

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION  
AND SCIENTIFIC RESEARCH

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



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
École Supérieure en  
Sciences Appliquées

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
-تلمسان-



Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Génie industriel  
Spécialité : Management industriel et logistique

Présenté par : SIDI-MOUSSA Wassim

Thème

***Optimisation des performances  
logistiques du fret aérien par la BI et les  
méthodes de management digital***

Soutenu publiquement, le 23 / 11 / 2020, devant le jury composé de :

|                          |     |                       |                      |
|--------------------------|-----|-----------------------|----------------------|
| M Fouad MALIKI           | MCB | ESSA. Tlemcen         | Président            |
| M Hafid HAFFAF           | MCB | Université d'Oran 1   | Directeur de mémoire |
| M Mustapha Anwar BRAHAMI | MCB | ESSA. Tlemcen         | Examineur 1          |
| M Khalid MEKAMCHA        | MCB | Université de Tlemcen | Examineur 2          |
| Mme Elyasmine KADAoui    | MAA | ESSA. Tlemcen         | Invité               |

Année universitaire : 2019 / 2020

« L’homme moderne perd son temps à essayer de le gagner.»

— Noël Mamère

## RESUME

L'évolution des stratégies logistiques a engendré de nouvelles exigences clients, qui ; parallèlement au développement de l'industrie aéronautique, ont inspiré la création de ce qu'on appelle « le fret aérien » afin de répondre aux besoins du commerce transfrontalier et cela, le long d'une chaîne logistique complexe dans laquelle plusieurs acteurs interviennent. Ce projet de fin d'étude a été réalisé au sein de l'aéroport international d'Alger, étudiant les performances de l'un des acteurs principaux de la chaîne, une entreprise d'assistance au sol dont les services touchent aux différents processus de conditionnement, d'entreposage et d'acheminement du fret entre l'atterrissage et le décollage des aéronefs. L'objectif principale étant de prendre connaissance des différentes notions, d'analyser les performances logistiques et de proposer des solutions pour optimiser le temps en consommant le moins de ressources possible.

تحسين الأداء اللوجستي لسلسلة الشحن الجوي من خلال التحليل الذكي للأعمال وطرق الإدارة الرقمية

### ملخص

أدى تطور الاستراتيجيات اللوجستية إلى خلق متطلبات جديدة للعملاء ، والتي ؛ بالتوازي مع تطور صناعة الطيران ، ألهمنا إنشاء ما يسمى "الشحن الجوي" لتلبية احتياجات التجارة عبر الحدود ، إلى جانب سلسلة لوجستية معقدة يشارك فيها العديد من اللاعبين. تم تنفيذ مشروع نهاية الدراسة هذا في مطار الجزائر الدولي ، حيث درس أداء أحد اللاعبين الرئيسيين في السلسلة ، وهي شركة المساعدة الأرضية التي تتعلق خدماتها بمختلف تكيف وتخزين وتوجيه البضائع بين هبوط الطائرة وإقلاعها. الهدف الرئيسي هو التعرف على المفاهيم المختلفة وتحليل الأداء اللوجستي واقتراح الحلول لتحسين الوقت مع استهلاك أقل قدر ممكن من الموارد.

### Optimization of the performance of the air freight logistics chain through Business Intelligence and digital management methods

#### Abstract

The evolution of logistics strategies has created new customer requirements, which; in parallel with the development of the aviation industry, have inspired the creation of what is called "air freight" to meet the needs of cross-border trade, along a complex logistics chain in which several players are involved. This end-of-study project was carried out at Algiers international airport, studying the performance of one of the main players in the chain, a ground handling company whose services relate to the various conditioning, storage and routing of cargo between aircraft landing and take-off. The main objective is to learn about the different concepts, analyse logistics performance and propose solutions to optimize time while consuming as few resources as possible.

## REMERCIEMENTS

*Au terme de mon cursus d'études supérieures, j'ai pu surpasser différents défis et challenges qui par la même occasion m'ont permis d'acquérir d'innombrables connaissances et compétences autant professionnellement que personnellement parlant, et cela n'aurait jamais pu être possible sans la contribution de plusieurs personnes, des gens qui ont pris part à l'aboutissement de ce modeste projet et sans qui ; ma motivation et mon ambition n'auraient jamais suffi. Notre professeur, chef de filière et mentor Mr Fouad Maliki qui a été présent sur toute la ligne, nous accompagnant de son expertise et sa sagesse, mes encadrants Mr Mohammed Bennekrouf et Hafid Haffaf qui m'ont énormément orienté et donné d'importants conseils, toute l'équipe de Swissport Cargo Services pour leur accompagnement tout au long de la réalisation de ce projet, m'accordant de leur temps et énergie en me fournissant en précieuses instructions, données et documentations, l'équipe de Qatar Airways Cargo pour leur avis et soutien, mes professeurs pour leur dévouement et qualité d'enseignement, mes amis pour leur présence dans le meilleur et dans le pire, et pour finir, mes très chers parents qui ont toujours veillé à m'accorder le nécessaire à l'achèvement de tout ce que j'entreprends, des parents qui ont beaucoup sacrifié afin de m'offrir la meilleure des éducations et qui ; par tous les moyens, m'ont poussé à aller au bout de ma formation, des parents pour lesquels j'œuvre à rendre tout aussi fiers que je le suis d'eux, des parents dont je suis très reconnaissant et dont je serai éternellement redevable, des parents qui ont fait de moi ce que je suis devenu aujourd'hui, à vous tous je vous dis merci.*

## TABLE DES MATIERES

|  |    |
|--|----|
| RESUME   | 2  |
| REMERCIEMENTS.....   | 3  |
| TABLE DES MATIERES .....                                     | 4  |
| LISTE DES TABLEAUX .....                                     | 9  |
| LISTE DES FIGURES.....                                       | 10 |
| INTRODUCTION GENERALE.....                                   | 12 |
| PARTIE THEORIQUE .....                                       | 14 |
| CHAPITRE I CONCEPTS ET NOTIONS AUTOUR DE LA THEMATIQUE.....  | 15 |
| I.1 INTRODUCTION .....                                       | 15 |
| I.2 LA PERFORMANCE LOGISTIQUE .....                          | 16 |
| I.2.1 <i>Qu'entend-on par logistique ?</i> .....             | 16 |
| I.2.2 <i>Qu'entend-on par performance ?</i> .....            | 16 |
| I.2.3 <i>La dimension stratégique de la logistique</i> ..... | 17 |
| I.2.4 <i>La performance logistique</i> .....                 | 19 |
| I.2.5 <i>Supply Chain Management</i> .....                   | 20 |
| I.2.6 <i>Le transport intermodal (UTI)</i> .....             | 20 |
| I.3 LE COMMERCE TRANSFRONTALIER .....                        | 21 |
| I.3.1 <i>Qu'est-ce que la mondialisation ?</i> .....         | 21 |
| I.3.2 <i>Les acteurs de la mondialisation</i> .....          | 21 |
| I.3.3 <i>Les flux de la mondialisation</i> .....             | 21 |
| I.3.4 <i>L'Algérie et la mondialisation</i> .....            | 22 |
| I.3.5 <i>Une future économie pour l'Algérie</i> .....        | 22 |
| I.3.6 <i>Processus d'exportation</i> .....                   | 23 |
| I.3.7 <i>Processus d'importation</i> .....                   | 23 |
| I.3.8 <i>Les incoterms</i> .....                             | 24 |
| I.4 TRANSPORT AERIEN .....                                   | 25 |
| I.4.1 <i>Qu'est-ce que le transport aérien ?</i> .....       | 25 |
| I.4.2 <i>Les compagnies aériennes</i> .....                  | 26 |
| I.4.3 <i>Organisations internationales</i> .....             | 27 |
| I.4.4 <i>L'aéroport</i> .....                                | 28 |
| I.4.5 <i>Logistique aéroportuaire</i> .....                  | 28 |
| I.4.6 <i>Capacité aéroportuaire</i> .....                    | 29 |
| I.4.7 <i>Ground handling (assistance au sol)</i> .....       | 30 |
| I.5 FRET AERIEN .....  | 31 |

## Table des matières

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| 1.5.1  | Qu'est-ce que le fret aérien ?                               | 31        |
| 1.5.2  | Types de fret aérien   | 31        |
| 1.5.3  | Impact économique du fret                                    | 32        |
| 1.5.4  | Les acteurs du fret aérien                                   | 33        |
| 1.5.5  | Les avantages du fret aérien                                 | 34        |
| 1.5.6  | Le fret aérien en Algérie                                    | 35        |
| 1.5.7  | Le jargon du fret aérien                                     | 36        |
| I.6  | CONDITIONNEMENT ET MANUTENTION DU FRET                       | 37        |
| 1.6.1  | Palettisation et conteneurisation                            | 37        |
| 1.6.2  | Unité de chargement (ULD : Unit Load Device)                 | 38        |
| 1.6.3  | Codes spéciaux de manutention (SHC : Special Handling Codes) | 40        |
| 1.6.4  | Entreposage (Warehousing)                                    | 41        |
| 1.6.5  | Appareils transportant le fret                               | 42        |
| I.7  | BUSINESS INTELLIGENCE  | 45        |
| 1.7.1  | Qu'est-ce que la business intelligence ?                     | 45        |
| 1.7.2  | Comment la BI fonctionne ?                                   | 45        |
| 1.7.3  | Les étapes de la BI  | 45        |
| 1.7.4  | L'intérêt de l'exploitation des données                      | 46        |
| 1.7.5  | Les tableaux de bords  | 46        |
| I.8  | OPTIMISATION   | 47        |
| 1.8.1  | Qu'est-ce que l'optimisation ?                               | 47        |
| 1.8.2  | Qu'est-ce qui est optimisable ?                              | 47        |
| 1.8.3  | Les avantages de l'optimisation                              | 47        |
| I.9  | MANAGEMENT DIGITAL   | 48        |
| 1.9.1  | Qu'est-ce que le management ?                                | 48        |
| 1.9.2  | La digitalisation x La numérisation                          | 48        |
| 1.9.3  | Intérêt de la digitalisation                                 | 49        |
| 1.9.4  | Intelligence économique                                      | 49        |
| I.10   | CONCLUSION   | 50        |
| <b>CHAPITRE II PRESENTATION DU SECTEUR ET ETAT DE L'EXISTANT</b> |  | <b>52</b> |
| II.1   | INTRODUCTION   | 52        |
| II.2   | PRESENTATION DE L'ENTREPRISE                                 | 53        |
| 11.2.1   | Qui sont Swissport ?   | 53        |
| 11.2.2   | Swissport en chiffre   | 53        |
| 11.2.3   | Swissport Algérie  | 54        |
| 11.2.4   | Les services de Swissport                                    | 55        |
| 11.2.5   | Les clients de Swissport Algérie                             | 56        |
| 11.2.6   | Swissport x Aéroport Houari Boumedién                        | 57        |

## Table des matières

|        |   |    |
|--------|---|----|
| II.3   | LA CHAÎNE LOGISTIQUE DU FRET.....                                 | 58 |
| II.3.1 | La chaîne du fret.....  | 58 |
| II.3.2 | La chaîne du froid « cold chain ».....                            | 59 |
| II.3.3 | L'aspect physique.....  | 60 |
| II.3.4 | L'aspect économique.....  | 61 |
| II.3.5 | Les frais liés au fret.....                                       | 62 |
| II.3.6 | La performance au sol.....  | 63 |
| II.3.7 | Les équipements nécessaires.....                                  | 64 |
| II.4   | UN SECTEUR A MARGE DE MANŒUVRE LIMITEE.....                       | 66 |
| II.4.1 | Contraintes de capacité.....                                      | 66 |
| II.4.2 | Réglementation internationale du transport aérien.....            | 66 |
| II.4.3 | Contraintes de sécurité.....                                      | 67 |
| II.4.4 | Contraintes bureaucratiques.....                                  | 67 |
| II.4.5 | Contrainte de délai.....  | 68 |
| II.4.6 | Contraintes environnementales.....                                | 68 |
| II.4.7 | Contrainte de coût (fluctuations du cours des hydrocarbures)..... | 69 |
| II.4.8 | Contraintes liées à la COVID-19.....                              | 70 |
| II.4.9 | Les risques des expéditions.....                                  | 72 |
| II.5   | LA LOGISTIQUE DES ENTREPOTS.....                                  | 73 |
| II.5.1 | Le centre de fret.....  | 73 |
| II.5.2 | Le processus logistique.....                                      | 74 |
| II.5.3 | Zone fret AHB.....  | 75 |
| II.5.4 | Différentes gestions de fret.....                                 | 76 |
| II.5.5 | Gestion de l'exportation.....                                     | 78 |
| II.5.6 | Gestion de l'importation.....                                     | 79 |
| II.6   | GESTION DU TURN-AROUND.....                                       | 80 |
| II.6.1 | Qu'est-ce que le turn-around ?.....                               | 80 |
| II.6.2 | Turn-Around Management.....                                       | 80 |
| II.6.3 | La logistique autour de l'avion.....                              | 81 |
| II.6.4 | Les tâches impliquées dans les délais d'un aéroplan.....          | 82 |
| II.6.5 | Retards de Turn-Around.....                                       | 84 |
| II.7   | TRAITEMENT DES ULD.....   | 85 |
| II.7.1 | Opérationnel ULD.....   | 85 |
| II.7.2 | Stockage ULD.....   | 86 |
| II.7.3 | Stack palettes.....   | 87 |
| II.7.4 | Sécurisation ULD.....   | 87 |
| II.7.5 | Endommagement ULD.....  | 88 |
| II.8   | LES INDICATEURS DE PERFORMANCES (KPIs).....                       | 89 |

## Table des matières

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| II.8.1   | Les KPIs logistiques .....                    | 89        |
| II.8.2   | Tableau de bord logistique .....              | 89        |
| II.8.3   | Outils de reporting Offsets.....              | 90        |
| II.9   | CONCLUSION.....                               | 91        |
| <b>PARTIE PRATIQUE.....</b>  |   | <b>92</b> |
| <b>CHAPITRE I BUSINESS INTELLIGENCE SUR LES PERFORMANCES .....</b> |   | <b>93</b> |
| I.1  | INTRODUCTION .....                            | 93        |
| I.2  | BUSINESS INTELLIGENCE VALUE CHAIN.....        | 94        |
| I.2.1  | Schéma de la chaine de valeurs.....           | 94        |
| I.2.2  | Besoin commercial (problème).....             | 94        |
| I.2.3  | Définition de la tâche.....                   | 94        |
| I.2.4  | Collection de données.....                    | 95        |
| I.2.5  | Analyse et publication .....                  | 96        |
| I.2.6  | Prise de décision .....                       | 96        |
| I.3  | PERFORMANCE DU TURN-AROUND .....              | 97        |
| I.3.1  | Le temps de rotation.....                     | 97        |
| I.3.2  | Les retards de vols .....                     | 102       |
| I.4  | PERFORMANCE DES ULD .....                     | 105       |
| I.4.1  | Limite de données sur les ULD .....           | 105       |
| I.4.2  | Les statistiques des dommages .....           | 105       |
| I.4.3  | La localisation .....                         | 107       |
| I.4.4  | Le reporting .....                            | 107       |
| I.5  | PERFORMANCE DES EQUIPEMENTS .....             | 109       |
| I.5.1  | Utilisation et planification .....            | 109       |
| I.5.2  | Inventaire GSE.....                           | 110       |
| I.5.3  | Itinéraires des tournées .....                | 111       |
| I.5.4  | Consommation en énergie.....                  | 111       |
| I.6  | PERFORMANCE DES ENTREPOTS .....               | 112       |
| I.6.1  | La localisation .....                         | 112       |
| I.6.2  | L'infrastructure des entrepôts .....          | 112       |
| I.6.3  | La capacité des entrepôts.....                | 113       |
| I.6.4  | La récurrence des marchandises par type ..... | 114       |
| I.7  | LA SATISFACTION CLIENTS.....                  | 117       |
| I.7.1  | Réclamations périssable (Cold Chain).....     | 117       |
| I.8  | ANALYSE ET MODELISATION.....                  | 118       |
| I.8.1  | Relation des performances logistique.....     | 118       |
| I.8.2  | Analyse .....                                 | 119       |
| I.8.3  | Déduction.....                                | 120       |

## Table des matières

|   |            |
|---|------------|
| I.9 CONCLUSION.....   | 121        |
| <b>CHAPITRE II HYPOTHESES ET SOLUTIONS D’OPTIMISATION .....</b> | <b>123</b> |
| II.1 INTRODUCTION .....   | 123        |
| II.2 HYPOTHESES.....  | 124        |
| II.3 SOLUTIONS DIGITALISATION ENTREPOT.....                     | 125        |
| II.3.1 <i>Problématique</i> .....                               | 125        |
| II.3.2 <i>Numérisation entrepôt</i> .....                       | 125        |
| II.3.3 <i>Implémentation QR Code et HHT</i> .....               | 130        |
| II.3.4 <i>Système inventaire dispo/indispo</i> .....            | 135        |
| II.3.5 <i>Cross-docking pour forklifts</i> .....                | 139        |
| II.3.6 <i>Implémentation KPIs entreposage</i> .....             | 140        |
| II.3.7 <i>Plan virtuel (Virtual Map) et AS/RS</i> .....         | 141        |
| II.4 SOLUTIONS TRACKING ULD .....                               | 142        |
| II.4.1 <i>Problématique</i> .....                               | 142        |
| II.4.2 <i>Système inventaire in/out</i> .....                   | 143        |
| II.4.3 <i>Gabarit d’endommagement</i> .....                     | 146        |
| II.4.4 <i>Implémentation puces RFID :</i> .....                 | 147        |
| II.4.5 <i>Implémentation KPIs stockage</i> .....                | 151        |
| II.4.6 <i>Plan virtuel (Virtual Map)</i> .....                  | 152        |
| II.5 SOLUTIONS OPTIMAL TURN-AROUND .....                        | 153        |
| II.5.1 <i>Problématique</i> .....                               | 153        |
| II.5.2 <i>Optimisation heuristique</i> .....                    | 154        |
| II.5.3 <i>Planification tracma/ULD</i> .....                    | 156        |
| II.5.4 <i>Perspective méta-heuristique</i> .....                | 159        |
| II.5.5 <i>Implémentation KPIs transport</i> .....               | 160        |
| II.6 RESULTAT ET VERDICT.....                                   | 161        |
| II.6.1 <i>Résultats de l’optimisation</i> .....                 | 161        |
| II.6.2 <i>Implémentation et standardisation</i> .....           | 164        |
| II.6.3 <i>Création de projets et perspective</i> .....          | 170        |
| II.7 CONCLUSION.....  | 172        |
| <b>CONCLUSION GENERALE.....</b>                                 | <b>173</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>                                      | <b>174</b> |

## LISTE DES TABLEAUX

|   |     |
|---|-----|
| TABLE 1 LISTE DES INCOTERM 2020 .....   | 24  |
| TABLE 2 LISTE DES CODES IATA DES COMPAGNIES AERIENNES .....                   | 26  |
| TABLE 3 STATISTIQUES DES IMPORTATIONS / EXPORTATIONS EN ALGERIE .....         | 35  |
| TABLE 4 LES ULD LES PLUS UTILISES POUR LE TRANSPORT DU FRET .....             | 39  |
| TABLE 5 IATA SPECIAL HANDLING CODES .....                                     | 40  |
| TABLE 6 SHC DES PRODUITS DANGEREUX .....                                      | 40  |
| TABLE 7 CLASSIFICATION DES APPAREILS PAR CAPACITE (TONNAGE/ULD) .....         | 43  |
| TABLE 8 CONFIGURATION DE LA SOUTE CARGO D'UN B777F .....                      | 44  |
| TABLE 9 AEROPORTS DANS LESQUELS OPERE SWISSPORT .....                         | 54  |
| TABLE 10 CARACTERISTIQUES DES TERMINAUX DE L'AHB .....                        | 57  |
| TABLE 11 TARIFICATION DE MAGASINAGE DU FRET AERIEN .....                      | 62  |
| TABLE 12 IATA DELAY CODES .....   | 84  |
| TABLE 13 LISTE DES FSU DU FRET AERIEN .....                                   | 90  |
| TABLE 14 DELAIS DE TURN-AROUND PAR VOL PAR COMPAGNIE .....                    | 97  |
| TABLE 15 MOYENNES DES TEMPS DE TRAITEMENT AIRSIDE ARRIVAL .....               | 98  |
| TABLE 16 MOYENNES DES TEMPS DE TRAITEMENT AIRSIDE DEPARTURE .....             | 102 |
| TABLE 17 LES EQUIPEMENTS POUR LE TRAITEMENT D'UN VOL B777 .....               | 109 |
| TABLE 18 CONSOMMATION EN FUEL POUR BTU .....                                  | 111 |
| TABLE 19 MOYENNE DES TEMPS DE TRAITEMENT IMPORT WAREHOUSE .....               | 115 |
| TABLE 20 MOYENNE DES TEMPS DE TRAITEMENT EXPORT WAREHOUSE .....               | 116 |
| TABLE 21 DIVISION DE L'ENTREPOT EN ZONES .....                                | 126 |
| TABLE 22 DIVISION DE LA ZONE COOL GOODS EN CHAMBRES .....                     | 127 |
| TABLE 23 REPARTITION PERRISSABLE .....  | 128 |
| TABLE 24 REPARTITION DANGEREUX .....  | 128 |
| TABLE 25 REPARTITION EXPRESS .....  | 128 |
| TABLE 26 REPARTITION LOURD .....  | 128 |
| TABLE 27 REPARTITION DIPLOMATIQUE .....                                       | 129 |
| TABLE 28 REPARTITION GENERAL CARGO .....                                      | 129 |
| TABLE 29 TABLEAU COMPARATIF DES CODES 2D SOURCE TABLEAU: WWW.QRCODE.COM ..... | 131 |
| TABLE 30 NUMERISATION FINALE DE L'ENTREPOT .....                              | 133 |
| TABLE 31 NUMERISATION DES INFORMATIONS SUR LES POSITIONS .....                | 137 |
| TABLE 32 KPI ENTREPOSAGE .....  | 140 |
| TABLE 33 RACK ULD PALLET .....  | 144 |
| TABLE 34 KPI STOCKAGE .....   | 151 |
| TABLE 35 EXEMPLE JOURNEE AVEC PLUSIEURS ARRIVEES EN MEME TEMPS .....          | 154 |
| TABLE 36 EQUIPEMENTS NECESSAIRES POUR TRAITEMENT ULD .....                    | 155 |

