurs de DP World Djazair, acteur majeur de la logistique portuaire en Algérie. Ce terminal constitue le terrain d'observation privilégié pour notre recherche, en raison de son engagement stratégique dans la transformation digitale de ses opérations. L'organisation interne du terminal regroupe plusieurs services directement liés à notre problématique de recherche. Parmi ces services, nous retrouvons notamment le service des opérations de quai, chargé de la planification et de l'exécution du déchargement et du chargement des conteneurs, ainsi que le service de gestion logistique terrestre, responsable de l'optimisation des flux de conteneurs entre les quais et les zones de stockage. En parallèle, le service informatique et systèmes numériques occupe une place essentielle, en assurant la gestion et l'exploitation des outils digitaux tels que le Terminal Operating System (TOS) Zodiac, principal système utilisé pour automatiser, suivre et coordonner les opérations portuaires en temps réel. Toutes les activités de gestion des opérations, de planification des flux et de coordination interservices au sein de DP World Djazair s'appuient sur l'utilisation de ces technologies numériques intégrées, ce qui constitue un levier essentiel pour l'amélioration continue de la performance logistique portuaire.

Raison du choix du sujet

Le choix de ce sujet s'inscrit dans un double intérêt : d'une part, l'évolution rapide du secteur portuaire face aux exigences de modernisation et, d'autre part, notre volonté personnelle de mieux comprendre les impacts concrets de la digitalisation sur la logistique portuaire. En observant les transformations numériques engagées par de grands opérateurs comme DP World Djazair, nous avons pris conscience du rôle central que jouent aujourd'hui les outils digitaux tels que les systèmes d'information logistique ou les plates-formes intégrées comme le TOS ZODIAC dans l'optimisation des opérations, la réduction des délais et l'amélioration de la performance globale. Ce sujet reflète également notre intérêt pour l'application des technologies numériques aux activités portuaires et logistiques. À travers cette étude, nous souhaitons analyser comment la digitalisation favorise la fluidité des flux de conteneurs, renforce la coordination entre les acteurs portuaires et contribue à l'amélioration continue de la compétitivité des terminaux.

Plan du mémoire

Notre travail s'articule autour de trois chapitres principaux qui permettent d'explorer progressivement notre problématique.

Le premier chapitre, intitulé « Revue de littérature et cadre conceptuel », est structuré en plusieurs sections. Il commence par une revue de littérature regroupant les principales contributions scientifiques sur la digitalisation, la performance logistique et la logistique portuaire. Les sections suivantes développent le cadre conceptuel de notre étude, en définissant les notions clés telles que la logistique, la logistique portuaire, la performance dans les terminaux

à conteneurs, ainsi que les systèmes d'information portuaires, notamment le Terminal Operating System (TOS).

Le deuxième chapitre, intitulé « Cadre méthodologique et organisationnel », se divise en deux parties. La première partie présente l'approche méthodologique mixte adoptée, combinant des outils qualitatifs et quantitatifs. Sur le plan qualitatif, des entretiens semi-directifs ont été conduits auprès des responsables et des agents du service Planning de DP World Djazair, utilisateurs du système TOS Zodiac. Ces entretiens visaient à recueillir des perceptions détaillées sur l'usage des outils numériques et leur impact sur les opérations logistiques. Des observations directes ont également été réalisées sur le terrain, afin de comprendre concrètement les processus de planification et d'exécution au terminal à conteneurs. Sur le plan quantitatif, nous avons analysé un ensemble d'indicateurs de performance (KPI) liés à l'activité portuaire. La deuxième partie de ce chapitre est consacrée au cadre organisationnel. Elle décrit l'entreprise d'étude, DP World Djazair, en mettant en lumière son positionnement stratégique, sa structure organisationnelle, et le fonctionnement du terminal à conteneurs.

Le troisième chapitre est dédié à l'étude empirique. Nous y analysons et interprétons les données recueillies à travers les entretiens semi-directifs, les observations de terrain et l'analyse des indicateurs de performance. L'objectif est d'évaluer de manière rigoureuse et croisée l'impact de la digitalisation sur l'efficacité des opérations portuaires, en particulier au sein du terminal à conteneurs de DP World Djazair.

CHAPITRE I : REVUE DE LITTERATURE ET CADRE CONCEPTUEL

Introduction

La mondialisation croissante et la personnalisation accrue des produits ont rendu les chaînes d'approvisionnement plus complexes, nécessitant une réponse plus rapide aux commandes et une gestion plus efficace des flux de marchandises à l'échelle mondiale. La logistique est ainsi devenue un secteur de service stratégique, traversant différents départements, industries et régions. Dès lors, l'optimisation du transport des marchandises pour répondre aux besoins du commerce national et international est un facteur clé de la croissance économique régionale, étroitement lié à l'efficacité portuaire.

Section 01 : Revue de littérature

L'article de (Hervás-Peralta et al. 2019) vise à améliorer la performance des ports maritimes et des ports secs en identifiant et en hiérarchisant les fonctionnalités les plus pertinentes des systèmes d'exploitation de terminaux (Terminal Operating Systems, TOS). Les auteurs cherchent à comprendre comment les TOS peuvent contribuer à réduire la congestion portuaire et les émissions de gaz à effet de serre, en optimisant les opérations logistiques dans les terminaux à conteneurs. L'étude examine également l'impact des décisions stratégiques sur la performance des ports, en particulier dans un contexte où le transport maritime est en pleine croissance et où les ports sont confrontés à des défis de capacité et de durabilité. L'objectif principal de cette recherche est de fournir une méthodologie pour hiérarchiser les fonctionnalités des TOS afin d'améliorer l'efficacité opérationnelle des terminaux maritimes et des ports secs. Les chercheurs ont adopté une approche multicritère en utilisant la méthode Analytic Hierarchy Process (AHP) pour classer les fonctionnalités des TOS en fonction de leur importance relative. Un panel de 12 experts, comprenant des gestionnaires de terminaux, des développeurs de logiciels, des clients de terminaux et des experts en simulation, a été consulté pour valider les fonctionnalités et effectuer des comparaisons par paires. Les résultats de l'étude montrent que les fonctionnalités les plus importantes pour un TOS sont le suivi en temps réel des navires, l'optimisation de l'espace dans la cour de stockage, la génération de listes de chargement et de déchargement, et l'optimisation de l'emplacement des conteneurs. Ces fonctionnalités sont essentielles pour améliorer l'efficacité des opérations portuaires, réduire les temps d'attente et minimiser l'impact environnemental. L'étude révèle également que les TOS peuvent être regroupés en six clusters principaux : Gestion de l'entrepôt, Opérations maritimes, Gestion des portes, Données maîtres, Tableau de bord ERP, et Communications. L'article souligne que l'utilisation de l'AHP permet de structurer la prise de décision en matière de développement et de sélection des TOS, en fournissant une hiérarchie claire des fonctionnalités prioritaires. Les auteurs concluent que l'amélioration des TOS, en se concentrant sur les fonctionnalités identifiées comme les plus importantes, peut contribuer à une meilleure performance des ports, à une réduction de la congestion et à une diminution des émissions de GES, tout en favorisant une plus grande durabilité dans le secteur du transport maritime. En somme, cette recherche met en lumière l'importance des systèmes d'exploitation de terminaux dans l'optimisation des opérations portuaires et montre comment une approche structurée, basée sur l'AHP, peut aider les développeurs de logiciels et les gestionnaires de ports à prioriser les fonctionnalités les plus critiques pour améliorer l'efficacité et la durabilité des ports maritimes et des ports secs.

L'article de (Talkhokhet & Moutmihi, 2021) vise à présenter les résultats d'une revue de littérature sur la performance des chaînes logistiques portuaires en termes de facteurs de performance, d'indicateurs et de modèles de mesure. Les auteurs cherchent à comprendre l'état actuel de la recherche sur la performance portuaire, les motivations initiales des chercheurs pour étudier ce concept, ainsi que le rôle des indicateurs de performance dans l'amélioration des opérations portuaires. L'étude examine également les différentes approches méthodologiques utilisées pour évaluer la performance portuaire et les orientations actuelles des chercheurs en matière de modélisation de la performance. L'objectif principal de cette revue de littérature était de déterminer les principaux facteurs de performance des ports, les indicateurs utilisés pour les mesurer, et les modèles proposés pour évaluer cette performance. Les chercheurs ont adopté une approche qualitative en analysant les travaux les plus pertinents sur le sujet, en se concentrant sur les définitions, les facteurs clés, les indicateurs et les modèles de mesure de la performance portuaire. Les résultats montrent que la performance portuaire est un concept multidimensionnel, influencé par une multitude de facteurs tels que la compétitivité du port, la qualité des services offerts, l'efficacité opérationnelle, et l'intégration dans les chaînes logistiques mondiales. Les indicateurs de performance les plus couramment utilisés incluent des mesures de temps (comme le temps d'attente des navires et le temps de traitement des cargaisons), des mesures de productivité (comme le nombre de conteneurs manipulés par heure), et des indicateurs économiques (comme les coûts totaux par TEU). De plus, l'étude révèle que la performance portuaire est étroitement liée à la collaboration entre les différents acteurs de la chaîne logistique, tels que les armateurs, les chargeurs, les opérateurs de terminaux, et les autorités portuaires. L'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) joue également un rôle crucial dans l'amélioration de la performance, en permettant une meilleure coordination et une gestion plus efficace des ressources. En outre, les auteurs soulignent que la performance portuaire ne peut être mesurée de manière isolée, mais doit être évaluée dans le contexte plus large de la chaîne logistique globale. Cela implique de prendre en compte non seulement les performances opérationnelles du port, mais aussi son impact sur l'économie locale et régionale, ainsi que sa contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les modèles proposés dans la littérature visent à intégrer ces différentes dimensions de la performance, en tenant compte des attentes des différentes parties prenantes. En somme, cette revue de littérature met en évidence la complexité de la mesure de la performance portuaire et la nécessité de développer des modèles plus complets et intégrés pour évaluer cette performance. Les auteurs proposent un modèle multidimensionnel qui intègre les dimensions financières, opérationnelles, sociales et environnementales de la performance, en s'appuyant sur les pratiques de gestion de la chaîne logistique (SCM) et les indicateurs du tableau de bord prospectif de Kaplan et Norton

L'article de (Heikkilä, Saarni et Saurama, 2022) vise à explorer les perspectives d'innovation numérique dans les ports à conteneurs, en mettant en lumière les principales tendances et scénarios futurs de la digitalisation portuaire. Les auteurs cherchent à comprendre comment les ports évoluent vers le concept de "Port 4.0" en intégrant des technologies de l'Industrie 4.0 pour améliorer l'automatisation, la durabilité et la collaboration. L'étude repose sur une analyse de la littérature et un examen des meilleures pratiques dans plusieurs grands ports à conteneurs. L'objectif principal de cette recherche est d'identifier les principales orientations prises par les

ports en matière de digitalisation et de comprendre les facteurs qui influencent ces choix. L'étude adopte une approche qualitative et scénaristique, en construisant quatre scénarios distincts de développement des ports intelligents, chacun influencé par un acteur clé différent (autorités portuaires, alliances de compagnies maritimes, grandes entreprises de logistique ou absence de leadership structuré). Les résultats montrent que l'innovation numérique dans les ports est principalement motivée par trois axes : l'automatisation des opérations portuaires, l'amélioration de la durabilité environnementale et le renforcement de la collaboration entre les parties prenantes. L'adoption de systèmes d'automatisation avancés, de capteurs IoT, de plateformes de partage de données et de solutions basées sur l'intelligence artificielle permet d'optimiser les flux logistiques et de réduire les coûts opérationnels. L'étude révèle également que la transformation numérique des ports est fortement influencée par la gouvernance et les stratégies d'innovation adoptées par les acteurs impliqués. Les ports les plus avancés, tels que Rotterdam, Singapour et Hambourg, se distinguent par leur engagement dans la recherche et le développement de solutions intégrées favorisant une gestion plus efficace des ressources et une meilleure interconnexion des chaînes logistiques maritimes et terrestres. En somme, les auteurs soulignent que la transition vers le modèle de "Port 4.0" ne se fera pas de manière uniforme, mais suivra des trajectoires variées selon les priorités économiques, environnementales et technologiques de chaque port. L'étude propose ainsi une réflexion sur les défis et opportunités de la digitalisation portuaire, mettant en évidence l'importance de l'innovation collaborative pour construire les ports intelligents du futur.

L'article de (Inkinen, Helminen et Saarikoski, 2019) vise à explorer les enjeux liés à la digitalisation des ports en mettant l'accent sur l'utilisation des données ouvertes. Les auteurs cherchent à comprendre le rôle des données ouvertes dans la gestion des infrastructures portuaires et leur impact sur l'innovation et la prise de décision. L'étude analyse les défis et opportunités de l'intégration des technologies numériques dans les opérations portuaires, en tenant compte de l'interopérabilité des systèmes et des besoins en cybersécurité. L'objectif principal de cette recherche est de déterminer dans quelle mesure les données ouvertes sont intégrées aux stratégies et aux opérations quotidiennes des ports. L'étude adopte une approche qualitative en combinant plusieurs méthodes : des entretiens avec des acteurs portuaires, des observations de terrain, des ateliers de travail et une enquête en ligne menée auprès des ports finlandais impliqués dans le commerce international. Les résultats montrent que, bien que la digitalisation soit une priorité pour de nombreux ports, son déploiement reste fragmenté. La majorité des ports ont des besoins importants en matière d'information numérique, mais l'absence de plateformes communes et l'interopérabilité limitée des systèmes constituent des freins à l'exploitation optimale des données. L'étude révèle que les ports qui intègrent des solutions de digitalisation avancées bénéficient d'une meilleure efficacité opérationnelle, notamment grâce à l'automatisation de la gestion des infrastructures, l'optimisation des flux logistiques et l'amélioration du suivi en temps réel des opérations. En outre, l'intégration des données ouvertes dans les ports permettrait d'accroître la transparence, d'améliorer la collaboration entre les acteurs de la chaîne logistique et de faciliter la prise de décision en cas d'événements imprévus. Toutefois, les chercheurs soulignent que l'adoption de ces technologies dépend fortement des politiques de gouvernance et de la volonté des parties prenantes d'investir dans des solutions de partage de données. En somme, l'étude met en évidence les principales tendances technologiques qui façonneront la digitalisation des ports dans les prochaines années, notamment l'Internet des objets (IoT), la cybersécurité, les services mobiles et l'automatisation des infrastructures. Les auteurs concluent que l'ouverture des données portuaires représente une

opportunité majeure pour améliorer la compétitivité et l'efficacité des ports, à condition que des efforts soient faits pour surmonter les défis techniques et organisationnels liés à leur mise en œuvre.

L'article de (D.N. Le, H.T. Nguyen & P. Hoang Truong, 2020) présente une étude empirique sur la qualité des services logistiques portuaires et la satisfaction des clients dans le cadre du port de Cat Lai au Vietnam. L'objectif principal des auteurs est d'analyser l'impact des facteurs déterminants de la qualité des services logistiques sur la satisfaction des clients. En examinant la structure des services portuaires et en appliquant une analyse quantitative et qualitative à partir d'un échantillon de 212 répondants, l'étude démontre que la qualité des services logistiques est influencée par cinq dimensions principales : la fiabilité, la réactivité, l'assurance, l'empathie et les aspects tangibles. L'intégration de ces éléments permet d'améliorer la fluidité des opérations logistiques, d'optimiser la gestion des conteneurs et de renforcer l'efficacité des services fournis aux clients du port. De plus, l'article souligne que la modernisation des équipements et des infrastructures, combinée à une meilleure formation des employés, facilite la gestion des flux d'information et de marchandises. Il en résulte une amélioration significative de la coordination logistique et une réduction des délais d'attente pour le traitement des expéditions. Le système mis en place au port de Cat Lai garantit une gestion optimisée des services portuaires, de la réception des marchandises jusqu'à leur expédition.

L'article de (Park & Lee, 2020) vise à examiner le rôle d'une plateforme de surveillance des performances dans l'optimisation des opérations des terminaux à conteneurs. L'identification d'un problème de suivi inefficace des indicateurs de performance portuaire a motivé cette recherche. Les chercheurs ont constaté un manque d'intégration entre les systèmes d'information portuaire et les opérateurs de terminaux, ainsi qu'une absence de données en temps réel, ce qui entraîne des congestions et une gestion sous-optimale des ressources. L'objectif principal de cette étude était donc de mettre en œuvre une plateforme de surveillance des performances en utilisant des indicateurs clés de performance portuaire (PPI). L'étude a adopté une approche de prototypage rapide, combinant une analyse documentaire et des tests de validation à travers des données collectées auprès de plusieurs ports en Corée du Sud. L'accent a été mis sur quatre indicateurs clés : le temps d'attente des navires, l'occupation des quais, l'utilisation des aires de stockage et le temps de rotation des camions. Les résultats montrent que l'intégration de cette plateforme facilite la prise de décision en offrant une visibilité en temps réel sur les opérations portuaires, améliore la coordination entre les différents acteurs et réduit les délais de traitement des marchandises. Cette étude confirme l'importance des solutions numériques dans la modernisation de la gestion portuaire.

L'article de (Anwar, Henesey et Casalicchio ,2019) vise à présenter les résultats d'une revue de littérature sur la digitalisation dans la logistique des terminaux à conteneurs. Les auteurs cherchent à comprendre l'état actuel de l'adoption des technologies numériques dans ces terminaux, les motivations des entreprises pour leur mise en œuvre, ainsi que leur rôle dans la gestion des opérations logistiques. L'étude examine également les expériences de déploiement des technologies et les orientations actuelles des entreprises en matière d'utilisation des systèmes numériques. Les chercheurs ont adopté une approche systématique en analysant 57 études scientifiques issues de bases de données académiques, sélectionnées parmi plus de 2100 publications initiales. L'étude repose sur une classification des recherches selon plusieurs critères : types d'opérations, processus logistiques concernés, technologies utilisées et méthodes

de validation. Les résultats montrent que la majorité des recherches portent sur l'Intelligence Artificielle et les systèmes d'aide à la décision, tandis que l'adoption de la Blockchain reste encore limitée. L'implémentation des solutions numériques varie considérablement selon les ports, certains étant fortement automatisés tandis que d'autres font face à des contraintes financières et organisationnelles. De plus, l'étude révèle que la digitalisation permet d'améliorer l'efficacité opérationnelle des terminaux à conteneurs, notamment en optimisant la planification des opérations, en améliorant la gestion des ressources et en facilitant l'échange d'informations en temps réel. L'intégration des processus numériques favorise une meilleure coordination et une efficacité accrue, notamment dans la gestion des flux de marchandises, la réduction des coûts d'exploitation et l'amélioration des services aux clients. En outre, l'adoption de ces technologies conduit à une réduction des coûts informatiques et à une optimisation des processus décisionnels pour les entreprises.

L'article de (Vieira, Kliemann Neto et Ribeiro ,2015) vise à présenter les résultats d'une étude sur la rationalisation des activités logistiques portuaires au port de Santos, au Brésil. Les auteurs cherchent à comprendre les dysfonctionnements existants dans la chaîne logistique portuaire et à identifier les opportunités d'amélioration dans les processus logistiques des conteneurs. L'étude examine également les flux d'information et leur impact sur l'efficacité opérationnelle du port. L'objectif principal de cette étude était d'analyser les activités logistiques portuaires et de proposer des solutions pour améliorer leur coordination et leur gestion. Les chercheurs ont adopté une approche qualitative-exploratoire, fondée sur des entretiens approfondis avec cinq acteurs clés de la communauté portuaire, incluant l'Autorité portuaire de Santos, un terminal à conteneurs, un agent maritime, un courtier en douane et un employé du bureau des douanes. Les données ont été collectées à travers des entretiens individuels enregistrés et validés par les répondants, d'une durée moyenne de 2,5 à 3 heures. Les résultats montrent que les principales dysfonctionnements sont liés à la multiplicité des systèmes de gestion des opérations, la complexité des procédures documentaires et le manque d'intégration entre les acteurs du port. De plus, l'étude révèle que l'amélioration des flux d'information pourrait permettre de réduire significativement les délais de traitement des conteneurs, d'optimiser l'utilisation des infrastructures et de diminuer les coûts opérationnels. L'intégration d'un guichet unique portuaire (Port Single Windows - PSP) est recommandée afin de centraliser les informations et d'éliminer les duplications administratives. En outre, l'étude met en évidence l'importance d'une meilleure gouvernance et d'une réglementation adaptée pour renforcer la compétitivité du port.

La revue de littérature a permis de dégager plusieurs apports significatifs quant à la compréhension des enjeux liés à la digitalisation et à la performance logistique portuaire. Elle met en évidence le rôle central des systèmes d'exploitation de terminaux (TOS) dans l'optimisation des opérations, en soulignant les fonctionnalités clés qui améliorent la productivité, réduisent les temps d'attente et limitent l'impact environnemental. Elle révèle également que la performance portuaire est un concept multidimensionnel, influencé par des facteurs opérationnels, économiques, environnementaux et collaboratifs. Les travaux recensés insistent sur l'importance des indicateurs de performance (KPI) pour guider la prise de décision, ainsi que sur le potentiel des plateformes numériques à améliorer la coordination entre les différents acteurs portuaires. En parallèle, l'analyse met en lumière les tendances émergentes liées à l'innovation numérique, comme l'Internet des objets, l'intelligence artificielle ou encore l'utilisation des données ouvertes, qui transforment progressivement les ports en écosystèmes

intelligents et interconnectés. Enfin, la revue souligne l'intérêt croissant porté à la qualité des services logistiques, à la satisfaction client et à la rationalisation des processus, des éléments devenus essentiels pour renforcer la compétitivité et la durabilité des ports dans un contexte de mondialisation et d'exigences accrues en matière de performance.

Section 02 : Cadre conceptuel

Dans cette section, nous allons présenter le cadre conceptuel de la notion de port, puis le cadre conceptuel la logistique portuaire.

2.1. Généralités sur les ports

Les ports sont des infrastructures clés du commerce international, reliant le transport maritime aux autres modes de transport. Cette section explore leur définition, leurs types, les acteurs impliqués et leur importance.

2.1.1 Définition

Depuis plusieurs siècles, le concept de "port" a évolué selon différentes perspectives et disciplines. Traditionnellement, d'un point de vue juridique, "le port est défini comme une section d'eau flottante adaptée, de par sa configuration naturelle ou artificielle, à l'accueil des navires et au service permanent ou temporaire des besoins liés à la navigation." Les ports sont des zones communes supervisées par une autorité portuaire, dont le responsable est le gestionnaire du port chargé de l'administration des services portuaires et de la police de la région portuaire. (Liani, 2021)

Selon le Droit Maritime Privé de Grèce, "un port est le lieu de 'résidence' des navires inscrits à son registre", tandis que du point de vue du Droit International, "les ports sont sous la souveraineté de l'État côtier." (Liani, 2021)

Du point de vue des ingénieurs civils, "un port peut être compris comme une partie de la mer près de la côte, dans une position de fond profond et sans vent, qui entre en contact constant ou périodique avec la mer ouverte et qui dispose de tous les moyens et installations appropriés pour servir les navires." (Vlachos, 1999)

Dans une définition plus fonctionnelle, "les ports sont les terminaux qui gèrent, organisent, exploitent et connectent le fret maritime transporté vers l'intérieur des terres. Ils possèdent l'infrastructure et la main-d'œuvre appropriées pour faciliter le chargement et le déchargement des marchandises, l'amarrage des navires et l'embarquement/débarquement des passagers." (Liani, 2021).