## Liste des figures

|   |     |
|---|-----|
| TABLE 37 KPI TRANSPORT .....  | 160 |
| TABLE 38 DUREE DES OPERATIONS ENTREPOTS (RESULTAT) .....  | 161 |
| TABLE 39 DUREE DES OPERATIONS ULD (RESULTAT) .....  | 162 |
| TABLE 40 LES COUTS A MINIMISER (RESULTAT) .....   | 163 |
| TABLE 41 LES COUTS INDIRECTS A ECONOMISER (RESULTAT).....   | 163 |
| TABLE 42 EXEMPLE DE NOTION PREFERRED LOCATION .....   | 165 |
| TABLE 43 TABLEAU DES DIFFERENTS COUTS D'INVESTISSEMENT / SOURCE : <a href="https://www.barcodesinc.com/">HTTPS://WWW.BARCODESINC.COM/</a> ..... | 171 |

## LISTE DES FIGURES

|  |     |
|--|-----|
| FIGURE I 1 CHART DES % D'IMPORTATIONS / EXPORTATIONS EN ALGERIE EN 2015 .....          | 35  |
| FIGURE I 2 TRANSPORT AERIEN (FRET) ALGERIE (EN MILLIONS DE TONNES PAR KILOMETRE) ..... | 35  |
| FIGURE I 3 PLAN COMPARTIMENT CARGO DU BOEING 777F .....                                | 44  |
| FIGURE I 4 SCHEMA DE LA CHAINE DE VALEURS .....  | 94  |
| FIGURE I 5 TABLEAU DE BORD FROM STA TO RCF.....  | 98  |
| FIGURE I 6 ACCEPTATION DU FRET (AWR) SUR CARGOSPOT .....                               | 99  |
| FIGURE I 7 CAPTURE DE L'ECRAN CARGOSPOT IMPORT MANIFEST (VOL QR) .....                 | 100 |
| FIGURE I 8 DASHBOARD DES PERFORMANCES DU TURN-AROUND PARTIE EXPORT .....               | 100 |
| FIGURE I 9 CAPTURE CARGOSPOT DEPUIS LA MANIFESTATION JUSQU'AU DEPART (DEP).....        | 101 |
| FIGURE I 10 EXEMPLE CALCUL DES PERFORMANCES DEP (OCT 2019 - FEV 2020) .....            | 101 |
| FIGURE I 11 PERFORMANCES STATION ALG GLOBAL.....                                       | 103 |
| FIGURE I 12 PERFORMANCES RCS/DEP ET RCF/NFD.....                                       | 103 |
| FIGURE I 13 RELATION ENTRE LES DELAYCODES ET LES RETARDS DE 2019 .....                 | 104 |
| FIGURE I 14 LES STATISTIQUES DES RETARDS DE VOLS DE L'ANNEE 2019 .....                 | 104 |
| FIGURE I 15 STATISTIQUE ULD REÇUS ENTRE AOÛT 2020 ET OCTOBRE 2020 .....                | 106 |
| FIGURE I 16 PLAN ITINERAIRE TRACMA SUR STATION AHB FRET.....                           | 107 |
| FIGURE I 17 CAPTURE DU SYSTEME DE REPORTING ULD DE LA QATAR AIRWAYS .....              | 108 |
| FIGURE I 18 ITINERAIRES DES TRACMA .....   | 111 |
| FIGURE I 20 PLAN DE LOCALISATION DES ENTREPOTS DE SWISSPORT .....                      | 112 |
| FIGURE I 21 PLAN INFRASTRUCTURES AHB ZONE FRET .....                                   | 112 |
| FIGURE I 22 PLAN D'UNE PARTIE DE L'ENTREPOT EK (ZONE BREAK-DOWN ET ZONE PICK-UP) ..... | 113 |
| FIGURE I 23 PERFORMANCES DES ENTREPOTS PAR TONNES PAR CLIENTS (YEAR TO DATE) .....     | 113 |
| FIGURE I 24 DASHBOARD DES KPIS DU SPECIAL HANDLING CODE : COL (OCT-DEC 2019) .....     | 114 |
| FIGURE I 25 EXEMPLE DE TRAITEMENT D'UN VOL EXPORT ENTRE FWB ET DEP.....                | 116 |
| FIGURE I 26 EXEMPLE DATA LOGGER D'UNE VARIATION DE TEMPERATURE .....                   | 117 |
| <br>   |     |
| FIGURE II 1 SCHEMA DE LA CHAINE LOGISTIQUE DU FROID.....                               | 59  |

## Liste des figures

|   |     |
|---|-----|
| FIGURE II-22 IMAGE CHARIOT A ULD.....   | 64  |
| FIGURE II 3 LES INTERVENANTS DU CENTRE DE FRET.....   | 73  |
| FIGURE II-4 SCHEMA DE LA LOGISTIQUE DU FRET EN ENTREPOT SUR LA STATION AHB .....                | 75  |
| FIGURE II 5 ILLUSTRATION ENDOMMAGEMENT AKE.....   | 88  |
| FIGURE II 6 INVENTAIRE GSE DE SWISSSPORT SUR LA STATION AHB .....                               | 110 |
| FIGURE II 7 INVENTAIRE GSE QUI TRAITENT LE FRET .....   | 110 |
| FIGURE II 8 SCHEMA DES RELATOINS ENTRE LES DIFFERENTES PERFORMANCES.....                        | 118 |
| FIGURE II 9 PLAN 2D DE L'ENTREPOT IMPORT .....  | 125 |
| FIGURE II 10 EXEMPLE CODE QR .....  | 130 |
| FIGURE II 11 COMPARAISON ENTRE UN QR CODE ET UN CODE BARRES CLASSIQUE .....                     | 130 |
| FIGURE II 12 DIFFERENTS FORMATS DE CODE: CODE QR, DATAMATRIX, SHOTCODE, COLORZIP, MAXICODE .... | 130 |
| FIGURE II 13 CODE QR STRUCTURE .....  | 131 |
| FIGURE II 14 SYNTAX DE CREATION CODE QR.....  | 132 |
| FIGURE II 15 EXEMPLE D'AFFICHAGE DE CODE QR EN ENTREPOT.....                                    | 134 |
| FIGURE II 16 VIRTUAL MAP DU WAREHOUSE .....   | 141 |
| FIGURE II 17 ZONE ULD PARK DE TYPE CONTENEUR .....  | 143 |
| FIGURE II 18 ZONE ULD PARK DE TYPE PALLETTE .....   | 143 |
| FIGURE II 19 CROQUIS GABARIT ULD POUR PALLETTE PMC.....   | 146 |
| FIGURE II 20 CAPTEUR PROXIMITE OMRON .....  | 146 |
| FIGURE II 21 ETIQUETTE TAG RfID UHF STANDARD .....  | 150 |
| FIGURE II-22 DIAGRAMME DE GANTT POUR TRACMA.....  | 157 |
| FIGURE II 23 CAPTURE LOP PREFERRED LOCATION .....   | 166 |
| FIGURE II 24 CAPTURE EXEMPLE PREFERRED DG.....  | 166 |
| FIGURE II 25 CAPTURE EXEMPLE RAPPORT PREFERRED LOCALTON.....                                    | 166 |
| FIGURE II 26 SHEMA PROCESSUS INVENTAIRE ULD.....  | 167 |
| FIGURE II 27 UCM IN (ULD IMPORT) .....  | 168 |
| FIGURE II 28 EXEMPLE ASSIGNATION ULD CARGO EXPORT .....   | 168 |
| FIGURE II 29 EXEMPLE CREATION STACK PALLETTE .....  | 168 |
| FIGURE II 30 UCM OUT (ULD EXPORT) .....   | 168 |
| FIGURE II 31 EXEMPLE SCM.....   | 169 |
| FIGURE II 32 EXEMPLE LISTE STACK PALLETTE (PAG) TK.....   | 169 |

## INTRODUCTION GENERALE

Un banquier de Londres envoie les dernières informations boursières à son collègue de Hong Kong à moins d'une seconde. En un seul clic, un client de New York commande des appareils électroniques fabriqués à Pékin, transportés à travers l'océan en quelques jours par avion-cargo ou porte-conteneurs. La vitesse et le volume auxquels les marchandises et les informations circulent dans le monde aujourd'hui sont sans précédent dans l'histoire. Mais l'échange mondial lui-même est plus ancien que nous ne le pensons, remontant à plus de 2000 ans le long d'un tronçon de 5000 miles connu sous le nom de route de la soie.

Le concept de cette route fictive a ouvert la porte à une nouvelle notion d'échange de biens et de services entre les civilisations présentes sur les 6 continents, créant ce qu'on appelle un marché de mondialisation qui obéit à des lois et processus de commerce transfrontalier, sur la base d'un incoterm des opérations d'import et d'export permettent l'échange et le transfert de biens entre un fournisseur et un acheteur, passant par des canaux de transport intermodal qui œuvrent suivant des normes et des standards internationaux régis par divers organismes internationaux.

Le développement des stratégies commerciales sont passées par plusieurs logiques où les producteurs sont passés de tout simplement vendre ce qui est fabriqué à vendre la qualité, à la demande et super rapidement, ainsi le client est devenu de plus en plus impliqué dans la logique commerciale exigeant TOUT, TOUT DE SUITE. La logistique est donc devenue une profession à part entière en entreprise et un pilier de l'approvisionnement, l'échange et la vente de biens et chaque année de nouveaux challenges et tendances apparaissent dans le secteur pour répondre aux besoins des clients.

Parallèlement au développement de l'échange industriel, le transport aérien a enregistré des records et ainsi le secteur aéronautique a évolué proportionnellement à celui du commerce transfrontalier. La révolution technologique a permis d'avoir de plus gros avions gros-porteurs qui transportent 2 fois plus de marchandises, 2 fois plus loin, et l'innovation a aidé les différents acteurs du fret aérien à répondre aux besoins de transparence en temps (real time monitoring) afin de pallier à toute déviation et de garantir rapidité, sécurité et fiabilité du traitement du fret entre conditionnement, manutention, transport et entreposage.

Dans ce projet de fin d'étude nous allons nous intéresser au traitement du fret aérien le long de la chaîne logistique, et cela au sein d'une compagnie de ground-handling, où le temps est le facteur le plus important car autant ce dernier représente un avantage autant il peut représenter un inconvénient s'il est mal géré du coup on comprend vite que temps = argent, et de manière analogue si l'on réussit à optimiser le temps on pourra économiser de l'argent.

Afin de mener à bien l'objectif de notre projet nous allons utiliser des outils de business intelligence sur les différentes performances logistiques, ce qui permettra d'identifier et de mettre en évidence les problématiques, d'analyser le volume des flux, de déterminer les coûts et de les répartir sur le projet et surtout de faciliter la prise de décision grâce à une bonne visualisation en tableaux de bords. Ainsi nous pourrons proposer les bonnes solutions de numérisation et digitalisation des différentes opérations et de l'optimisation de la consommation en ressources le tout en augmentant la qualité de service, la fiabilité des informations et la sécurisation des marchandises traités.

L'objectif finale sera alors de simplifier les processus, valoriser les datas collectées, d'apporter des économies d'échelles en matière de flux de fret, de préservation de la qualité des produits livrés et d'optimisation la logistique globale à forte valeur ajoutée pour l'ensemble des acteurs du fret aérien de l'aéroport et essentiellement celle du ground handler afin de s'imprégner du domaine professionnel le tout pour combler la formation estudiantine et l'application des divers notions, méthodes et outils acquises tout le long.

# **PARTIE THEORIQUE**

## **CHAPITRE I**

### **CONCEPT ET NOTIONS AUTOUR DE LA THEMATIQUE**

## CHAPITRE I CONCEPTS ET NOTIONS AUTOUR DE LA THEMATIQUE

### I.1 Introduction

L'émergence de la **mondialisation** a réussi à créer de nouvelles tendances économiques et le commerce transfrontalier est né. Parallèlement à l'accroissement des flux d'**importation et d'exportation**, les producteurs ont adapté leurs stratégies économiques en impliquant d'autant plus leurs clients, ses derniers sont donc devenus **plus exigeants** sur la qualité des produits et leurs **délais de livraison**. Afin de répondre à ses exigences, les acteurs de la chaîne logistique ont développé des moyens d'expédition et d'acheminements de marchandises de plus en plus rapides et efficaces et de nouvelles industries sont apparues.

Le **transport aérien** qui était autrefois considéré comme une curiosité, quelque chose d'inaccessible et inhabituel pour de nombreuses personnes est aujourd'hui utilisé non seulement pour le transport de passagers, mais aussi pour la livraison de gros volume de fret d'un pays à un autre. En très peu de temps, le transport de fret aérien a gagné en popularité et en reconnaissance, grâce aux avantages de fiabilité, de rapidité et d'accessibilité par rapport au transport de fret routier, maritime et ferroviaire.

Qu'il s'agisse de transports réguliers ou groupés par route, general cargo par les airs, d'utilisation de la capacité des wagons par chemin de fer ou de gros porte-conteneurs par la mer, **une logistique performante et** une gestion optimale garantissent une plus grande efficacité et assurent la satisfaction du client en consommant moins de ressources possible.

## I.2 La performance logistique

### I.2.1 Qu'entend-on par logistique ?

#### I.2.1.1 Terminologie

Le terme logistique vient du grec *Logistikos* (« relatif au raisonnement ») ou *Logisteuo* (« administrer »). Des publications de l'université de Lille 1 rapportent que depuis toujours les institutions militaires ont je cite : « utilisé ce terme (*le terme Logistique*) pour définir l'activité qui réussit à combiner deux facteurs nécessaires dans la gestion des flux : l'espace et le temps.»

Le petit Larousse définit la logistique : *Ensemble des méthodes et des moyens relatifs à l'organisation d'un service, d'une entreprise etc. et comprenant les manutentions, les transports, les conditionnements et parfois les approvisionnements.*

#### I.2.1.2 Origine

D'origine militaire, la logistique rassemble l'ensemble des activités ayant pour but la mise en place au moindre coût d'une quantité d'un produit à l'endroit et au moment où la demande existe. La logistique concerne donc toutes les opérations déterminant le mouvement des produits tel que localisation des usines et entrepôts, approvisionnement, gestion physique des encours de fabrication, emballage, stockage et gestion des stocks, manutention et préparation des commandes, transports et tournées de livraison. »

Avant, la logistique était limitée aux flux matériels, ce qui a limité le champ de son importance, alors que de nos jours elle a évolué pour parler de la gestion des flux physiques de matières première et de produits ainsi que des flux d'informations et financiers, c'est-à-dire les transports, stockages, manutentions...etc.

### I.2.2 Qu'entend-on par performance ?

La performance est un concept multi facettes qui ne se satisfait pas toujours de l'équation simpliste « *réduire les coûts pour augmenter les profits* ». Selon LORINO, 2003, la performance dans l'entreprise est tout ce qui, et seulement ce qui, contribue à améliorer le couple valeur/coût, c'est-à-dire à améliorer la création nette de la valeur (à contrario, n'est pas forcément performance ce qui contribue à diminuer le coût ou à augmenter la valeur si cela n'améliore pas le solde valeur-coût ou le ratio valeur/coût).

### I.2.3 La dimension stratégique de la logistique

#### I.2.3.1 Logistique en entreprise

Au cours de la Seconde Guerre mondiale, les travaux structurant la recherche opérationnelle se sont développées, permettant ainsi aux entreprises, dès la période de l'après-guerre, d'adopter un premier traitement de **la logistique par la voie quantitative**.

La fonction logistique a pris une importance telle qu'elle a donné lieu à l'apparition d'un métier à part entière, et d'entreprises dont l'objet est justement et uniquement de réaliser les opérations qui appartiennent à la logistique, pour le compte de clients, industriels ou distributeurs, dans le cadre d'un contrat de sous-traitance.

Dans l'entreprise l'activité logistique couvre toutes les actions de gestion, de planification, de mise en œuvre, et de contrôle des flux physiques de marchandises et des flux d'information qui s'y rapportent. L'AFNOR précise la finalité de la logistique : *Assurer la pleine satisfaction des attentes des clients, en recherchant simultanément l'optimum économique pour garantir la pérennité et le développement de l'entreprise.*

#### I.2.3.2 L'évolution de la logistique

L'évolution de la terminologie logistique montre que la logistique a toujours occupé une place stratégique au sein d'entreprise. Elle s'adapte à l'environnement économique de l'entreprise.

#### **Comment la logistique a-t-elle évolué au fur des années ?**

**Années 50 :** Les activités logistiques sont réparties entre les grandes fonctions traditionnelles de l'entreprise (Marketing, Production, Finance).

- La demande est supérieure à l'offre **et** le client n'a aucune influence sur l'entreprise ;
- L'équation économique est : **coût de revient + la marge = prix de vente ;**
- **La logique : produire pour vendre.**

**Années 70 :** La logistique est structurée et prend en charge soit la logistique aval (Logistique de distribution), ou soit la logistique amont (La logistique d'approvisionnement).

- La demande s'équilibre avec l'offre, les marchés seaturent ;
- Le client commence à prendre place dans la vie de l'entreprise ;
- L'organisation des approvisionnements et régulation des stocks ;
- **La logique : Produire ce qui sera vendu.**

**Années 75 :** Le processus logistique interne intègre la logistique des approvisionnements et la logistique de distribution elle devient alors une fonction transverse. C'est le début de la logique de la Chaîne logistique.

- La demande est inférieure à l'offre, la compétition industrielle commence ;
- L'entreprise devient dépendante du client ;
- L'équation économique devient : **Prix du marché-Coût de revient = Marge ;**
- **La logique : Produire ce qui est déjà vendu.**

**Années 90 :** Le flux logistique ne s'arrête pas aux frontières de l'entreprise. Il se développe des relations de partenariat entre industriels et distributeurs.

- La demande continue à baisser, l'entreprise devient de plus en plus dépendante du client ;
- La mondialisation ouvre la porte à la délocalisation et un approvisionnement mondial ;
- La réactivité/flexibilité devient élément clé pour s'adapter à la turbulence économique ;
- Le client veut une réponse le plus rapidement possible, le délai devient un facteur de différenciation ;
- **La logique : Satisfaire le client tout en consommant moins de ressources.**

## **I.2.4 La performance logistique**

### **I.2.4.1 Qu'est-ce que la performance logistique ?**

La performance logistique consiste à assurer la satisfaction du client en lui livrant des produits de bonne qualité, en bonne quantité, au bon moment, au bon endroit en consommant moins de ressources. Cela revient à maîtriser les fonctions opérationnelles établies entre les fournisseurs et les distributeurs : production, acheminement, entreposage, conditionnement et livraison sur le point de vente.

La performance logistique est une mesure de rapport entre le service fourni au client et les moyens consommés. **Une logistique performante assure la satisfaction du client en consommant moins de ressources.**

### **I.2.4.2 La performance logistique, outil de la compétitivité**

A travers les différentes phases d'évolution de la fonction logistique, les industriels développent une prise de conscience et tendent à considérer la fonction logistique comme enjeu stratégique. Cette nouvelle perception est sans doute le résultat de l'adaptation à des nouvelles exigences que le client impose aux entreprises.

Aujourd'hui dans la période où la qualité et le prix sont devenus des pré requis, le temps de réponse au client devient un facteurs clé de succès. Les entreprises veulent pouvoir fournir leurs produits à leurs clients dans un délai de plus en plus court car le client veut Tout (prix et qualité) et Tout de suite (délai). La logistique apparaît en effet comme un vecteur de l'amélioration de la réponse à la demande du client. Elle mise sur :

- **Le délai d'obtention du produit par le client,**
- **La création de la valeur c'est-à-dire l'élimination de toute forme de gaspillage.**

Dans une économie globalisée, l'externalisation pratiquée par des entreprises suscite une maîtrise des flux logistiques afin de pouvoir livrer aux clients dans le délai le plus court que possible et à moindre coût.

### **I.2.5 Supply Chain Management**

Dès les années 80, le terme logistique a évolué et on a commencé à parler de *Supply Chain Management* (SCM) ou de *Gestion de la chaîne logistique*. La logistique a atteint une dimension stratégique de l'entreprise avec un développement de nouvelles fonctions favorisées par des systèmes d'information sophistiqués.

La SCM est définie comme un ensemble de trois organisations ou plus directement liées par un ou plusieurs des flux en amont (gestion des flux matières, vers le lieu de stockage) et en aval (gestion des flux matières du lieu de stockage, vers le lieu de distribution) de produits, services, finances et informations d'une source à un client.

Dans ce sens étendu et moderne, la chaîne apparaît comme caractère stratégique pour garantir l'optimisation de la qualité du service et permet par conséquent d'augmenter les ventes et / ou les parts de marché au producteur et au distributeur. Le faire à moindre coût permet d'améliorer les performances à long terme et d'augmenter la marge bénéficiaire de l'entreprise en garantissant l'intégrité des personnes, et de l'environnement, c'est-à-dire la sécurité et la sûreté permet à l'entreprise de rester présente sur le marché, d'une part en évitant les sanctions, d'autre part en communiquant sur des thèmes actuels, comme le « développement durable », les « produits et les services éthiques », le « respect de l'environnement ».

### **I.2.6 Le transport intermodal (UTI)**

Le transport intermodal est un système de transport complexe. Selon le Dr. Gerhard Muller : « le concept de transport de passagers et de fret sur deux ou plusieurs modes de transport différents dans la manière dont toutes les parties du processus de transport, y compris l'échange d'informations, sont efficacement connectées et coordonnées »

Le transport intermodal fournit une réponse flexible aux exigences changeantes des marchés et les systèmes de distribution mondiaux. Et en passant d'une focalisation sur les composants d'infrastructure à une focalisation holistique sur les processus ou les systèmes, l'UTI aura plus de viabilité et d'applicabilité dans le monde de la gestion de la chaîne logistique mondiale.

## I.3 Le commerce transfrontalier

### I.3.1 Qu'est-ce que la mondialisation ?

La « mondialisation » désigne le processus dynamique par lequel les échanges de biens, services, capitaux, cultures se développent à l'échelle planétaire, ce phénomène crée des interactions et des interdépendances de plus en plus fortes entre les différentes parties du monde.

### I.3.2 Les acteurs de la mondialisation

- **Les firmes transnationales (FTN)** : 80 000 d'entre elles représentent un quart du PIB 1 mondial et deux tiers des échanges mondiaux.
- **L'état** : son rôle est de mettre en place d'infrastructure de transport, de zone franches et la limitation de l'excès de la mondialisation.
- **Les organisations et institutions internationales** : notamment l'OMC<sup>2</sup> qui pour but de réguler la mondialisation, le FMI<sup>3</sup> et la BM<sup>4</sup> en tant qu'organes de stabilité financière.
- **Les organisations non gouvernementales** : qui supportent l'opinion publique internationale et essayent de remédier aux défauts de la mondialisation.

### I.3.3 Les flux de la mondialisation

- **Flux de marchandises** : Le commerce international croit deux fois plus vite que la production mondiale et ces flux se font essentiellement entre les trois principales régions économiques du monde, états unis, japon, union européenne (Triade).
- **Flux de matières premières** : 90 millions de barils de pétrole produits chaque jour sont effectués soit par oléoducs soit par pétroliers, et montrent des flux nord-sud. Le moyen orient est une région centrale dans la géopolitique des matières premières.
- **Flux immatériels** : l'informatisation a accéléré la dématérialisation des flux financiers, les flux de capitaux ont été multipliés par 5 entre 1990 et 2010, les IDE intimement liés à l'activité des firmes multinationales.
- **Flux humains** : Les principaux flux humains sont ceux de touristes internationaux, en 2013 plus d'un milliard de touristes internationaux ont été recensés au monde, il représente plus de 10% du PIB mondial.

### **I.3.4 L'Algérie et la mondialisation**

La mondialisation a entraîné une nette augmentation des **échanges commerciaux et économiques** en Algérie, mais également une multiplication des échanges financiers. Cette accélération a été à l'origine d'une forte croissance économique mondiale.

Depuis le passage de l'économie en autarcie à l'économie de marché en 1994, la mondialisation n'a pas seulement changé la culture de consommation des algériens mais elle a empêché l'émergence d'une industrie locale qui depuis 20 ans ne dépasse pas les 5%. Pourtant, la mondialisation a pu réduire les écarts Nord- Sud et faire sortir des pays d'une misère, à des pays en économie développée tel que le Brésil, qui a vu ses exportations augmentées de 324% durant les 13ans précédents, alors que l'Algérie n'arrive pas à s'en sortir dans les exportations hors hydrocarbure.

Depuis plusieurs années maintenant, l'Algérie a été une victime de la mondialisation, jusqu'au point où la globalisation du marché a changé le comportement socio-économique surtout sur le plan de la consommation. Les importations des produits manufacturés sont passés de 6000 milles millions de dollars en 2000 à 38 000 millions de dollars en 2013, alors que le nombre de la population n'a varié que de 31 millions en 2000 à 38 millions en 2013, soit une variation de 533% des importations face à seulement une augmentation de 22,6% de la population.

### **I.3.5 Une future économie pour l'Algérie**

Afin d'encourager l'investissement étranger, il est nécessaire d'avoir des infrastructures qui facilitent l'exportation hors hydrocarbure. En 2015 les ports n'ont enregistré que 47 millions de tonnes de transactions dont 42 millions de tonnes en importations contre seulement 5 millions d'exportations. Le long processus de contrôles et des traitements d'attentes des bateaux est un frein pour le commerce international, il faudra donc sortir du contrôle d'un seul guichet et rendre ce processus plus fluide.

---

<sup>1</sup> Produit Intérieur Brut

<sup>2</sup> Organisation Mondiale du Commerce

<sup>3</sup> Fonds Monétaire International

<sup>4</sup> Banque mondiale

### **I.3.6 Processus d'exportation**

L'exportation est l'action de vendre à l'étranger une partie de la production de biens ou de services d'un ensemble économique, pays ou région. C'est un terme miroir de celui d'importation, étant donné qu'une vente du pays A au pays B est la même opération qu'un achat du pays B au pays A.

L'aspect logistique de l'export se concentre sur le transport du produit à l'endroit où il sera vendu. En général, recourir au service d'un transitaire international comme agent de transport fait gagner du temps et c'est moins risqué. Une fois les conditions de vente et les méthodes de paiement fixées, le traitement du flux physique s'accompagne de la documentation, l'assurance sur demande, la détermination des licences, permis, quotas, tarifs et restrictions nécessaires sur les réglementations nationales.

### **I.3.7 Processus d'importation**

L'importation désigne en économie l'ensemble des achats de marchandises à l'extérieur d'un pays, qu'il s'agisse de biens destinés à la consommation ou de biens destinés à servir à l'investissement (biens de capital). L'importation possède des avantages pour le consommateur (plus grand choix de produits, meilleure concurrence sur les prix) et une aiguillon de compétitivité pour les producteurs. Les importations de biens permettent aussi à certains pays d'abaisser leurs productions de gaz à effet de serre en délocalisant les productions polluantes. C'est le cas par exemple des États-Unis par l'intermédiaire de la production industrielle chinoise.

Du fait de la mondialisation économique, les deux flux sont souvent liés (par exemple, importation de matières et composants et réexportation de produits finis) : les ressources obtenues par les producteurs d'un pays en vendant avec succès dans un autre seront a priori utilisées à quelque chose par la suite.

Certaines obligations administratives et juridiques doivent être correctement établies dès le départ. Pour clarifier les exigences correspondantes à l'enregistrement, aux formulaires et aux paiements, il faut se référer à l'ambassade ou consulat du pays de destination. En effet, ces exigences varient selon les pays et le processus d'exportation de marchandises requiert toutes les documentations, sans lesquelles il n'y aura ni contrat, ni transport, ni paiement.

### I.3.8 Les incoterms

**Définition :** Incoterms est la contraction des mots anglais "*International Commercial Terms*" signifiant "termes du commerce international" et traduit en français par le sigle C.I.V. "*Conditions Internationales de Vente*".

Dans le cadre de contrats commerciaux internationaux, les incoterms désignent les responsabilités et les obligations d'un vendeur et d'un acheteur dans les domaines suivants : chargement, transport, livraison des marchandises ainsi que les formalités et charges (assurances) liées à ces opérations. Ils indiquent plus précisément, le lieu de transfert des risques : En cas d'avarie à un moment donné du transport, qui aura à supporter les charges liées au dommage entre le vendeur et l'acheteur.

**Principes :** Il s'agit d'un ensemble de règles mis à jour au fur et à mesure de l'évolution du commerce mondial et qui permet à l'acheteur et au vendeur de se mettre d'accord rapidement et sans ambiguïté sur les modalités de la transaction.

Les incoterms 2020 proposent **11 termes différents** codifiés par trois lettres :

| <b>Les incoterms multimodaux (air, terre, fer, mer.)</b> |   |
|--|---|
| <b>EXW</b>   | Ex Works ou A l'usine Obligation minimale pour le vendeur (emballage) |
| <b>FCA</b>   | Free Carrier (Franco transporteur)                                    |
| <b>CPT</b>   | Carriage Paid To (Port payé jusqu'à)                                  |
| <b>CIP</b>   | Carriage Insurance Paid to (Port payé, assurance comprise jusqu'à)    |
| <b>DPU</b>   | Delivered at Place Unloaded (Rendu au lieu de destination déchargé)   |
| <b>DAP</b>   | Delivered At Place (Rendu au lieu de destination)                     |
| <b>DDP</b>   | Delivered Duty Paid (Rendu droits acquittés)                          |
| <b>Les incoterms maritimes ou fluviaux</b>               |   |
| <b>FAS</b>   | Free Alongside Ship (Franco le long du navire)                        |
| <b>FOB</b>   | Free On Board (Franco à bord)   |
| <b>CFR</b>   | Cost and FREight (Coût et fret)                                       |
| <b>CIF</b>   | Coste, Insurance & Freight (Coût, assurance et fret)                  |

*Table 1 Liste des Incoterm 2020*

Pour chaque incoterm, il faut toujours préciser le lieu de livraison convenu. Dire que l'on vend FOB ne donne aucune indication à l'acheteur lui permettant de savoir où récupérer la marchandise pour organiser le transport. On précise donc FOB Tlemcen par exemple.

## I.4 Transport aérien

### I.4.1 Qu'est-ce que le transport aérien ?

#### I.4.1.1 Définition

Le transport aérien est l'un des types de transport les importants de notre époque, il effectue entre-autre le transport de passagers, de bagages, de fret et de courrier à l'aide d'aéronefs. Le transport aérien est une partie relativement indépendante du système de transport du monde, qui comprend également le transport par chemin de fer, par bateau, par automobile et par pipeline.

#### I.4.1.2 Historique et évolution

Le transport aérien a été lent à décoller après la percée des frères Wright à Kitty Hawk NC, le 17 décembre 1903. Leur invention le Flyer 01 a effectué un vol de 12 secondes, parcourant 120 pieds. Par contraste, les premiers Boeing 747 avaient une envergure de 196 pieds à eux seuls. Plus d'une décennie s'est écoulée avant les premiers efforts hésitants pour lancer des services passagers réguliers. Le 1er janvier 1914. Dans ses premières années, l'industrie du transport aérien entretenait une relation symbiotique avec l'aviation militaire.

**La Première Guerre mondiale**, qui a commencé quelques mois seulement après ce premier fourni une puissante impulsion au développement de l'aviation commerciale, car la puissance aérienne a commencé à être utilisée et de meilleurs avions ont été rapidement conçus laissant un héritage de milliers de pilotes au chômage.

**La Seconde Guerre mondiale** a énormément contribué au développement de l'industrie aérienne en raison du transport important de marchandises pour soutenir la guerre. Par exemple, 650 000 tonnes de fret ont été transférées entre l'Inde et le sud de la Chine de l'air 1942 à 1945 pour soutenir les nationalistes chinois. Plus tard, ces services ont été lancés en 1868 Hill Bloom Lynn et Dale Slay ont commencé avec DHL alors qu'en 1971, Federal Express a été lancé par Fred Smith. En 1970, l'époque avait des jets à corps large lorsque le premier Boeing 747 a été introduit. C'est la première fois que la taille sur la vitesse a été choisie de manière à augmenter la performance. Ensuite, la production d'avions gros porteurs à trois moteurs a été lancée, à savoir le L-1011 à verrouillage et le Douglas DC-10. Puis en avril 1972, Lufthansa a piloté le premier Boeing 747 de Francfort à New York.

## I.4.2 Les compagnies aériennes

Une compagnie aérienne est une entreprise qui propose le transport aérien de passagers et de fret. Les compagnies aériennes varient considérablement en taille, des petites entreprises avec seulement un ou deux avions aux grandes multinationales.

Lorsqu'une compagnie aérienne transporte des marchandises ou des passagers, elle établit une série d'itinéraires réguliers avec un horaire cohérent. La plupart de ces itinéraires sont configurés sur le modèle **hub and spoke**, la société ayant un hub central à travers lequel de nombreux vols sont acheminés.

L'envoi de personnes et de marchandises par avion est un moyen rapide et efficace de les transporter d'un endroit à l'autre. Lorsque l'industrie aérienne est devenue plus répandue, les prix ont également chuté, ce qui en fait également un mode de transport raisonnablement abordable. La réglementation gouvernementale a également été renforcée, afin de garantir la sécurité des voyages aériens pour les personnes et les marchandises. Les normes internationales sont également appliquées, car de nombreuses compagnies aériennes proposent des vols entre différents pays, qui peuvent avoir divers degrés de réglementation interne.

**Exemples de codage de compagnies aériennes :** L'IATA a identifié les aéroports et compagnies aériennes du monde entier par des codes uniques, (3 lettres pour les aéroports et 2 lettres pour les compagnies) qui servent de standards lors d'échanges d'informations entre acteurs du marché aérien. En anglais, ce code s'appelle Airline Designator. Il est utilisé pour identifier une compagnie aérienne dans toutes ses opérations commerciales. Les codes IATA se composent de deux lettres, complétées par quatre chiffres pour constituer le numéro de vol, ce qui amène une grande simplification de ces échanges et facilite le développement du billet et LTA électroniques.

| Nationalité | Compagnie        | Code IATA<br>Compagnie | Code IATA<br>Aéroport |
|-------------|------------------|------------------------|-----------------------|
| Algérie     | Air Algerie      | AH                     | AHB                   |
| Turquie     | Turkish Airlines | TK                     | IST                   |
| Emirats     | Fly Emirates     | EK                     | DXB                   |
| Espagne     | Iberia           | IB                     | BCN                   |
| Allemagne   | Lufthansa        | LH                     | FRA                   |
| Qatar       | Qatar Airways    | QR                     | DOH                   |
| France      | Air France       | AF                     | CDG                   |
| Italie      | Alitalia         | AZ                     | FCO                   |

La liste complète des codes IATA des compagnies aériennes est disponible sur le site [www.iata.org](http://www.iata.org).

*Table 2 Liste des codes IATA des compagnies aériennes*

### **I.4.3 Organisations internationales**

#### **I.4.3.1 ISO**

L'Organisation Internationale de Normalisation ou (International Organization for Standardization) est la principale organisation internationale de normalisation, reconnue par l'ONU. Créée en 1957, l'ISO est une organisation non gouvernementale qui regroupe des représentants d'organismes nationaux de normalisation de 163 pays avec plus de 19 000 Normes internationales dans de multiples domaines.

Site officiel : <https://www.iso.org/fr/home.html>

#### **I.4.3.2 OACI**

L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) a été créée par la Convention relative à l'aviation civile internationale, adoptée le 7 décembre 1944. Depuis l'origine, le rôle principal de l'OACI est d'établir le cadre réglementaire mondial de la sécurité de l'aviation civile internationale. La Convention de Chicago, dans son préambule, lui donne aussi un rôle d'organisation économique des services aériens, ceux-ci étant établis sur la base de l'égalité des chances et exploités d'une manière saine et économique.[1]

Site officiel : <https://www.icao.int/>

#### **I.4.3.3 IATA**

IATA est l'acronyme d'International Air Transport Association (en français, Association internationale du transport aérien). Créée en 1945 à La Havane, l'IATA est l'association professionnelle mondiale des compagnies du secteur aérien. Elle représente 260 compagnies aériennes membres, dont celles du transport de fret du monde, soit 84% du trafic aérien mondial. L'IATA

Aujourd'hui, la mission de l'IATA est de représenter, diriger et servir l'industrie du transport aérien, en unifiant et en coordonnant les normes et les règlements internationaux. Elle intervient notamment dans les domaines de la sécurité des passagers et du fret aérien, ainsi que l'amélioration et la modernisation des services, sans négliger la réduction et l'optimisation des coûts.[2]

Site officiel : <http://www.iata.org>

#### I.4.4 L'aéroport

Il convient de noter que la notion de « transport aérien » comprend non seulement les avions eux-mêmes, mais également les infrastructures nécessaires à leur fonctionnement : aéroports, services de répartition et services techniques.

Un aéroport est un complexe de structures conçues pour recevoir, envoyer, baser des avions et assurer le service de transport aérien, ayant à cet effet un aérodrome, un ou plusieurs terminaux de fret et d'autres installations au sol et l'équipement nécessaire.[3]

#### I.4.5 Logistique aéroportuaire

Un aéroport peut être considéré comme un système dans sa définition la plus simple, c'est-à-dire un ensemble d'éléments organisés en une structure. Le système aéroportuaire est en outre lui-même composé de sous-systèmes où la même définition s'applique, qui sont les maillons de la chaîne logistique aéroportuaire. La logistique aéroportuaire est donc représentative d'un mini monde avec ses multiples nationalités dans un périmètre où la logistique est la principale activité.

De façon plus précise, l'aéroport est un système de traitement de flux (d'avions, de passagers, de bagages, de fret, de véhicules) dont le rôle est de permettre le conditionnement de ces derniers en « lots » embarqués dans des avions, et inversement. Les sous-systèmes qui le composent peuvent être considérés comme des réseaux constitués des trois types d'éléments suivants :

- Des **liens**, dont le rôle est de permettre le déplacement d'un flux sans modifier ses caractéristiques intrinsèques. Ce sont par exemple les taxiways : voies de circulation avion ;
- Des **processeurs**, qui opèrent une transformation modifiant les caractéristiques du flux au moyen d'un contrôle ou d'une transaction. Par exemple une piste transforme un flux d'avions au sol en un flux d'avions en l'air,
- Des **réservoirs**, dont le rôle est de stocker les éléments d'un flux. On retrouve généralement les réservoirs en amont des processeurs. Ce sont toutes les zones d'attentes en amont des bretelles d'accès à une piste qui permettent de stocker les avions avant de pénétrer dans les servitudes.

## I.4.6 Capacité aéroportuaire

La capacité aéroportuaire est un concept qui définit l'aptitude d'un aéroport à recevoir et gérer des flux de vols et d'avion dans un temps simultané limité entre l'atterrissage, le traitement et le décollage.[4]

La capacité d'une infrastructure est une information essentielle pour de nombreux acteurs intervenant sur une plate-forme tels que l'exploitant aéroportuaire, le contrôle aérien, les compagnies aériennes ou encore le Ground-Handler. Les objectifs peuvent être multiples, à différentes échelles de décisions :

- Sur le plan stratégique à long terme pour permettre la **planification des investissements** ;
- Sur le plan tactique à moyen terme pour évaluer par exemple l'opportunité de **modifier les pratiques d'exploitation** sans modifier l'infrastructure ou pour mettre en place un management de la demande,
- Sur le plan opérationnel, pour **s'adapter en temps réel** à la typologie effective du trafic se présentant à très court terme.

Pour évaluer la capacité d'un aéroport dans sa globalité, il est nécessaire de déterminer la capacité de chacun des maillons qui le constituent. De façon générale, on peut distinguer les sous-ensembles suivants :

- Les accès terrestres (routiers, parkings, transports en commun)
- Les aérogares (passagers et fret)
- L'aire de mouvement des avions (aire de trafic + aire de manœuvre)
- Les accès aériens (espaces aériens terminaux)

En déterminant la capacité de chacun de ces sous-ensembles, il est ainsi possible de déterminer la capacité de l'ensemble du système aéroportuaire en considérant les interfaces entre ces différents sous-ensembles.

### I.4.7 Ground handling (assistance au sol)

L'assistance au sol des aéronefs, appelée Ground Handling comprend tous les services prêtés à un aéronef dans n'importe quel aéroport, de l'atterrissage au décollage. Ces services peuvent être prêtés par le personnel des compagnies aériennes ou par des entreprises spécialisées. Dans tous les cas, cette assistance répond aux normes et aux standards établis pour chaque service, afin de garantir la sécurité et de faciliter le déroulement des opérations.[3]

C'est une image familière pour tous ceux qui ont pris l'avion au moins une fois dans leur vie. Cela va du véhicule avec une pancarte « Follow me » aux services que les passagers ne voient pas, comme le plein de combustible, la climatisation, le nettoyage de l'avion ou le déchargement des bagages.

Chaque cas obéit à des conditions de Handling spécifiques, en fonction du type d'aéronef, de sa taille, de la nature de l'escale, etc. Le nombre et le type de services nécessaires varie aussi selon que l'appareil est stationné, loin du terminal ou juste à côté et dans ce cas une passerelle (finger) est mise en place.[2]

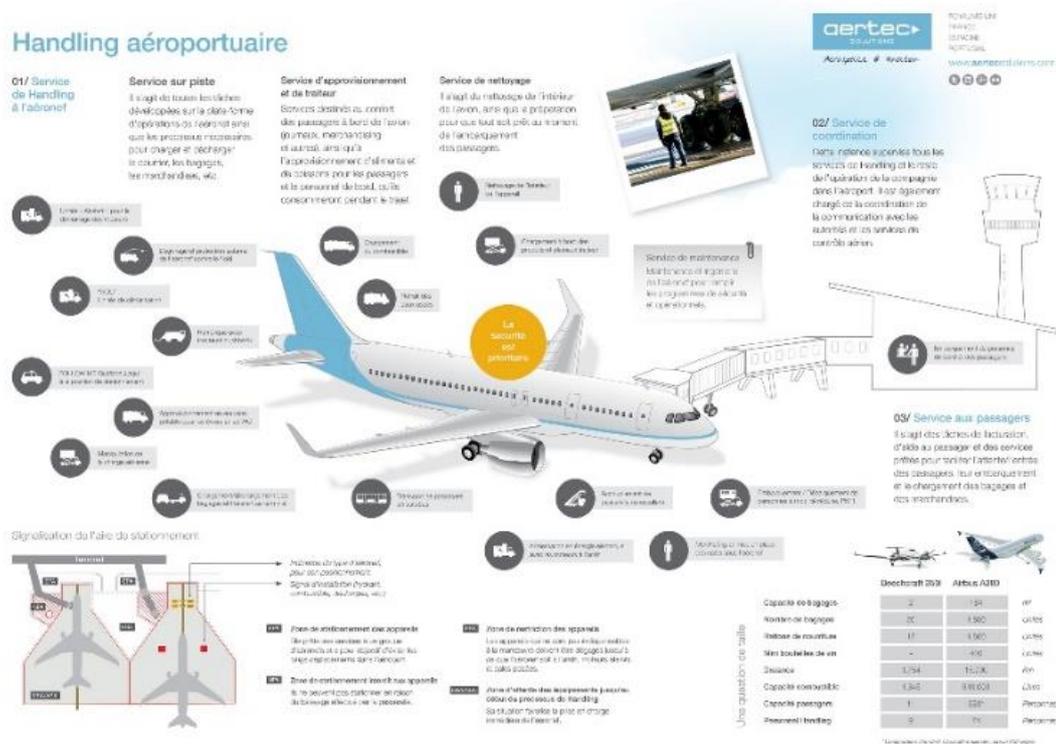


Figure I-1 Principaux services de Handling / Source : aertec.com

## I.5 Fret aérien

### I.5.1 Qu'est-ce que le fret aérien ?

Avant de définir le fret aérien spécifiquement, commençons d'abord par la notion de fret elle-même qui désigne le prix du transport des marchandises, mais aussi l'ensemble des marchandises qui peuvent être transportées au sein d'un territoire par les différentes voies : aérienne, maritime, ferroviaire et routière. Le fret est aussi appelé cargaison d'où l'appellation anglaise « cargo ».