Les ports contemporains ont évolué pour devenir des entités plus complexes, fournissant "des services à valeur ajoutée multiformes complexes (par exemple, fabrication et logistique) pour soutenir le mouvement de marchandises transcontinentales dans un monde en globalisation." (Cheon, 2007)

Plus récemment, la définition traditionnelle de R. Goss selon laquelle "le port agit comme une passerelle par laquelle les marchandises et les passagers sont transportés par bateau vers et depuis la terre" a évolué vers une logique plus multidimensionnelle. Selon l'UNCTAD (Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement), "les ports sont des interconnexions entre différents modes de transport et agissent donc comme des centres de transport combiné, nécessaires pour que les chaînes logistiques remplissent efficacement leurs fonctions." (Trujillo& Nombela, 1999)

Finalement, Robinson définit les ports comme "les éléments fonctionnels des chaînes logistiques et des réseaux de distribution de produits du producteur au consommateur final." (Robinson, 2002)

2.1.2. Les types de ports

La typologie des ports répond à des logiques diverses qui reflètent à la fois leur configuration géographique, leur vocation économique et leur organisation administrative. Cette diversité s'exprime principalement à travers leur localisation et la nature des activités qu'ils accueillent, deux dimensions fondamentales qui déterminent leur rôle dans les réseaux d'échanges commerciaux et les chaînes d'approvisionnement globales.

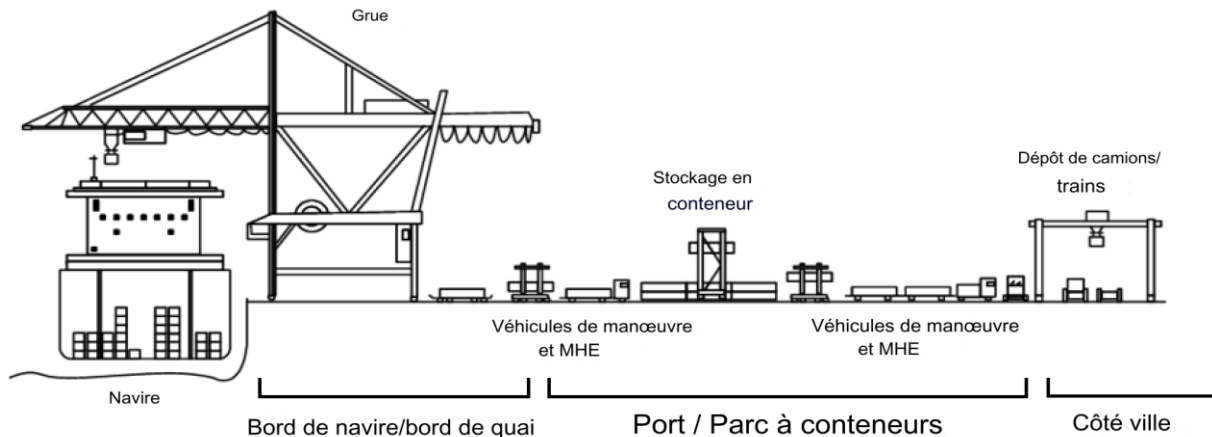
A) localisation

Suivant leur situation géographique, on peut classifier les ports en quatre catégories : maritimes, fluviaux et à sec.

- **Ports maritimes**

Un port maritime est une infrastructure multifonctionnelle conçue pour assurer l'accueil des navires et faciliter les opérations de chargement et de déchargement des marchandises et des passagers. Selon Rodrigue et al. (2017), il constitue un nœud stratégique dans la chaîne logistique mondiale, servant d'interface entre les transports maritime et terrestre. Ces installations comprennent des terminaux spécialisés (conteneurs, vrac liquide/solide, passagers), des aires de stockage (cours à conteneurs, entrepôts frigorifiques), ainsi que des équipements de manutention (grues portuaires, chariots élévateurs). Le port offre également des services logistiques intégrés (douane, réparation navale, avitaillement) et des connexions intermodales pour optimiser les flux commerciaux et réduire les délais de transit. Son rôle économique s'étend au-delà de la simple rupture de charge, incluant la création de valeur ajoutée via des zones industrielles portuaires et des plateformes logistiques.

Figure 1: Schéma du processus opérationnel d'un port maritime



Source : <https://log.logcluster.org/fr/operations-portuaires>

- **Port fluviaux**

Un port fluvial, également appelé port intérieur, est une infrastructure aménagée sur un cours d'eau navigable (fleuve, rivière ou canal) permettant d'accueillir des embarcations pour le chargement, le déchargement, le stockage et l'entretien des marchandises et des passagers (Gauthey, 2020). Il constitue un maillon essentiel du transport multimodal, en assurant une liaison entre la navigation intérieure et d'autres modes de transport comme le ferroviaire, le routier ou le maritime (Commission Centrale pour la Navigation du Rhin [CCNR], 2021).

Selon les rapports de la CCNR (2021) et les dictionnaires techniques des transports (2019), ces ports peuvent être naturels ou artificiels, et sont souvent situés dans des zones stratégiques facilitant le commerce et la logistique. Certains ports fluviaux sont conçus pour gérer un trafic important, notamment aux embouchures des grands fleuves, où ils se confondent parfois avec les ports maritimes.

- **Ports à sec :**

Les ports à sec, apparus dans les années 1960 aux États-Unis, sont des infrastructures terrestres dédiées au stockage et à l'entretien des petites embarcations, telles que les voiliers de plaisance et les yachts. Situés à proximité des ports de plaisance ou des cales de mise à l'eau, ils facilitent l'accès des navires à l'eau (Comtois & Slack, 2003).

Ces installations présentent plusieurs avantages, notamment la réduction des coûts d'amarrage, une meilleure protection des bateaux contre les intempéries et une gestion plus efficace de l'espace portuaire. Elles jouent un rôle essentiel dans la logistique des loisirs nautiques en permettant aux propriétaires de stocker leurs embarcations en toute sécurité hors saison (Rodrigue, 2020).

B) Activités:

Selon leur activité principale, les ports peuvent être classés en trois catégories : les ports de commerce, les ports militaires et les ports de pêche.

- **Ports de commerce**

Les ports de commerce sont des infrastructures stratégiques dédiées à l'échange de marchandises, au transport de conteneurs, ainsi qu'au transit de vrac, qu'il soit liquide (pétrole, gaz, produits chimiques) ou solide (minerais, céréales, matériaux de construction). Certains d'entre eux accueillent également des passagers via des terminaux spécialisés. Ces ports jouent un rôle fondamental dans les chaînes logistiques mondiales en facilitant le commerce international et le transport multimodal, reliant ainsi les voies maritimes aux réseaux ferroviaires et routiers pour assurer une distribution efficace des marchandises (Notteboom & Rodrigue, 2020).

- **Ports militaires**

Les ports militaires sont des infrastructures réservées aux activités de défense et aux opérations navales. Ils accueillent des navires de guerre tels que les porte-avions, les sous-marins et les frégates, ainsi que des équipements destinés à la logistique des forces armées. Ces ports disposent généralement de chantiers navals spécialisés pour la maintenance et la réparation des unités militaires. Situés dans des zones stratégiques, ils contribuent à la protection des côtes, au contrôle des eaux territoriales et à la projection des forces militaires à l'international. Leur accès est strictement réglementé afin de garantir la sécurité nationale et la confidentialité des opérations (Bichou & Gray, 2005).

- **Ports de pêche**

Les ports de pêche sont des infrastructures spécialement conçues pour l'accostage des bateaux de pêche artisanale et industrielle. Ils sont équipés de quais adaptés, de zones de débarquement, ainsi que d'installations dédiées au traitement, à la conservation et à la distribution des produits de la mer. Ces ports disposent souvent d'entrepôts frigorifiques, de marchés aux poissons et de centres de transformation permettant une meilleure valorisation des ressources halieutiques. En plus de leur rôle économique, ils participent également à la régulation des activités de pêche, en assurant le contrôle des captures et la gestion durable des stocks marins (Sekimizu, 2013).

2.1.3. Les acteurs d'un port

Un port constitue un écosystème complexe réunissant de nombreux acteurs, chacun jouant un rôle essentiel dans le bon fonctionnement des opérations portuaires. Ces professionnels répondent aux besoins des deux principaux clients du port : les navires et les marchandises. Voici les principaux intervenants du secteur portuaire :

A) Les armateurs

Les armateurs possèdent, équiper et exploitent les navires dédiés au transport maritime. Ils

assurent la mise à disposition des navires pour le transport de marchandises et de passagers, jouant ainsi un rôle clé dans l'offre de transport maritime (Branch & Robarts, 2014).

B) Les chargeurs

Les chargeurs sont les commanditaires du transport maritime. Il s'agit généralement d'entreprises importatrices ou exportatrices qui possèdent les marchandises et organisent leur expédition dans le cadre des échanges commerciaux internationaux (Stopford, 2009).

C) Les prestataires de services logistiques

Ces professionnels proposent des services spécialisés aux entreprises pour optimiser la gestion des flux de marchandises. Ils interviennent notamment dans le stockage, l'emballage, le conditionnement et le transport des marchandises, souvent en sous-traitance (UNCTAD, 2020).

D) Les transitaires

Les transitaires sont des intermédiaires logistiques qui coordonnent l'ensemble des opérations liées au transport des marchandises. Leurs missions incluent la gestion des formalités douanières, la réservation de fret, la documentation (comme les connaissements), ainsi que le groupage et le dégroupage des cargaisons. Ils disposent d'une liberté d'organisation pour optimiser les itinéraires et sont soumis à une obligation de résultat (Branch & Robarts, 2014).

E) Les entreprises de manutention

Ces entreprises se chargent des opérations de chargement et de déchargement des marchandises dans les ports. Elles gèrent également certaines activités annexes, comme le stockage temporaire et le tri des marchandises. Les ouvriers dockers sont généralement employés pour réaliser ces tâches (Stopford, 2009).

F) Les acteurs du transport terrestre

Les transporteurs terrestres assurent la connexion entre le port et les lieux de départ ou d'arrivée des marchandises. Grâce à divers modes de transport (camions, trains, voies navigables), ils garantissent la fluidité des échanges entre les infrastructures portuaires et l'arrière-pays, jouant un rôle crucial dans la continuité de la chaîne logistique (UNCTAD, 2020).

G) Les services aux navires

Les services portuaires assurent l'assistance technique, logistique et réglementaire aux navires pour garantir la fluidité et la sécurité des opérations maritimes.

- Figure 2: Représentation des principaux acteurs de la chaîne logistique portuaire**



2.1.4. L'importance des ports

Les ports occupent une place centrale dans l'analyse des dynamiques économiques et géographiques du transport. De nombreux chercheurs considèrent ces infrastructures comme des points de référence clés pour comprendre les interactions entre les systèmes maritimes, terrestres et logistiques, qui façonnent l'organisation du commerce international et des flux de marchandises (Ducruet, 2016).

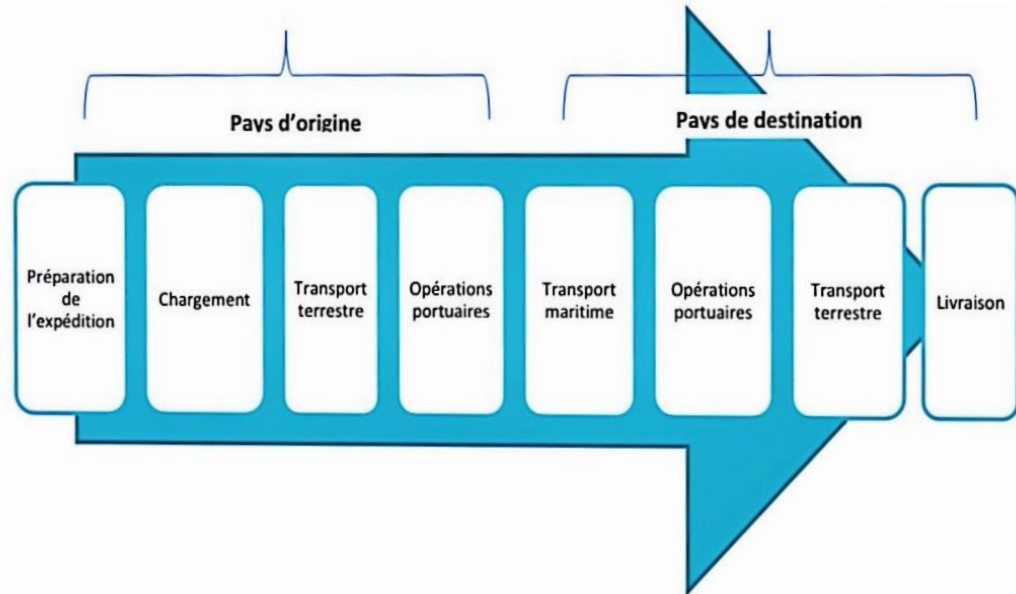
Souvent qualifiés de « poumons » des échanges mondiaux, les ports jouent un rôle stratégique en assurant la transition entre différents modes de transport, notamment maritime, routier et ferroviaire. Ils représentent des hubs logistiques essentiels, où convergent divers acteurs du transport, tels que les armateurs, les transitaires, les logisticiens et les autorités portuaires. Grâce à cette fonction de rupture de charge et de connexion entre les réseaux de transport, ils favorisent l'efficacité des chaînes d'approvisionnement et soutiennent la compétitivité des échanges commerciaux internationaux (Bichou & Gray, 2005).

2.2. la logistique portuaire

la logistique portuaire regroupe l'ensemble des opérations visant à optimiser la circulation des marchandises au sein des infrastructures portuaires. Elle joue un rôle clé dans la fluidification des échanges, en assurant une coordination efficace entre le transport maritime et les modes terrestres, notamment le transport routier et ferroviaire.

Cette logistique comprend plusieurs activités essentielles telles que la gestion des terminaux, l'entreposage des marchandises, la manutention et l'organisation de la distribution. Elle vise à réduire les délais d'attente des navires et des marchandises, à minimiser les coûts logistiques et à améliorer la performance globale des chaînes d'approvisionnement reliant les ports aux zones de production et de consommation (Jean, 1999).

Figure 3: les processus de la logistique portuaire



Source : BENGHALIA (A) ; Op.cit, p.19.

2.2.1. Les composantes de la logistique portuaire

La logistique portuaire optimise les flux de marchandises grâce à des activités essentielles comme la manutention et l'entreposage.

A) Manutention

La manutention regroupe l'ensemble des opérations liées au chargement, déchargement et manipulation des cargaisons dans les ports. Elle assure la transition des marchandises entre les navires et les infrastructures terrestres (quais, entrepôts, zones de stockage). Avec l'évolution des technologies, cette activité a connu une transformation majeure grâce à l'automatisation et l'intégration d'équipements modernes tels que les grues automatisées, les chariots élévateurs et les véhicules guidés automatiquement (AGV). Ces avancées permettent d'accélérer les opérations, de réduire les coûts et d'améliorer la sécurité des travailleurs portuaires (UNCTAD, 2019 ; Drewry, 2021).

B) Entreposage

L'entreposage constitue un maillon fondamental dans la chaîne logistique portuaire, permettant la conservation temporaire ou durable des marchandises avant leur acheminement final. La performance de cette activité repose essentiellement sur le développement d'installations spécialisées - entrepôts à la pointe de la technologie, zones de stockage sous contrôle douanier et dispositifs de gestion informatisés. Une stratégie d'entreposage efficace contribue significativement à l'accélération des flux transitaires, au renforcement de la traçabilité des biens et à l'optimisation des réseaux de distribution à grande échelle (Rodrigue et al., 2017 ; Port de Rotterdam, 2022).

2.2.2. L'objectif de la logistique portuaire

✓ Assurer une gestion optimisée des flux de marchandises tout au long de la chaîne logistique, par l'implémentation de systèmes logistiques performants, la rationalisation des opérations de manutention et la synchronisation entre les différents intervenants impliqués dans le processus portuaire (Notteboom & Rodrigue, 2005; Banque Mondiale, 2020).

✓ Promouvoir le transport multimodal pour renforcer la connectivité entre les différents modes de transport (maritime, ferroviaire, routier et fluvial), améliorant ainsi l'accessibilité à l'hinterland, optimisant les coûts logistiques et renforçant l'attractivité du port (OECD, 2021; Rodrigue et al., 2017).

✓ Renforcer la compétitivité et la part de marché en développant une connaissance approfondie de l'arrière-pays, en adaptant les services aux besoins spécifiques des clients et en intégrant des innovations technologiques dans les processus opérationnels (UNCTAD, 2019; Drewry, 2021).

✓ Améliorer la durabilité et la responsabilité environnementale des opérations portuaires à travers l'adoption de pratiques éco-responsables, l'utilisation de technologies vertes et le respect des normes environnementales internationales (European Sea Ports Organisation, 2021; Acciaro, 2014).

✓ Faciliter les échanges commerciaux internationaux par la simplification des procédures douanières, la fluidification des mouvements transfrontaliers de marchandises et le renforcement des partenariats entre acteurs publics et privés (Organisation Mondiale des Douanes, 2021; World Economic Forum, 2020).

Section 03 : La performance dans un terminal à conteneurs

Dans cette section, nous allons aborder la notion de performance en présentant sa conception, les différents types de mesures utilisés ainsi que les méthodes d'évaluation de la performance logistique.

3.1. La conception de la performance

la performance est un concept complexe et multidimensionnel qui ne se limite pas uniquement aux résultats financiers d'une entreprise. Elle doit être appréhendée dans une logique globale, intégrant plusieurs dimensions complémentaires telles que l'efficacité, l'efficience, la qualité, l'innovation et la responsabilité sociale. Ainsi, la performance ne se résume pas à la rentabilité ou à la satisfaction des actionnaires, mais englobe un ensemble de critères visant à assurer la pérennité et la compétitivité d'une organisation dans son environnement (Marmus, 1997).

3.1.1. Définition de la performance

la performance est un concept multidimensionnel qui se définit par la capacité d'une entreprise à améliorer simultanément la valeur créée et à optimiser les coûts engagés. Elle ne se réduit pas à une simple réduction des coûts ou à une augmentation isolée de la valeur, mais repose sur l'équilibre entre ces deux dimensions. Par ailleurs, la performance est également liée à l'atteinte des objectifs stratégiques de l'entreprise, reflétant ainsi l'efficacité des actions menées pour réaliser ces objectifs. En somme, la performance permet de mesurer la réussite d'une organisation en comparant les résultats obtenus aux attentes initiales, tout en tenant compte des enjeux de compétitivité et de pérennité (BESCOS et MENDOZA (1994)). Selon l'AFNOR, elle correspond à une mesure de l'efficacité et/ou de l'efficience d'un processus ou d'un système, qu'il soit réel ou simulé. Cette évaluation se fait en comparaison avec des objectifs, des plans ou des références prédéfinis, inscrits dans la stratégie globale de l'entreprise.

3.1.2. Types de mesures de performance

La gestion de la performance organisationnelle repose sur l'évaluation et le suivi des performances à l'aide d'outils spécifiques permettant d'aligner les actions avec les objectifs stratégiques. Parmi ces outils, les indicateurs de performance jouent un rôle essentiel en identifiant les mesures prioritaires à suivre pour assurer l'efficacité des processus. En complément, la méthode du balanced scorecard permet d'avoir une vision globale de la performance en intégrant des dimensions financières et non financières. Ces approches contribuent à structurer l'analyse des résultats et à faciliter la prise de décision au sein des organisations.

A) les indicateurs de performance

Selon Fernandez Alain, les indicateurs de performance peuvent être classés en trois catégories principaux

- **Indicateur d'alerte**

Cet indicateur, de nature binaire (tout ou rien), sert à détecter un état anormal du système surveillé, nécessitant une intervention immédiate ou non. Par exemple, il peut s'agir du dépassement d'un seuil critique, comme une température trop élevée dans un processus industriel ou un niveau de stock trop bas.

- **Indicateur d'équilibration**

Cet indicateur est directement lié aux objectifs stratégiques de l'organisation. Il agit comme une boussole pour le décideur, en fournissant des informations sur l'état du système surveillé par rapport aux objectifs fixés. Par exemple, un indicateur d'équilibration pourrait mesurer l'écart entre les ventes réalisées et les ventes prévues.

- **Indicateur d'anticipation**

Un tableau de bord performant ne se contente pas de mesurer le présent ; il permet également de se projeter dans l'avenir. Cet indicateur aide à anticiper les tendances et à prendre des décisions éclairées pour ajuster la stratégie. Par exemple, il peut s'agir de prévisions de demande ou d'analyses de risques potentiels.

D'autres auteurs, tels que **Courtois (A.), Pillet (M.) et Martin-Bonnefous (C.)**, proposent une classification différente des indicateurs de performance :

- **Indicateurs de résultat** : Ces indicateurs mesurent les résultats obtenus, c'est-à-dire les outputs d'un processus. Par exemple, la quantité produite d'un article fabriqué par l'entreprise ou le chiffre d'affaires réalisé sur une période donnée.
- **Indicateurs de processus** : Ces indicateurs se concentrent sur la manière dont les résultats sont obtenus. Ils permettent d'évaluer l'efficacité et l'efficience des processus internes. Par exemple, pour un indicateur de résultat comme la quantité produite, les indicateurs de processus pourraient inclure le nombre d'incidents techniques, le taux de pièces défectueuses ou la qualité des matières premières utilisées.

B) La méthode du Balanced Scorecard

Développée par Kaplan et Norton (1992, 1996), la méthode du Balanced Scorecard (BSC) offre une vision globale de la performance d'une entreprise en combinant des indicateurs financiers et non financiers. Elle repose sur quatre perspectives clés : la performance financière, la satisfaction des clients, l'efficacité des processus internes, ainsi que l'apprentissage et la croissance organisationnelle.

Le Balanced Scorecard vise à équilibrer les indicateurs de résultats (financiers et clients) et les indicateurs de performance (liés aux processus internes, à la proposition de valeur et à l'innovation). Chaque indicateur doit être relié à un objectif stratégique clair, suivant une relation de cause à effet, menant aux résultats financiers souhaités.

Kaplan et Norton identifient quatre processus clés pour aligner les actions à court terme sur les objectifs à long terme :

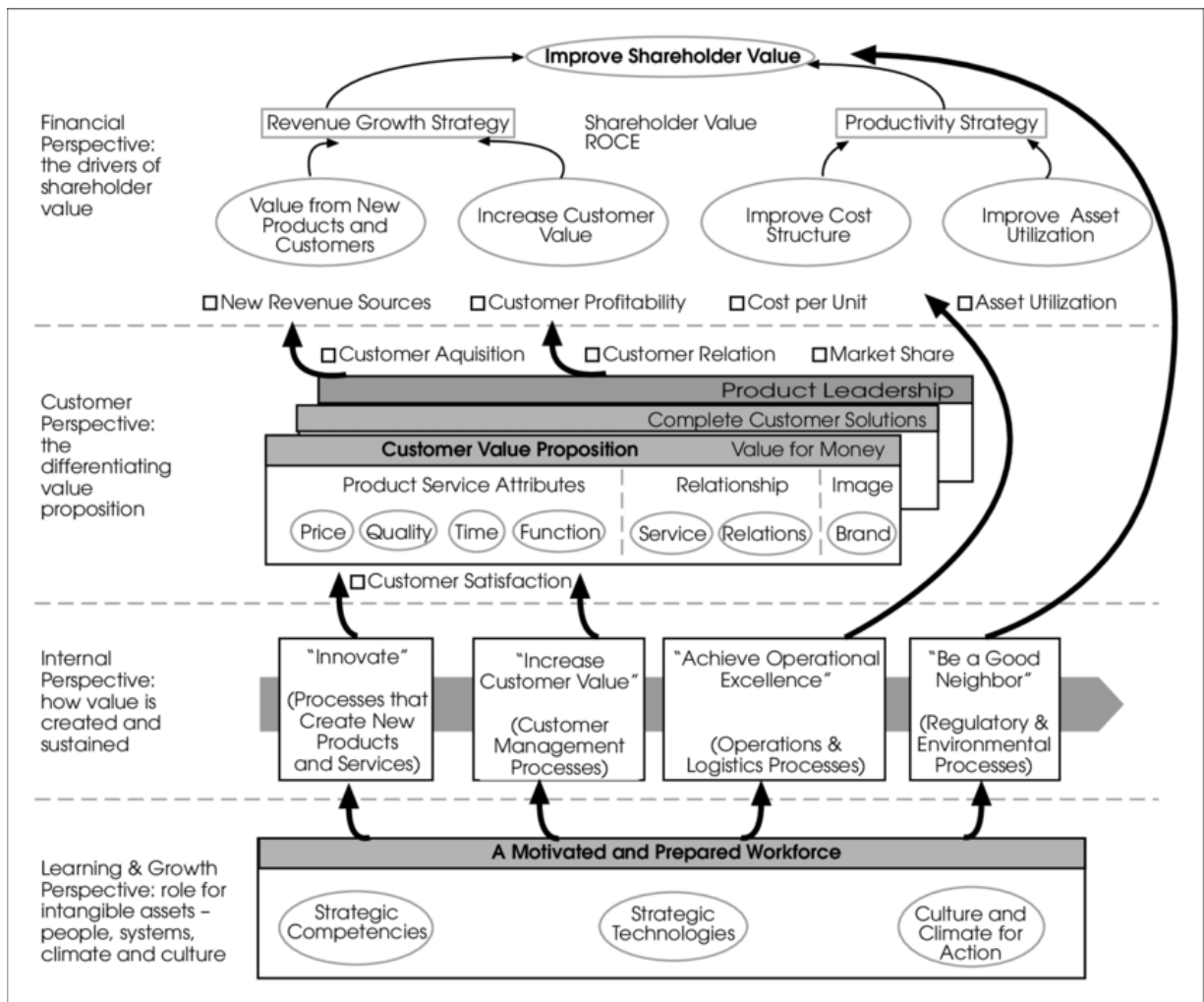
Traduire la vision : transformer la stratégie en indicateurs concrets et mesurables.

Communiquer et aligner : relier la stratégie aux performances individuelles et des unités d'affaires grâce à des tableaux de bord spécifiques.

Planification stratégique : identifier les principaux leviers de performance et définir des étapes clés pour atteindre les objectifs fixés.

Retour d'expérience et apprentissage : organiser des revues régulières de performance pour ajuster et améliorer la stratégie en continu.

Figure 4: Cadre du Balanced Scorecard de Kaplan et Norton.



Source : <https://www.dragon1.com/watch/261102/strategy-map-template>

3.2. la performance logistique portuaire

La performance logistique portuaire joue un rôle clé dans la compétitivité des ports, intégrant des indicateurs internes et externes pour évaluer leur efficacité.

3.2.1. Définition

La performance logistique portuaire désigne la capacité d'un port à assurer le bon déroulement des opérations logistiques en garantissant à la fois l'efficacité et l'efficience des flux de marchandises. Elle se manifeste par la fluidité des opérations de chargement, de déchargement, de stockage et de distribution, tout en minimisant les coûts et les délais. Une logistique portuaire performante repose sur plusieurs éléments fondamentaux, notamment la qualité des infrastructures portuaires, la disponibilité d'équipements modernes, l'optimisation des ressources humaines et matérielles, ainsi que l'intégration des nouvelles technologies pour améliorer la coordination entre les différents acteurs impliqués. Elle est également influencée par la simplification des procédures administratives et douanières, la digitalisation des échanges

d'informations et la capacité du port à s'adapter aux évolutions du commerce international. L'objectif principal de la performance logistique portuaire est d'améliorer la compétitivité du port en assurant un service fiable et rapide, répondant aux exigences des entreprises importatrices et exportatrices tout en favorisant l'attractivité du port sur le marché mondial (Benkhedda, El Hakmi & Bennaceur ,2023).

3.2.2. Indicateurs de performance de la logistique portuaire

La performance des ports est un enjeu central dans le domaine de la logistique maritime, et plusieurs chercheurs ont proposé des cadres pour l'évaluer. Brooks (1999) a classé les déterminants de performance portuaire en trois grandes catégories

- **Les indicateurs physiques** : Ces indicateurs sont principalement axés sur des mesures de temps liées aux navires. Par exemple, ils incluent le temps d'attente des navires avant leur prise en charge, le temps de travail à quai pour le chargement et le déchargement des marchandises, ainsi que la rapidité des opérations de manutention. Ces mesures sont essentielles pour évaluer l'efficacité opérationnelle d'un port.
- **Les indicateurs de productivité** : Ces indicateurs mesurent l'efficacité des ressources utilisées pour les opérations portuaires. Ils incluent, par exemple, le nombre de conteneurs traités par heure, le ratio entre les ressources humaines et matérielles engagées et le volume de marchandises manipulées. Ces indicateurs permettent d'évaluer si les ressources sont utilisées de manière optimale.
- **Les indicateurs financiers et économiques** : Ces indicateurs se concentrent sur les résultats économiques et financiers des activités portuaires. Ils incluent des mesures telles que le résultat d'exploitation, les revenus générés par les services portuaires, et les coûts opérationnels. Ces indicateurs sont cruciaux pour évaluer la viabilité financière d'un port.

3.2.3. Indicateurs de Performance Portuaire

Selon la CNUCED (UNCTAD), les indicateurs de performance portuaire peuvent être classés en plusieurs catégories, notamment les indicateurs financiers, les indicateurs liés aux opérations des navires, les indicateurs liés aux opérations de cargaison et les indicateurs liés aux ressources humaines.

A) Indicateurs Financiers

Les indicateurs financiers permettent d'évaluer la rentabilité et l'efficacité économique des ports. Parmi les principaux indicateurs figurent :

- **Les revenus totaux**, générés par les droits portuaires et les services annexes.
- **Le bénéfice d'exploitation (EBITDA)**, qui offre une comparaison entre les performances financières des ports en excluant les variations liées aux politiques nationales.
- **Les droits portuaires**, qui comprennent des frais appliqués aux navires pour l'utilisation des infrastructures et des services portuaires.

- **Les revenus liés aux services portuaires**, notamment ceux issus du pilotage, du remorquage ou de la manutention.
- **Les coûts de main-d'œuvre**, qui représentent une part significative des dépenses d'un port, notamment pour les employés de l'autorité portuaire.

B) Indicateurs Liés aux Opérations des Navires

Ces indicateurs permettent de mesurer l'efficacité des services maritimes en analysant :

- **Le nombre d'arrivées de navires**, qui donne une indication du volume d'activité portuaire.
- **Le temps d'attente moyen à quai**, qui reflète la rapidité avec laquelle les navires peuvent accoster.
- **Le temps moyen à quai et le temps de travail moyen à quai**, qui permettent d'évaluer la productivité des infrastructures portuaires.
- **Le taux d'occupation des quais**, qui signale d'éventuels problèmes de congestion ou d'optimisation des ressources portuaires.

C) Indicateurs Liés aux Opérations de Cargaison

Ces indicateurs sont cruciaux pour apprécier la capacité du port à traiter efficacement les marchandises. Ils incluent :

- **Le volume total de cargaison traité**, qui reflète la capacité du port à gérer les flux de marchandises.
- **Le nombre moyen de grues par navire**, qui influence la vitesse de chargement et de déchargement.
- **Le temps moyen de séjour des conteneurs en zone de stockage**, un facteur clé pour la fluidité du transport intermodal.
- **La capacité de traitement de la cargaison**, qui permet d'évaluer la limite opérationnelle des infrastructures portuaires.

D) Indicateurs Liés aux Ressources Humaines

Les performances d'un port dépendent également de la gestion des ressources humaines, avec des indicateurs tels que :

- **Le nombre moyen d'employés de l'autorité portuaire**, qui reflète la structure organisationnelle du port.
- **Le taux d'absentéisme et le nombre d'arrêts de travail**, qui peuvent avoir un impact direct sur la productivité.
- **La diversité et l'inclusion**, mesurées par le pourcentage de femmes employées dans le secteur portuaire.
- **Les dépenses de formation**, qui indiquent l'engagement du port dans l'amélioration des compétences de son personnel.

Tableau 1: Indicateurs de performance portuaire (Port Performance Scorecard)

Section	Indicator	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Finance	Marge opérationnelle (EBITDA)/revenu	34,4 %	36,7 %	44,6 %	40,9 %	33,7 %	40,4 %	43,8 %
	Main d'œuvre/revenu	14,9 %	19,0 %	16,8 %	18,0 %	20,5 %	16,4 %	18,7 %
	Droits de port associés aux navires/revenu	16,4 %	19,2 %	14,8 %	14,4 %	15,8 %	12,7 %	12,7 %
	Droits de concession/revenu	3,0%	6,7%	3,4%	3,1%	3,0%	2,1%	2,7%
	Revenus immobilier/revenu	-	2,7%	3,3%	3,2%	-	-	-
Ressources Humaines	Tonnage/employé	14 091	15 500	18 368	34 647	27 265	30 518	32 331
	Revenus/employé	129 813 USD	112 527 USD	143 110 USD	169 912 USD	162 933 USD	268 501 USD	226 522 USD
	Marge opérationnelle/empl oyé	46 411 USD	41 851 USD	59 844 USD	74 174 USD	52 835 USD	61 898 USD	83 085 USD
	Coût de main d'œuvre/employé	23 231 USD	21 753 USD	21 355 USD	25 074 USD	25 938 USD	23 370 USD	19 573 USD
	Coût de formation/salarié	0,9%	1,0%	1,1%	1,2%	0,9%	0,5%	0,6%
Opérations liées aux navires	Temps d'attente moyen	4 h	8 h	14 h	5 h	-	7 h	7 h
Opérations liées aux navires	Moyenne d'arrivées de pétroliers	4,0%	4,7%	7,7%	9,6%	6,4%	6,6%	6,3%
	Moyenne d'arrivées de vraquiers	5,4%	6,1%	5,0%	6,6%	7,6%	8,3%	5,8%
	Moyenne d'arrivées de porte-conteneurs	35,6 %	40,9 %	26,8 %	28,2 %	24,2 %	26,0 %	26,8 %
	Moyenne d'arrivées de navires de croisière	15,4 %	15,8 %	21,3 %	22,0 %	20,6 %	24,4 %	26,8 %
	Average tonnage per vessel	5 360 t	7 945 t	7 001 t	7 190 t	5 649 t	5 523 t	6 523 t

Source : Série sur la gestion des ports de la CNUCED - Volume 11 - Indicateurs de performances portuaires

3.2.4. Analyse des indicateurs externes d'évaluation de la performance portuaire et logistique

Cette étude examine les principaux indicateurs externes permettant de mesurer et comparer la performance des infrastructures portuaires et leur intégration dans les chaînes logistiques globales (De Langen, 2016).

A) Indice de qualité des infrastructures portuaires du World Economic Forum

L'indicateur du World Economic Forum (WEF) évalue la qualité perçue des infrastructures portuaires à travers des enquêtes menées auprès des opérateurs du secteur (De Langen, 2016). Contrairement à d'autres mesures objectives, cet indice subjectif reflète l'expérience concrète des utilisateurs. Il révèle des dynamiques intéressantes : certains pays émergents comme le Panama ont significativement amélioré leurs infrastructures, dépassant parfois des nations développées comme l'Italie, tandis que d'autres, notamment le Brésil, accusent un retard. La Banque mondiale complète cette approche en intégrant également l'évaluation des coûts portuaires, offrant ainsi une vision plus complète du rapport qualité-prix qui est déterminant pour les opérateurs logistiques. Cette double dimension est cruciale car les études montrent que l'élasticité-prix du transport longue distance reste faible pour la majorité des flux de marchandises.

B) Liner Shipping Connectivity Index (LSCI) de la CNUCED

Développé conjointement par la CNUCED et la Banque mondiale depuis 2004, le LSCI mesure précisément l'intégration des ports dans les réseaux maritimes internationaux (De Langen, 2016). Cet indice composite repose sur cinq critères techniques : le nombre de navires desservant le port, leur capacité totale en EVP, la taille maximale des navires accueillis, la fréquence des services et le nombre d'armateurs actifs. Ces données objectives permettent de comparer la compétitivité des ports en termes d'accessibilité aux services réguliers de transport maritime. Le LSCI est particulièrement utile pour les gestionnaires portuaires souhaitant positionner leur infrastructure dans la hiérarchie mondiale et identifier des axes d'amélioration pour attirer de nouvelles lignes maritimes.

C) Logistics Performance Index (LPI) de la Banque mondiale

Le LPI de la Banque mondiale offre une évaluation multidimensionnelle des performances logistiques nationales sur une échelle de 1 à 5 (Vaggelas & Pallis, 2013). Ses six composantes couvrent aussi bien les aspects opérationnels (ponctualité des livraisons, qualité des infrastructures) que réglementaires (efficacité des douanes). Particularité méthodologique : il combine deux questionnaires distincts - l'un évaluant les performances à l'international, l'autre les conditions logistiques domestiques. Les indicateurs résultants se répartissent entre mesures d'intrants (réglementations, infrastructures) et de résultats (performance réelle des services). Cet outil complet permet aux décideurs d'identifier les maillons faibles de leurs chaînes logistiques et de prioriser les réformes nécessaires pour améliorer la compétitivité globale de leur système portuaire et logistique.

3.3. Evaluation de la performance logistique

L'évaluation des indicateurs de performance logistique repose sur trois dimensions essentielles, issues des travaux de Lorino (2001) et renforcées par les principes de Neely et al. (1995). Ces critères permettent d'assurer que les indicateurs choisis soient à la fois utiles, alignés sur la stratégie et faciles à interpréter pour une prise de décision efficace.

3.3.1. Pertinence opérationnelle

Un bon indicateur doit refléter précisément l'efficacité des actions logistiques mises en place. Par exemple, le taux de service client (pourcentage de commandes livrées à temps) permet d'évaluer directement la performance des processus de livraison (Neely et al., 1995). Pour être pertinent, l'indicateur doit :

- A) Être directement lié à une activité logistique clé (ex : délai de préparation de commandes, taux de rupture de stock).
- B) Permettre une mesure fiable et fréquente (via des systèmes comme les ERP ou les TMS).

3.3.2. Pertinence stratégique

L'indicateur doit contribuer à l'atteinte des objectifs stratégiques de l'entreprise. Lorino (2001) souligne que les métriques logistiques (ex : coût total de possession, taux de rotation des stocks) doivent être en cohérence avec les priorités de l'organisation (réduction des coûts, amélioration de la satisfaction client, etc.). Une bonne pratique consiste à :

- A) Hiérarchiser les indicateurs en fonction de leur impact stratégique.
- B) Comparer les résultats aux benchmarks sectoriels pour évaluer la compétitivité.

3.3.3. Capacité cognitive

Un indicateur efficace doit être clair et rapidement interprétable pour guider les décisions. Neely et al. (1995) recommandent l'utilisation de tableaux de bord visuels (ex : graphiques de tendance, indicateurs couleur rouge/vert) pour faciliter l'analyse. Les critères à respecter sont :

- A) **Simplicité** : éviter les indicateurs trop techniques ou complexes.
- B) **Actionnabilité** : permettre d'identifier rapidement les problèmes et les leviers d'amélioration.

Section 04: Systèmes d'information portuaire

Les systèmes d'information constituent aujourd'hui l'épine dorsale des opérations portuaires modernes, jouant un rôle transformationnel dans la gestion des flux logistiques et la compétitivité des terminaux. Cette section explore en profondeur l'écosystème informationnel portuaire à travers trois axes fondamentaux.

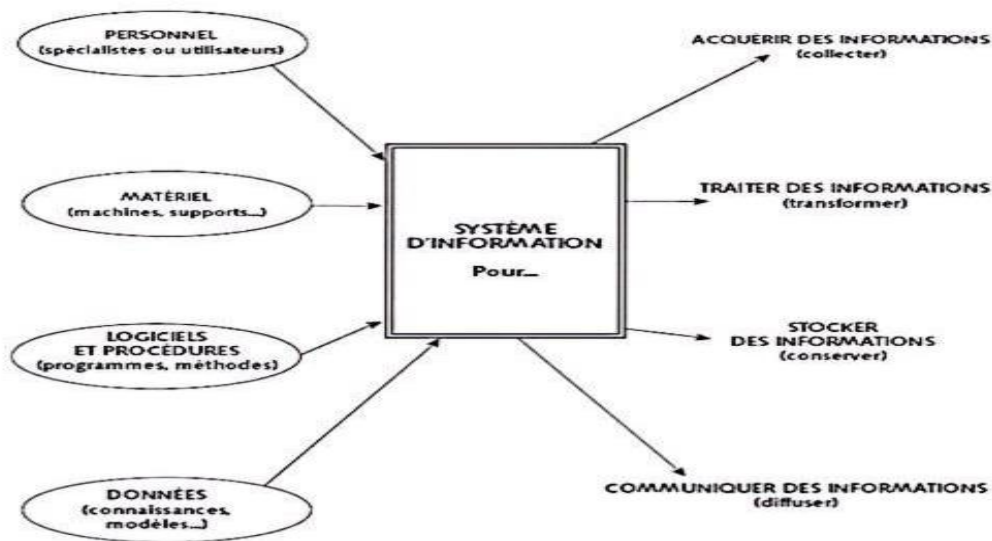
4.1. Généralité sur les systèmes d'information de logistique portuaire

Les systèmes d'information occupent une place essentielle dans la gestion logistique portuaire moderne. Ils permettent d'assurer la fluidité des échanges, la coordination des acteurs et l'optimisation des opérations portuaires.

4.1.1. définition des systèmes d'information

Un système d'information est un ensemble intégré de composants technologiques, humains et organisationnels qui travaillent ensemble pour collecter, traiter, stocker et diffuser des informations destinées à soutenir la prise de décision, la coordination des activités et le contrôle opérationnel au sein d'une entreprise. les systèmes d'information modernes transcendent leur fonction technique de base pour devenir des actifs stratégiques essentiels, capables de transformer les données en connaissances actionnables et de créer de la valeur pour l'organisation. Ils mettent particulièrement en lumière le rôle central de ces systèmes dans l'optimisation des processus métiers, l'amélioration de la collaboration entre services et le renforcement de la compétitivité des entreprises à l'ère numérique. (Laudon & Laudon, 2020).

Figure 5 : Représentation du Système d'Information dans une organisation



Source: (Reix, Fallery, & Kalika, 2011, p. 5)

4.1.2. les systèmes d'information logistique

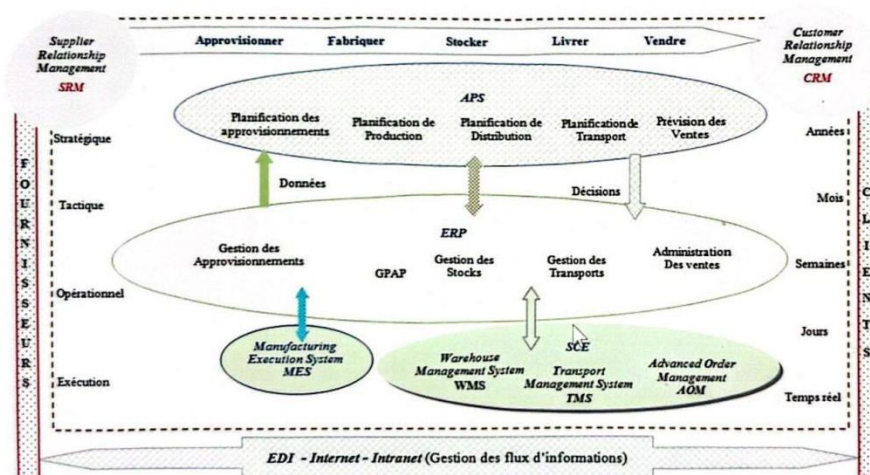
Les systèmes d'information logistique (SIL) jouent un rôle central dans l'optimisation des chaînes d'approvisionnement modernes

A) Définition

Un système d'information logistique (SIL) désigne l'ensemble des outils, plateformes et technologies mis en œuvre pour gérer de manière efficace les flux physiques et informationnels tout au long de la chaîne logistique. les SIL constituent des plateformes intégrées qui permettent de superviser, automatiser et optimiser l'ensemble des processus logistiques, depuis l'approvisionnement en matières premières jusqu'à la distribution finale des produits, en passant par le stockage, la préparation de commandes et le transport. Ces systèmes se distinguent par leur capacité à centraliser et traiter en temps réel les données logistiques, ce qui favorise une meilleure visibilité sur l'ensemble des opérations et une prise de décision plus rapide et plus pertinente. Grâce à l'automatisation des processus clés – comme la gestion des stocks, la préparation et l'expédition des commandes – les SIL permettent de réduire les erreurs humaines,

gagner du temps et améliorer l'efficacité opérationnelle. Par ailleurs, ils jouent un rôle crucial dans la coordination entre les différents acteurs de la supply chain, qu'il s'agisse des fournisseurs, des prestataires logistiques, des transporteurs ou des clients finaux. L'un des atouts majeurs de ces systèmes réside également dans leur capacité à assurer une traçabilité complète des produits, depuis leur entrée dans le réseau logistique jusqu'à leur livraison finale, ce qui renforce à la fois la qualité de service et la sécurité. Il existe plusieurs types de systèmes d'information spécialisés dans la logistique, chacun répondant à des besoins spécifiques. Les WMS (Warehouse Management Systems), par exemple, sont des outils essentiels pour la gestion des entrepôts : ils permettent de piloter l'ensemble des opérations internes, telles que la réception des marchandises, leur rangement, leur prélèvement, leur emballage et leur expédition, en optimisant les trajets, les emplacements et les ressources. Les TMS (Transport Management Systems), quant à eux, sont conçus pour gérer efficacement le transport des marchandises. Ils prennent en charge la planification des tournées, la gestion des coûts de transport, le suivi des livraisons en temps réel, ainsi que la gestion documentaire liée à la logistique du transport. Enfin, les ERP (Enterprise Resource Planning) intègrent souvent des modules logistiques, permettant une vision globale et transversale des données de l'entreprise en reliant la logistique aux fonctions financières, commerciales ou de production. L'implémentation de ces solutions logicielles dans les organisations logistiques permet non seulement d'augmenter la productivité et la réactivité, mais aussi d'améliorer la qualité des prestations, tout en réduisant significativement les coûts logistiques. En résumé, les systèmes d'information logistique constituent un levier stratégique incontournable pour les entreprises soucieuses d'optimiser leur supply chain dans un environnement de plus en plus concurrentiel et exigeant. (Hugos, 2018).

Figure 6 : Représentation du Système d'Information dans une organisation



Source : (Boubker & Khalid, 2016, p. 400)

B) Les fonctions des systèmes d'information logistique

Les systèmes d'information logistique remplissent plusieurs fonctions essentielles pour assurer une gestion optimale de la chaîne d'approvisionnement.

- **Gestion et optimisation des opérations d'entrepôt**
En automatisant et rationalisant les processus logistiques, les SIL permettent une gestion en temps réel des stocks et des flux, une optimisation des parcours en entrepôt, ainsi qu'une réduction des temps de cycle. Ces systèmes contribuent également à minimiser les erreurs humaines, ce qui améliore globalement la précision et la fluidité des opérations (Hugos, M. 2022).
- **Planification et gestion des transports**
pour mesurer et analyser la performance des opérations logistiques. Cela inclut le calcul d'indicateurs clés de performance (KPI), l'identification des goulots d'étranglement, ainsi que la simulation de différents scénarios pour évaluer les impacts potentiels. De plus, ces systèmes permettent d'évaluer les coûts logistiques afin d'optimiser les ressources et les dépenses (Lambert, D.M., et al. 2023).
- **Intégration et coordination supply chain**
ce qui permet une meilleure synchronisation des flux logistiques. Ils jouent également un rôle clé dans la gestion des exceptions et la traçabilité des produits tout au long de leur parcours, assurant ainsi une transparence et une réactivité accrues (Hugos, M. 2022).
- **Aide à la décision logistique**
Ces systèmes fournissent des tableaux de bord personnalisés et des analyses prédictives, permettant aux décideurs de prendre des décisions éclairées. Les alertes préventives aident à anticiper les problèmes avant qu'ils ne surviennent, tandis que les outils de reporting permettent d'analyser en profondeur les données recueillies pour optimiser les opérations à long terme (Lambert, D.M., et al. 2023).