- Le fret aérien, d'après la définition de l'OACI, désigne les marchandises transportées contre rémunération à l'exception de la poste.
- Pour l'IATA, le fret désigne tous les biens à l'exception des bagages (y compris la poste).

Le fret aérien est donc tout simplement les marchandises transportées d'un aéroport à un autre par une compagnie aérienne. Cette opération s'effectue sous le régime d'un contrat qui lie le transporteur à son client, c'est ce qu'on appelle une **lettre de transport aérien (LTA)**.

### I.5.2 Types de fret aérien

Le fret aérien peut se diviser en plusieurs catégories dépendant de la nature de la marchandise, de son packaging, de son expéditeur/destinataire, on note entre autre :

- **Le fret général (General Cargo)** : il s'agit de l'activité traditionnelle dans laquelle le fret est confié par le chargeur à un agent de fret qui agit comme transitaire. Le transporteur aérien n'assure alors que le transport.
- **Le fret express UPS DHL FEDEX ARAMEX** : la même entreprise, souvent appelée "intégrateur", assure toutes les prestations du transport porte-à-porte dans un délai restreint.

Aussi suivant son mode d'acheminement, on distingue trois types de fret aérien :

- **Le fret "tout cargo"**, transporté par "avion-cargo", c'est-à-dire équipé exclusivement pour transporter des marchandises et offrant un fort volume d'emport ;
- **Le fret "mixte"**, transporté par "avion mixte" ou "avion combi", transportant à la fois des passagers et du fret ;
- **Le fret "voie de surface"**, transporté par tout autre moyen (par camion par exemple).

### **I.5.3 Impact économique du fret**

#### **I.5.3.1 L'économie**

Le transport aérien de marchandises représente moins de 1% du volume des échanges mondiaux mais 35% de leur valeur, avec 6 milliards de dollars EU. Ce chiffre montre à quel point le secteur de l'aviation est un facteur clé pour ce qui est de l'accroissement des liens économiques et du commerce à l'échelle mondiale. Le transport aérien est essentiel pour connecter les différents pays à l'économie mondiale, les aidant ainsi à accroître leurs niveaux de productivité dans l'intérêt de l'économie nationale. L'aviation relie les entreprises à des marchés mondiaux très divers, apportant à leurs produits une clientèle qui, autrement, seraient beaucoup moins importante.[5]

Les chiffres du fret aérien se sont révélés constituer un indicateur très utile du volume des échanges mondiaux. Les inversions de tendance concernant le commerce mondial sont souvent signalées 4 à 5 mois à l'avance par l'évolution du fret aérien, ce qui fait de celle-ci un indicateur précurseur des échanges mondiaux.[6]

De plus, il est possible d'établir une relation claire entre les variations trimestrielles enregistrées pour l'économie au sens large, les échanges commerciaux et les conditions d'activité des entreprises, d'une part, et les résultats du secteur du fret aérien, d'autre part. L'aviation est donc à la fois un acteur important et un bénéficiaire immédiat de la facilitation des échanges.[7]

#### **I.5.3.2 Les coûts**

L'entreprise exportatrice/importatrice engage et rémunère un transitaire (courtier en douane) et paie la totalité des coûts relatifs au transport extérieur/intérieur, au dédouanement et contrôles exigés par les douanes et autres agences, à la manutention à l'aéroport, au respect des exigences en matière de documentation et autres coûts analogues.

Les frais sont déterminés par la valeur le poids et le volume de la cargaison et sont indiqués en euro ou dollars américains. Les contributeurs sont invités à convertir la monnaie locale au taux de change en vigueur le jour où ils complètent la réservation.

#### I.5.4 Les acteurs du fret aérien

**Le chargeur :** il est à l'origine de l'opération de transport, c'est lui qui dispose de biens à acheminer d'un lieu à un autre. Le chargeur traite très rarement en direct avec le transporteur, sauf si le volume de ses expéditions aériennes régulières est tel qu'il justifie la création d'un service dédié. Il négocie en revanche les Incoterms qui définissent les règles de responsabilité qui seront appliquées au transport de marchandises.[8]

**L'agent de fret aérien :** ils vendent 90 % du fret aérien et sont pour la plupart des transitaires multimodaux. Il est à la fois l'agent de voyage du fret, mais aussi le logisticien chargé de choisir le transporteur et d'organiser l'enlèvement, le transport et la livraison de la marchandise. En tant que commissionnaire de transport, il est aussi souvent chargé, s'il est agréé, des formalités liées au dédouanement des expéditions.[9]

**L'agent de handling :** ce prestataire de services des compagnies aériennes procède à la réception du fret et effectue l'ensemble des opérations de manutention : déchargement, stockage, préparation, conditionnement en vue de son embarquement à bord de l'avion ou de son pré-acheminement vers un autre aéroport. Cette mission peut être accomplie par le transporteur lui-même, s'il dispose sur l'aéroport d'un service dédié à la manutention. Sinon, c'est un opérateur spécialisé, l'agent de handling, indépendant du transporteur, qui s'en charge.[10]

**Le groupeur :** Dans bien des cas, l'agent de fret aérien agit également comme groupeur, son rôle consiste en une opération physique de rassemblement de plusieurs expéditions sur une même palette en leur établissant une seule LTA, ce qui amorti certains frais fixes.[11]

**Le General Sales Agent (GSA) :** il est chargé par une compagnie aérienne de commercialiser pour cette dernière les capacités cargo des soutes de ses avions.

**Le transporteur :** Les compagnies aériennes transportant du fret se distinguent en plusieurs catégories : Les compagnies tout-cargo qui ne transportent pas de passagers, les compagnies mixtes qui consacrent au fret des capacités de soute des avions passagers et les intégrateurs qui exploitent les différents modes de transport pour un service en porte-à-porte.

**Les services administratifs :** Les douanes donnent l'autorisation d'entrée et de sortie des marchandises sur le territoire de n'importe quel pays étranger et gèrent le Poste d'inspection frontalier (Pif). Et les services vétérinaires et de la protection des végétaux sont sollicités pour la vérification phytosanitaire des produits périssables et des animaux vivants.

### **I.5.5 Les avantages du fret aérien**

**Rapidité** : Le fret aérien se caractérise par une vitesse de livraison élevée. Le transport de fret aérien est particulièrement pertinent lorsqu'il est nécessaire de transporter des marchandises périssables, des objets de valeur, des bijoux, des médicaments et des organes à transplanter, qui doivent être livrés rapidement à destination.

**Sans frontière** : Un autre avantage du transport de fret aérien est la capacité à surmonter tous les obstacles de nature de secours - montagnes, déserts, mers, océans, précipices. Dans ce cas, les autres modes de transport ne sont pas en mesure de concurrencer les avions.

**Fiabilité** : Le transport de fret aérien est fiable, car les tentatives de détérioration ou de vol de biens de valeur transportés à haute altitude au-dessus du sol sont réduites à zéro pendant ce transport. De rares cas d'incidents avec les marchandises transportées sont généralement associés à une manipulation imprudente pendant le chargement des marchandises et le passage par la procédure de contrôle douanier.

**Traçabilité** : La fiabilité de la livraison est améliorée grâce à l'utilisation d'outils de contrôle de masse qui vous permettent de vérifier la sécurité et l'état des marchandises transportées en mode temps en ligne. De nombreux clients utilisent ce service avec succès, ce qui contribue à la confiance dans l'excellent résultat du transport.

**Sécurité** : Lors du transport aérien, il n'est pas nécessaire de passer le contrôle douanier à chaque frontière. La vérification et le respect nécessaires de toutes les conventions sont effectués deux fois au cours du processus de transport aérien - au lieu de départ des marchandises et à leur arrivée.

Le fret aérien peut livrer une variété de marchandises, quelle que soit leur taille et leur gravité. D'énormes lots de divers matériaux de construction, médicaments, structures métalliques et autres cargaisons sont facilement immergés dans un avion de transport.

## I.5.6 Le fret aérien en Algérie

**La législation :** La législation algérienne permet depuis 1980 à n'importe quel organisme public ou privé d'importer et / ou d'exporter des marchandises sous réserve d'un registre et d'un permis de commerce internationale en respectant les lois régies à cet effet (le code des douanes entre autre).

**Les statistiques :** Les données des importations et des exportations comptabilisées par l'OMC<sup>1</sup> sont limitées en trois grandes catégories de biens plus une catégorie résiduaire :

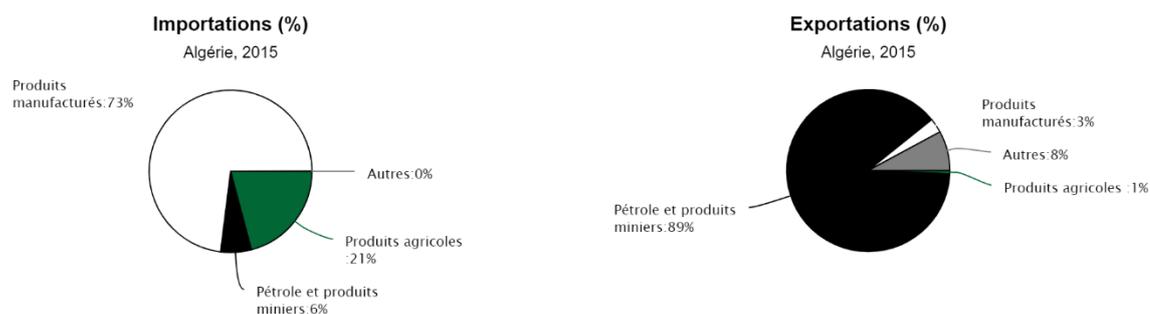


Figure I 1 Chart des % d'importations / exportations en Algérie en 2015

| Grandes catégories pour les biens | Importations   | % *     | % **  | Exportations   | % *    | % **  |
|-----------------------------------|----------------|---------|-------|----------------|--------|-------|
| Produits agricoles                | 10 760 831 537 | 20,894  | 0,686 | 247 058 567    | 0,654  | 0,016 |
| Pétrole et produits miniers       | 3 134 356 950  | 6,086   | 0,129 | 33 455 907 500 | 88,538 | 1,377 |
| Produits manufacturés             | 37 604 881 848 | 73,018  | 0,330 | 1 092 985 423  | 2,892  | 0,010 |
| Autres marchandises               | 929 665        | 0,002   |       | 2 991 048 510  | 7,916  |       |
| Ensemble des biens                | 51 501 000 000 | 100,000 | 0,308 | 37 787 000 000 | 100,00 | 0,229 |

Table 3 Statistiques des importations / exportations en Algérie

Volume des biens transportés par l'ensemble des vols en fonction du nombre de kilomètre réalisé du point de décollage au point d'atterrissage. Cette donnée permet d'évaluer l'importance du transport aérien des marchandises en Algérie

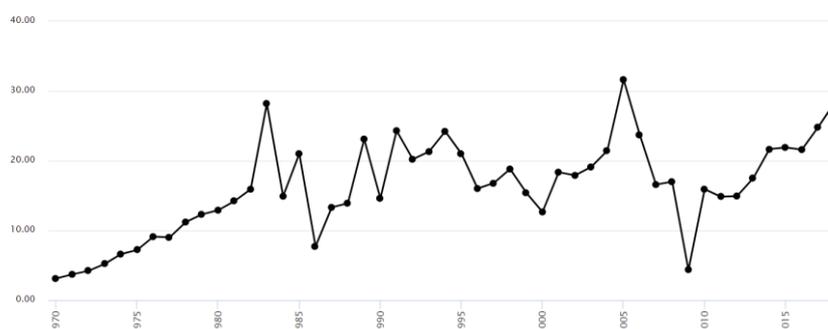


Figure I 2 Transport aérien (fret) Algérie (en millions de tonnes par kilomètre)

Source: Organisation de l'aviation civile internationale

<sup>1</sup>Organisation Mondiale du Commerce

\*La part du produit dans le total des importations / exportations

\*\*La part que représentent les importations / exportations de ce bien par ce pays sur celle du monde

### I.5.7 Le jargon du fret aérien

**Vol tout-cargo** : vol ne transportant que des marchandises.

**Vol mixte** : vol transportant des marchandises dans la soute des avions passagers.

**Dolly** : chariot de transport de palettes sur le tarmac et dans le quartier fret.

**Fret aérien avionné** : marchandises transportées par avion.

**Fret aérien camionné** : le fret aérien est toujours transporté par camion pour le pré et post-acheminement vers un aéroport.

**Fret express** : il est exploité principalement pour les documents et petits colis devant être acheminés d'urgence.

**Intégrateur/groupeur** : spécialiste de l'express, l'intégrateur (DHL, FedEx, TNT et UPS) exploite lui-même ses avions cargo et son réseau pour le transport des colis de porte-à-porte dans le monde entier. Il est à la fois transitaire, assistant en aérogare, compagnie aérienne et transporteur routier.

**Masse maximale au décollage** : la MTOW (Maximum Take-Off Weight) d'un appareil est sa masse au décollage lorsqu'il comporte le maximum de passagers, de fret, de carburant autorisé en toutes conditions de sécurité.

**Empotage ou dépotage** : opération de chargement ou de déchargement de marchandises à l'intérieur d'un conteneur.

Principaux indicateurs pour mesurer le trafic :

- **FTK (Freight Tonne Kilometres)** : mesure du trafic en tonnes-kilomètres (tonnes transportées fois kilomètres parcourus)
- **ATFK (Available Freight Tonne Kilometres)** : capacité de fret disponible fois kilomètres
- **RPK (Revenue Passenger Kilometres)** : nombre de passagers transportés fois kilomètres
- **ASK (Available Seat Kilometres)** : capacité en nombre de sièges disponibles fois kilomètres

## I.6 Conditionnement et manutention du fret

### I.6.1 Palettisation et conteneurisation

Le fret aérien se heurte à deux contraintes majeures. La première est technique : elle consiste à préparer la marchandise de façon à ce qu'elle voyage dans des conditions de sécurité optimales. La seconde, économique, réside dans une exploitation rentable de l'espace de façon à rendre le transport moins coûteux. Ces contraintes ont trouvé une solution dans différentes techniques comme la palettisation et la conteneurisation. L'idée est de constituer un regroupement de colis isolés de façon à pouvoir procéder à une seule opération de manutention. Ces techniques sont particulièrement adaptées à l'organisation en hubs, qui structure le fret aérien.

Le conditionnement et la manutention du fret sont des maillons essentiels dans la chaîne d'un transport rapide. Le conditionnement en unités complètes (ULD) chargées à bord des avions ou sa réception au déchargement et son déconditionnement avant distribution se font de plus en plus dans des centres de fret dédiés. La manutention du fret est donc effectuée dans des milliers d'aéroports du monde entier par des centaines d'entreprises, grandes et petites. Plusieurs organisations dirigent activement le développement de normes d'opérations d'assistance en escale, de processus et de procédures conformes aux meilleures pratiques et promeut la cohérence et l'harmonisation mondiales.

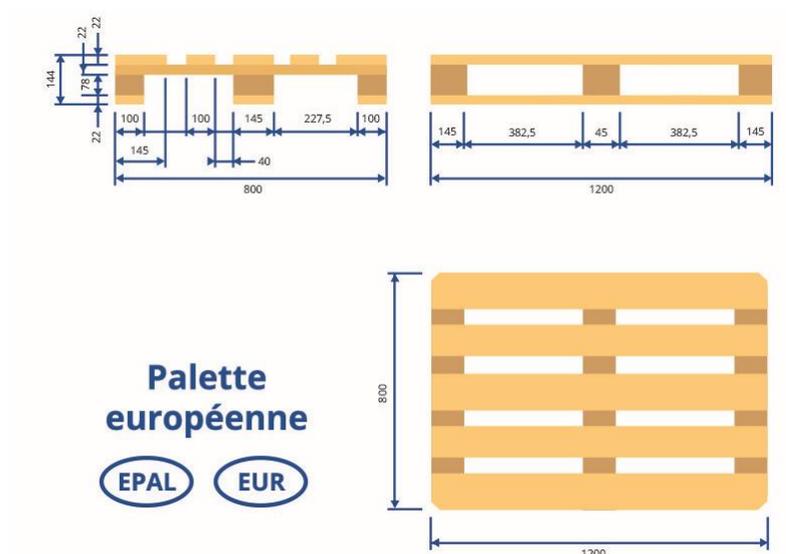


Figure I-9 Dimensions d'une euro-palette standard

## **I.6.2 Unité de chargement (ULD : Unit Load Device)**

### **I.6.2.1 Qu'est-ce qu'un ULD ?**

Un dispositif de chargement unitaire (ULD : Unit Load Device) est soit une combinaison de palette et de filet de palette, soit un conteneur d'avion. Les ULD sont des pièces d'avions amovibles soumises aux exigences strictes des autorités de l'aviation civile, de la conception, des essais, de la production et des opérations à la réparation et à la maintenance. Un ULD en état de navigabilité doit être structurellement capable de retenir les charges et de fournir une protection adéquate aux systèmes et à la structure de l'aéronef pendant le vol.

Ces unités de chargement sont en effet prévues pour épouser les arrondis des soutes ou de la cabine des avions dans lesquels elles sont chargées et ont fait l'objet d'une normalisation en ce qui concerne les dimensions. Cette normalisation permet, dans de nombreux cas, sans reconditionnement des marchandises, de changer de type d'avion ou de mode de transport lorsque cela est nécessaire pour l'acheminement du fret jusqu'à sa destination finale.

### **I.6.2.2 Types d'ULD**

Indépendamment des colis exceptionnellement volumineux ou des masses indivisibles (vrac), les autres marchandises (general cargo) sont donc transportées en unités de chargement, de toutes tailles, que sont les palettes et conteneurs.

Les palettes les plus courantes sont dites 10 pieds. Elles ont une longueur de 318 centimètres. Les largeurs des palettes sont de 153, 224 ou 244 centimètres. Les conteneurs ont également 10 pieds de longueur ou la moitié. Les largeurs sont également de 153, 224 ou 244 centimètres. 95% des expéditions vers l'Afrique se font par conteneur. Les ULD sont en outre soumises à une réglementation précise. Chaque type est désigné par un nom de code international délivré par l'IATA pour permettre leur identification : PAG, AKE, AAU, etc. Chaque ULD doit donc porter de façon visible son identifiant, composé de son nom (AKE, etc.) suivi de 4 ou 5 chiffres puis du code IATA de la compagnie.

Le transit de produits périssables qui doivent respecter la chaîne du froid se fait à l'aide de conteneur frigorifiques que les compagnies aériennes louent de chez d'autres prestataires spécialisés. Pour conserver la qualité des produits qu'ils contiennent et suivant les indications des clients, il est parfois primordial de les brancher sur alimentation électrique dès la réception en entrepôt ou de les vider dans des réfrigérateurs à température contrôlée.

| PaLETTE PLA             |   |
|-------------------------|---|
| <b>Code IATA ULD</b>    | Demi-palette PLA avec filet   |
| <b>Préfixes</b>         | BLP, FLA, P9A, P9B, P9B, P9P, P9R et P9S                                      |
| <b>Classe tarifaire</b> | Type 6  |
| <b>Appareil</b>         | 747, 777, 787, 707F, 727F, 737F   |
| <b>Poids brut max</b>   | 3,175 kg (6,999 lb)   |
| <b>Tare</b>             | 91 kg (200 lb)  |
| <b>AS1825 volume</b>    | 7.1 m <sup>3</sup> (250 ft <sup>3</sup> )                                     |
| PaLETTE PMC             |   |
| <b>Code IATA ULD</b>    | P6P Palette plate de 10 pieds avec filet                                      |
| <b>Classe tarifaire</b> | Type 2BG  |
| <b>Appareil</b>         | 747, 767, 777, 787, DC-10, MD-11  |
| <b>Tare</b>             | 120 kg (265 lb)   |
| <b>AS1825 volume</b>    | H 162.6 cm H 243.8 cm H 299.7 cm H 162.2 cm H 243.8 cm H 299.7 cm             |
| Conteneur LD3           |   |
| <b>Code IATA ULD</b>    | Conteneur profilé AKE   |
| <b>Préfixes</b>         | AKE, AVA, AVB, AVC, AVK, DVA, DVE, DVP, XKS, XKG et AKN, AVN, DKN, DVN et XKN |
| <b>Classe tarifaire</b> | Type 8  |
| <b>Porte</b>            | 58 x 61 in (147 x 155 cm)   |
| <b>Appareil</b>         | A300, A310, A330, A340, 747, 767, 777, DC-10, MD-11, L-1011                   |
| <b>Poids brut max</b>   | 3,500 lb (1,588 cm)   |
| <b>Tare</b>             | 181 lb (82 kg)  |
| <b>AS1825 volume</b>    | 159 ft <sup>3</sup> (4.5 m <sup>3</sup> )                                     |
| Conteneur LD-9 Reefer   |   |
| <b>Code IATA ULD</b>    | Réceptacle de refroidissement RAP sur base P1P                                |
| <b>Classe tarifaire</b> | Type 5  |
| <b>Convient pour</b>    | 747, 767, 777, 787, DC-10, MD-11  |
| <b>Porte</b>            | 85 x 58-in (216 x 147-cm)   |
| <b>Poids brut max</b>   | 6 000 kg (13 227 lb)  |
| <b>Tare</b>             | 400 kg (882 lb)   |
| <b>Volume interne</b>   | 9.6 m <sup>3</sup> (339 ft <sup>3</sup> )                                     |

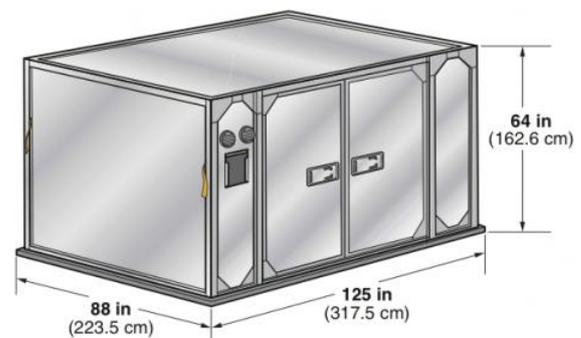
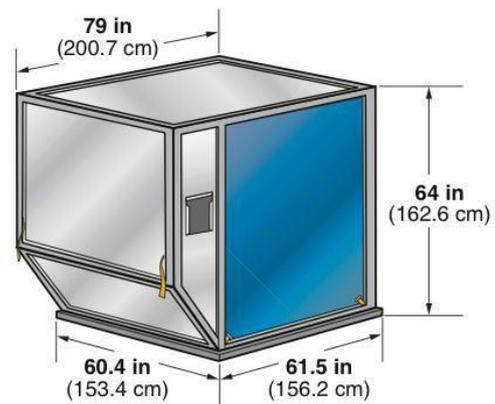
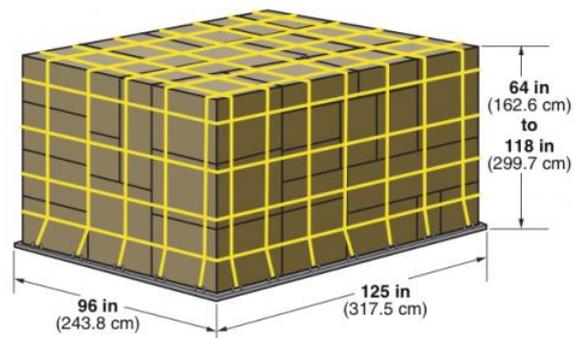
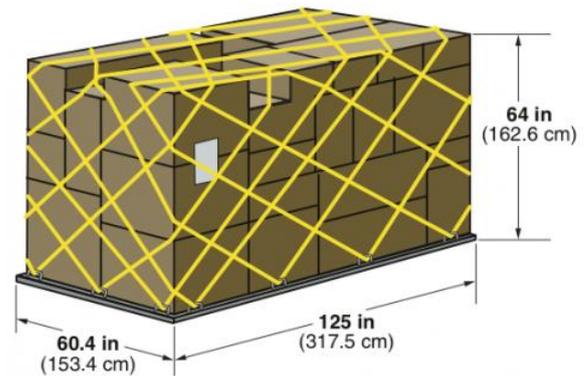


Table 4 Les ULD les plus utilisés pour le transport du fret

### I.6.3 Codes spéciaux de manutention (SHC : Special Handling Codes)

Les codes spéciaux de manutentions, Special Handling Codes (SHC) en anglais sont une liste de codes définies par l'IATA qui consiste à standardiser l'identification de la nature des marchandises ainsi que la façon de les emballer, transporter et stocker. Les marchandises qui nécessitent un traitement spécial sont généralement les produits dangereux, radioactifs, périssables, diplomatiques ainsi que les organes et dépouilles humains.