4.2. Les différents types de systèmes d'information logistique

L'efficacité des chaînes logistiques contemporaines repose en grande partie sur la performance des systèmes d'information qui les sous-tendent. Cette section examine les trois principales catégories de solutions logicielles qui structurent aujourd'hui la gestion des flux.

4.2.1. Progiciels spécialisés

Les progiciels spécialisés constituent des solutions logicielles dédiées à des fonctions logistiques spécifiques, offrant des fonctionnalités avancées pour optimiser les opérations de la chaîne d'approvisionnement.

A) Advanced Planning and Scheduling (APS)

L'APS se définit comme une approche systématique et informatisée visant à optimiser la planification et l'ordonnancement des activités logistiques et industrielles au sein des chaînes d'approvisionnement. Ce système s'appuie sur des algorithmes avancés pour modéliser les flux de production, anticiper les demandes, synchroniser les ressources (matières premières, équipements, main-d'œuvre) et résoudre les conflits de priorité en temps réel. Contrairement aux outils traditionnels de planification, l'APS intègre des contraintes complexes (capacités

limitées, délais fournisseurs, variations de la demande) et propose des scénarios optimisés pour améliorer l'efficacité globale. Selon Stadtler, sa force réside dans sa capacité à relier les décisions stratégiques (comme la gestion de réseau) aux opérations quotidiennes, tout en s'adaptant aux incertitudes du marché. Ainsi, l'APS devient un pilier de la supply chain agile, permettant aux entreprises de réduire les coûts, minimiser les stocks excédentaires et respecter les engagements clients avec une plus grande précision (Stadtler, 2005). Un système APS se caractérise par trois propriétés fondamentales selon Stadtler et Kilger (2005) :

- Une planification intégrée de l'ensemble de la chaîne logistique, couvrant au minimum les flux fournisseurs-clients d'une entreprise, voire d'un réseau étendu d'organisations ;
- Une optimisation réelle par la définition précise d'alternatives, d'objectifs et de contraintes, avec des méthodes d'optimisation exactes ou heuristiques ;
- Une architecture hiérarchique permettant de concilier les deux propriétés précédentes : cette approche évite à la fois l'impracticité d'un système monolithique et les sous-optimisations d'une planification séquentielle, offrant ainsi un compromis optimal entre faisabilité opérationnelle et prise en compte des interdépendances.

B) Warehouse Management System (WMS)

Le WMS (Warehouse Management System) est une application logicielle ayant pour but de gérer les opérations quotidiennes effectuées dans un entrepôt. Il permet notamment de connaître les produits en stock et de les tracer de l'entrée à la sortie. Peut être une application spécifique ou une partie spécifique de l'ERP (Enterprise Resources Planning) destinée à l'entrepôt. Les WMS peuvent présenter de nombreuses fonctionnalités, correspondant aux spécificités de l'entrepôt et de l'activité. On trouve parmi les fonctionnalités basiques des WMS la gestion des entrées, des sorties, des articles en stock, la gestion des prélèvements, des colisages, des expéditions ou encore le contrôle qualité. L'entreprise peut également implémenter des options haut de gamme du WMS afin de s'adapter à ses besoins spécifiques ou de faciliter la gestion de son activité.

Les fonctionnalités suivantes pourront notamment être mises en place:

- la gestion de la radiofréquence pour la mise en stock et le prélèvement;
- le pré-colisage;
- le réapprovisionnement;
- le Pick To Light (prélèvement par signal lumineux);
- la gestion des vagues de prélèvement;
- la gestion des ressources humaines;

Le choix des fonctionnalités du WMS doit se faire en fonction des besoins de l'entrepôt et de son évolution envisagée. Le système doit s'adapter aux processus de l'entreprise sans rendre le travail des employés plus difficile. En effet, l'acceptation du système par les utilisateurs finaux est essentielle pour que celui-ci soit utilisé de manière optimale (Melchoir & Moreau, 2017, p. 205-206).

C) Transport Management System (TMS)

Le TMS (Transport Management System) est une solution informatique conçue pour accompagner la gestion des opérations de transport au sein d'une entreprise. Ce système permet non seulement d'optimiser la planification des transports mais également de gagner en visibilité sur les coûts et d'assurer un suivi précis des marchandises en transit. Selon les besoins, certains TMS se focalisent sur les exigences des chargeurs, tandis que d'autres sont plus spécifiquement développés pour répondre aux attentes des prestataires de transport. La diversité des solutions présentes sur le marché est notable. On trouve ainsi des systèmes dont les coûts de mise en œuvre restent abordables et qui répondent efficacement aux besoins des petites et moyennes entreprises. En parallèle, d'autres TMS, dotés de fonctionnalités très avancées et offrant une grande puissance de traitement, nécessitent cependant une implantation plus complexe, ce qui les rend adaptés principalement aux grandes structures. Le choix des fonctionnalités à intégrer dans un TMS doit être guidé par une analyse approfondie des besoins particuliers de l'entreprise. En effet, plusieurs critères entrent en ligne de compte tels que la complexité des opérations, la portée internationale de l'activité, l'utilisation prévue du système ainsi que le profil des utilisateurs finaux qui en dépendront. Il est donc essentiel d'opter pour une solution flexible et évolutive, capable de s'adapter aux évolutions du secteur.

Parmi les fonctionnalités de base indispensables d'un TMS, on peut citer :

- **La planification des transports** : Ce module permet d'optimiser les itinéraires et les plans de transport à partir des commandes, ce qui contribue significativement à la réduction des coûts logistiques.
- **L'édition des documents de transport** : Automatiser la création et l'édition de ces documents facilite la gestion administrative et opérationnelle.
- **La gestion des opérations physiques et la traçabilité des marchandises** : Ces fonctionnalités garantissent une visibilité complète sur le parcours des produits, renforçant ainsi la sécurité et le suivi des expéditions.
- **Le reporting et les tableaux de bord** : Ils offrent aux décideurs la possibilité d'analyser les coûts, de mesurer la performance et de prendre des décisions éclairées.

De surcroît, il est fréquent que le TMS doive interagir avec d'autres logiciels utilisés par l'entreprise. Par conséquent, lors du choix de ce progiciel, il convient de s'assurer de sa capacité à communiquer de manière fluide avec d'autres systèmes déjà en place, ce qui garantit une meilleure intégration et une cohérence dans la gestion de l'ensemble des processus. (Melchoir & Moreau, 2017, p. 230)

4.2.2. Enterprise Resource Planning (ERP)

Les systèmes de planification des ressources de l'entreprise (ERP) constituent aujourd'hui une solution intégrale pour optimiser la gestion des opérations logistiques dans les organisations. Ces plateformes sophistiquées permettent d'interconnecter l'ensemble des fonctions de l'entreprise au sein d'un environnement unifié, offrant ainsi une visibilité complète sur l'intégralité de la chaîne d'approvisionnement. La caractéristique distinctive des ERP se trouve dans leur conception modulaire, où chaque composant est dédié à une fonction métier

particulière tout en partageant une base de données centralisée, facilitant ainsi la cohérence et l'intégrité des informations à travers l'organisation (Jacobs & Chase, 2021; Davenport, 2022).

A) Les Avantages des Systèmes ERP en Logistique

Un ERP présente de nombreux avantages desquels on peut citer :

- L'intégration des données constitue l'un des avantages fondamentaux des systèmes ERP en environnement logistique. L'élimination des silos informationnels grâce à une base de données unifiée permet une circulation fluide et cohérente de l'information entre les différents départements. Cette centralisation favorise une prise de décision éclairée basée sur des données fiables et actualisées, réduisant ainsi les risques d'erreurs et d'incohérences (Davenport, 2022).
- L'automatisation des processus logistiques représente un autre bénéfice majeur des systèmes ERP. En automatisant les tâches répétitives comme les commandes fournisseurs, la gestion des réceptions et des expéditions, ces systèmes permettent de réduire considérablement la charge administrative et les erreurs manuelles. Les mécanismes de réapprovisionnement automatique basés sur des seuils prédéfinis garantissent une optimisation des niveaux de stock, minimisant ainsi les risques de rupture ou de surstockage (Jacobs & Chase, 2021).
- La coordination interfonctionnelle améliorée constitue un avantage stratégique des ERP particulièrement pertinent pour les opérations logistiques. En synchronisant les activités entre les services achat, production, entreposage et distribution, ces systèmes favorisent une réduction significative des délais d'exécution. Cette coordination optimisée se traduit par une meilleure réactivité face aux fluctuations de la demande et aux imprévus opérationnels (Ptak & Schragenheim, 2021).
- La traçabilité renforcée des produits représente un bénéfice crucial des systèmes ERP modernes dans un contexte où les exigences réglementaires et les attentes des consommateurs en matière de transparence ne cessent de croître. Les ERP permettent de suivre minutieusement chaque produit ou composant depuis sa réception jusqu'à sa livraison finale, en passant par toutes les étapes intermédiaires de transformation et de stockage (Bendoly, 2022).

4.2.3. Les Échanges des Données Informatisées (EDI)

L'EDI est le nom donné aux opérations d'échange d'informations entre applications informatiques de partenaires ou d'organisations distinctes au travers d'un réseau de télécommunication. Ces données sont structurées et formatées suivant un standard commun aux deux partenaires. L'EDI est une méthode permettant des transmissions automatiques et fréquentes d'informations entre partenaires commerciaux. Pour être efficace, ce type d'échange doit garantir la sécurité des données, l'exactitude des informations (sans ambiguïté), ainsi qu'une standardisation qui rende les messages lisibles par des entreprises de secteurs variés, situées dans le monde entier. Cela implique l'usage d'un langage structuré et codifié commun, indépendant des systèmes internes des partenaires, qui sont souvent organisés de manière hétérogène. L'EDI s'appuie donc sur une interface qui relie les systèmes d'information des

parties prenantes, en tenant compte des différences liées à leurs fonctions respectives — comme celles d'un producteur, d'un distributeur ou d'un transporteur (Vallin, 2019)

A) Les enjeux de l'EDI

Les enjeux liés à l'EDI peuvent être analysés sous trois grands angles : administratif, logistique, et concurrentiel.

- **Enjeux administratifs**

L'EDI permet une réduction significative des coûts administratifs en automatisant les échanges de données. Grâce à l'intégration directe avec les logiciels de gestion, les tâches répétitives telles que la saisie manuelle, la relecture, le tri, ou l'envoi de courriers sont supprimées. Certains retours d'expérience mentionnent une division par dix du coût de traitement d'une commande. Sur le plan qualitatif, l'EDI réduit les erreurs humaines, accélère les transferts d'information et permet un contrôle systématique des documents échangés. Cette automatisation mène souvent à une révision et à une amélioration des procédures internes, en rationalisant les flux et en recentrant les tâches administratives vers des activités à plus forte valeur ajoutée (Vallin, 2019).

- **Enjeux logistiques**

Dans la chaîne logistique, la rapidité et la régularité des échanges d'informations sont essentielles pour assurer la traçabilité des produits et la qualité des livraisons. L'EDI facilite, par exemple, le suivi des expéditions et permet au client d'être informé en temps réel. Il joue un rôle clé dans la gestion des flux tendus et synchrones, notamment dans les secteurs comme l'automobile. De plus, la diminution des erreurs administratives contribue à réduire les retours de produits ou les livraisons incomplètes — certaines entreprises ont observé une baisse de 30 à 40 % des erreurs. (Paché, 1999)

- **Enjeux concurrentiels**

Sur le plan concurrentiel, la réactivité est un avantage stratégique. Un fournisseur capable de transmettre des informations rapidement peut mieux gérer ses stocks, répondre plus vite aux besoins clients, et maintenir à jour ses catalogues de produits et services. En outre, la mise en place d'un système EDI entre deux partenaires renforce la fiabilité de leur relation commerciale et consolide leur collaboration à long terme (Vallin, 2019).

B) La mise en place de l'EDI

Dans le cadre de la mise en place de l'EDI (Échange de Données Informatisé) dans une entreprise, il est crucial de disposer de deux partenaires motivés et convaincus des avantages de l'interdépendance. La mise en œuvre nécessite une réorganisation des processus internes, incluant le choix du réseau, des formats de messages et des règles d'échange, ce qui peut bouleverser les pratiques administratives existantes. Les étapes de mise en place comprennent la constitution d'une équipe pluridisciplinaire, l'identification des partenaires et des données à protocoles d'échange. Le choix du matériel, du réseau et des logiciels nécessaires doit être fait

avec soin, tout en contrôlant les délais de transmission des messages. De plus, il est essentiel de développer des interfaces avec le système d'information de l'entreprise et de rédiger un contrat de transfert électronique des données, qui formalise les engagements des partenaires, notamment en matière de gestion des transactions et de responsabilités en cas de problème, surtout en ce qui concerne la dématérialisation des pièces comptables (Vallin, 2017).

4.3. Systèmes d'opération du terminal TOS

Le TOS est un levier stratégique pour améliorer la productivité dans les terminaux à conteneurs. Toutefois, son efficacité repose sur une mise en œuvre soignée, une formation adéquate des utilisateurs, et une maintenance continue du système.

4.3.1. Définition

Le Terminal Operating System (TOS) est un système d'information central utilisé dans les terminaux à conteneurs pour gérer, automatiser et optimiser les opérations logistiques. Il s'agit d'un logiciel spécialisé qui permet d'assurer une gestion efficace des mouvements de conteneurs au sein du terminal, en garantissant une coordination fluide entre les différents équipements, services et acteurs impliqués dans les opérations portuaires. Le TOS est défini comme un outil intégré qui soutient la planification, le suivi, le contrôle et la coordination des opérations dans un terminal, notamment celles relatives à la réception, au stockage, au déplacement et à la livraison des conteneurs. Il centralise et traite les données provenant des compagnies maritimes, des transporteurs, des grues et des systèmes de gestion du trafic portuaire, ce qui permet d'assurer un suivi en temps réel et une traçabilité complète des flux logistiques. En d'autres termes, le TOS agit comme un "cerveau numérique" du terminal portuaire, en orchestrant l'ensemble des opérations, depuis la planification du déchargement des navires, le placement des conteneurs dans les zones de stockage, jusqu'à leur réexpédition via d'autres modes de transport (camions, trains). Il génère également des rapports de performance, fournit des tableaux de bord pour la prise de décision, et permet l'automatisation de nombreuses tâches répétitives, réduisant ainsi les erreurs humaines. (Liauw et al. 2018).

4.3.2. Fonctions principales du Terminal Operating System (TOS)

Le Terminal Operating System (TOS) est, selon Suherman, Liauw et Anggraini (2020), un outil fondamental dans la gestion des terminaux portuaires modernes. Il permet d'assurer une coordination précise, une automatisation des tâches critiques, ainsi qu'une optimisation des flux physiques et informationnels dans l'ensemble des opérations portuaires. Ses principales fonctions peuvent être regroupées comme suit :

A) Gestion des mouvements de conteneurs

Le TOS permet de superviser tous les mouvements de conteneurs à l'intérieur du terminal, qu'ils soient entrants, sortants ou en transit. Il affecte automatiquement les emplacements optimaux dans les parcs à conteneurs en se basant sur des règles logistiques prédéfinies, comme le type de cargaison, la date d'expédition, ou encore les priorités d'accès. Cela permet de réduire les déplacements inutiles, de gagner du temps et d'améliorer la productivité des équipements.

B) Planification des opérations de quai

Il joue un rôle clé dans la planification du chargement et du déchargement des navires. Il prend en compte la configuration spécifique de chaque navire, les créneaux horaires disponibles, les types de conteneurs, et la disponibilité des grues et autres équipements. Ce planning automatisé permet de minimiser le temps d'accostage, d'éviter les conflits de ressources et d'assurer une fluidité maximale dans les opérations à quai.

C) Gestion des ressources matérielles et humaines

il contribue à l'allocation optimale des ressources humaines et mécaniques. Il affecte les tâches aux grues portuaires, aux tracteurs, aux reach stackers et planifie les équipes en fonction des besoins opérationnels réels. Cela permet d'éviter les surcharges, de mieux équilibrer la charge de travail et d'optimiser l'utilisation du personnel et des équipements.

D) Suivi en temps réel des opérations

Grâce à ses interfaces graphiques dynamiques, le TOS fournit une visualisation en temps réel de toutes les opérations du terminal. Les superviseurs peuvent ainsi surveiller l'état des opérations à chaque instant, détecter les anomalies ou les congestions, et prendre rapidement des décisions correctives pour maintenir la fluidité des flux.

E) Communication inter-systèmes

Un des atouts majeurs du TOS est sa capacité à s'intégrer avec d'autres systèmes utilisés dans l'écosystème portuaire. Il peut dialoguer avec :

- Les systèmes de gestion du trafic maritime (VTS),
 - Les plates-formes douanières,
 - Les ERP logistiques des clients et des opérateurs,
 - Les systèmes de réservation des transporteurs routiers ou ferroviaires.
- Cette interconnexion favorise une vision globale et synchronisée des opérations, améliore la coordination inter-organisationnelle et facilite le partage de données en temps réel.

F) Traçabilité et sécurité

Le TOS assure une traçabilité complète de toutes les opérations portuaires. Il conserve un historique détaillé des mouvements de chaque conteneur, des interventions des équipements et des temps de traitement. Ces données sont essentielles pour la sécurité, la conformité réglementaire, les vérifications douanières et les audits qualité. Elles constituent également une base précieuse pour l'analyse de performance et l'amélioration continue des processus.

Figure 7: Représentation schématique des principales opérations gérées par un Terminal Operating System (TOS) dans un terminal à conteneurs.



Source : Anwar, M. (2019). Digitalization in container terminal logistics: A literature review. Proceedings of the 27th Annual Conference of the International Association of Maritime Economists (IAME) (pp. 1-25).

4.3.3. Les défis liés à l'implémentation du (TOS)

L'implémentation d'un TOS dans un terminal portuaire représente un projet stratégique à fort impact, mais dont la réussite est conditionnée par plusieurs facteurs. selon Gekara et Nguyen (2020).

A) Défis techniques

- **Intégration technologique complexe** : L'un des défis majeurs concerne l'intégration des nouveaux modules TOS avec les équipements existants (grues, capteurs, serveurs), ce qui nécessite une infrastructure informatique robuste et une architecture réseau stable pour garantir la fluidité des opérations.
- **Fiabilité du système** : Des bogues logiciels et des limitations des algorithmes de planification peuvent compromettre la performance globale. Une mauvaise configuration peut ralentir les opérations, voire provoquer des pannes critiques.
- **Standardisation** : L'absence d'uniformité dans les codes, couleurs et interfaces des systèmes peut provoquer des erreurs opérationnelles, notamment entre différents terminaux du même réseau portuaire

B) Défis humains

- **Résistance au changement** : La transition d'un système manuel à un système automatisé entraîne souvent des résistances de la part du personnel, notamment les opérateurs habitués à des méthodes traditionnelles.
- **Besoin élevé de formation continue** : Le TOS étant un système complexe, sa maîtrise nécessite une formation régulière et approfondie de l'ensemble du personnel impliqué (planification, facturation, opérations).

- **Manque d'expérience** : Les utilisateurs inexpérimentés peuvent compromettre l'efficacité du système en raison d'une mauvaise manipulation ou d'une compréhension limitée de ses fonctionnalités.

C) Défis organisationnels

- **Coordination interservices difficile** : L'implémentation du TOS nécessite une collaboration étroite entre les services IT, logistique, planification et RH. Un manque de communication peut ralentir le déploiement.
- **Alignement des perceptions** : Il est essentiel d'unifier les visions et les attentes entre les gestionnaires de projet et les équipes opérationnelles afin d'assurer une adoption harmonieuse du système.
- **Gestion du changement insuffisante** : La réussite de l'implémentation dépend en grande partie de l'approche de gestion du changement adoptée, incluant un accompagnement psychologique du personnel et une stratégie de communication claire.

D) Défis liés à la maintenance et à l'évolution

- **Maintenance continue requise** : Pour que le TOS reste performant, il doit être mis à jour régulièrement, ce qui implique des coûts et des ressources humaines spécialisées.
- **Adaptation aux évolutions du trafic et des volumes** : Le TOS doit pouvoir évoluer en fonction des fluctuations d'activité portuaire, notamment pendant les périodes de pic ou lors de l'introduction de nouveaux services.

Conclusion

Pour clôturer ce premier chapitre, il convient de rappeler les éléments essentiels qui ont été abordés. Le port, en tant que maillon central des échanges internationaux, a connu une évolution majeure sous l'effet de la mondialisation et des avancées technologiques. Il représente aujourd'hui un pilier stratégique dont la performance influence directement l'efficacité des chaînes logistiques globales. Face à un environnement de plus en plus compétitif, les terminaux à conteneurs sont constamment amenés à optimiser leurs opérations pour limiter les inefficacités et répondre aux exigences du commerce maritime moderne. Dans ce contexte, l'évaluation de la performance logistique portuaire devient un outil indispensable pour assurer une gestion optimale des flux. Cette évaluation s'appuie sur des indicateurs précis et des systèmes d'information performants, tels que les TOS (Terminal Operating Systems), qui permettent un pilotage efficace des activités portuaires. Ainsi, ce chapitre a permis de poser les bases théoriques et conceptuelles nécessaires pour comprendre les enjeux de la logistique portuaire et les leviers d'amélioration de sa performance.

CHAPITRE 2 : CADRE METHODOLOGIQUE ET ORGANISATIONNEL

Introduction

Le choix d'une méthode adéquate pour la collecte et l'analyse des données est essentiel afin de structurer l'étude et de répondre efficacement à la question de recherche. Ce chapitre expose le cadre méthodologique adopté, en détaillant les méthodes et outils mobilisés pour la collecte et l'analyse des données. Dans une seconde partie, il présente également l'organisme d'accueil.

Section 01 : Cadre Méthodologique

Cette section expose le dispositif méthodologique mis en œuvre dans le cadre de notre étude. Elle détaille les approches qualitatives et quantitatives mobilisées afin de répondre rigoureusement à notre problématique

1.1.L'approche qualitative

Notre étude a pour objectif de mesurer l'impact de la digitalisation sur la performance de la logistique portuaire, et ce, à travers une analyse approfondie du cas de l'entreprise DP World Djazaïr. Pour ce faire, nous avons opté pour une méthode de recherche qualitative, jugée la plus appropriée pour répondre à notre problématique. En effet, la recherche qualitative permet d'obtenir des retours plus approfondis sur l'expérience des acteurs et sur la compréhension du fonctionnement interne de l'entreprise, tout en facilitant la collecte d'informations détaillées concernant sa logistique. Les chercheurs s'accordent généralement à dire que la recherche qualitative se déroule dans un environnement naturel, où le chercheur agit comme un instrument de collecte, en réunissant des paroles, des récits ou des images, les analysant de manière inductive, et en mettant l'accent sur le sens que les participants donnent à leurs pratiques (Yin, 2014). Cette approche est particulièrement adaptée à l'étude approfondie d'un cas unique, comme celui de DP World Djazaïr, permettant d'explorer finement les mécanismes liés à la digitalisation.

1.2.Techniques de recueil d'informations

Dans le cadre de cette recherche, nous avons privilégié une collecte de données qualitative à travers deux méthodes complémentaires : la conduite d'entretiens semi-directifs et l'observation. Cette combinaison méthodologique nous a permis d'explorer en profondeur les perceptions et expériences des acteurs concernés par la digitalisation de la logistique portuaire, tout en confrontant ces discours aux pratiques opérationnelles observées sur le terrain.

1.2.1 Entretiens semi-directifs

L'entretien semi-directif est une méthode qualitative largement utilisée en sciences sociales et en management, en raison de son équilibre entre cadre structuré et liberté d'expression. Il se situe entre deux extrêmes méthodologiques : l'entretien directif, souvent jugé rigide en raison de son format fermé, et l'entretien non directif, plus libre mais parfois difficile à canaliser. L'entretien semi-directif repose sur une grille thématique préalablement définie, conçue à partir des objectifs de recherche. Cette grille offre un repère au chercheur, sans pour autant restreindre

l'interaction : l'ordre des questions peut varier, leur formulation peut être adaptée, et des approfondissements peuvent être ajoutés en fonction des réponses de l'interviewé.

Cette flexibilité permet au chercheur d'explorer en profondeur les perceptions, les pratiques et les représentations des participants, tout en veillant à couvrir de manière systématique les axes majeurs de l'étude. Elle est donc particulièrement pertinente pour l'analyse de phénomènes complexes, tels que les transformations organisationnelles, les pratiques logistiques ou les usages du numérique en entreprise, qui nécessitent à la fois rigueur et sensibilité au contexte (Thietart, 2014, p. 223).

Parmi les principaux avantages de cette méthode, on peut citer sa capacité à générer des récits riches, nuancés et contextualisés, favorisant une meilleure compréhension des réalités vécues par les acteurs interrogés. Toutefois, cette méthode présente également certaines limites : l'analyse des données peut s'avérer complexe en raison de l'hétérogénéité des discours recueillis, et l'interaction entre enquêteur et interviewé peut introduire des biais, notamment liés à l'interprétation ou à la reformulation des questions (Blanchet & Gotman, 2012, p. 47).

1.2.2. Observation

L'observation constitue une approche qualitative permettant de collecter des données en examinant directement les comportements, les interactions et les phénomènes au sein de leur environnement naturel. Contrairement aux entretiens, qui reposent essentiellement sur les discours des individus, elle offre une opportunité d'analyse des pratiques effectives des acteurs, ce qui en fait un complément précieux et souvent une source d'information plus objective. Cette méthode repose sur un processus de recueil structuré des comportements, des événements et des conditions contextuelles dans leur cadre d'émergence, offrant ainsi une vision approfondie de dynamiques souvent imperceptibles dans les échanges verbaux. Elle permet au chercheur d'accéder à des éléments non verbaux, tels que les gestes, les postures et les interactions spontanées, ainsi qu'à des mécanismes sociaux implicites qui ne seraient pas nécessairement formulés dans un entretien. À travers l'observation, il devient possible d'appréhender les phénomènes étudiés dans leur complexité, en tenant compte des multiples dimensions qui façonnent les réalités organisationnelles et comportementales. Cette approche s'avère particulièrement pertinente dans l'analyse des processus interactifs et des structures informelles qui régissent le fonctionnement des groupes et des institutions, en mettant en lumière des dimensions parfois difficilement verbalisables par les acteurs eux-mêmes (Thietart, 2014, p. 225).

1.2.3. L'analyse documentaire

L'analyse documentaire est une méthode systématique permettant d'explorer et d'interpréter les ressources écrites et numériques disponibles au sein d'une organisation ou dans son environnement externe. Elle inclut l'examen de divers supports tels que les archives, les règlements, les études antérieures, les comptes rendus et les directives stratégiques. Cette technique favorise une collecte rigoureuse de données tout en assurant une neutralité scientifique et une validation méthodologique solide (Paillé & Mucchielli, 2023).

1.3.L'approche quantitative

Nous avons recueilli des données quantitatives à partir du système d'information TOS (ZODIAC) utilisé par DP World Djazair. L'analyse a couvert la période de 2019 à 2024, en nous appuyant sur quatre indicateurs clés de performance (KPI) : le nombre de conteneurs traités, le temps moyen de traitement par conteneur, le taux d'utilisation des équipements, et le délai moyen de séjour des conteneurs.

Les données ont été extraites conformément aux procédures opérationnelles de l'entreprise, puis traitées et analysées à l'aide du logiciel **Excel**. Des graphiques ont été élaborés pour visualiser l'évolution des performances sur la période étudiée, ce qui a permis de dégager des tendances, d'identifier des variations importantes et d'évaluer l'impact des efforts de digitalisation sur la performance logistique du terminal.

1.4.La population cible

L'élaboration d'un plan d'échantillonnage commence par l'identification de la population cible, c'est-à-dire l'ensemble des individus ou objets qui détiennent les informations recherchées et sur lesquels porteront les conclusions de l'étude. Cette population doit être définie avec précision, car une définition vague ou incorrecte peut compromettre la validité des résultats, rendant l'étude peu pertinente, voire trompeuse. La définition de la population cible consiste à traduire le problème de recherche en une description claire des personnes qui doivent ou ne doivent pas faire partie de l'échantillon. Cette description repose sur quatre critères principaux : les éléments, les unités d'échantillonnage, l'étendue géographique, et la dimension temporelle. L'élément est l'unité d'intérêt sur laquelle porte la recherche ; dans les enquêtes, il s'agit souvent de la personne interrogée. L'unité d'échantillonnage, quant à elle, correspond soit à l'élément lui-même, soit à un groupe contenant cet élément et qui est accessible à une certaine étape du processus de sélection. L'étendue désigne les limites géographiques de l'étude (par exemple, une ville, une région ou un pays), tandis que la dimension temporelle fait référence à la période pendant laquelle les données sont collectées. Cependant, la définition de la population cible peut parfois être plus complexe. Prenons le cas d'une étude visant à analyser les réactions des consommateurs à une nouvelle crème hydratante pour hommes (Malhotra, Nunan, & Birks, 2017).

Tableau 2:Profils des personnes interviewées

Responsable	Ancienneté	La durée d'entretien	la date de l'entretien
Planning Manager	20 ans	45 min	20/04/2025
Vessel Planner	16 ans	50 min	21/04/2025
yard Planner	12 ans	40 min	21/04/2025
Planning Controller	9 ans	55 min	23/04/2025

1.5. Analyse des données

Pour analyser les données qualitatives issues des entretiens, nous avons retenu l'approche d'analyse thématique développée par Braun et Clarke (2006). Cette méthode, largement reconnue pour sa rigueur et sa transparence, consiste à identifier, organiser et interpréter les motifs récurrents (thèmes) présents dans un corpus de données. Elle se déroule en six étapes successives : familiarisation avec les données par des lectures répétées, codage initial, regroupement des codes en thèmes potentiels, révision de ces thèmes à partir des données brutes, affinage et dénomination des thèmes, puis rédaction de l'analyse. Ce processus systématique permet de garantir la validité interne de l'étude et d'assurer une traçabilité claire entre les données recueillies et les interprétations formulées (Nowell et al., 2017 ; Braun & Clarke, 2006 ; Creswell & Poth, 2018).

Section 2 : Cadre organisationnel

Cette section vise à présenter le cadre organisationnel général de l'entreprise DP World. Nous commencerons par une brève présentation de la société mère Dubai Port World, en retraçant son historique, avant de nous intéresser à sa filiale en Algérie, DP World El Djazair, et à son mode d'organisation interne.

2.1. l'entreprise mère DUBAI PORT WORLD

Dubai Port World figure parmi les plus importantes entreprises mondiales spécialisées dans la logistique et l'exploitation des terminaux portuaires. Ayant son siège à Dubaï, aux Émirats arabes unis, cette société est une filiale de Port and Free Zone World, qui appartient au gouvernement de Dubaï. Elle occupe une position stratégique dans la chaîne logistique mondiale en proposant une vaste gamme de prestations portuaires et logistiques. Acteur incontournable du commerce maritime international, DP World se distingue par ses terminaux dotés d'infrastructures de pointe, de technologies innovantes et d'une grande capacité de traitement des conteneurs. Grâce à ces atouts, l'entreprise assure efficacement les opérations de chargement, de déchargement et de stockage des marchandises, tout en offrant des services à forte valeur ajoutée tels que la logistique intégrée, la distribution ou encore les formalités douanières. Par ailleurs, DP World s'investit dans le développement de zones franches, qui sont des espaces économiques bénéficiant d'avantages fiscaux et douaniers, visant à encourager les investissements étrangers, à dynamiser les échanges internationaux et à favoriser la croissance économique. En plus de ses activités portuaires, l'entreprise est également présente dans d'autres domaines liés à l'industrie maritime, notamment la gestion de zones industrielles, les services maritimes et la fourniture de solutions logistiques globales. Toujours à l'affût de nouvelles opportunités, DP World poursuit son expansion à travers des partenariats stratégiques et des investissements dans des projets portuaires et logistiques à fort potentiel. Elle est reconnue pour son attachement à l'innovation, au développement durable ainsi qu'à la responsabilité sociétale, cherchant en permanence à optimiser ses opérations, réduire son empreinte écologique et participer activement au progrès des communautés locales.

2.2. Historique de DUBAI PORT WORLD

En 1999, la création de DP Terminals résulte de la fusion entre la "Dubai Port Authority" et les activités internationales de "DPI Terminals". Cette nouvelle entité devient une filiale de Dubai World, un conglomérat fonctionnant selon le modèle d'une société d'investissement, qui détient alors 80 % des parts de DP World. En 2006, DP World renforce sa présence sur la scène mondiale en rachetant la société britannique P&O, alors quatrième opérateur portuaire mondial, pour un montant de 3,9 milliards de livres sterling. Cette acquisition suscite toutefois une vive polémique aux États-Unis, où P&O gère plusieurs ports. Sous la pression du Congrès américain, DP World est contrainte de céder ses activités portuaires situées sur le sol américain. En 2011, face à un endettement élevé estimé à 25 milliards de dollars, l'entreprise entame une vaste restructuration financière. En 2014, dans le cadre de la réorganisation de la dette de Dubai World, DP World rachète pour 2,6 milliards de dollars "Economic Zones World", une société logistique également détenue par Dubai World. Trois ans plus tard, en 2017, DP World élargit ses activités avec l'acquisition de "Dubai Maritime City", une zone dédiée aux activités commerciales et industrielles, ainsi que "Drydocks World", entreprise spécialisée dans la réparation navale, pour un montant global de 405 millions de dollars. En 2018, la firme annonce le rachat de la société danoise de logistique "Unifeeder" pour une somme de 660 millions d'euros. L'année suivante, en 2019, DP World continue son expansion avec l'achat de "Topaz Energy", autre acteur du secteur logistique, pour un milliard de dollars. En 2020, l'entreprise acquiert une participation de 44 % dans la société suisse Swissterminal, renforçant ainsi sa présence en Europe. En juillet 2021, DP World finalise le rachat des parts restantes dans la société sud-africaine Imperial Logistics, pour un montant de 887 millions de dollars, consolidant sa position en Afrique. Enfin, en mars 2022, l'entreprise fait face à une vive controverse au Royaume-Uni après avoir licencié 800 salariés de P&O Ferries pour les remplacer par des marins étrangers, ce qui entraîne une réaction juridique de la part du gouvernement britannique. Parallèlement, DP World étudie la possibilité de créer une zone logistique à Gabès, en Tunisie, en partenariat avec l'homme d'affaires franco-tunisien Mohamed Ayachi Ajroudi.

2.3. L'entreprise DP WORLD EL DJAZAIR

Djazair Port World SPA est une société par actions de droit algérien, disposant d'un capital de 1.881.800.000,00 DZD. Elle emploie environ 700 personnes directement, en plus de plus de 100 travailleurs indirects. Il s'agit d'une co-entreprise entre le groupe émirati Dubai Port World et l'Entreprise Portuaire d'Alger (EPAL). Depuis le 21 mars 2009, cette entité bénéficie d'un contrat de concession lui conférant le droit d'exploiter, de développer et de gérer le terminal à conteneurs du port d'Alger. Le terminal concédé à Djazair Port World SPA s'étend sur une superficie de 33 hectares au sein du port d'Alger, comprenant quatre quais capables d'accueillir des navires de 2 000 EVP. Il comprend également des aires de stockage, des accès d'entrée et de sortie bien connectés aux principaux axes routiers, ce qui lui confère une position logistique stratégique. Ce positionnement a permis une nette amélioration des performances, notamment en matière de rapidité et d'efficacité du traitement des navires et des conteneurs. À titre d'exemple, le temps d'attente pour l'accostage des navires est passé de plus de dix jours en 2009

à moins d'une journée en 2024 pour les petits navires, et de deux à trois jours pour les plus grands. Le terminal est également équipé d'une liaison ferroviaire assurant le transfert des conteneurs vers les ports secs situés dans la région de Rouïba. Grâce à une clientèle en constante augmentation, Djazair Port World SPA détient actuellement 55 % de part de marché du volume de conteneurs au port d'Alger, et occupe la première place à l'échelle nationale avec 23 % de part de marché. Sa capacité actuelle est estimée à 755 600 EVP, avec pour ambition d'atteindre 1 million d'EVP dans un avenir proche. Cette croissance repose sur une politique de développement continue, axée sur l'amélioration des capacités du terminal et la performance logistique, soutenue par des investissements conséquents en infrastructures, équipements et technologies de pointe. L'entreprise a ainsi investi près de 114 millions de dollars pour moderniser ses installations et renforcer son efficacité opérationnelle.

2.4. Organisation de DP World Algérie

DP World Algérie est structurée sous la direction d'un directeur général, qui assure la supervision de quatre directions principales. Chacune de ces directions est ensuite subdivisée en plusieurs services spécialisés, garantissant une gestion efficace et une répartition optimale des responsabilités au sein de l'entreprise.

2.4.1. Direction générale

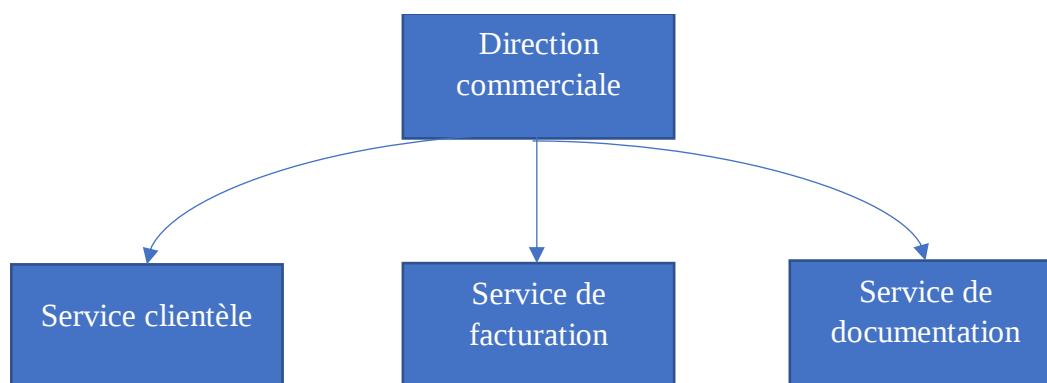
C'est la direction qui dirigée par le Directeur Général, qui en est le principal responsable. Ce dernier est chargé de valider et de signer l'ensemble des rapports et documents importants émanant de la société. Il définit également les grandes orientations de gestion ainsi que la stratégie de management du personnel. Parmi ses missions figurent également la rédaction de rapports finaux, journaliers et mensuels concernant l'ensemble des opérations commerciales, financières, techniques et juridiques de l'entreprise, ainsi que la gestion du personnel. Ces rapports sont ensuite transmis à la maison mère, basée à Dubaï, afin de l'informer régulièrement de l'évolution et des événements liés à sa filiale d'Alger.

2.4.2. Direction commerciale

La direction commerciale est en charge de la gestion des transactions entre l'entreprise et les différents acteurs de la chaîne de transport, tels que les consignataires et les transitaires. Elle supervise la documentation, la facturation ainsi que la relation avec la clientèle. Elle élabore également des rapports quotidiens et hebdomadaires relatifs aux opérations de traitement des navires.

Cette direction occupe une place stratégique en raison de ses interactions directes avec les opérateurs économiques, les entreprises partenaires et les diverses entités avec lesquelles elle négocie et conclut des accords commerciaux. Elle se compose de trois services principaux : le service clientèle, le service de facturation et le service de documentation.

Figure 8 : Structure de la direction commerciale.



Source : élaboré par nos soins à partir de l'organigramme de l'entreprise

2.4.3. Direction des affaires financières

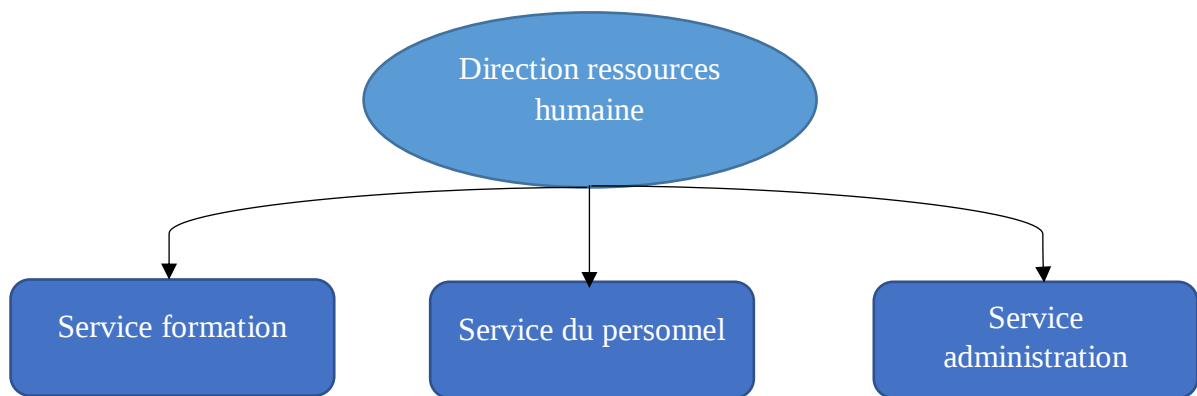
La direction financière joue un rôle central dans la mise en application des politiques de gestion financière et des procédures comptables au sein de l'entreprise. Sa mission principale consiste à superviser et à garantir l'équilibre des flux financiers tout en assurant leur suivi rigoureux. Cette structure est organisée en quatre services distincts :

- A) Service comptabilité :** Ce service regroupe les agents chargés d'exécuter les tâches comptables, telles que le traitement des factures, la préparation des chèques, la gestion des dépenses et des revenus de l'entreprise. Ils assurent également la rédaction de rapports mensuels détaillés sur les dépenses et les revenus globaux.
- B) Service achat :** Ce service se charge de concevoir des modèles de commande destinés à l'exécution des achats requis par l'entreprise, ainsi qu'aux demandes des employés. Cela inclut notamment l'acquisition de fournitures de bureau et de divers équipements nécessaires à l'exercice des activités professionnelles.
- C) Service des affaires juridiques :** Ce service s'occupe de tous les aspects juridiques liés à l'entreprise. Il traite les litiges internes entre employés, les conflits externes, ainsi que les éventuelles actions en justice contre la société. En outre, ce service représente l'entreprise devant les tribunaux et rédige des accords avec d'autres sociétés tout en respectant le cadre légal en vigueur. Il agit en tant qu'intermédiaire légal pour protéger les intérêts de l'entreprise et garantir la conformité juridique de ses activités.
- D) Service de l'informatique :** Ce service est en charge de la gestion des équipements informatiques et des programmes utilisés par l'entreprise, ainsi que de leur maintenance. Il veille à ce que les systèmes nécessaires soient opérationnels pour permettre aux employés de réaliser efficacement leurs missions. Il regroupe notamment les fonctions suivantes : informatique, achats, contrôle financier et affaires juridiques.

2.4.4. Direction des ressources humaines

La direction des ressources humaines joue un rôle fondamental dans l'entreprise, car elle se charge de la gestion des employés et de toutes les fonctions qui s'y rattachent. Ses responsabilités incluent le recrutement des nouveaux talents, l'organisation et le suivi des formations, la fixation des salaires, ainsi que la gestion des conflits pouvant survenir entre les employés. Cette direction est structurée autour de plusieurs bureaux spécialisés, chacun ayant des missions précises : le bureau chargé de la formation, celui des affaires sociales, le bureau en charge de l'élaboration des salaires, le bureau du responsable des ressources humaines, ainsi qu'un bureau administratif et une équipe de conducteurs administratifs. Cette organisation permet une gestion efficace et ciblée des différentes fonctions liées aux ressources humaines.

Figure : Structure de ressources humaine



Source : élaboré par nos soins à partir de l'organigramme de l'entreprise

2.4.5. Direction des opérations

Également connue sous le nom de direction exécutive, cette entité est chargée de superviser l'ensemble des opérations sur le terrain. Ses responsabilités incluent le traitement des navires, la gestion et l'entreposage des conteneurs, le maintien de la sécurité des installations, ainsi que la coordination des travaux de rénovation. Son rôle est essentiel pour assurer le fonctionnement efficace et fluide des activités opérationnelles liées au port et à ses infrastructures.

- A) Service opérationnel :** Ce service se distingue par sa spécialisation dans la gestion des diverses opérations exécutives liées aux activités portuaires. Il prend en charge le chargement et le déchargement des conteneurs des navires, assure l'entretien et la maintenance des grues et des transporteurs de conteneurs, et organise l'accostage des

navires sur les quais en fonction de la qualité et du contenu des conteneurs. Cette expertise opérationnelle garantit la fluidité et l'efficacité des processus portuaires essentiels.

- B) services planification :** Le service planning est responsable de l'élaboration de la planification stratégique des activités, ainsi que de l'organisation des équipes et de la répartition du matériel requis pour le traitement des navires et la gestion des conteneurs, incluant les grues mobiles, les reach stackers (RS) et les véhicules de transport interne (ITV).
- C) Service hygiène sécurité et environnement :** Ce service a pour mission principale de garantir des conditions de travail conformes aux normes internationales afin d'assurer une protection optimale des employés. Il déploie des efforts dans l'organisation de formations, ainsi que des campagnes de sensibilisation et de prévention. Par ailleurs, il veille à la qualité et à la conformité des équipements utilisés, en s'assurant que les employés disposent de tenues adéquates (casques, gilets, chaussures, combinaisons, etc.) et en maintenant un haut niveau de propreté au sein du terminal. La protection des travailleurs et la sécurité de l'environnement constituent ses priorités fondamentales.
- D) Service sécurité :** Ce service assure la protection des travailleurs et des biens de la société et veille à l'exécution du système de sécurité et la protection du terminal.
- E) Service technique :** Ce service est chargé de la maintenance et de la restauration de tous les équipements utilisés dans le port. Il dispose également d'un magasin dédié au stockage des pièces de rechange essentielles, telles que les batteries, huiles, pneumatiques, joints, etc.

Trois types de maintenance y sont effectués :

- **Maintenance curative :** qui concerne la réparation des engins nécessitant des pièces de rechange, planifiée par le département planning.
- **Maintenance d'urgence :** destinée aux interventions immédiates en cas de panne imprévue.
- **Maintenance préventive :** réalisée en fonction des heures de fonctionnement des équipements, pour prévenir les dysfonctionnements.

Ce service assure ainsi le bon état des matériels portuaires et garantit leur fonctionnement optimal.