#### Special Handling Codes :

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| ACT | Active Temperature Controlled System                               | NMP | Newspapers, magazines                    |
| ATT | Goods Attached to Air Waybill                                      | OHG | Overhang item                            |
| AVI | Live animal  | PAC | Passenger and cargo                      |
| BIG | Outsized   | PEF | Flowers                                  |
| BUP | Bulk Unitization Programme, Shipper/Consignee Handled Unit         | PEM | Meat                                     |
| CAO | Cargo Aircraft Only  | PEP | Fruits and Vegetables                    |
| CAT | Cargo Attendant Accompanying Shipment                              | PER | Perishable cargo                         |
| COL | Cool Goods   | PES | Fish/Seafood                             |
| COM | Company Mail   | PIL | Pharmaceuticals                          |
| CRT | Control Room Temperature   | QRT | Quick Ramp Transfer                      |
| DIP | Diplomatic mail  | SCO | Cargo Secure for All-Cargo Aircraft only |
| EAT | Foodstuffs   | SHL | Save Human Life                          |
| FRI | Frozen goods subject to phyto inspections                          | SHR | Secure with High Risk Requirements       |
| FRO | Frozen goods   | SPF | Laboratory Animals                       |
| HEA | Heavy cargo, 150kg and over per piece                              | SPX | Secure for Passenger and Cargo Aircraft  |
| HUM | Human remains in coffins   | VAL | Valuable cargo                           |
| LHO | Living human organs/blood  | VIC | Very Important Cargo                     |
| LIC | License required   | VOL | Volume                                   |
| MAL | Mail   | VUN | Vulnerable Cargo                         |
| MUW | Munitions of war   | WET | Wet material not in watertight container |
| NSC | Cargo has not been secured yet for Passenger of All-Cargo Aircraft | XPS | Priority small package                   |

Table 5 IATA Special Handling Codes

#### Dangerous Goods Codes (IATA Cargo IMP Codes) :

|     |   |     |   |
|-----|---|-----|---|
| CAO | Cargo Aircraft Only                         | RCX | Explosives 1.3C                         |
| DGD | Shipper's Declaration for Dangerous Goods   | RDS | Biological Substance, Category B        |
| ELI | Lithium Ion Batteries excepted              | REQ | Dangerous Goods in Excepted Quantities  |
| ELM | Lithium Metal Batteries excepted            | REX | To be reserved for forbidden explosives |
| ICE | Carbon dioxide, solid(Dry ice)              | RFG | Flammable gas                           |
| IMP | Interline Message Procedure                 | RFL | Flammable liquid                        |
| MAG | Magnetized material                         | RFS | Flammable solid                         |
| RCL | Cryogenic liquids (Packing Instruction 202) | RFW | Dangerous when wet                      |
| RCM | Corrosive                                   | RGX | Explosives 1.3G                         |

Table 6 SHC des produits dangereux

### I.6.4 Entreposage (Warehousing)

Les exportations et importations internationales de fret aérien doivent impérativement utiliser des entrepôts pour le transit, c'est une partie essentielle de la chaîne logistique. Une fois le fret international arrivé à destination, l'opération d'entreposage veille à ce que les produits parviennent à leurs propriétaires dans le même état de leur réception grâce à des infrastructures sécurisées et des installations à conditions et climat contrôlés dans le respect des normes internationales d'entreposage.

L'entrepôt professionnel d'un l'aéroport international améliore l'efficacité du fret aérien, fournir des services de conditionnement et la manutention grâce à un personnel qualifié qui tri, stock et expédie les marchandises rapidement et efficacement. Les entrepôts de fret permettent donc :

**La consolidation des colis** : collecte et stockage des marchandises envoyés par différents fournisseurs dans différentes villes avant la réservation de vols dans un ordre unifié ;

**La palettisation** : c'est le service le plus important suivant les différentes exigences des compagnies aériennes pour la hauteur et la largeur de leurs palettes, en particulier pour celles qui ont plus de 100 cartons et ont besoin de plus de 5 euro-palettes ;

**Le reconditionnement** : le renforcement de l'emballage permet de rendre les marchandises plus stables lors du transport aérien afin de répondre aux exigences de sécurité ;

**Le stockage** : afin d'avoir une aisance des délais avant la livraison des colis (procédures bancaires, administratives et douanières) le stockage du fret se trouve être le service le plus rentable, permettant ainsi au maintien de la qualité des produits sensibles dans de les bonnes conditions d'humidité, de température et de sécurité ;

**Inspection magnétique** : le fret aérien peut être inspecté magnétiquement avant le décollage. Seules les marchandises qui satisfont au « rapport d'inspection magnétique » de la compagnie aérienne peuvent être acceptées pour le fret aérien,

**Sécurité** : l'entreposage assure la sécurité des colis stockés grâce à des installations sous surveillance vidéo constante et vidéo et des systèmes de gicleurs automatisés en plus de la surveillance douanière.

**Étiquetage** : L'étiquetage se fait sur la surface extérieure des colis et permet à l'identification visuelle de la nature du colis et de sa manutention, les colis de marchandises dangereuses doivent donc être marqués et étiquetés avant d'être affectés à l'expédition :

## **I.6.5 Appareils transportant le fret**

On estime à environ 70 % la proportion du fret aérien embarquant dans les soutes des avions passagers. Pour autant, les appareils cargo conservent des avantages importants. D'une part, les volumes qu'ils proposent sont fixes et connus à l'avance. D'autre part, ils sont plus fiables du point de vue de leurs itinéraires et de leurs horaires. Enfin, ils permettent de proposer aux clients une palette de services spécifiques comme le transport de matières dangereuses. Ils sont de toutes les façons indispensables sur les lignes très fréquentées, où les seules liaisons passagers ne suffisent pas à absorber la demande de fret.[12]

Les avions passagers et cargo ont en commun la structure de leur espace intérieur divisé en deux niveaux. Le niveau principal est le pont supérieur. Dans le cas d'un appareil passagers, le pont supérieur accueille les voyageurs alors que, dans le cas des freighters, il se destine au fret. Le pont inférieur (les soutes) est dédié aux bagages des passagers et au fret. Les capacités des avions cargo long-courriers varient de 65 tonnes pour le MD11 à 100 tonnes pour le B777, et 115 tonnes pour le B747-400. La version fret de l'A380, qui reste à l'état de projet pour le moment, prévoit une capacité de 150 tonnes.

### **I.6.5.1 Avions Passagers (PAX)**

Du fait de leur faible gabarit, ces appareils n'offrent que des capacités limitées d'emport en soute car celles-ci sont utilisées en grande majorité pour les bagages. Ces soutes jouent un rôle de plus en plus important dans le fret aérien. Sur les appareils long-courriers, les constructeurs accordent désormais une place de choix à l'espace réservé à cet effet. Les deux appareils les plus emblématiques et les plus contemporains sont le A380 et le B747-8.

### **I.6.5.2 Avions Cargo (CGO)**

Selon le Airbus Global Market Forecast 2013-2030, la flotte actuelle d'appareils cargo s'établit à 1 645 unités pour 197 opérateurs mais, selon les données des constructeurs, une quarantaine de compagnies exploiterait près de 60 % de la flotte mondiale. Parmi ceux-ci, les intégrateurs sont majoritaires, la plupart étant basés en Amérique du Nord.

Parmi les appareils dédiés au fret, on distingue les freighters des convertis (converted freighters), anciens appareils passagers réaménagés pour une seconde vie en version fret, et les quick-change qui sont utilisés pour le transport de passagers le jour et l'acheminement du courrier ou du fret la nuit. Le plus exploité à cette fin est le B737.

### I.6.5.3 Flote mondiale

Boeing, créé en 1916, était le seul fournisseur d'avion jusqu'en 1974 jusqu'à ce qu'Airbus (créé en 1970) lance son premier avion commercial. Les deux sociétés détiennent aujourd'hui une part combinée de 91% sur le marché mondial des avions commerciaux. En particulier, Airbus a été en mesure de prendre des parts de marché à Boeing au cours des 5 dernières années et avait un carnet de commandes 56% plus important que celui de Boeing à la fin septembre 2019. Mais c'est Boeing qui domine le marché du transport de fret aérien. L'avionneur américain revendique 90 % de l'ensemble de la capacité mondiale de transport de fret. Ses avions de passagers sont en outre réputés pour la capacité de leurs soutes.

A ce jour les appareils les plus performants pour le transport de fret sont :

| Aéronef                     | Tonnage cargo                     | ULD capacité               |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Boeing 787-8 Dreamliners    | 8,500 kg                          | 9 Pallets / 28 Containers  |
| Boeing 777-200 Freighter    | 103,000 kg / 630 Cbm <sup>1</sup> | 37 Pallets / 32 Containers |
| Boeing 777-200LR            | 16,000 kg / 80 Cbm                | 10 Pallets / 32 Containers |
| Boeing 777-300ER            | 21,000 kg / 100 Cbm               | 14 Pallets / 44 Containers |
| Boeing 747-400 ER Freighter | 117,000 kg / 625 Cbm              | 32 Pallets                 |
| Boeing 747-8 Freighter      | 135,000 kg / 1020 Cbm             | 46 Pallets                 |
| Airbus 380-800 (LD)         | 15,000 kg / 132 Cbm               | 10 Pallets / 34 Containers |
| Airbus 380-800 (HD)         | 8,000 kg                          | 6 Pallets / 22 Containers  |
| Airbus 380-800 (QT)         | 15,000 kg / 90 Cbm                | 6 Pallets / 22 Containers  |
| Airbus A350-1000            | 26,500 kg / 140 Cbm               | 14 Pallets / 22 Containers |
| Airbus A350-900             | 16,400 kg / 98 Cbm                | 11 Pallets / 38 Containers |
| Airbus A330 Freighter       | 63,000 kg                         | 24 Pallets                 |
| Airbus 330-300              | 18,000 kg                         | 5 Pallets / 18 Containers  |
| Airbus 330-200              | 16,000 kg                         | 8 Pallets / 28 Containers  |
| Antonov An-225 Mriya        | 250,000 kg                        |                            |

*Table 7 Classification des appareils par capacité (Tonnage/ULD)*

Comme en atteste cette classification, la capacité de chargement des marchandises varie d'un avion à un autre. Les marchandises transportables par avions doivent donc être conformes aux normes des appareils, notamment concernant leurs poids et leurs volumes. Les normes sont spécifiques à chaque type d'appareil ; elles concernent les charges maximums, les volumes utiles, la dimension des ouvertures, les systèmes d'attache des conditionnements...etc.

<sup>1</sup>Acronyme de « Cubic meter » = mètre cube

**BOEING 777F** : c'est l'avion-cargo le plus écologique exploité aujourd'hui, avec la plus faible consommation de carburant dû à sa technologie de tous les avions cargo de taille comparable. En plus de sa large porte cargo pouvant accueillir des envois surdimensionnés, il est également capable de transporter jusqu'à 103 tonnes de fret sans escale sur des tronçons de 10 heures.

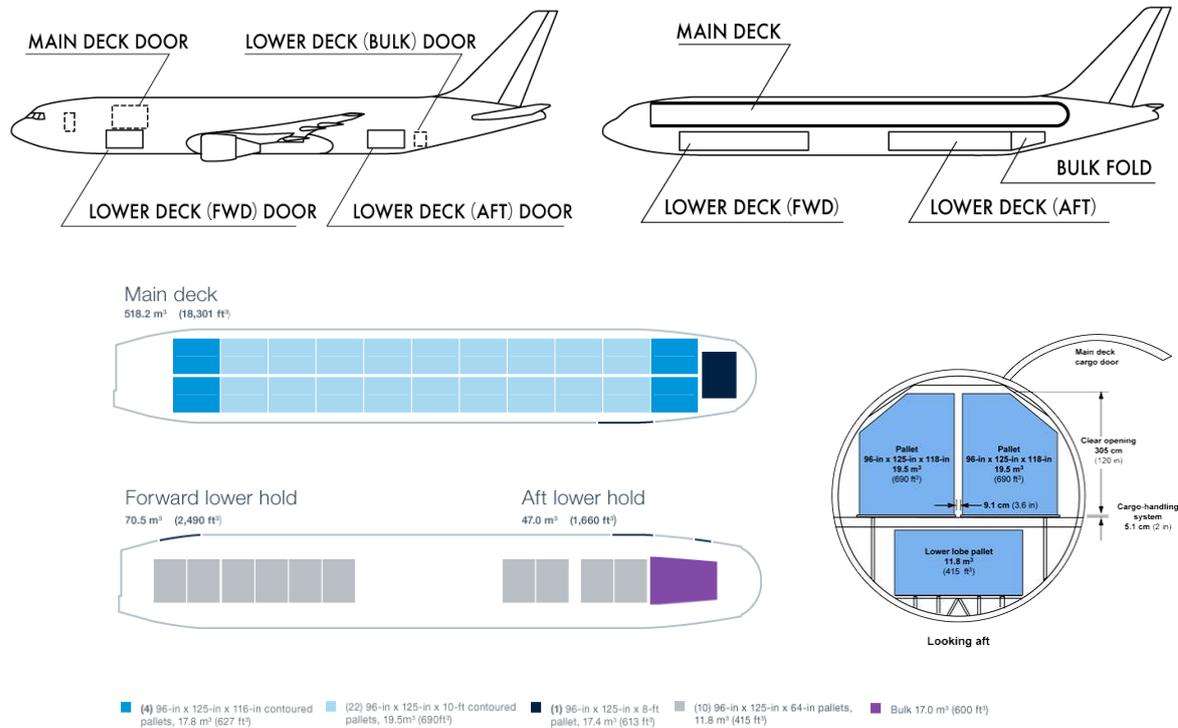


Figure I 3 Plan Compartiment Cargo du BOEING 777F

| STANDARD ULD CONFIGURATION |                       |                             | DOOR SIZES        |                                   |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| <b>Main deck</b>           | 27 × PMC (96" × 125") | <b>FWD<sup>2</sup> hold</b> | 6 × PMC           | <b>Main deck door</b> 142" × 120" |
|                            | 22 × 118"H (Contour)  | <b>AFT<sup>1</sup> hold</b> | 4 × PMC           | <b>Forward hold</b> 106" × 67"    |
|                            | 4 × 116"H (Contour)   | <b>Bulk hold</b>            | Cargo volume 15m3 | <b>AFT hold</b> 106" × 67"        |
|                            | 1 × 96"H (No Contour) |                             |                   | <b>Bulk hold</b> 35" × 47"        |
| <b>Lower deck</b>          | 10 × PMC (96" × 125") |                             |                   |                                   |

Table 8 Configuration de la soute cargo d'un B777F

<sup>1</sup>Acronyme de « Toward et / ou afterward » = arrière

<sup>2</sup>Acronyme de « Forward » = Avant

## I.7 Business intelligence

### I.7.1 Qu'est-ce que la business intelligence ?

La business intelligence ou informatique décisionnelle en français est le traitement de l'information comme base de la prise de décision. Elle permet d'extraire des informations interprétables à partir de données structurées et non structurées de divers systèmes, les analyse et les affiche d'une manière graphiquement significative afin de générer des connaissances, qui permettront d'atteindre des décisions de gestion prédéterminées basées sur les données et d'atteindre les objectifs de l'entreprise.

### I.7.2 Comment la BI fonctionne ?

Les suites de Business Intelligence sont placées en tant que couche supérieure de l'infrastructure logicielle existante et regroupent les données souhaitées à partir du logiciel existant. La solution BI crée alors des rapports et des analyses à partir des données existantes, d'une simple pression sur un bouton.

Cette fonctionnalité d'exploration descendante, permet de naviguer dans des niveaux d'évaluation plus profonds et plus détaillés.[13]

Le coût de la collecte d'informations financières pertinentes est minimisé et les erreurs possibles sont éliminées.

### I.7.3 Les étapes de la BI

- **Data collection** : Collecte des données et création de la base
- **Data analyses** : Tri et analyse de la base brute
- **Data visualisation** : Applications dynamiques, graphiques interactifs, tableaux de bord..etc.
- **Supervised learning** : Utilisation de l'intelligence artificielle pour prédire les comportements sur des façons sans précédent.

*Remarque* : Les suites BI basées sur le Web permettent des évaluations sur les appareils mobiles tels que les tablettes et les smartphones.

### I.7.4 L'intérêt de l'exploitation des données

Chaque entreprise génère une grande quantité de données internes sur les performances internes, les clients, les partenaires commerciaux ou les produits. Souvent, il n'y a pas de moyen facile de préparer ces données à partir de systèmes **ERP**<sup>1</sup> ou d'autres plates-formes. [14]

Les logiciels de Business Intelligence ne génèrent pas d'informations « nouvelles », mais les extraient du logiciel existant. Les systèmes **ERP** et **CRM**<sup>2</sup> ne fournissent souvent que des voies rudimentaires pour accéder aux informations souhaitées. [15]

Il en résulte des surcoûts massifs : Surtout, la "gestion par Excel" généralisée signifie que de nombreuses heures sont consacrées à la compilation des données dans le contrôle - mois après mois. Outre le temps requis, cela augmente également le taux d'erreur en raison de l'édition manuelle. D'un simple clic de souris, des informations précieuses proviennent en quantités déroutantes de données, formant une base de décisions éclairées.[16]

### I.7.5 Les tableaux de bords

Le tableau de bord est un outil d'aide à la gestion composé d'un ensemble de rapports dont le but est de fournir au manager une vision claire de la situation actuelle de son système par rapport aux objectifs fixés. C'est en théorie un ensemble d'indicateurs renseignés périodiquement et destinés au suivi. Ces derniers jouent un rôle d'alarme et se déclenchent automatiquement pour signaler une anomalie ou une performance dans le fonctionnement du système. Il se caractérise par sa :

- **Simplicité et clarté** : il ne peut posséder qu'un nombre limité d'indicateurs (4 à 5)
- **Pertinence** : contient que les indicateurs relatifs aux responsabilités de son utilisateur ;
- **Facilité** : sources de données existantes et fiable, avec des délais de traitement courts.

*Remarque : Il n'existe pas de modèle standard de tableau de bord. C'est un instrument personnel, conçu sur mesure suivant les responsabilités et les objectifs de son utilisateur.*

---

<sup>1</sup> Enterprise Resource Planning

<sup>2</sup> Customer Relation Management

## I.8 Optimisation

### I.8.1 Qu'est-ce que l'optimisation ?

L'optimisation est l'action de rendre optimal une méthode ou une organisation établie en lui procurant les meilleures conditions d'utilisation, de fonctionnement et de rendement dans le but de perfectionnement et de rentabilité accrues. Pour cela, elle est considérée comme étant une approche généraliste qui relève des sciences de la décision et qui combine : savoir-faire pratique et connaissances théoriques.[17]

En mathématique, l'optimisation est une branche qui résout des problèmes qui consistent à minimiser ou maximiser une fonction sur un ensemble, analytiquement ou numériquement, après les avoir analysés et modélisés pour spécifier des problèmes d'optimisation à cibler. [18]

### I.8.2 Qu'est-ce qui est optimisable ?

De nos jours, nous pouvons optimiser un système dans n'importe quel domaine qui ne nécessite pas forcément une puissance de calcul trop importante, ou du moins qui peut être simplifiée pour obtenir des résultats rapidement. On peut dire qu'un système est « **optimisable** » lorsqu'on peut atteindre une configuration idéale, et en obtenir un gain d'effort, de temps, d'énergie, de matière première, ou encore de satisfaction.

### I.8.3 Les avantages de l'optimisation

- Efficacité et productivité améliorées.
- Informations précises et données accessibles avec réduction des délais de traitement.
- Meilleure organisation et adaptabilité.
- Résultats précis avec réduction du taux d'erreur et de meilleure qualité.

## I.9 Management digital

### I.9.1 Qu'est-ce que le management ?

De nombreux penseurs en management ont défini le management à leur manière. Par exemple, Van Fleet et Peterson définissent le management comme « un ensemble d'activités visant l'utilisation efficiente et efficace des ressources dans la poursuite d'un ou plusieurs objectifs ».

Megginson, Mosley et Pietri définissent le management comme « travailler avec des ressources humaines, financières et physiques pour atteindre les objectifs organisationnels en exécutant les fonctions de planification, d'organisation, de direction et de contrôle ».

Définition du management de Kreitner : « La gestion est un processus de résolution de problèmes visant à atteindre efficacement les objectifs organisationnels grâce à l'utilisation efficace de ressources rares dans un environnement en évolution. »

Selon F.W. Taylor, « le management est un art de savoir quoi faire, quand faire et de voir que cela se fait de la manière la meilleure et la moins chère ».

### I.9.2 La digitalisation x La numérisation

La **numérisation** des données est le processus par lequel les enregistrements physiques ou manuels tels que le texte, les images, la vidéo et l'audio sont convertis en formes numériques. Cela se fait en transformant un signal analogique en signal numérique. La numérisation de photos est un exemple de numérisation. La numérisation est d'une importance capitale lorsque les projets ont besoin d'orientations basées sur des installations déjà établies et que l'agence d'exécution doit trouver la possibilité d'expansion.

La **digitalisation** signifie utiliser les technologies existantes afin d'optimiser les actions ou les processus, générer des profits et faire évoluer votre entreprise vers le monde numérique. Presque toutes les entreprises utilisent la digitalisation comme un outil pour améliorer leurs performances et se positionner sur un marché.

### I.9.3 Intérêt de la digitalisation

- **Base de données** : tous les documents en un seul endroit, faciles à trouver en quelques clics ;
- **Accès en ligne** : création, vérification et distribution de documents, par la signature numérique à tout moment et en tout lieu ;
- **Coopération des consommateurs** : collaboration rapide et efficace des employés dans l'exécution de leurs tâches avec toutes les informations nécessaires, ce qui évite les malentendus et les erreurs se produisent moins souvent ;
- **Implémentation de règles métier personnalisées dans un logiciel** : automatisation des processus et création de documents uniformes avec une génération automatique de différents rapports basés sur les informations collectées ;
- **Intégration des affaires** : collecter des informations de tous les secteurs de votre entreprise et partager des informations utiles entre eux pour un bon suivi en transparence ;
- **Prise en charge de tous les types d'appareils** : les logiciels peuvent également être utilisés sur les smartphones, tablettes, ordinateurs portables... ;
- **Rapports** : l'ordinateur collecte, traite et crée des analyses statistiques et autres plus rapidement et plus précisément que les humains.

### I.9.4 Intelligence économique

L'IE peut-être définie comme l'ensemble des actions coordonnées de recherche (collecte), de traitement et de distribution (en vue de son exploitation), de l'information utile aux acteurs économiques. Ces actions sont menées avec toutes les garanties de protection nécessaires à la préservation du patrimoine de l'entreprise, dans les meilleures conditions de qualité, de délais et de coût. Les flux d'informations sont donc primordiaux car une information stratégique n'est utile que si elle parvient à la bonne personne au bon moment. L'IE repose sur une intention stratégique et tactique et s'appuie sur 3 piliers :

- La détection de menaces et d'opportunités ;
- La protection du patrimoine immatériel de l'entreprise ;
- Les actions d'influence (pour favoriser la mise en place de sa stratégie).

## I.10 Conclusion

En raison de la **mondialisation** des marchés et des changements dynamiques tout au long de la chaîne logistique, les entreprises du fret aérien sont constamment confrontées à de nouveaux défis. Les exigences en matière de performances logistiques deviennent de plus en plus complexes et le client veut une qualité encore meilleure, des délais toujours plus courts, des prix toujours plus bas, un temps de réponse au marché de plus en plus court. D'où la nécessité d'une démarche globale impliquant tous les acteurs qui participent de près ou de loin à la mise à la disposition de produits au consommateur final.

Le transport des marchandises par les airs d'un pays à un autre, représente une **chaîne logistique complexe** et nécessite donc des réglementations quant au **conditionnement**, **entreposage** et **manutention** des colis. Ces normes sont régies par des organisations internationales qui œuvrent sur la standardisation des processus ce qui facilite les opérations de l'ensemble des intervenants de l'industrie aéronautique.

Depuis le producteur jusqu'au consommateur, la **chaîne logistique du fret aérien** met en œuvre des règles spécifiques. Elle s'appuie en outre sur de nombreux métiers intermédiaires dont la vocation est de simplifier la tâche de l'expéditeur en assurant la meilleure prise en charge de sa marchandise, au meilleur coût.

Au concret, la finalité de la performance logistique du fret consiste à fournir au bon moment, au bon endroit, dans la qualité requise, au prix convenu, les produits et services attendus par le client. La logistique concerne donc toutes les fonctions opérationnelles établies entre les fournisseurs et les distributeurs : production, acheminement, entreposage, conditionnement et livraison sur le point de vente.

**CHAPITRE II**  
**PRESENTATION DU SECTEUR ET ETAT DE L'EXISTANT**

## CHAPITRE II PRESENTATION DU SECTEUR ET ETAT DE L'EXISTANT

### II.1 Introduction

Au cours des dernières décennies, la complexité des systèmes du transport aérien (ATS) et de **la chaîne du fret** s'est accrue pour faire face à la croissance mondiale du trafic aérien. Aujourd'hui le fonctionnement de ce système implique des acteurs mondiaux (aéroports, compagnies aériennes, contrôle du trafic aérien (ATC), gestion du trafic aérien (ATM) ainsi que des acteurs locaux (agents d'assistance au sol, fournisseurs locaux...) dont la coordination, tout en poursuivant des actions différentes et parfois contradictoires dont les objectifs sont assez difficiles à atteindre.

Les opérations de ground handling représentent les activités entre la piste et les terminaux des aéroports en charge du traitement des passagers, du fret, des installations et des approvisionnements sur et autour des aéronefs stationnés. La plupart de ces opérations sont réalisées par différents prestataires, utilisant des véhicules comme équipement de soutien au sol (GSE) spécifique à chaque type d'opération. L'assistance en escale n'est pas considérée comme une activité de premier plan au sein du système de transport aérien (ATS), mais cette activité est un catalyseur important pour l'exploitation efficace de l'aéroport et sa gestion est une question importante.

Pour répondre à la hausse de la demande, la génération actuelle d'avions tels que les B787-900, A350XWB, etc., transporte environ le double du nombre d'**ULD** par rapport à ceux d'il y a 40 ans. Pourtant, les opérations de **turn-around** sont effectués dans les mêmes aires de stationnement et dans les mêmes délais que dans les années 1970. C'est alors un challenge pour **les compagnies de ground-handling** d'avoir de bonnes performances logistiques en traitant des volumes de marchandises de plus en plus grands dans des **centres de fret** avec des infrastructures qui ne suivent pas les progrès du secteur et en faisant face à des **contraintes** sur différents volets qui ne facilitent pas souvent leurs missions.

## II.2 Présentation de l'entreprise

### II.2.1 Qui sont Swissport ?

Swissport International Ltd. est le premier fournisseur mondial de services aéroportuaires et aéronautiques en termes de qualité, fiabilité, sécurité, innovation et couverture du réseau. Offrant une gamme complète de services, Swissport est en mesure de fournir un ensemble de services « tout compris » en plus de gérer des modèles intégrés de collaboration - externalisation. Swissport est ce qu'on appelle un Ground Handler.

### II.2.2 Swissport en chiffre

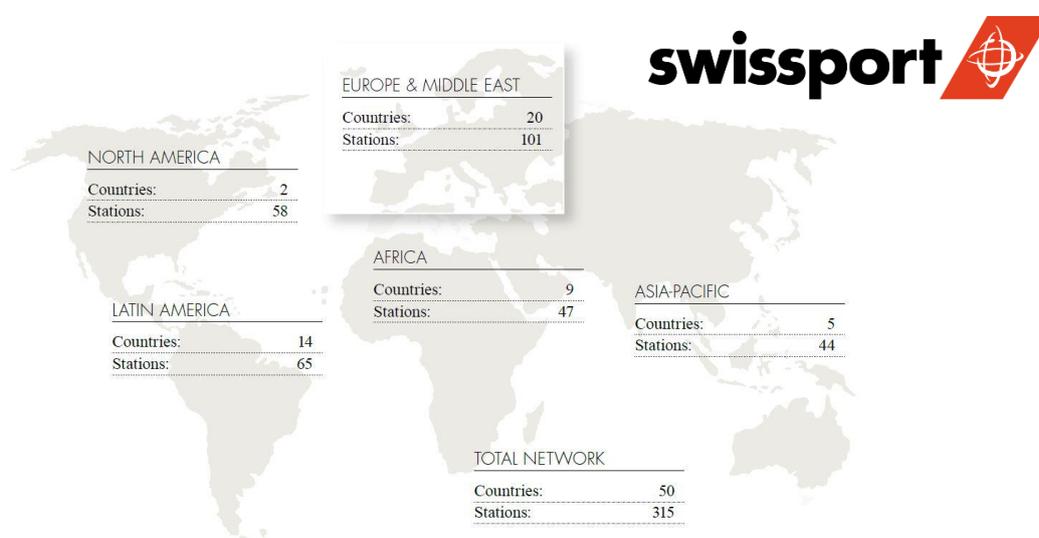


Figure II-1 Carte mondiale de Swissport en chiffre

|                                    |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| Chiffre d'affaires (non normalisé) | 2.8 milliards d'euro     |
| Pays                               | 50                       |
| Employés                           | > 68,000                 |
| Vols traités (mouvements)          | > 4.5 millions           |
| <b>Fret manutentionné (tonnes)</b> | <b>&gt; 4.7 millions</b> |
| Entrepôts                          | > 133                    |
| Aéroports desservis                | > 315                    |
| Clients                            | > 850                    |
| Passagers traités (départs)        | > 265 millions           |

## II.2.3 Swissport Algérie

Swissport est présente en Afrique à hauteur de 9 pays à savoir : Algérie, Cameroun, Guinée Equatorial, Ghana, Kenya, Maroc, Afrique du sud, Tanzanie.

Swissport Algérie a été implémenté en 2007 avant l'émergence de la loi d'investissement à majorité algérienne (51/49), son siège social se trouve à 4km de l'aéroport d'Alger dans la commune d'Oued-Semar. Swissport Algérie opère sur les 8 aéroports internationaux du territoire national, à savoir :

|   |       |  |
|---|-------|--|
| Algiers - Houari Boumediene (ALG / DAAG)      | E C G | <b>G</b> Ground Handling<br><b>C</b> Cargo Services<br><b>F</b> Fuelling<br><b>S</b> Security<br><b>E</b> Executive Aviation<br><b>M</b> Maintenance |
| Batna - Mostépha Ben Boulaid (BLJ / DABT)     | E G   |  |
| Constantine - Mohamed Boudiaf (CZL / DABC)    | E G   |  |
| Hassi Messaoud (HME)                          |       |  |
| Oran - Ahmed Ben Bella (ORN / DAOO)           | E G   |  |
| Timimoun (TMX)                                |       |  |
| Tlemcen - Zenata Messali El Hadj (TLM / DAON) | E G   |  |

Table 9 Aéroports dans lesquels opère Swissport

Swissport Cargo Services a beaucoup évolué en Algérie à travers le temps, elle est rapidement devenu le leader du ground handling avec de nombreux clients et cela sur plusieurs aéroports :

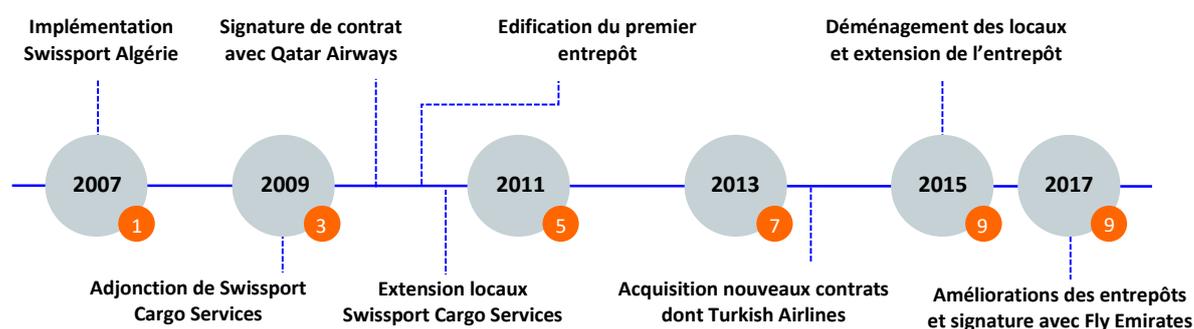


Figure II-2 Timeline de Swissport Algérie

## II.2.4 Les services de Swissport

**Ground Handling Services** : s'occupe de tout ce qui concerne le crew, les passagers et leurs bagages, proposant des services d'enregistrement et de billetterie, des services aux rampes, lost&found ou au passagers VIP

**Ramp Services** : responsable de l'assistance au sol de l'aéronef depuis son stationnement jusqu'à son départ sur le taxiway, assurant alors son turn-around sur la station de transit et cela grâce à des équipements fournis par le service GSE sans lesquels il ne peut assurer sa mission.

**Ground Services Equipment (GSE)** : gère et entretient une flotte de plus de 500 unités. Ce service fournit une maintenance GSE complète et rentable dont le but est de minimiser les temps d'arrêt et de maximiser la productivité.

**Centralized Load Control (CLC)** : coordonne entre les différents départements et les organismes tiers (Naftal, SGSIA, Protection Civile, Police Nationale...etc). Pour dresser les plans de vol et de chargement.

**Executive Aviation Services** : chargé du traitement des vols privés et particuliers en proposant des services personnalisés 24/7 avec une assistance au sol des passagers et du crew (catering, réservation d'hôtel, location de voiture, assistance douanes et immigration...etc.), ainsi que des services liés au vol (autorisation, fuelling, reservation, coordination...etc.)

**Cargo Services** : s'occupe du conditionnement, de la manutention et de l'entreposage du fret aérien en travaillant avec les services GSE et RAMP qui procurent les équipements et le staff nécessaires au traitement du cargo d'un vol. Le service Cargo est donc responsable de traiter la marchandise et les documents qui lui sont liés et de les stocker dans les bonnes conditions jusqu'à leur expédition.

- **Manutention Fret (On/Off Aéroport)**
- **Manutention Documents (Import/Export)**
- **Services Rampe Fret/ Transportation**
- **Centre d'appels & Services Clients**
- **Traitement du courrier**
- **Gestion Intégrateur/Groupeur**
- **Services Réseau de Handling (Hors-Line)**
- **Entreposage (Warehousing)**

## II.2.5 Les clients de Swissport Algérie

### II.2.5.1 Les compagnies aériennes

Les compagnies aériennes qui transportent les passagers et le fret, sont les principaux clients de Swissport dont les services offerts sont stipulés sous contrat (SLA<sup>1</sup>) renouvelable.

|                    |          |
|--------------------|----------|
| Turkish Airlines   | 1200T/an |
| Qatar Airways      | 930T/an  |
| Fly Emirates       | 760T/an  |
| DHL                | 500T/an  |
| Lufthansa          | 240T/an  |
| Air France         | 230T/an  |
| Ethiopian Airlines | 40T/an   |

Table II 1 Classement compagnies par volume de fret



Figure II-17 Carte des compagnies aériennes clientes de Swissport

### II.2.5.2 Les transitaires et déclarant en douanes

Les transitaires se trouvent aussi être des clients de Swissport, puis ce que ces derniers interagissent avec le service commercial pour le traitement de la documentation et le service facturation pour le paiement des frais de handling et de magasinage. Les transitaires œuvrent au service des propriétaires des marchandises (entreprises, laboratoires, industries...etc.).

<sup>1</sup>Service Level Agreement

## II.2.6 Swissport x Aéroport Houari Boumedién

L'aéroport international d'Alger (AHB) est le plus grand aéroport d'Algérie. Son IATA est ALG. Il est situé dans la **banlieue Sud-Est d'Alger** sur le territoire de la commune de Dar El Beïda dans la wilaya d'Alger en Algérie et s'étend sur une **superficie totale de 850 hectares**. Sa capacité qui est portée de 18 millions de passagers par an depuis 2019 grâce à la nouvelle aérogare qui en fait l'un des aéroports les plus importants d'Afrique. C'est donc logiquement qu'il est devenu le hub des compagnies aériennes nationales dans leur desserte de l'Afrique, de l'Asie, du Moyen-Orient et de l'Europe.

| Terminal | Vols                     | Superficie            | Passagers/an | Guichets | Portes/Quais |
|----------|--------------------------|-----------------------|--------------|----------|--------------|
| T1       | Internationaux (MENA)    | 82000m <sup>2</sup>   | 6 millions   | 64       | 18           |
| T2       | Domestiques (intérieurs) | 20886m <sup>2</sup>   | 2,5 millions | 20       | 6            |
| T3       | Charters/Pèlerinages     | 11088 m <sup>2</sup>  | 1 million    | 6        | 2            |
| T4       | Internationaux (EU)      | 214.588m <sup>2</sup> | 10 millions  | 100      | 40           |

Table 10 Caractéristiques des terminaux de l'AHB

Swissport Cargo Services opère au sein-même de l'aéroport d'Alger, dans la zone fret plus précisément, elle dispose de locaux pour la direction et les services commercial et facturation, de plusieurs parcs pour les équipements motorisés et de deux entrepôts dédiés au stockage du fret import/export.



Figure II-18 Emplacement de Swissport sur le territoire de l'aéroport AHB

## II.3 La chaîne logistique du fret

### II.3.1 La chaîne du fret

Le transport d'une marchandise depuis son pays origine jusqu'à sa destination finale peut démarrer d'une usine de fabrication, d'un magasin ou même d'une maison. Peu importe la source de la marchandise, à partir du moment où une LTA lui est créé, elle sera considérée comme du fret et passera impérativement par les mêmes étapes de ce qu'on appelle la chaîne du fret aérien : [19]

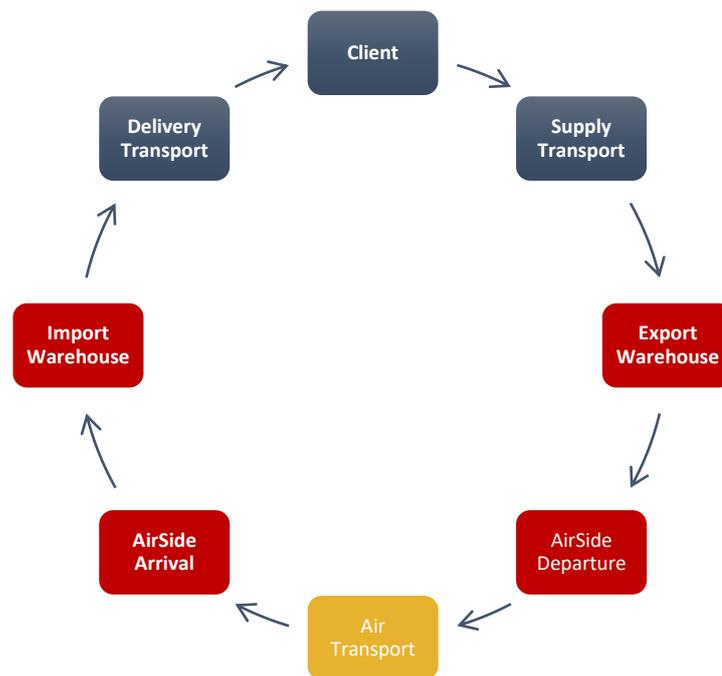


Figure II-19 Schéma de la chaîne du fret aérien

Cette chaîne est donc composée de 8 processus, qui aux même sont composés de plusieurs procédures. Ces procédures requièrent l'accomplissement de tâches diverses et variés dans lesquelles plusieurs organismes interviennent le tout soumis aux normes internationales. [20]

Chaque procédure nécessaire à l'acheminement du fret tout au long de la chaîne est menée à bien grâce à l'application de plusieurs tâches la concernant grâce à l'intervention d'agents qualifiés munis d'équipements dédiés. Tous ces éléments font preuve de performances quantitatives et qualitatives qu'on appelle **performances logistiques**. [21]

### II.3.2 La chaîne du froid « cold chain »

Les **marchandises périssables** sont celles qui **se détériorent en peu de temps** et sont susceptibles d'être endommagées pendant le transport et ainsi perdre de la valeur, créer un danger pour la santé ou causer une odeur désagréable, une nuisance ou une perturbation, dans des conditions d'envoi ordinaires. Ces produits nécessitent des **conditions environnementales spécifiques** pour conserver leurs propriétés et arriver dans des conditions parfaites pour le consommateur final. Les biens classés comme périssables comprennent : [22]



Figure II-20 Exemples de matières périssables

Les transporteurs se soucient de **la chaîne du froid** tout au long du processus logistique, afin que les marchandises puissent arriver en parfait état à la destination finale. La marchandise est contrôlée depuis l'origine afin de garantir les meilleurs temps et conditions de transit.

Les différentes compagnies prenantes proposent des solutions logistiques adaptées aux caractéristiques uniques de la chaîne logistique en denrées périssables tout en réduisant les risques inhérents au transport de marchandises destinées à la consommation humaine. Ainsi qu'en surveillant les expéditions de l'origine à la destination pour garantir la meilleure qualité de transit possible.