2.5. Fonctionnement de terminal a conteneur

Dans cette section, nous présentons le déroulement des principales opérations logistiques réalisées dans un terminal à conteneurs. Cela comprend l'accueil des navires, le débarquement des conteneurs, ainsi que leur enlèvement et sortie du port :

2.5.1. Accueil des navires au port

Dès son entrée dans les eaux territoriales, chaque navire doit effectuer une déclaration obligatoire par radio auprès de la capitainerie, précisant notamment son tirant d'eau, sa

provenance, son pavillon, son nom et son heure d'arrivée estimée (ETA). Parallèlement, le consignataire transmet le manifeste cargo aux services des douanes, qui attribuent un « numéro de gros » autorisant l'accostage. Ce document est également envoyé au terminal à conteneurs. La commission de placement des navires, réunie quotidiennement à la capitainerie, se charge d'affecter les navires en rade aux quais disponibles. Cette commission regroupe les représentants de la capitainerie, de l'EPAL, de DP World Algérie, les agents consignataires ainsi que certains clients importateurs. L'attribution des postes à quai tient compte de plusieurs critères : disponibilité des quais, caractéristiques des navires (longueur, tirant d'eau, type de cargaison, tonnage), ainsi que la règle du "premier arrivé, premier servi". Un procès-verbal est rédigé à l'issue de chaque réunion pour formaliser les décisions.

2.5.2. Opérations de débarquement des conteneurs

Les opérations commencent par l'envoi du message EDI par le consignataire. Dès l'accostage du navire, les conteneurs sont déchargés à l'aide de grues mobiles, avec un pointage effectué directement au quai via un terminal portatif (HH). Des procédures spécifiques s'appliquent selon le type de conteneurs :

- Conteneurs dangereux : ne peuvent être déchargés qu'en présence du propriétaire.
- Conteneurs à ordre : restent au quai jusqu'à présentation du connaissement original.
- Autres conteneurs : sont autorisés à être transférés vers le parc.

Une fois au sol, les conteneurs sont acheminés par chariot élévateur vers un camion qui les transporte jusqu'au parc d'entreposage. Sur place, ils sont déchargés, empilés, puis leur pointage est enregistré automatiquement par les équipements de manutention.

2.5.3. Opérations d'enlèvement des conteneurs

Le processus d'enlèvement débute dès l'accostage du navire. Le consignataire envoie un avis d'arrivée au client, qui se rend ensuite à sa banque pour récupérer les documents requis (connaissement, factures, certificat d'origine, etc.). Après paiement des frais de transport à l'agence maritime, le client obtient le bon à délivrer, permettant au commissionnaire en douane de lancer la procédure de dédouanement.

Auprès de l'administration des douanes, le déclarant en douane enregistre la déclaration dans la base informatique. Le conteneur est alors déplacé vers le parc de visite, en vue d'un contrôle physique. La visite douanière comprend le déplombage, le dépotage, la vérification des marchandises et leur remballage. Si tout est conforme, un bon à enlever est délivré après règlement des droits et taxes. En cas d'anomalie, les marchandises sont mises en dépôt. Ensuite, le transitaire procède à la facturation auprès de DP World Algérie pour les services logistiques (magasinage, pointage, énergie, etc.) et reçoit un bon de sortie. Le conteneur est alors dirigé vers le scanner pour une dernière vérification de sécurité. Si aucune irrégularité n'est détectée, il est autorisé à quitter l'enceinte portuaire.

2.6. Les équipements du terminal de DP World

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des équipements disponibles au sein du terminal à conteneurs de l'entreprise.

Tableau 3 : les différents équipements du terminal à conteneur de l'entreprise DP W Djazair.

Description	Nombre
Mobile Harber Crane MHC	6
Reach Stackers	5
ECH	5
Tractors	28
Spreaders	06
Safety Cages	08
RTG	09
Radio UHF	30

Source : élaboré par nos soins

Conclusion

Ce chapitre vise à mettre en lumière la méthodologie de recherche adoptée dans notre étude, ainsi que les outils de collecte de données utilisés. Cette approche nous a permis de collecter et de comprendre de manière exhaustive les éléments liés aux processus opérationnels et organisationnels de **DP World Djazair**, ainsi que d'acquérir une compréhension approfondie des dynamiques associées à la digitalisation et à son impact sur la logistique portuaire. Nous avons également procédé à une présentation détaillée de l'entreprise étudiée. Cette structure nous permet d'appréhender l'organisation interne du terminal à conteneurs, tout en mettant en perspective les interactions entre les services et leur contribution à l'efficacité logistique globale.

CHAPITRE 3 : ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS

Introduction

Après avoir approfondi les concepts théoriques relatifs à notre sujet de recherche dans les chapitres précédents, ce troisième chapitre se penche sur l'analyse pratique de notre étude. Il est structuré en trois sections, chacune ayant pour objectif de répondre à la question de recherche centrale de cette étude.

SECTION 1 : Résultats

Cette section présente les principaux résultats de notre étude, issus à la fois des entretiens qualitatifs et de l'analyse des données quantitatives. Elle permet d'évaluer concrètement l'impact de la digitalisation sur la performance logistique de DP World Djazaïr.

1.1. Résultats qualitatifs

Cette section expose les résultats de l'analyse thématique approfondie des entretiens semi-directifs menés auprès des responsables du service planning de DP World Djazaïr, en suivant la structure préétablie du guide d'entretien.

1.1.1. Digitalisation des processus logistiques

L'analyse des entretiens menés auprès des employés de DP World Djazaïr révèle une digitalisation progressive des opérations portuaires, centrée sur le système TOS ZODIAC. Ce système joue un rôle central dans la gestion des conteneurs, depuis leur déchargement jusqu'à leur stockage et leur expédition. Les données EDI transmises par les compagnies maritimes sont intégrées automatiquement, permettant une planification rapide des opérations. Cependant, malgré cette avancée, certaines étapes restent partiellement manuelles, comme la validation des emplacements de stockage, ce qui ralentit parfois le processus. Les équipements, tels que les grues de quai, les portiques RTG et les véhicules ITV, sont pilotés numériquement via des terminaux embarqués. Cette coordination en temps réel améliore la fluidité des transferts, mais des problèmes de synchronisation persistent, notamment lors des pics d'activité.

Le module Yard Planning offre une visibilité en temps réel sur l'occupation des zones de stockage, mais la capacité limitée des espaces spécialisés, comme ceux réservés aux conteneurs réfrigérés, pose des défis récurrents. Un autre enjeu majeur réside dans l'interconnexion avec les systèmes externes. Bien que le TOS ZODIAC assure un suivi interne efficace, son manque d'intégration avec les douanes et les transporteurs oblige les équipes à effectuer des vérifications manuelles, générant des retards.

La nouvelle plateforme Booking, en cours de déploiement, vise à réduire ces contraintes en automatisant les échanges avec les clients, mais son adoption complète nécessite encore des ajustements. En somme, la digitalisation a permis des gains d'efficacité notables, mais son potentiel reste sous-exploité en raison de limites techniques et organisationnelles. Une automatisation plus poussée et une meilleure interconnectivité pourraient considérablement améliorer la performance globale du terminal.

1.1.2. Dysfonctionnements et limites de la digitalisation

Ces obstacles, qu'ils soient techniques ou organisationnels, compliquent l'intégration des systèmes numériques et leur fonctionnement optimal. Sur le plan technique, le système TOS ZODIAC, bien qu'efficace, montre des signes de ralentissement lors des périodes de forte

activité. Plusieurs interlocuteurs ont relevé des blocages quand plusieurs navires sont traités en même temps, créant des engorgements dans la chaîne opérationnelle. Ces ralentissements perturbent le flux des opérations et entraînent parfois des retards successifs dans la gestion des conteneurs. De plus, le recours à une assistance externe pour résoudre certains incidents complexes, avec des délais parfois longs, accroît le risque de paralysie temporaire des activités. Au niveau opérationnel, l'automatisation reste incomplète. Bien que le système soit conçu pour fonctionner de manière autonome, entre 20% et 30% des décisions nécessitent encore une intervention humaine, notamment pour les cas particuliers ou les situations exceptionnelles. Cette dépendance introduit des inefficacités et expose le processus à des erreurs. Les témoignages font souvent état de fautes de saisie ou d'attribution qui, bien que mineures individuellement, finissent par peser sur la fluidité et la productivité globale. Les échanges entre les services constituent un autre défi. Malgré les outils numériques en place, la communication repose encore largement sur des moyens traditionnels comme les radios UHF et les appels téléphoniques. Ce manque d'intégration crée des ruptures dans la transmission des informations, notamment dans les situations où la réactivité est essentielle. Plusieurs interlocuteurs ont exprimé leur frustration face à ces limites, estimant qu'une meilleure synchronisation des systèmes numériques pourrait simplifier les processus. Les infrastructures techniques posent également problème. La couverture réseau est inégale à travers le terminal, et certaines limites matérielles ralentissent les opérations digitales. Ces contraintes sont particulièrement critiques dans un environnement où les activités fonctionnent en continu : la moindre interruption peut générer des répercussions importantes sur la chaîne logistique. L'adoption des outils numériques par le personnel reste un enjeu clé. Malgré l'existence d'un institut de formation interne, certaines équipes, notamment les employés les plus expérimentés, éprouvent des réticences à changer leurs habitudes. Ces disparités dans la maîtrise des outils freinent l'efficacité du système et empêchent d'en exploiter tout le potentiel. Ces différents obstacles montrent que, bien que la digitalisation du terminal soit une avancée majeure, elle reste confrontée à des défis qui limitent son efficacité. Une amélioration globale nécessitera des ajustements techniques, une meilleure synchronisation des outils et un accompagnement renforcé des équipes pour favoriser une adoption complète des solutions numériques.

1.1.3. Perspectives d'amélioration

L'exploitation optimale des fonctionnalités existantes du TOS ZODIAC apparaît comme une priorité immédiate. Plusieurs répondants ont souligné que certains modules, comme celui dédié à la gestion automatisée des bookings camions, ne sont pas utilisés à leur plein potentiel. L'activation et le paramétrage rigoureux de ces fonctionnalités permettraient de réduire significativement les interventions manuelles actuelles. Parallèlement, le développement des capacités prédictives du système, notamment pour anticiper les saturations de stockage, contribuerait à fluidifier les opérations lors des pics d'activité.

Deuxièmement, l'interconnexion avec les systèmes externes constitue un enjeu majeur d'amélioration. La création d'interfaces standardisées avec les systèmes douaniers et ceux des transporteurs routiers éliminerait les ressaisies manuelles actuelles et améliorerait la traçabilité des conteneurs. Cette intégration progressive pourrait commencer par les clients réguliers avant

de s'étendre à l'ensemble des partenaires, avec une attention particulière portée à la sécurité des échanges de données.

Troisièmement, la digitalisation des processus de communication interne mérite une attention particulière. Le remplacement progressif des radios UHF par une solution unifiée intégrée au TOS permettrait de centraliser les échanges et de conserver une trace des décisions opérationnelles. Cette évolution s'accompagnerait de la mise en place de tableaux de bord partagés, donnant à chaque service une vision en temps réel de l'état des opérations.

Enfin, l'accompagnement des équipes dans cette transformation digitale reste fondamental. Le programme de formation existant gagnerait à être renforcé par des modules spécifiques adaptés aux différents métiers du terminal. La création de groupes de travail transversaux permettrait de recueillir régulièrement les retours du terrain et d'ajuster les outils aux réalités opérationnelles. Cette approche participative favoriserait l'appropriation des solutions par les utilisateurs finaux.

La mise en œuvre de ces améliorations nécessitera une planification rigoureuse et une allocation adaptée des ressources. Une approche par étapes, commençant par les correctifs les plus urgents avant d'aborder les évolutions plus structurelles, permettrait de concilier amélioration continue et stabilité opérationnelle. Le suivi régulier d'indicateurs clés (temps de traitement, taux d'erreur, taux d'utilisation des fonctionnalités) permettrait d'évaluer précisément l'impact de chaque mesure.

1.1.4. Formation et adaptation aux outils digitaux

La formation du personnel apparaît comme un facteur déterminant dans l'efficacité globale des opérations digitalisées au sein du terminal. DP World Djazaïr a mis en place un institut de formation interne dédié, qui constitue un atout significatif dans la montée en compétence des équipes. Les employés y bénéficient de sessions régulières, organisées selon plusieurs modalités : formations présentiels sur site, modules à distance, et pour certains postes stratégiques, des formations à l'étranger. Cette diversité d'approches permet d'adapter les parcours de formation aux besoins spécifiques de chaque métier et de chaque niveau d'expertise. Toutefois, l'efficacité de ces formations reste variable. Si le personnel récemment recruté s'adapte généralement rapidement aux outils numériques, certains collaborateurs plus anciens manifestent davantage de réticences face aux changements technologiques. Ce phénomène, fréquemment observé lors des transformations digitales, crée des disparités dans l'appropriation et l'utilisation optimale des systèmes comme le TOS ZODIAC. L'accompagnement du changement représente donc un défi majeur. Les superviseurs jouent un rôle essentiel dans ce processus, en assurant un relais entre les formations théoriques et l'application concrète sur le terrain. Selon les témoignages recueillis, lorsque la formation est adéquate et l'accompagnement continu, le travail devient "plus fluide et les erreurs diminuent considérablement". Cette corrélation directe entre formation et performance souligne l'importance d'un investissement soutenu dans ce domaine. Par ailleurs, la disponibilité des équipements numériques constitue un autre facteur déterminant. L'insuffisance de terminaux portables ou de postes de travail peut limiter l'accès aux systèmes digitaux et contraindre certains employés à revenir à des méthodes manuelles, même lorsqu'ils disposent des compétences nécessaires. Cette limitation technique freine l'adoption complète des processus digitalisés et maintient des poches d'inefficience dans la chaîne opérationnelle.

En somme, l'investissement conjoint dans les compétences humaines et les ressources matérielles apparaît comme un levier fondamental pour exploiter pleinement le potentiel de la digitalisation. La formation continue, l'accompagnement personnalisé et la disponibilité des outils appropriés constituent les piliers d'une transformation numérique réussie au sein du terminal portuaire.

1.1.5. Gestion et planification des espaces de stockage

Le système TOS ZODIAC, à travers son module Yard Planning, offre des fonctionnalités avancées pour optimiser l'allocation des emplacements de conteneurs. Cette planification digitalisée permet de visualiser en temps réel l'occupation des différentes zones du terminal et d'organiser stratégiquement le positionnement des conteneurs selon leur type et leur destination. Comme l'explique l'interviewé, "le stockage des conteneurs dans le terminal est entièrement digitalisé grâce au système TOS, notamment via le module Yard Planning". Cette visibilité instantanée constitue un atout considérable pour les planificateurs qui peuvent ainsi prendre des décisions éclairées sur l'affectation des espaces. Toutefois, malgré ces capacités techniques avancées, la gestion des espaces de stockage se heurte à des contraintes physiques importantes. L'entretien met en évidence que "la gestion de l'espace au terminal rencontre des défis liés à la capacité limitée de certaines zones, notamment 210 emplacements pour les conteneurs réfrigérés et 56 dans le parc visite". Ces limitations d'infrastructure deviennent particulièrement problématiques lors des périodes de forte activité ou lorsque les conteneurs ne sont pas enlevés selon les délais prévus. Un autre défi significatif concerne l'absence de zones spécialisées pour certains types de conteneurs. L'interviewé souligne spécifiquement que "l'absence d'un parc dédié aux conteneurs dangereux (parc feu) complique davantage l'organisation". Cette lacune infrastructurelle contraint les planificateurs à improviser des solutions temporaires, ce qui peut compromettre l'efficacité globale du système de gestion des espaces.

La digitalisation de la planification apporte néanmoins des bénéfices tangibles en termes de traçabilité. Le système enregistre automatiquement "chaque étape : le moment exact du déchargement, l'emplacement attribué dans le terminal, ainsi que l'heure à laquelle chaque conteneur est chargé sur un camion pour quitter le port". Cette traçabilité détaillée permet un suivi précis du parcours de chaque conteneur à travers le terminal. Cependant, l'efficacité du système dépend encore partiellement de l'intervention humaine. Comme le confie l'interviewé, "même si le système ZODIAC est censé gérer l'affectation des conteneurs, il m'arrive régulièrement de devoir appeler les équipes pour leur dire directement où mettre tel ou tel conteneur". Cette persistance des interventions manuelles suggère que le potentiel d'automatisation n'est pas pleinement exploité. En définitive, bien que la digitalisation ait considérablement amélioré la gestion des espaces de stockage au sein du terminal, son optimisation complète nécessiterait à la fois des ajustements infrastructurels et une utilisation plus poussée des capacités automatisées du système TOS. L'équilibre entre contraintes physiques et potentialités numériques demeure un défi central dans la quête d'une efficience opérationnelle maximale.

1.1.6. Coordination et flux des opérations de chargement-déchargement

Cette étape constitue un maillon essentiel de la chaîne logistique portuaire, où la digitalisation joue un rôle déterminant dans l'optimisation des flux. La planification des opérations débute dès l'arrivée du navire en rade, avec la transmission électronique des données. Comme l'explique le vessel planner interviewé : "À l'arrivée du navire en rade, une coordination est établie avec la compagnie maritime afin d'obtenir la fiche EDI, qui contient toutes les informations relatives à la cargaison à bord". Cette intégration automatique des données EDI dans le système TOS ZODIAC représente un premier niveau de digitalisation qui accélère considérablement la phase préparatoire. Une fois ces données intégrées, le système les traduit automatiquement pour générer une visualisation détaillée du navire et de sa cargaison. Cette représentation numérique permet une allocation optimisée des ressources : "Dès que le navire accoste, nous procédons à l'allocation des équipements de manutention et des emplacements de stockage des conteneurs à terre". Ce processus de planification digitale, qui dure généralement "entre 30 minutes et une heure", constitue une étape critique pour assurer la fluidité du déchargement. La coordination des équipements de manutention représente un autre aspect où la digitalisation apporte une valeur ajoutée significative. L'exécution des opérations repose sur une chaîne d'équipements connectés : "les grues de quai déchargent les conteneurs, les véhicules ITV les transportent vers les portiques RTG, qui les placent aux emplacements prévus". Cette synchronisation est rendue possible par l'utilisation de terminaux portables électroniques qui transmettent les instructions en temps réel à chaque opérateur.

Toutefois, cette coordination numérique rencontre parfois des obstacles opérationnels. L'entretien révèle que l'un des cas de ralentissement les plus fréquents concerne "le waiting horizontal transport, c'est-à-dire que les ITV mettent du temps à faire l'aller-retour entre la grue et le parc". Ce phénomène illustre comment la performance globale du système peut être compromise par des goulots d'étranglement spécifiques, même lorsque la planification digitale est optimale. La classification des temps d'attente en trois catégories (Type A, B et C) témoigne d'une approche analytique dans la gestion des opérations. Cette catégorisation permet d'identifier précisément les responsabilités lors des ralentissements : attentes imputables à DP World (Type A), à la compagnie maritime (Type B), ou à des facteurs externes (Type C). Cette segmentation facilite l'analyse des causes racines et l'élaboration de solutions ciblées. Par ailleurs, l'entretien souligne que "certains conteneurs nécessitent un traitement spécifique lors du déchargement, ce qui prend plus de temps que les opérations standards". Cette gestion des cas particuliers constitue un défi pour la standardisation des processus digitalisés et requiert souvent une adaptation dynamique des planifications préétablies. En définitive, si la digitalisation a considérablement amélioré la coordination des opérations de chargement-déchargement, son efficacité optimale reste conditionnée par la résolution des contraintes physiques et logistiques qui persistent dans l'environnement portuaire. L'intégration toujours plus poussée des systèmes numériques avec les réalités opérationnelles du terrain représente un axe d'amélioration continu pour maximiser la fluidité des flux au sein du terminal.

1.2. Résultats quantitatifs

Afin d'examiner les effets des initiatives de digitalisation mises en œuvre dans les processus logistiques, nous avons mené une analyse quantitative approfondie des performances opérationnelles sur la période 2019-2022. En complément des évaluations classiques, une série

d'indicateurs clés de performance ont été mobilisés afin de mesurer l'impact spécifique des outils numériques et des nouvelles pratiques sur l'efficacité des opérations et la coordination entre les acteurs.

1.2.1. Analyse de l'évolution de la productivité annuelle du terminal (2019–2024)

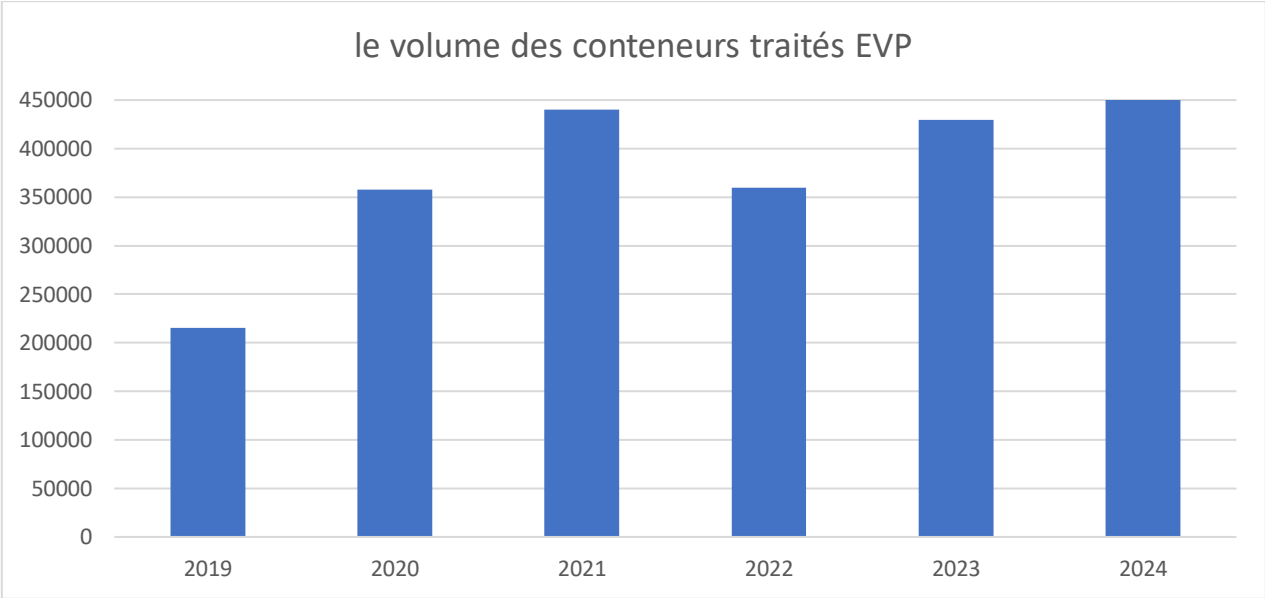
Dans le cadre de cette étude, la représentation graphique constitue un outil essentiel permettant d'analyser avec précision les variations du volume de conteneurs traités par DP World Djazaïr sur la période 2019-2024. Cette visualisation offre une base méthodologique solide pour l'évaluation des performances opérationnelles de cette infrastructure portuaire stratégique.

L'évolution du volume de conteneurs traités par DP World Djazaïr au cours de ces cinq années témoigne d'une dynamique remarquable, marquée initialement par une forte reprise, suivie d'une consolidation à des niveaux élevés. Après un creux en 2019 avec 215 262 conteneurs traités, l'entreprise a enregistré une progression spectaculaire en 2020 (+66,18%), atteignant 357 730 unités. Cette tendance positive s'est poursuivie en 2021, année record avec 440 403 conteneurs manutentionnés (+23,11%), soit plus du double du volume observé en 2019 (+104,59%). Toutefois, cette phase de croissance soutenue a été suivie en 2022 par un ajustement, se traduisant par une baisse de 18,39%, ramenant le volume à 359 423 conteneurs. Malgré cette contraction, les niveaux de trafic sont demeurés significativement supérieurs aux données pré-2020.