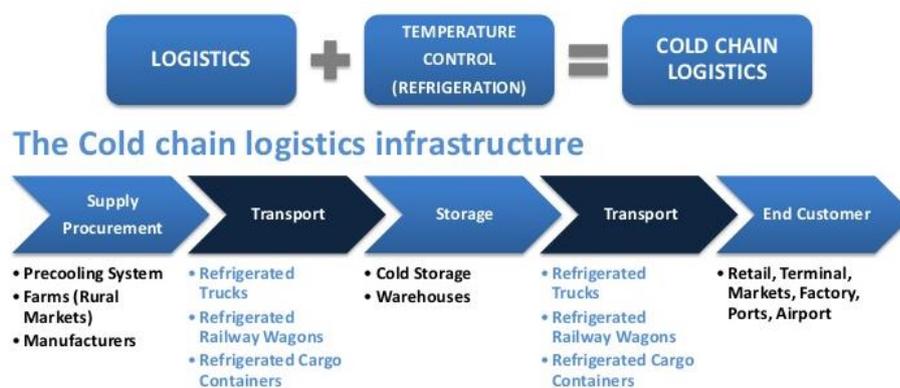


Figure II 1 Schéma de la chaîne logistique du froid

### II.3.3 L'aspect physique

1. Sur la base d'un Incoterm, un exportateur algérien signe un contrat avec un commissionnaire de transport afin d'expédier plusieurs colis à son distributeur.
2. Un premier transport routier permet d'acheminer l'expédition jusqu'à la gare de fret de l'aéroport.
3. La marchandise est physiquement prise en charge par le commissionnaire de transport qui peut procéder aux opérations douanières s'il dispose de l'agrément. Les colis sont sécurisés, conformément à la législation en vigueur puis placés en zone réservée sous-douane.
4. Ils sont éventuellement groupés avec d'autres expéditions qui ont la même destination sur une palette. Cette palette est alors acheminée jusqu'à l'aérogare de la compagnie aérienne qui assure son chargement à bord de l'avion.
5. L'avion décolle à destination de l'aéroport concerné.
6. Débarquée, la palette est prise en charge par l'agent de fret qui assure le dégroupage et l'entreposage des colis.
7. Le transitaire effectue le dédouanement de l'expédition.
8. Un transporteur assure le post-acheminement jusqu'au magasin du destinataire final.

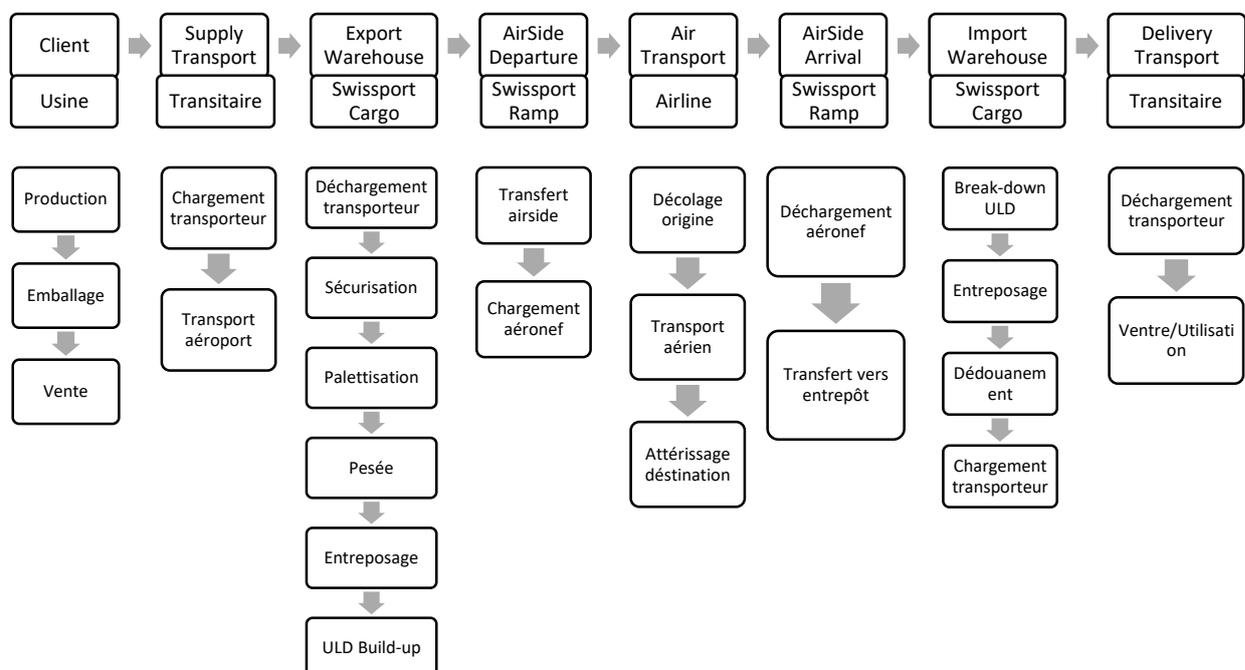


Figure II 8 Schéma des procédures / acteurs de la chaîne du fret

### II.3.4 L'aspect économique

Pour les exploitants d'avions d'affaires, les frais de manutention au sol dans l'environnement opérationnel international varient en fonction d'un certain nombre de facteurs. Bien que les coûts des services de manutention de base puissent être assez prévisibles, ils ont le potentiel de changer le jour de l'opération - souvent à la suite de demandes supplémentaires, d'une heure d'arrivée / de départ différente et / ou de l'endroit de stationnement sur l'aérodrome.

Les coûts de traitement varient en fonction de la taille de l'avion, des services particuliers nécessaires et de tout service non standard et / ou des services requis en dehors des heures normales de fonctionnement.

Différents modèles économiques (acteurs majeurs du fret) contribuent au revenu économique du fret et se résument entre entreposage et manutention au départ et à l'arrivée :

**Le transporteur** de fret aérien est facturé pour le transfert aéroport-aéroport du bien. Les transporteurs peuvent être de deux types différents qui peuvent inclure tous les opérateurs de fret ou peuvent être à la fois transportant des passagers et du fret lorsqu'il atteint une destination le transporteur rend le fret aérien accessible au transitaire délégué pour le service de liaison par route au destinataire des marchandises, une fois qu'il est livré au destinataire, la procédure de fourniture est terminée. Le coût est calculé via le rapport poids/volume.

**Les transitaires** dépendent des transporteurs pour le mouvement physique des marchandises et ne sont généralement pas basés sur les actifs, ils peuvent s'engager auprès des entreprises de camionnage pour les services de desserte routière à effectuer le vol entre l'expéditeur et l'aéroport. Tous les aliments et documents sont remis au prestataire de manutention de la compagnie aérienne.

**Le ground handler** étant le prestataire de manutention, il évalue le fret et conditionne les colis pour le chargement dans l'avion, il facture donc les compagnies aériennes pour l'assistance de l'aéronef et le déchargement/chargement du fret et facture les transitaires pour la manutention et l'entreposage.

### II.3.5 Les frais liés au fret

Il existe tout un système d'enregistrement et de publication des redevances aéroportuaires / aéronautiques, des frais de manutention au sol des aéronefs dans les aéroports algériens et des prix du carburant consommé par équipement. Les frais des services fournis au d'une expédition de fret varient généralement en fonction de l'aéroport, de l'heure de la journée à laquelle vous arrivez et de l'équipement dont vous avez besoin :

**Les frais de traitement de base :** Les frais de manutention sont souvent basés sur la masse maximale au décollage (MTOW) de l'aéronef - généralement ventilée en différentes gammes de tailles d'aéronefs. Un Eclipse 500, par exemple, nécessiterait moins d'équipement à manipuler qu'un B777.

**Considérations GSE :** Le ground handler a besoin d'équipements spécifique (GSE) au traitement d'un vol cargo. La quantité et durée d'utilisation de ces équipements dépend de la taille de l'aéronef et du tonnage de fret qu'il transporte.

- Chargement/Déchargement et transfert tracma du fret est facturé 10,00 DZA par kilo.
- Manutention fork-lift à la livraison est facturé 06,00 DZA par kilo

**Frais de stationnement :** Les frais de stationnement des aéronefs dépendent généralement de l'aéroport en question, du type d'appareil, de l'endroit sur terrain ainsi que de la durée du séjour au sol.

**Frais de magasinage :** Les frais de manutention et de magasinage en entrepôt sont établis par kilo de fret traité à l'import / et uniquement au conditionnement à l'export.

| Nature de marchandise          | 0 – 5 jours (DZA / kg.j) | A partir du 6 <sup>ème</sup> jour (DZA / kg.j) |
|--------------------------------|--------------------------|--|
| Fret général                   | 6 (gratuit jour 1)       | 12 (23 <sup>ème</sup> jour)                    |
| Dangereux                      | 12                       | 12   |
| Frigorifique (2°–8°) (15°-25°) | 12                       | 18   |
| Frigorifique (-18°)            | 24                       | 36   |
| Droit aéroportuaire            | 7%                       |  |
| Concession aéroportuaire       | 1%                       |  |
| Taxes covid- 19                | 2500                     |  |
| TVA                            | 19%                      |  |

Table 11 Tarification de magasinage du fret aérien

**La charge de travail standard :** (nombre d'heures standard) pour les dispositions techniques à l'arrivée (atterrissage) / et au départ (décollage) et la vérification de la maintenance des aéronefs établie pour un cycle de service par type d'équipement.

**Remarque :** Des frais opérationnels, plus des frais administratifs, sont ajoutés à la facture de traitement.

### II.3.6 La performance au sol

Une fois arrivée au sol les compagnies aériennes lèguent la responsabilité de leur fret aérien à l'entreprise chargée de l'assistance au sol (ground-handling), cette responsabilité se concentre sur 4 des processus de la chaîne du fret, à savoir : Export Warehouse, AirSide Departure, AirSide Arrival, Import Warehouse, entre manutention, transport, conditionnement et stockage.

Les tâches du ground handling sont généralement définies et contractées à l'aide d'un accord de niveau de service (SLA<sup>1</sup>) qui définit la portée, le prix et le niveau de qualité souhaités ainsi que les indicateurs clés de performance (KPI : Key Performance Indicators).

La plupart des industriels utilisent le contrat standard IATA AHM 810 Standard Ground Handling Agreement<sup>1</sup> comme modèle. À partir du KPI global des opérations d'assistance en escale, ceux qui sont considérés comme les plus importants sont :

- Performance à l'heure (OTP : On Time Performance).
- Minimiser le nombre de ressources (GSE, opérateurs, infrastructures) nécessaires.
- La prévisibilité des jalons de l'ATM en général et de la prise de décision collaborative aéronautique (ACDM<sup>2</sup>) en particulier.
- Évitement des dommages sur la rampe d'avion.
- Évitez les incidents et accidents du personnel.

**Remarque** : Il est à noter que certains des KPI poussent dans des directions différentes, par ex. minimiser les ressources tout en respectant OTP.

---

<sup>1</sup> Service Level Agreement

<sup>2</sup> Aircraft Collaborative Decision Making

## II.3.7 Les équipements nécessaires

### II.3.7.1 Forklift (Chariot élévateur)

Le chariot se trouve être présent parmi la liste des essentiels de l'industrie aéroportuaire, il sert entre autre à décharger, transporter et charger la marchandise de fret entre les transporteurs, les travées d'entreposage et les ULD de l'avion. On distingue trois catégories de forklift chez Swissport répertoriés par charge maximale (1T/3T/6T).



II 9 Image fork-lift 3T

### II.3.7.2 Slave pallet (Palette esclave)

Une palette esclave ou « slave palette » est un équipement en acier robuste, utilisée pour le conditionnement et la pesée des ULD lors du Build-up et pour la dé-palettisation lors du Break-Down. Les slave-palettes sont donc des équipements qui permettent de réduire les dommages et collisions lors de la manutention des ULD, c'est ce qui leur vaut le nom de palette esclave.



Figure II 11 Image Slave pallet

### II.3.7.3 ULD Dolly (Chariot à ULD)

La forme la plus courante de transport ULD est bien sûr le chariot appelé « dolly ». Disponibles par centaines, voire par milliers, dans n'importe quel aéroport accueillant des avions gros porteurs, ces équipements sont conçus sur mesure pour compléter la dimension ULD / palettes pour les besoins de transport par remorquage.



Figure II-22 Image chariot à ULD

#### II.3.7.4 Tracma (Tracteur de chariot)

Le tracma est un véhicule de tractage de chariots (dolly) en tout genre, il sert entre autre à aider au chargement et déchargement des avions en transférant les bagages et le fret entre les avions et les terminaux d'aéroport ou les bâtiments de fret, le tracteur TLD par exemple possède une vitesse maximale de 25 km / h avec une capacité de traction maximale de 25 tonnes.



Figure II-10 Image tracma TLD

#### II.3.7.5 Deck-loader (Chargeur de fret)

Un deck-loader ou chargeur de fret, est un véhicule sous forme de plateforme motorisée utilisé pour le chargement et le déchargement de conteneurs et de palettes dans et hors des aéronefs. Il agit comme une jonction pour transférer les ULD entre les chariots et l'avion.



Figure II-13 Image Main Deck Loader

#### II.3.7.6 Convoyer Belt Loader (Chargeur à bande)

Les chargeurs à bande sont des véhicules équipés de bandes transporteuses pour le déchargement / chargement du fret des / dans les soutes en vrac des avions.



Figure II-14 Image Belt Loader

#### II.3.7.7 Pushback tug (Tracteur d'avion)

Comme un avion ne peut faire de marche arrière, la manœuvre de push-back est effectuée par un tracteur qui porte le même nom, (*parfois appelé Towtractor*), qui reculera l'appareil sur le taxiway, pour placer l'avion en position pour le roulage.



Figure II-15 Image Pushback tug

## **II.4 Un secteur a marge de manœuvre limitée**

### **II.4.1 Contraintes de capacité**

Si l'on exclut le fret camionné, le fret aérien est majoritairement transporté par avion. Pour cerner les contraintes liées au volume de marchandises que les appareils peuvent transporter, il convient d'établir une distinction au niveau de leurs configurations. La capacité limitée des avions s'illustre davantage lorsqu'une comparaison est établie avec le transport maritime. En effet, les navires les plus utilisés en fret maritime peuvent transporter 1500 conteneurs de 20 pieds, soit 22 000 tonnes, et 60 000 m<sup>3</sup> de marchandises diverses.

Cette capacité réduite de transport impacte le conditionnement des marchandises. Pour transporter des marchandises autres que des colis à très fort volume ou des masses indivisibles, les acteurs du fret aérien utilisent des palettes et conteneurs (ULD) spécifiques, souvent adaptés au type d'appareil utilisés. Ces solutions ont été élaborées lors de l'apparition des avions « tout cargo », de manière à rationaliser le traitement et le chargement des marchandises, à simplifier les manutentions et de déchargements.

### **II.4.2 Réglementation internationale du transport aérien**

Le transport aérien international est régi par la Convention de Varsovie de 1929, modifiée sur certains points par le Protocole de La Haye de 1955. En ce qui concerne le fret, ces textes règlementent le contrat de transport aérien de marchandises, en établissant un document spécifique, la lettre de transport aérien (LTA) ou Air Way Bill (AWB), ainsi que la responsabilité du transporteur aérien.

La LTA est le document de transport du fret aérien, normalisé par l'IATA qui doit être remplie par l'expéditeur. Ce document notifie les informations sur l'expéditeur, le destinataire, le transporteur, le nombre de colis, leur poids, la nature et la quantité des marchandises par colis, la tarification et taxes associées. La LTA est à la fois une preuve de la conclusion du contrat de transport, un accusé de réception des marchandises, une facture des frais de transport et un certificat d'assurance. Au moment de l'embarquement de la marchandise dans l'appareil, la compagnie aérienne signe la LTA et engage sa responsabilité. L'expédition complète doit avoir été réceptionnée par la compagnie avant toute signature du document, dans la mesure où aucune modification ultérieure n'est possible.

### II.4.3 Contraintes de sécurité

La sécurisation implique un ensemble de procédures à mettre en place et à respecter, de manière à réduire le risque qu'une expédition présente un danger pour la sûreté du transport aérien. Ainsi toute marchandise chargée dans un avion doit avoir été sécurisée, par un contrôle physique (rayons X majoritairement) et documentaire avec procédure d'acceptation et établissement d'un certificat de sûreté. Ce contrôle est effectué par un organisme habilité au sein de l'aéroport dans des locaux sécurisés en zone réservée.

La mise en place des moyens, des procédures, tout au long de la chaîne de préparation, de stockage et de transport des expéditions va engendrer des coûts qui vont être pris en compte dans la facturation au client.

### II.4.4 Contraintes bureaucratiques

Même si la LTA est la même partout dans le monde, il existe en Algérie divers documents en plus spécifique à notre législation et conditions de transit, stipulant que toute transaction d'importation ou d'exportation doit être déclarée. Les documents en question diffèrent de clients en clients, et dépendent de la valeur marchande ainsi que de la nature de la marchandise. Les documents les plus récurrents sont :

- **Lettre de transport aérien (LTA)** : qui représente le contrat de transport
- **Certificat d'origine**
- **Les factures (invoice)** : ce sont différentes factures qui prouvent la conformité de paiement du fret en question
- **Le Cargo Security Declaration (CSD)** : document prouvant que la marchandise a bien été sécurisée par les services certifiés
- **La déclaration douanière** : document officiel qui prouve que la marchandise a été déclarée auprès de la douane du pays d'origine et de destination (D10/D17/D40)

### **II.4.5 Contrainte de délai**

L'avantage comparatif du fret aérien par rapport aux autres modes de transport est la rapidité de livraison, qui caractérise l'ensemble de son offre de services. Qu'il s'agisse de fret express ou de fret traditionnel, les compagnies aériennes s'engagent sur les délais.

La rapidité de l'expédition constitue un argument de vente pour les compagnies aériennes de fret. Dès lors, elles sont tenues de respecter les délais, sous peine de devoir indemniser leur client. Elles doivent alors veiller au bon fonctionnement de la chaîne logistique du fret aérien, de manière à pouvoir assurer les délais prédéfinis. Néanmoins les clauses concernant les pénalités de retards sont très restrictives. En Algérie, elles excluent par exemple les délais supplémentaires engendrés par un contrôle renforcé des services douaniers.

Une compagnie comme DHL par exemple propose un service de livraison « porte-à-porte » de lettres et de petits colis en J+1 avant 9h, avant 12h ou dans la journée en fonction du lieu de destination. La différenciation de leurs offres est basée sur les délais. Ils fournissent éventuellement des services de fret pour des entreprises, pour des volumes de marchandises plus importants que pour les services de fret express, garantissant la prise en charge des marchandises sans aucune restriction de poids ou de dimensions (sous réserve du type d'appareil utilisé) 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 pour une expédition en « porte à porte » ou « aéroport à aéroport » dans des délais prédéfinis.

### **II.4.6 Contraintes environnementales**

Le transport aérien consommant des hydrocarbures, il contribue à l'appauvrissement de la couche d'ozone et à l'effet de serre, au niveau mondial. Il émet en effet diverses émissions polluantes telles que le dioxyde de carbone, les trainées de condensation, les oxydes de nitrogène, et participe par conséquent au phénomène de réchauffement climatique. Par ailleurs, en zone aéroportuaire, l'avion est responsable de la pollution sonore et atmosphérique.

Certains pays ont mis en place des taxes supplémentaires ainsi que des restrictions concernant les vols de nuit. Nous pouvons par exemple citer le cas de l'aéroport de Bâle-Mulhouse qui a mis en place en avril 2009 une « modulation bruit ». Les compagnies aériennes survolant l'aéroport entre 22h et 6h devront s'acquitter d'une taxe supplémentaire, tandis que, pour les horaires de jour, une déduction tarifaire sera appliquée. Par ailleurs, des pays interdisent les vols de nuit, comme le fait la Suisse pour la plupart de ses aéroports.

## II.4.7 Contrainte de coût (fluctuations du cours des hydrocarbures)

Les fluctuations à la hausse des prix des hydrocarbures sont une source de coût important pour les transporteurs aériens mais également pour l'ensemble de leurs clients, dans la mesure où une répercussion de la surcharge s'effectue sur le prix des prestations. En 2008, le cours du brut a en effet atteint des niveaux records, à plus de 120 dollars le baril. Dès lors pour palier au risque de remontée des cours et de manière à rester compétitives, les entreprises se focalisent de plus en plus sur la recherche de moyens pour **réduire la consommation d'énergie**.

Pour se faire, les chaînes logistiques sont analysées, remises à plat, de manière à pouvoir y intégrer des solutions « propres ». Alain Chaillé, vice-président de Fedex pour l'Europe du Sud, déclarait en septembre 2008 : « Les surcoûts liés à l'augmentation du carburant font l'objet d'une surcharge tarifaire réévaluée chaque mois en prenant le prix moyen du brut à la Bourse de New York le mois précédent. +8%, +10%, +18% et +20% en juillet : cette surcharge n'a cessé d'augmenter au point que sur certaines destinations, elle représente désormais la moitié du coût du transport ». En avril 2009, la surcharge chez DHL est de 7,5%.

Le surcoût lié au pétrole n'est plus aujourd'hui une problématique conjoncturelle mais structurelle, dans la mesure où la taxation des carburants dans une politique de développement durable rentre également en jeu. La recherche de solutions propres est donc un enjeu majeur au niveau de la compétitivité de l'entreprise.

Les compagnies aériennes se tournent vers des solutions permettant de réduire leur consommation en hydrocarbures tout en conservant ou en augmentant l'efficacité de la prestation. Elles misent aujourd'hui sur un renouvellement de leur flotte grâce à de nouveaux appareils plus économes en énergie avec une capacité de transport de marchandises plus importante.