En 2023, la croissance a repris avec 429 647 conteneurs (+19,53%), soutenue notamment par l'acquisition de quatre nouveaux portiques sur pneus (RTG – Rubber Tyred Gantry cranes). L'intégration de ces équipements de dernière génération, dotés de systèmes automatisés et d'une capacité de levage optimisée, a contribué à l'amélioration de l'efficacité opérationnelle du terminal, réduisant les temps de traitement des conteneurs et optimisant les flux logistiques.

L'impact de cette modernisation s'est confirmé en 2024, avec une nouvelle progression du volume à 479 844 conteneurs (+11,69%). Sur l'ensemble de la période étudiée, DP World Djazaïr affiche ainsi une augmentation globale de **123,01%** de son activité de traitement de conteneurs. Cette trajectoire traduit non seulement la résilience de l'entreprise face aux défis du commerce international, mais également sa capacité à transformer les contraintes en opportunités grâce à des investissements stratégiques et une gestion opérationnelle optimisée. En dépit des fluctuations du marché et des perturbations globales des chaînes d'approvisionnement, DP World Djazaïr s'inscrit durablement dans une dynamique de croissance soutenue.

Figure 9:Évolution du volume annuel de conteneurs traités par DP World Djazaïr



Source : réalisé par nos soins

1.2.2. Durée de séjour des navires à quai

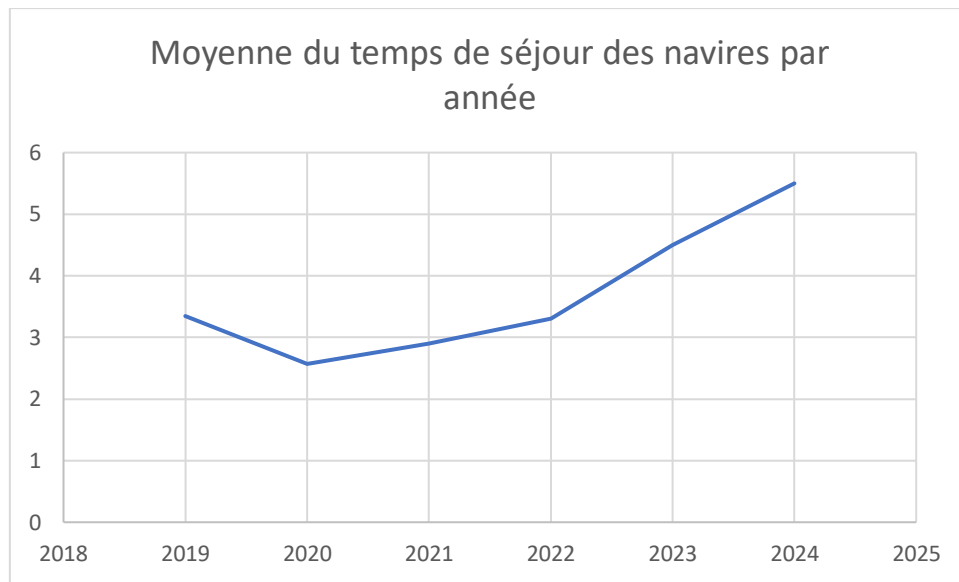
L’objectif majeur de DP World Djazaïr est de minimiser les temps d’attente des navires à quai tout en optimisant l’utilisation des infrastructures portuaires, malgré un nombre fixe de postes d’amarrage et des évolutions dans les opérations de manutention des conteneurs. Ainsi, un faible indicateur de performance dans ce domaine traduit une gestion efficace du terminal, garantissant un traitement rapide des navires et une exploitation optimale des quais.

Tableau 4: Durée de séjour du navire par année.

Années	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Moyenne du temps de séjour des navires/ jour	3.35	2.57	2.9	3.3	4.5	5.5

Source : élaboré par nos soins à partir d’un document interne département opération.

Figure 10 : Durée de séjour du navire par année.



Source : élaboré par nos soins à partir d'un document interne département opération.

L'examen des données sur la période 2019-2024 révèle une évolution non linéaire du temps moyen de séjour des navires, témoignant des défis opérationnels rencontrés par le terminal. Entre 2019 et 2020, une amélioration significative a été observée avec une réduction du temps moyen de 3,35 jours à 2,57 jours, représentant un gain d'efficacité de 23,3%. Cette optimisation pourrait être attribuée à la mise en œuvre de nouvelles procédures opérationnelles ou à l'adaptation des méthodes de travail face aux contraintes sanitaires mondiales. Cependant, cette performance n'a pas été maintenue sur le long terme. Dès 2021, le temps moyen de séjour a amorcé une remontée progressive à 2,9 jours, avant de poursuivre sa tendance haussière pour atteindre 3,3 jours en 2022, revenant ainsi à un niveau comparable à celui de 2019. Les années 2023 et 2024 ont été marquées par une détérioration plus prononcée de cet indicateur, avec des moyennes respectives de 4,5 et 5,5 jours, soit une augmentation de 114% par rapport au niveau optimal atteint en 2020.

Cette dégradation constante soulève des questions quant à la capacité du terminal à maintenir son efficience opérationnelle face à l'évolution potentielle des flux commerciaux. Un facteur explicatif majeur mérite d'être souligné : la société ne dispose pas d'un parc dédié aux conteneurs réfrigérés (reefers) et compte seulement 210 prises disponibles dans le yard pour ce type de conteneurs. Cette limitation infrastructurelle est devenue particulièrement problématique ces dernières années, car les navires transportent désormais un volume significativement plus important de conteneurs réfrigérés. L'inadéquation entre les capacités d'accueil du terminal pour les reefers et la demande croissante contribue directement à l'allongement des temps de séjour des navires, ces derniers devant attendre que les infrastructures se libèrent pour pouvoir décharger leurs conteneurs réfrigérés.

1.2.3. Moyenne de mouvements de navires sur quai par heure (BMPH) :

Parmi les indicateurs clés utilisés pour évaluer la performance d'un terminal à conteneurs, le temps de séjour du navire et le nombre total de mouvements réalisés sont particulièrement significatifs. Toutefois, les analyser séparément ne permet pas d'obtenir une vision complète de l'efficacité opérationnelle. C'est en étudiant l'indicateur qui relie ces deux dimensions que l'on peut véritablement évaluer la performance du poste à quai : il s'agit du BMPH (Berth Moves Per Hour), ou productivité nette du poste à quai. Cet indicateur mesure le nombre de mouvements de conteneurs effectués par heure pendant qu'un navire est à quai, ce qui reflète à la fois la rapidité des opérations et la bonne gestion des ressources. Plus le BMPH est élevé, plus l'exploitation du poste à quai est considérée comme performante.

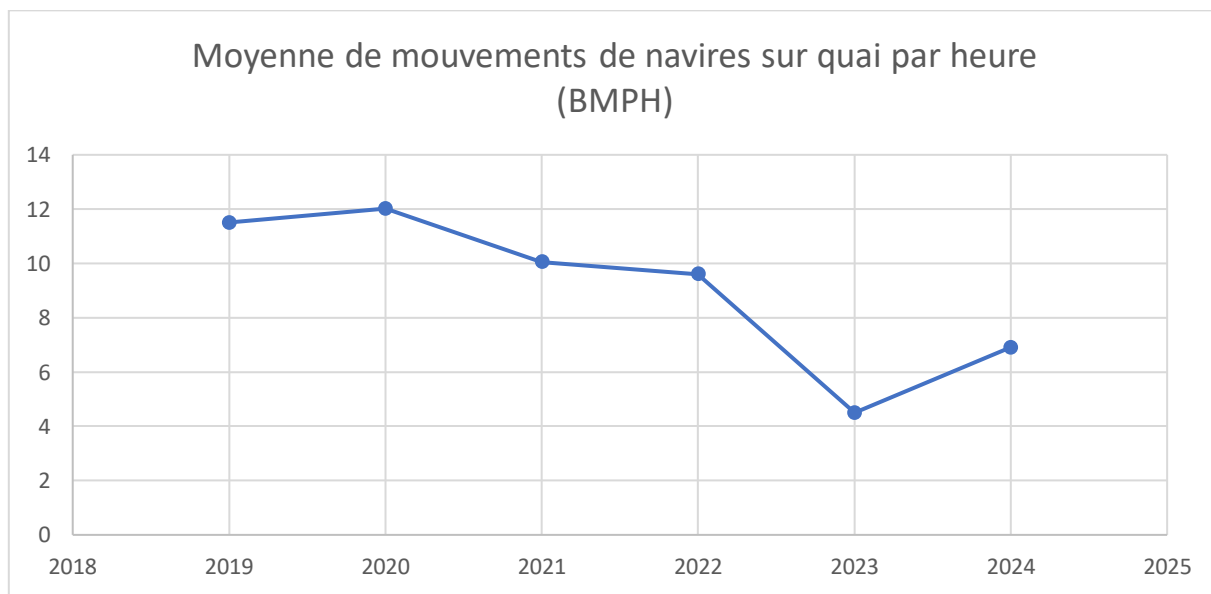
$$\text{BMPH} = \frac{\text{Nombre de mouvements manipulés pendant le cycle du navire}}{\text{Temps de quai net (heures)}}.$$

Tableau 5: BMPH par année (DP DJAZAIR).

Années	2019	2020	2021	2022	2023	2024
BMPH	11.5	12.02	10.5	9.6	4,5	6.9

Source : élaboré par nos soins à partir d'un document interne département opération.

Figure 11: BMPH du DP world Djazair.



Source : élaboré par nos soins à partir d'un document interne département opération.

L'analyse détaillée des données du taux de mouvements de boîtes par heure (BMPH) sur la période 2019-2024 met en évidence une trajectoire préoccupante de cet indicateur de performance du terminal portuaire. Entre 2019 et 2020, une dynamique favorable se manifeste avec une hausse du BMPH de 11,50 à 12,02, traduisant une amélioration d'environ 4,5%. Cette progression semble résulter d'une optimisation réussie des processus opérationnels et d'une planification efficace des équipements, favorisant une meilleure coordination des opérations portuaires et une gestion optimisée des ressources. Cependant, dès 2021, cette tendance s'inverse nettement. Le BMPH connaît une chute brutale à 10,05, soit une baisse de 16,4% par rapport à l'année précédente. La dégradation se poursuit en 2022 avec un BMPH ramené à 9,6, confirmant l'apparition d'une dynamique négative. La situation devient critique en 2023, lorsque l'indicateur s'effondre à 4,5, enregistrant une diminution spectaculaire de 62,6% par rapport au niveau de performance atteint en 2020. L'année 2024 marque un léger redressement avec un BMPH de 6,9, affichant une progression de 53,3% par rapport à 2023. Toutefois, malgré cette reprise notable, la performance reste nettement inférieure aux niveaux observés entre 2019 et 2022. En effet, même avec cette amélioration, le BMPH de 2024 demeure 42,6% en deçà du pic de productivité enregistré en 2020.

1.2.4. Productivité des grues (GMPH) :

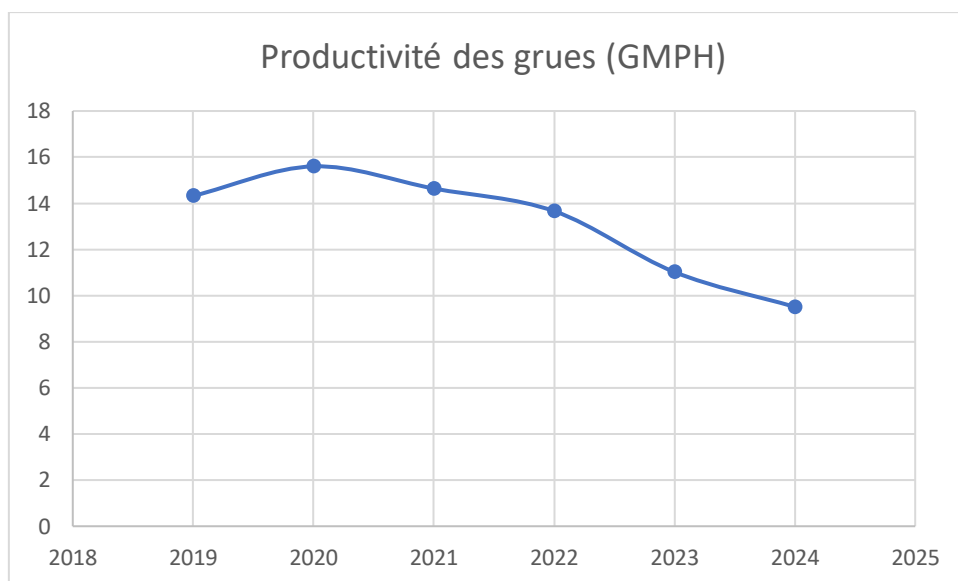
La productivité des équipements au sein d'un terminal à conteneurs s'évalue principalement par la quantification des mouvements horaires réalisés par les différentes unités de manutention. Parmi les indicateurs de performance opérationnelle, le GMPH (Gross Moves Per Hour) ou moyenne des mouvements grues/heure s'impose comme la métrique prépondérante dans l'analyse comparative sectorielle. L'optimisation de cet indicateur reflète l'efficacité avec laquelle un terminal mobilise son parc d'équipements.

Tableau 6 : Moyenne des mouvements des grues par année (GMPH).

Années	GMPH
2019	14.32
2020	15.6
2021	14.64
2022	13.66
2023	11.02
2024	9.51

Source : élaboré par nos soins à partir d'un document interne département opération.

Figure 12 : GMPH de DP WORLD DJAZAIR.



Source : élaboré par nos soins à partir d'un document interne département opération.

L'examen des données du Gross Moves Per Hour (GMPH) sur la période 2019-2024 met en évidence des évolutions qui nécessitent une attention particulière.

La période initiale 2019-2020 se caractérise par une dynamique ascendante, avec une progression du GMPH de 14,32 à 15,6, correspondant à une amélioration de performance de l'ordre de 8,9%. Cette phase d'optimisation opérationnelle pourrait être interprétée comme la résultante d'ajustements procéduraux efficaces ou d'innovations techniques implémentées au niveau des équipements de manutention.

Toutefois, l'exercice 2021 marque l'amorce d'une inflexion régressive avec un GMPH s'établissant à 14,64, soit une contraction de 6,2% par rapport au sommet enregistré en 2020. Cette tendance baissière se confirme et s'accroît durant les années subséquentes, avec un indicateur qui se contracte à 13,66 en 2022, puis connaît une détérioration substantielle en 2023 pour atteindre 11,02, avant de poursuivre son érosion jusqu'à 9,51 en 2024. La comparaison entre les valeurs extrêmes de la série chronologique démontre une dégradation cumulative de 39% entre le pic de performance (15,6 en 2020) et le niveau plancher observé en fin de période (9,51 en 2024). Cette décroissance significative et persistante de l'efficacité opérationnelle des équipements constitue un signal d'alerte quant à la pérennité du modèle opérationnel du terminal.

SECTION 02: Discussion

Dans cette section, nous analyserons les résultats issus des entretiens semi-directifs menés auprès des agents du service planning de DP World Djazair, dans le but de comprendre l'impact de la digitalisation – notamment le système TOS ZODIAC sur la performance logistique

portuaire. Notre objectif principal est de vérifier et de confirmer que l'introduction du système TOS ZODIAC et des technologies associées a un impact positif sur l'efficacité opérationnelle du terminal, en particulier dans les processus de planification des opérations, de coordination des flux de conteneurs, de gestion des équipements et de communication interservices. Afin de compléter cette analyse qualitative, nous avons également pris en compte certains indicateurs clés de performance (KPI), tels que le BMPH (Berth Moves Per Hour), le GMPH (Gross Moves Per Hour) ou encore la durée moyenne de séjour des navires à quai. Ces données fournissent une lecture quantitative de l'évolution des performances du terminal entre 2019 et 2024, et permettent de confronter les perceptions des agents avec des éléments mesurables, contribuant ainsi à une discussion plus complète sur les effets réels de la digitalisation. Après avoir analysé les témoignages recueillis et étudié les relations entre les réponses, nous avons pu dégager les constats suivants :

- Le système TOS ZODIAC renforce considérablement la coordination entre les différents services portuaires, en particulier entre le planning, la manutention et le transport interne. Grâce à la centralisation des données et à leur mise à jour en temps réel, les échanges sont plus fluides, la prise de décision est accélérée et la qualité de l'information est améliorée. Ce constat souligne l'effet structurant de la digitalisation sur la coordination des opérations.
- Le module Yard Planning intégré à ZODIAC facilite grandement la gestion des espaces de stockage, en assurant une allocation dynamique et optimisée des emplacements pour chaque conteneur. Cette fonctionnalité permet d'éviter les engorgements, d'anticiper les saturations et de fluidifier la circulation dans le yard. Ces résultats démontrent l'amélioration significative de l'organisation physique du terminal grâce aux outils numériques.
- L'intégration du système digital permet également d'optimiser les délais de traitement, notamment à travers l'automatisation des ordres de travail et la synchronisation des équipements. Les opérateurs reçoivent des instructions précises via des terminaux numériques, ce qui accélère les rotations et réduit les temps d'attente. Ce fonctionnement améliore la réactivité globale du terminal et démontre la contribution positive de la digitalisation à la réduction des délais opérationnels.
- L'interface utilisateur du système TOS est jugée accessible, même si des écarts de maîtrise subsistent entre les utilisateurs. Les agents formés utilisent efficacement les outils, gagnent en autonomie et en rapidité d'exécution, ce qui renforce leur productivité au quotidien.

La digitalisation des processus au sein du terminal de DP World Djazair contribue à une performance logistique accrue, notamment par une réduction des erreurs humaines, une meilleure gestion des priorités, et une amélioration de la visibilité sur les opérations. Ces gains se traduisent par une meilleure utilisation des ressources, une diminution des coûts d'attente, et une amélioration de la qualité de service aux clients. Après avoir observé que le système TOS ZODIAC améliore la coordination, la gestion de l'espace et la performance des opérations, il est pertinent d'évaluer l'impact global de cette digitalisation sur l'économie du terminal. Cette

analyse qualitative est corroborée par l'évolution positive des KPI entre 2019 et 2024, qui montrent une nette progression des indicateurs BMPH et GMPH, ainsi qu'une réduction de la durée moyenne de séjour des navires à quai. À la lumière des entretiens réalisés et des données quantitatives recueillies, plusieurs effets positifs sont constatés :

- Réduction des coûts d'exploitation : la rationalisation des mouvements, la diminution des attentes et l'amélioration des temps de rotation permettent de limiter les surcoûts liés aux retards et à la désorganisation.
- Augmentation de la productivité : les opérateurs effectuent davantage de mouvements en moins de temps, grâce à des ordres de mission clairs et à une gestion automatisée des équipements.
- Gains de temps : les processus sont accélérés à chaque étape (accostage, déchargement, stockage, expédition), ce qui améliore l'efficacité globale du terminal.
- Amélioration de la rentabilité : ces gains opérationnels se traduisent par une meilleure compétitivité, une capacité d'accueil accrue et une satisfaction client renforcée.
- Optimisation des ressources : l'utilisation de modules spécialisés permet de mieux planifier les besoins en matériel, en personnel et en espace, réduisant ainsi les gaspillages.

En confrontant nos résultats à ceux de la littérature existante, nous rejoignons les conclusions d'Anwar (2019), qui souligne que la digitalisation des terminaux portuaires améliore la synchronisation des flux, mais reste conditionnée à une bonne interconnexion des systèmes et à l'implication des utilisateurs. De la même manière, notre étude montre que le système TOS ZODIAC, bien que performant, doit être soutenu par des formations continues, des ajustements techniques et une coordination interservices renforcée pour atteindre son plein potentiel.

Conclusion

Ce chapitre a permis d'apporter des éléments de réponse à notre problématique à travers l'analyse des données recueillies lors de notre stage au sein de DP World Djazair. En nous appuyant sur une méthodologie mixte et en utilisant principalement des entretiens semi-directifs, nous avons mis en évidence les effets de la digitalisation sur la performance logistique portuaire. L'étude a notamment souligné l'impact positif des outils numériques, tels que le système Terminal Operating System (TOS), sur l'optimisation des processus, la fluidité des opérations et la réactivité des services logistiques. Une analyse d'une série d'indicateurs clés de performance (KPI) a également permis d'évaluer concrètement l'amélioration des résultats opérationnels.

CONCLUSION GENERALE

L'efficacité du système d'information joue un rôle clé dans l'amélioration des opérations de la chaîne logistique portuaire. Il permet de rassembler, traiter, stocker et partager les données entre les différents acteurs, garantissant ainsi une communication fluide et des informations précises et actualisées. La performance logistique portuaire repose sur plusieurs aspects, notamment la productivité des opérations, la gestion des flux de conteneurs et l'optimisation des ressources. La coordination entre ces processus nécessite l'intégration de solutions numériques comme le Terminal Operating System (TOS) Zodiac, qui offre divers avantages en matière de rapidité d'exécution, de gain de temps et d'amélioration du service.

Notre étude, menée au terminal à conteneurs de DP World Djazair, visait à mesurer l'impact de la digitalisation sur la performance logistique portuaire. Pour atteindre cet objectif, nous avons adopté une approche qualitative pour collecter et analyser les données. Nous nous sommes appuyés sur des sources essentielles, telles que des documents, des articles et des ouvrages scientifiques, ainsi que des plateformes numériques spécialisées. Sur le plan pratique, nous avons réalisé des entretiens semi-directifs avec des professionnels du terminal, en particulier du service Planification, complétés par une analyse approfondie des indicateurs de performance clés (KPI).

Le travail effectué nous a permis d'obtenir plusieurs résultats, tels que :

- La digitalisation permet la circulation fluide des informations en temps réel entre les différents services et partenaires qui constituent la chaîne logistique portuaire.
- Les systèmes numériques intégrés proposent une interface intuitive et facile à utiliser pour les opérateurs portuaires.
- Les outils digitaux offrent des informations fiables et précises, améliorant ainsi la prise de décision dans les opérations.
- La digitalisation permet de réduire les délais de traitement des navires et des conteneurs, améliorant ainsi la fluidité des opérations portuaires.
- Les solutions numériques renforcent la visibilité sur les flux de conteneurs, facilitant une meilleure réactivité face aux imprévus et une meilleure maîtrise des plannings opérationnels.
- Toutefois, l'implémentation de ces solutions nécessite un investissement conséquent, tant sur le plan financier que humain.

En conclusion, cette recherche a permis d'approfondir notre compréhension de la contribution de la digitalisation à la performance logistique portuaire au sein du terminal à conteneurs de DP World Djazair, et les résultats obtenus ont enrichi nos connaissances académiques sur le sujet. Cependant, méthodologiquement et empiriquement, aucun chercheur ne peut prétendre à la perfection dans sa recherche. Comme tout travail scientifique, nous avons constaté quelques limites méthodologiques et pratiques, telles que la durée restreinte du stage, le périmètre géographique de l'enquête, et l'accès partiel aux données sensibles de l'entreprise. Ces limites offrent autant de pistes pour de futures recherches approfondies sur la digitalisation portuaire dans un contexte national et international.

BIBLIOGRAPHIE

- Acciaro, M. (2014). Energy management in seaports. *Energy Policy*, 71, 4–12.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.03.014>
- Anwar, M., Henesey, L., & Casalicchio, E. (2019). Digitalization in Container Terminal Logistics: A Literature Review. Blekinge Institute of Technology.
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:bth-18482>
- Bendoly, E. (2022). *Strategic ERP Extension and Use*. Stanford University Press.
- Benkhedda, K., El Hakmi, S., & Bennaceur, A. (2023). Les déterminants de la performance logistique portuaire. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 4(1–2), 81–100.
- Bescos, P., & Mendoza, C. (1994). *Le management de la performance*. Éditions Comptables Malesherbes.
- Bichou, K., & Gray, R. (2005). A critical review of conventional terminology for classifying seaports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(1), 75–92.
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.09.003>
- Blanchet, A., & Gotman, A. (2012). *L'enquête et ses méthodes : L'entretien* (3^e éd.). Armand Colin.
- Branch, A. E., & Robarts, M. (2014). *Branch's Elements of Shipping* (9th ed.). Routledge.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brooks, M. (1999). Performance measurement in ports. *Transport Reviews*, 19(4), 383–399. <https://doi.org/10.1080/014416499295679>
- Cheon, S. (2007). *World Port Institutions and Productivity: Roles of Ownership, Corporate Structure, and Inter-port Competition* [Doctoral Thesis, University Microfilms International]. UMI Microform.
- Commission Centrale pour la Navigation du Rhin (CCNR). (2021). *Rapports sur la navigation intérieure et les infrastructures portuaires* (pp. 8–9). <https://www.ccr-zkr.org>
- Comtois, C., & Slack, B. (2003). *Ports et réseaux de transport* (pp. 56–58). Éditions Transports.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2003). *Gestion de production* (4^e éd.). Éditions d'Organisation.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Davenport, T. H. (2022). *Mission Critical: Realizing the Promise of Enterprise Systems*. Harvard Business Press.
- De Langen, P. (2016). *Port Industry Indicators*. Portopia.

- Drewry. (2021). *Global Container Terminal Operators Annual Review*. Drewry Maritime Research.
- European Sea Ports Organisation. (2021). *Environmental Report of European Ports*.
- Fernandez, A. (2011). *Les nouveaux tableaux de bord des managers* (5^e éd.). Éditions Eyrolles.
- Gauthey, J.-M. (2020). *Navigation intérieure et ports fluviaux* (p. 112). Éditions Fluviales.
- Gekara, V., & Nguyen, X. (2020). Challenges of TOS implementation. *Journal of International Logistics and Trade*, 18(1), 49–60.
- Heikkilä, M., Saarni, J., & Saurama, A. (2022). Innovation in Smart Ports: Future Directions of Digitalization in Container Ports. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/jmse10121925>
- Hervás-Peralta, M., Poveda-Reyes, S., Molero, G. D., Santarremigia, F. E., & Pastor-Ferrando, J. P. (2019). Improving the performance of dry and maritime ports by increasing knowledge about the most relevant functionalities of the Terminal Operating System (TOS). *Sustainability*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/su11061648>
- Hugos, M. H. (2018). *Essentials of Supply Chain Management* (4th ed.). Wiley.
- Hugos, M. H. (2022). *Essentials of Supply Chain Management* (5th ed.). Wiley.
- Inkinen, T., Helminen, R., & Saarikoski, J. (2019). Port Digitalization with Open Data: Challenges, Opportunities, and Integrations. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 5(2). <https://doi.org/10.3390/joitmc5020030>
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2021). *Operations and Supply Chain Management* (16th ed.). McGraw-Hill.
- Jean, G. M. (1999). *Droit, économie et finances portuaires* (p. 313). Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The Balanced Scorecard: Measures that drive performance. *Harvard Business Review*, 70(1), 71–79.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *The Balanced Scorecard*. Harvard Business Press.
- Lambert, D. M., García-Dastugue, S. J., & Croxton, K. L. (2023). *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance* (5th ed.). Supply Chain Management Institute.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management Information Systems* (16^e éd.). Pearson.
- Le, D. N., Nguyen, H. T., & Truong, P. H. (2020). Service Quality and Customer Satisfaction in Port Logistics: Evidence from Cat Lai Port, Vietnam. (Unpublished empirical study)

- Liauw, Y. T., Suherman, A. M., & Anggraini, M. (2018). Terminal operating system implementation: A case study at Tanjung Priok Port.
- Lorino, P. (2001). *Méthodes et pratiques de la performance* (3^e éd.). Éditions d'Organisation.
- Malhotra, N. K., Nunan, D., & Birks, D. F. (2017). *Marketing Research: An Applied Approach* (5th ed.). Pearson.
- Marmus. (1997). *Encyclopédie de gestion* (Tome 2). Economica.
- Melchoir, B., & Moreau, T. (2017). *La supply chain : 60 outils pour améliorer ses pratiques*. Vuibert.
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). Performance measurement system design. *International Journal of Operations & Production Management*, 15(4), 80–116.
- Notteboom, T., & Rodrigue, J.-P. (2005). Port regionalization: Towards a new phase in port development. *Maritime Policy & Management*, 32(3), 297–313.
<https://doi.org/10.1080/03088830500139885>
- Notteboom, T., & Rodrigue, J.-P. (2020). *Port Economics, Management and Policy* (pp. 71-73). Routledge.
- OECD. (2021). *Intermodal Transport and Port Connectivity*.
- Paillé, P., & Mucchielli, A. (2023). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales* (5^e éd.). Armand Colin.
- Paché, G., & Sauvage, T. (1999). *La logistique : Enjeux stratégiques* (2nd ed.). Vuibert.
- Park, N. K., & Lee, S. W. (2020). A Performance Monitoring Platform for Container Terminals Using Key Performance Indicators. (Unpublished study)
- Port of Rotterdam. (2022). *Logistics and Storage Services Report*.
- Ptak, C. A., & Schragenheim, E. (2021). *ERP: Tools, Techniques, and Applications* (2nd ed.). CRC Press.
- Rodrigue, J.-P. (2020). *The Geography of Transport Systems* (5th ed., pp. 203, 211). Routledge.
- Rodrigue, J.-P., Comtois, C., & Slack, B. (2017). *The Geography of Transport Systems* (4th ed.). Routledge.
- Robinson, R. (2002). Ports as elements in value-driven chain systems: The new paradigm. *Maritime Policy & Management*, 29(3), 241-255.
- Sekimizu, K. (2013). *The Role of Ports in the Development of Fishing Communities* (p. 27). FAO.

- Stadtler, H. (2005). *Supply Chain Management and Advanced Planning* (3rd ed.). Springer.
- Stopford, M. (2009). *Maritime Economics* (3rd ed., pp. 210-212, 215). Routledge.
- Suherman, A. M., Liauw, Y. T., & Anggraini, M. (2020). Testing TOS: Empirical evidence from Indonesia. *Journal of Industrial Engineering Research*, 2(1), 1–15.
- Talkhokhet, A., & Moutmihi, L. (2021). Literature review on the performance of the port logistics chain. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*. <https://www.ijafame.org/article/view/156>
- Thietart, R.-A. (2014). *Méthodes de recherche en management* (4^e éd.). Dunod.
- Trujillo, L., & Nombela, G. (1999). *Privatization and Regulation of the Seaport Industry* (pp. 33-35). World Bank Publications.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2019). *Port Performance Indicators*. United Nations.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2020). *Review of Maritime Transport 2020* (pp. 95, 98). United Nations Publications.
- Vallin, P. (2019). *La logistique : Modèles et méthodes du pilotage des flux* (4th ed.). Économica.
- Vaggelas, G. K., & Pallis, A. A. (2013). *Port Performance*. University of the Aegean.
- Vlachos, G. (1999). *Commercial Shipping and Marine Environment* (p. 89). Stamoulis Publications.
- World Bank. (2020). *The Role of Ports in Global Supply Chains*.
- World Customs Organization. (2021). *Guidelines for Port Customs Procedures*.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Ports and Trade*.
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods* (5th ed.). Sage Publications.

ANNEXES

ANNEXE-A

GUIDE D'ENTRETIEN

Cet entretien vise à recueillir des informations qualitatives sur l'usage des technologies numériques – en particulier le système TOS ZODIAC – dans le terminal de DP World Djazair. Il a pour but de mieux comprendre leur impact sur la fluidité des opérations logistiques, l'efficacité organisationnelle, ainsi que la performance globale du terminal.

Informations générales

- 1. Poste occupé :**
- 2. Ancienneté dans l'entreprise :**
- 3. Responsabilités principales :**

Partie 1 :

- 1. Digitalisation des processus logistiques actuels. Pouvez-vous décrire les étapes actuelles du processus numérique de gestion du déchargement des navires ?**
 - Quels outils informatiques sont utilisés à cette étape ?
 - Quel est le temps moyen de traitement ?
- 2. Comment les technologies sont-elles mobilisées pour transférer les conteneurs vers les zones de stockage ?**
 - Quels équipements sont utilisés et sont-ils pilotés via un système numérique ?
 - Y a-t-il des problèmes de synchronisation entre les outils et les phases opérationnelles
- 3. De quelle manière le stockage des conteneurs est-il digitalisé dans le terminal ?**
 - Quels systèmes permettent le suivi ou la planification de l'espace ?
 - Le système anticipe-t-il les périodes de saturation ?
- 4. Quels défis technologiques sont associés à la gestion de l'espace ?**
 - Comment les conteneurs sont-ils préparés numériquement à l'expédition ?
 - Quels critères numériques (algorithmes, règles) sont utilisés pour organiser les priorités ? Est-ce automatisé ?
 - Combien de temps cela prend-il en moyenne ?
- 5. Quels sont les systèmes d'information utilisés pour le suivi des conteneurs et la coordination des opérations ?**
 - Le TOS ZODIAC est-il interconnecté avec d'autres partenaires (douanes, ERP, transporteurs) ?
 - Avez-vous identifié des limites techniques ou fonctionnelles dans ces outils ?

Partie 2 : Dysfonctionnements et limites liés à la digitalisation

- 1. Quels sont, selon vous, les principaux obstacles liés à l'usage des outils numériques dans la gestion des flux de conteneurs ?**
 - Existe-t-il des ralentissements ou blocages fréquents ?
 - Les systèmes créent-ils parfois des temps d'attente inattendus ?
- 2. Avez-vous constaté des usages inefficaces ou inadaptés de certains outils numériques dans les processus ?**
 - Des tâches sont-elles partiellement manuelles alors qu'elles pourraient être automatisées ?
- 3. *Quelles sont, selon vous, les principales causes d'attente ou de temps morts qui ralentissent les opérations au terminal ?***
 - *Parmi ces attentes, lesquelles sont les plus fréquentes ou les plus chronophages (pannes, pauses, coordination, absence d'équipement, etc.) ?*
- 4. Y a-t-il des erreurs récurrentes dans l'usage du système ?**
 - D'où viennent-elles (formation, saisie, infrastructure) ?
 - Quels sont leurs impacts sur les délais ?
- 5. Observez-vous des difficultés de communication numérique entre les services ?**
 - Le système permet-il une coordination fluide ?
 - Y a-t-il des inefficacités à cause d'un cloisonnement digital ?
- 6. Le système vous donne-t-il une visibilité fiable sur les stocks de conteneurs ?**
 - Avez-vous accès à une vision en temps réel ?
 - Quels sont les défis dans l'inventaire ou la répartition ?

Partie 3 : Évaluation de la digitalisation et perspectives d'amélioration

- 1. Pensez-vous que l'approche VSM (Value Stream Mapping) pourrait être utile pour analyser les flux numériques ?**
 - Quels apports une cartographie numérique des flux pourrait-elle révéler ?
 - Quels bénéfices concrets attendez-vous d'une telle approche ?
- 2. Quelles améliorations recommanderiez-vous pour optimiser les outils numériques ?**
 - Y a-t-il des fonctions manquantes ?
 - La digitalisation a-t-elle le potentiel de résoudre les problèmes évoqués ?
- 3. Quels sont les principaux freins rencontrés pour faire évoluer les outils digitaux ?**
 - Techniques, humains, financiers ?

- Comment les surmontez-vous concrètement ?

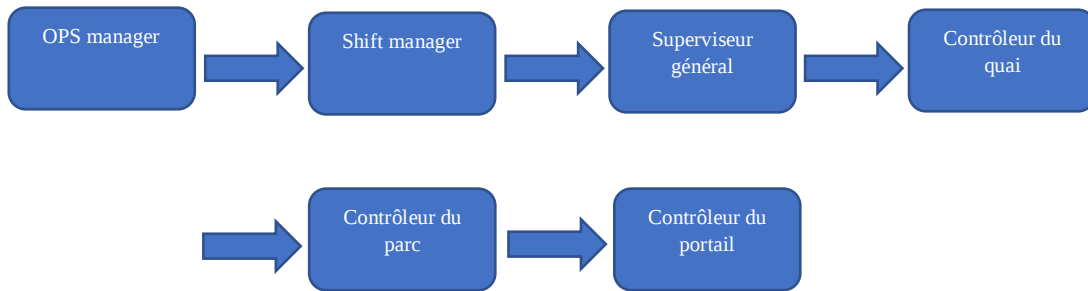
4. Quels sont les indicateurs clés de performance utilisés pour évaluer la gestion du terminal à conteneurs?

- Quels critères ou indicateurs utilisez-vous (temps, taux d'erreur, coûts) ?
- Quels KPIs vous semblent les plus pertinents à suivre ?

Remerciements

Nous vous remercions sincèrement pour le temps que vous nous avez accordé et pour la qualité des informations partagées. Votre contribution est précieuse pour mieux comprendre les enjeux liés à la digitalisation et aux performances logistiques au sein de DP World DJAZAIR. Les éléments recueillis dans cet entretien permettront d'élaborer des recommandations concrètes en vue d'optimiser les processus de gestion des conteneurs et d'améliorer l'efficacité globale du terminal.

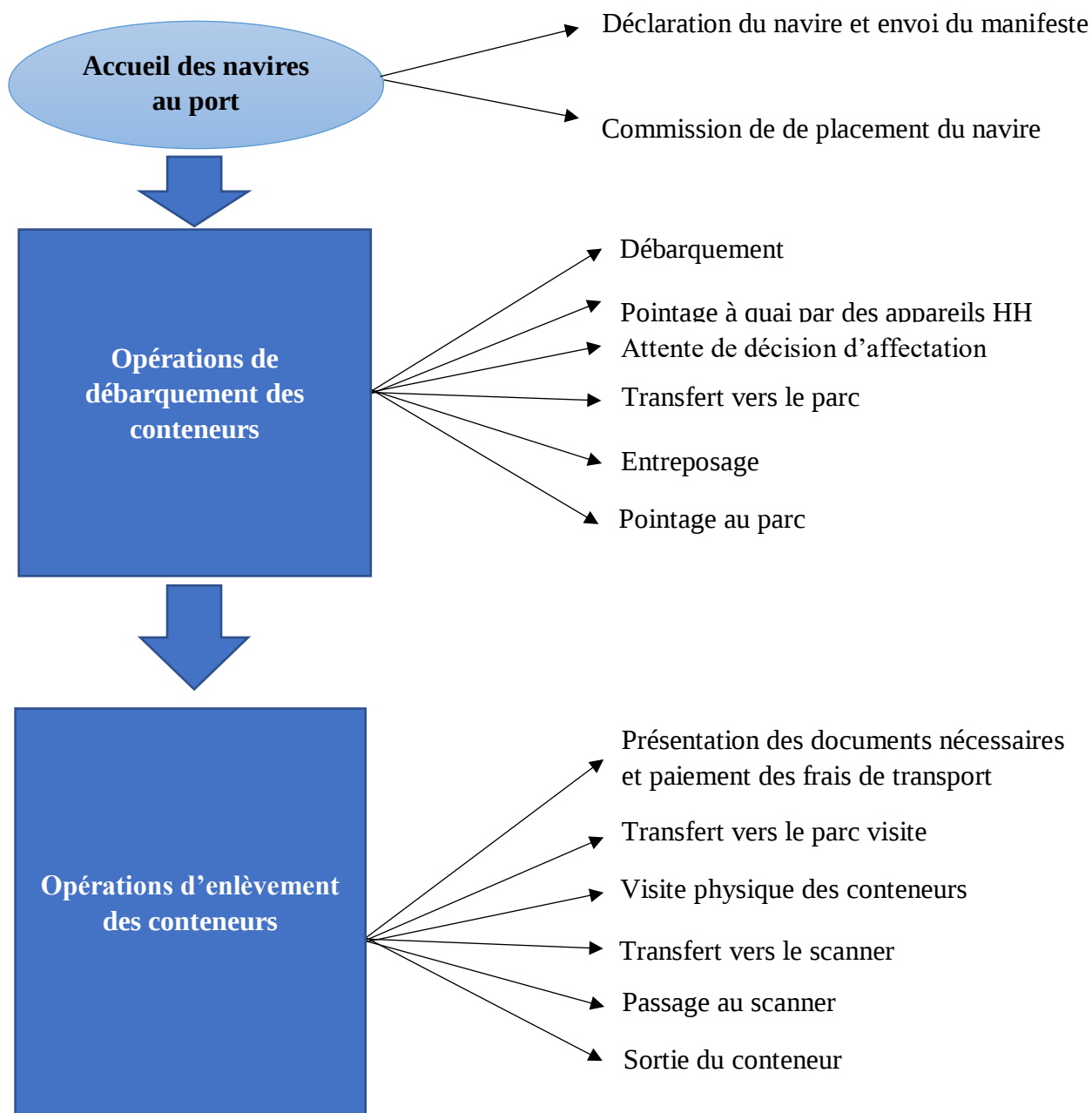
ANNEXE-B
Les intervenants du département des opérations.



Source : élaboré par nos soins à partir de l'organigramme de l'entreprise.

ANNEXE-C

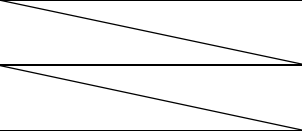
Figure: schéma récapitulatif des activités de manutention



Source : élaboré par nos soins à partir de l'organigramme de l'entreprise.

ANNEXE-D

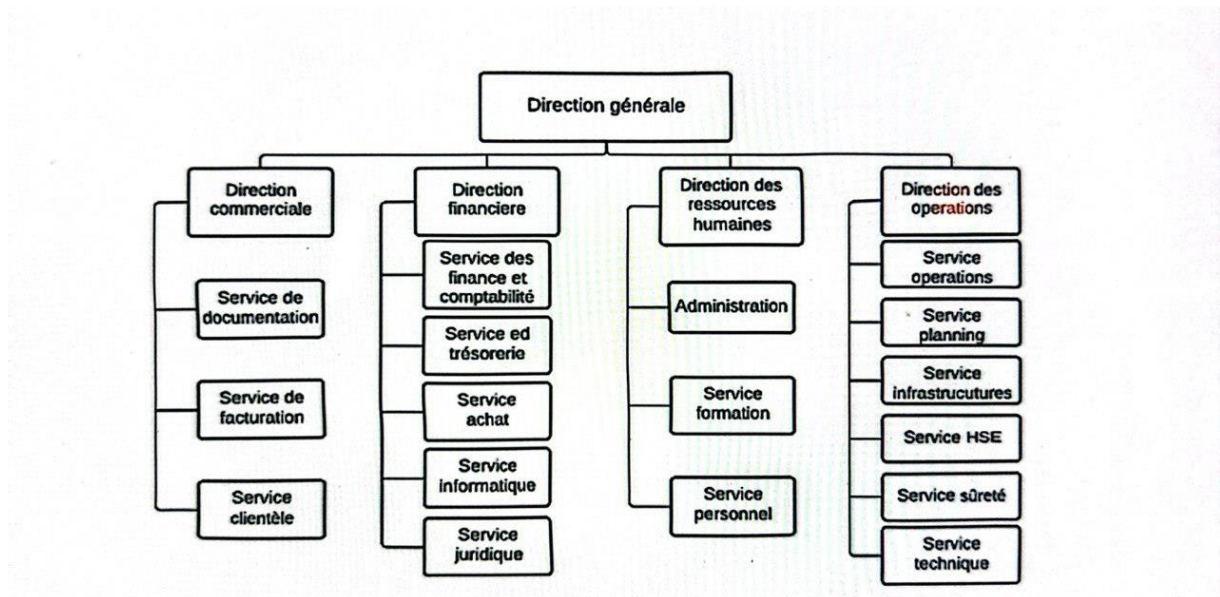
Figure : les caractéristiques techniques des postes du terminal à conteneur de DP World Djazaïr.

quai	longueur	Poste	tirant d'eau
30	320 m	301	9,1 m
		302	9 m
31	456 m	311	9,3 m
		312	7,5 m
32	Non exploité		8 m
	Non exploité		
33	425 m	331	9,9 m
		332	9 m

Source : élaboré par nos soins à partir de l'organigramme de l'entreprise.

ANNEXE-E

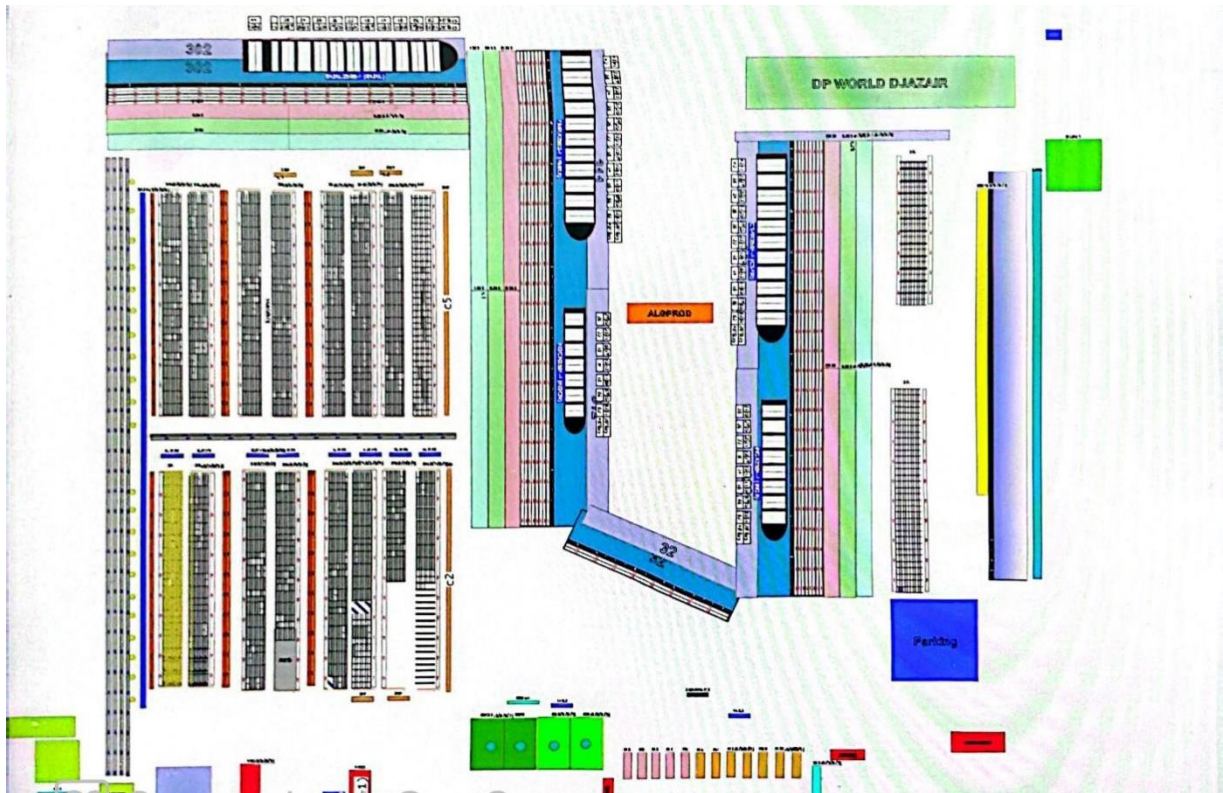
Figure : L'organigramme de DP WORLD



Source : les dossiers internes de l'entreprise

ANNEXE-F

Figure : plan de la cour de conteneurs dans le système de gestion du terminal à conteneurs de DP World



Source : Extrait du système TOS Zodiac (Terminal Operating System)