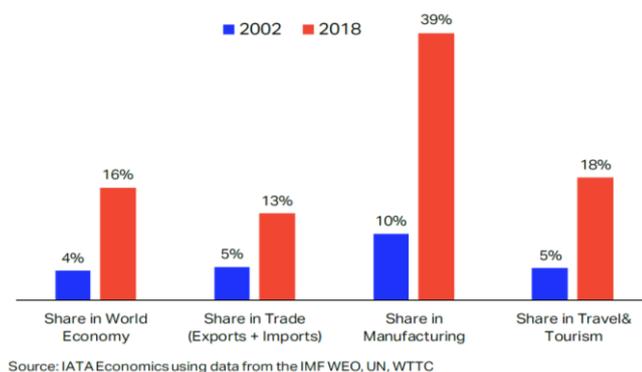
Cette solution est envisagée sur le long terme dans la mesure où le délai de livraison de ces appareils par les constructeurs aéronautiques reste très long compte tenu de la demande. D'autre part, dans une situation de flambée du cours du pétrole cette solution reste insuffisante, les économies réalisées ne réduisant qu'une partie du surcoût du carburant.

Dès lors, il convient d'envisager des changements et des améliorations à un niveau plus global, sur l'ensemble de la chaîne dans ce souci de réduction des coûts.

## II.4.8 Contraintes liées à la COVID-19

Ce qui se passe en Chine influence fortement à la fois l'économie mondiale et les résultats du transport aérien. Cela reflète l'importance croissante de la République populaire dans une série d'indicateurs pertinents au cours des deux dernières décennies.[23]

La propagation de la COVID-19 s'est intensifiée en février, des grappes importantes d'infections émergeant dans de grandes économies comme la Corée du Sud, le Japon et l'Inde. Cela dit, c'est surtout en Chine, en Italie et au Brésil où les fermetures d'usines ont été les plus fréquentes.[24]



II-35 Évolution de l'importance économique de la Chine

Alors que les développements en Chine ont été essentiels pour l'impact initial de l'épidémie de virus sur le fret aérien, les résultats des mois suivants refléteront de plus en plus la propagation du virus dans d'autres régions. En termes désaisonnalisés, les tonnes-kilomètres de fret (CTK) à l'échelle de l'industrie ont chuté de 9,1% en février, confirmant les premiers effets importants de l'épidémie sur le fret aérien. Cela porte la série SA à des niveaux jamais vus depuis la mi-2016 et montre clairement l'impact significatif et immédiat de la COVID-19 sur l'industrie mondiale du fret aérien.

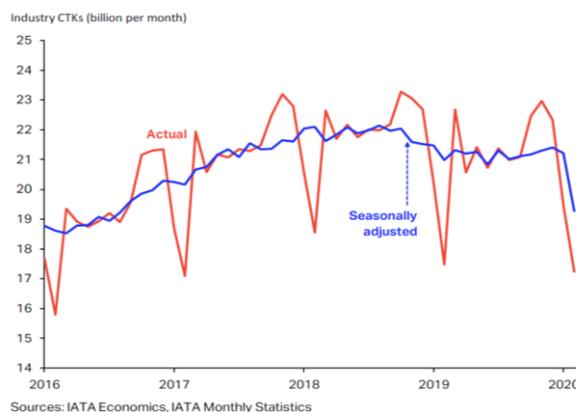


Figure II-36 Niveaux de CTK, réels et désaisonnalisés

### La production a fortement chuté, les chaînes logistiques ont été perturbées :

La production manufacturière mondiale s'est effondrée en raison des fermetures d'usines généralisées et des restrictions de voyage. En Chine par exemple, les données d'enquête du PMI manufacturier de février montrent que la production tombe à des niveaux historiquement bas. Cette situation a été encore aggravée par les nombreuses annulations de vols de passagers à destination et en provenance de la Chine et sur d'autres marchés touchés. En février 2019, environ 65% de la capacité de fret totale dans le monde était placée dans le ventre des avions de passagers. Cette part est tombée à 62% en février 2020.

La perturbation des chaînes logistiques mondiales se traduit également par une augmentation des délais de livraison des fournisseurs et une forte baisse des nouvelles commandes à l'exportation, deux éléments des PMI manufacturiers (figure 12). Pour la plupart des principaux pays exportateurs du monde, les nouvelles commandes à l'exportation ont atteint des niveaux jamais vus depuis la GFC en 2009.

En plus des usines et des aéroports fermés, cela a ajouté aux goulots d'étranglement des transports en Chine et dans d'autres régions touchées par le COVID-19. La performance régionale a été mitigée, avec des volumes de fret en glissement annuel en hausse en Afrique et au Moyen-Orient mais la croissance ralentissant encore sur le marché international nord-américain (graphique 5). La croissance d'une année sur l'autre des CTK internationaux des compagnies aériennes africaines en février (6,5%) est restée inchangée par rapport à janvier. Les voies commerciales Afrique-Asie et Afrique-Moyen-Orient continuent de générer une croissance robuste dans la région ont commencé dans les volumes de fret SA, après un pic Novembre 2019.

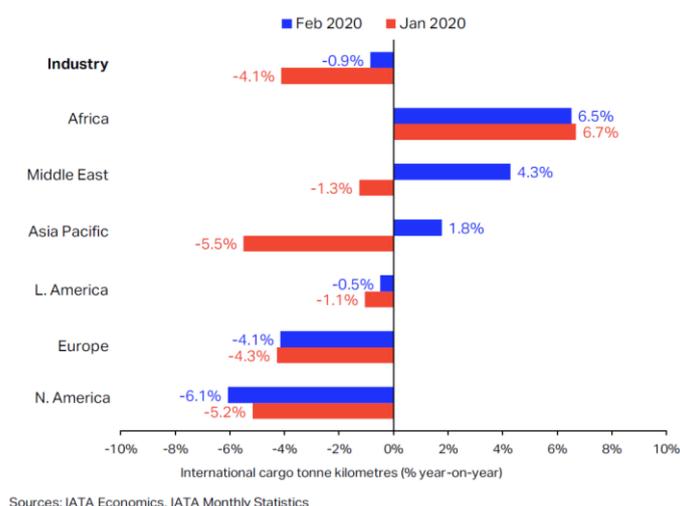


Figure II-53 Croissance du CTK international

## II.4.9 Les risques des expéditions

- **Perte totale de la cargaison** - peut survenir en raison de dommages matériels ou d'un vol pendant la garde du transitaire
- **Perte d'argent** - peut se produire si le client ne les paie pas après l'exécution de tout ou partie des activités
- **Dommages à la cargaison** - peuvent survenir en raison d'un emballage incorrect ou inapproprié de la cargaison, d'une manipulation incorrecte ou inappropriée de la cargaison sous la garde du transitaire
- **Le réacheminement de la cargaison** - peut se produire si la documentation soumise au transporteur par le transitaire était incorrecte et si la cargaison s'est retrouvée sur un autre continent
- **Abandon de la cargaison** - peut se produire si le destinataire qui était censé recevoir la cargaison l'abandonne soudainement en raison d'un manque de fonds, de l'annulation de la commande, etc.
- **Non-collecte de documents** - peut se produire lorsqu'il y a HBL impliqué et que le transitaire libère la cargaison au destinataire alors que l'expéditeur détient toujours le HBL original car il n'a pas encore été payé par le destinataire (reportez-vous à cette étude de cas )
- **Mainlevée incorrecte de la cargaison** - peut se produire si la cargaison a été remise par le transitaire à la mauvaise partie en fonction du type de connaissance émis. Par exemple, si la cargaison a été remise au destinataire sur une facture négociable sans mentions appropriées sur le connaissance
- **Retards dus à une documentation incorrecte** - la réception de la cargaison à destination a été retardée en raison d'une documentation incorrecte soumise par le transitaire au transporteur ou des déclarations de fret incorrectes ont été déposées auprès des douanes ou de tout autre type de documentation sur le fret effectué par le transitaire qui a causé ce retard
- **Risque de responsabilité du transporteur** - Un transitaire peut être tenu responsable en tant que transporteur contractuel si :
  - Ils ont négocié les tarifs pour l'ensemble du transport des marchandises avec leur client (par exemple, expéditeur ou destinataire)
  - Ils ont émis leur connaissance pour le transport

## II.5 La logistique des entrepôts

### II.5.1 Le centre de fret

Le conditionnement en ULD du fret et sa remise pour chargement avion ou sa réception au déchargement et son conditionnement avant distribution, se font dans des centres de traitement, désignés sous le vocable d'aérogare, village ou centre de fret.

Un aéroport internationale soumis aux normes dispose d'une zone dédiée au traitement du fret aérien qui se divise en quatre secteurs :

- Un secteur pour les bureaux et l'administration, notamment douanière ;
- Une section de quais pour le chargement et le déchargement des camions ;
- Une section magasins placée sous douane en zone réservée (zones sous douanes dont l'accès est strictement conditionné au port d'un badge délivré par la Direction générale de l'aviation civile) ;
- Une section débouchant sur les pistes, consacrée au chargement et au déchargement des avions.

Le centre de fret est souvent opéré par un agent de handling ou par l'agent de fret. Un centre de fret est organisé autour d'un entrepôt sous douane, lieu de conditionnement du fret, et de toutes les vérifications réglementaires qui précèdent son embarquement. Il relie un côté routes « Land Side », constitué de quais à niveau de camion pour le déchargement du fret en provenance du chargeur et un côté pistes « Air Side », donnant sur les parkings des avions et permettant le chargement des remorques.

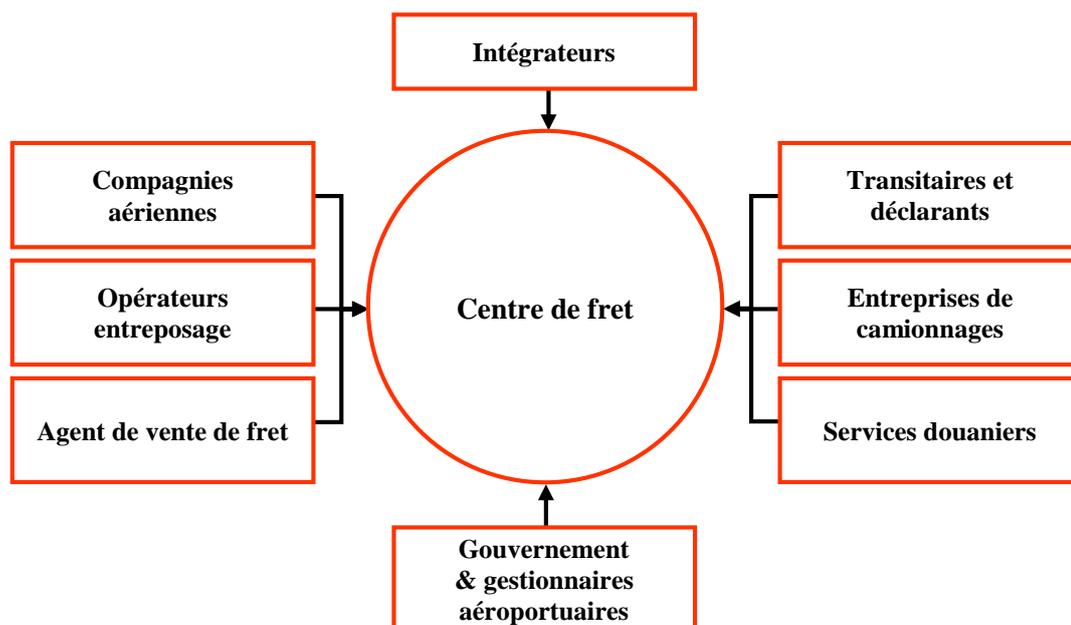


Figure II 3 Les intervenants du centre de fret

## II.5.2 Le processus logistique

Comme la partie d'entreposage est contrainte de dépendre de plusieurs factrices extérieures à la compagnie aérienne et au ground-handler, les performances en entrepôt se mesurent sous la tutelle de **Swissport Cargo Services** uniquement et cela à partir du moment de l'acceptation de la marchandise à l'export jusqu'à son départ vers le côté piste de l'aéroport, mais aussi depuis la réception du fret à l'import à l'entrée de l'entrepôt jusqu'à sa sortie en livraison (pick-up).

Plusieurs tâches de manutention et d'entreposage doivent être accomplies à bien dans le plus grand respect des normes ISO et IATA et en suivant les indications des SHC. Ces tâches se concentrent sur le terminal du fret qui se divise en deux entrepôts sous douane (importation et exportation), ce dernier est délimité par la partie piste (AirSide) et la partie des transporteurs routiers (LandSide), suivant la norme mondiale :

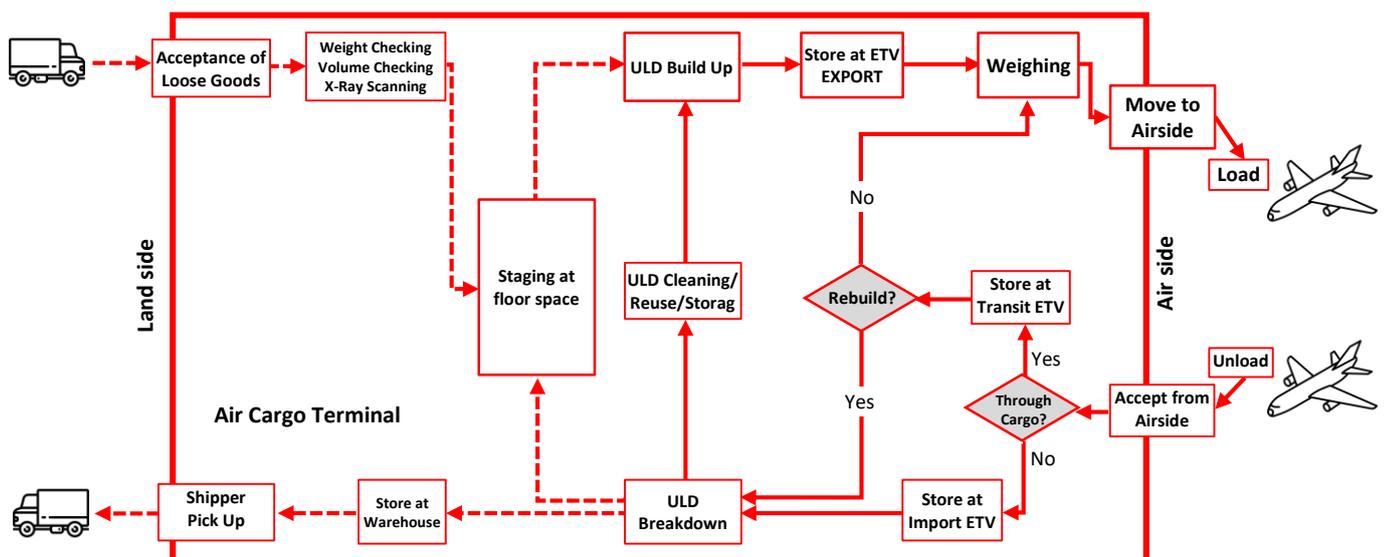


Figure II-10 Schéma de la norme logistique du fret en entrepôt

### II.5.3 Zone fret AHB

En raison de la capacité aéroportuaire limitée de l'AHB, la logistique d'acceptation et d'expédition du fret sur la station d'Alger est assez différente de la norme sur la station d'Alger et possède une schématisation margeant la partie AirSide à la partie LandSide du même côté.

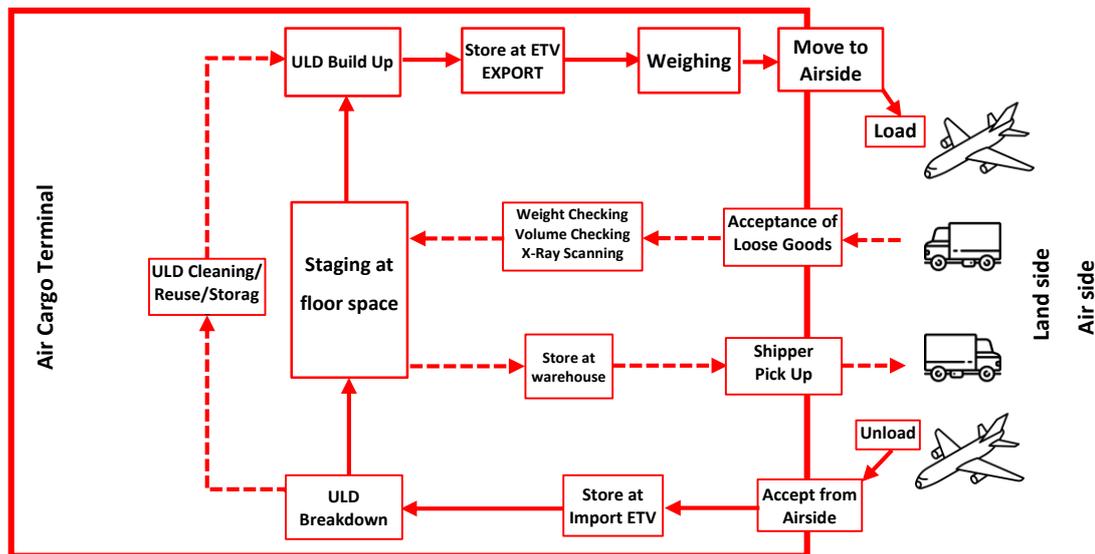


Figure II-4 Schéma de la logistique du fret en entrepôt sur la station AHB

Cette répartition du processus logistique du traitement du fret typique à notre cas d'étude rend ; assez compliquée, la gestion de l'entrepôt : étant donné que l'entrée de l'écore import (Accept from AirSide) se trouve sur la même voie que la sortie de l'écore export (Move to AirSide) mais aussi sur la même voie de l'acceptation du fret à exporter (Acceptance of Loose Goods).

L'entreprise de ground-handling se trouve dans une position difficile avec une incapacité logistique et une absence de fluidité des processus et face à une contrainte à 3 axes puis ce que la réalisation simultanée de ces 3 tâches est quasi impossible. Les managers sont donc obligés de planifier en FIFO<sup>1</sup> avec la réalisation d'une tâche à la fois, tout en évitant que celles-ci ne coïncident entre elles afin d'éviter toute attente.

La partie livraison (pick-up) quant à elle bénéficie d'une bonne fluidité avec une capacité de 5 quais de chargement en simultané. Même si cette procédure est réalisée du même côté, la voie de circulation des transporteurs est indépendante des autres.

<sup>1</sup> First In First Out

## II.5.4 Différentes gestions de fret

**General Cargo (Marchandises générales) :** Les conditions standard suivantes sont appliquées pour toutes les cargaisons sauf si elles sont spécifiquement requises pour plusieurs stations :

- Demande de réservation à l'avance au plus tard 24 heures avant STD<sup>1</sup>.
- Les données LTA définitives doivent être soumises au plus tard 18 heures avant STD.
- La cargaison doit être livrée « Sécurisée » avec le statut de sécurité et le numéro RAC<sup>2</sup> indiqués sur LTA.
- Pour connaître la dernière heure d'acceptation (LAT<sup>3</sup>), se reporter aux détails des stations.
- Dimensions limites répertoriées dans le tableau de capacité de charge.
- Les expéditeurs sont responsables de garantir que toutes les lois concernant les pays d'exportation / importation ou de transit sont respectées et que les permis, certificats ou autres documents requis sont disponibles pour les autorités douanières, sanitaires ou autres.

**Fret Express (XPS) :** Pour les envois à heure fixe avec un statut de priorité élevée sur les vols demandés:

- Demande de réservation au plus tard 12 h avant STD avec code XPS ;
- Acceptation 240 min avant STD ;
- LTA est prêt à être diffusé 240 min après l'ATA aux stations sélectionnées ;
- Applicable pour les marchandises générales, PIL, PER sans exigences de température.

**Cargaison lourde (HEA, OHG) :** Pour chaque pièce de plus de 150 kg Poids et dimensions à spécifier séparément lors de la demande de réservation.

Le service est limité au nombre de stations et sujet à la confirmation du gestionnaire aux stations de destination / de transit.

**Perishable Cargo / Cargaison périssable (PER) :** Produit pour denrées périssables sans exigences de régulation de la température.

- Suivant ce qu'on appelle le circuit vert pour enlèvement immédiat ou en BEP<sup>4</sup>.
- Les codes SH : PER / PEF / PEP / PEM doivent être indiqués sur LTA.
- Procédures d'exploitation normalisées pour éviter / minimiser les expositions à des conditions extrêmes.

**Temperature sensitive cargo / Cargaison sensible à la température (CRT, COL) :** Service pour les produits pharmaceutiques, médicaux et biotechnologiques sensibles à la température :

- Sous réserve de la disponibilité des installations à température régulée.

- Demande de réservation anticipée attendue avec codes de traitement spéciaux obligatoires : CRT + 5 ° ..+ 25 ° C, COL + 2 ° ..+ 8 ° C, FRO en dessous de 0 ° C.
- Les produits pharmaceutiques doivent contenir dans le code PIL AirWaybill, des exigences de température explicites et le téléphone de contact 24h / 24 d'une personne bien informée sur l'envoi.
- L'expédition doit être documentée et préparée conformément aux règlements de contrôle de température de l'IATA.
- Une solution d'emballage appropriée et une étiquette IATA sensible au temps et à la température sur chaque colis doivent être assurées par l'expéditeur.

**Animaux vivants (AVI) :**

- Une demande préalable (pas moins de 48 h) est obligatoire avec le code AVI SH.
- Suivant ce qu'on appelle le circuit vert pour enlèvement immédiat ou en BEP.
- La LTA doit contenir un numéro de téléphone 24 heures sur 24 en cas d'urgence.
- L'expéditeur est responsable du respect des réglementations nationales et du transporteur, le cas échéant.

**Marchandises dangereuses (DG) :** Les articles ou substances classés selon la réglementation IATA sur les marchandises dangereuses doivent être déclarés lors de la demande de réservation.

- Une demande préalable de 48 heures est obligatoire avec le code DG / classe / numéro UN correspondant.
- Le DG doit être correctement identifié, classé, emballé, marqué, étiqueté et documenté conformément aux réglementations de l'IATA sur les marchandises dangereuses.
- L'expéditeur est responsable de tous les aspects de l'emballage et du remplissage de la déclaration.

**Vulnérable (VUN) et objets de valeur (VAL) :** La marchandise VAL est non acceptée. VUN pourrait être accepté avec le service XPS sur demande. Limité aux destinations avec des installations de stockage spéciales et des processus de surveillance disponibles.

**Diplomatique (DIP) / Personnel (PAC) :** Les expéditeurs sont responsables de garantir que toutes les lois concernant les pays d'exportation / importation ou de transit sont respectées et que les permis, certificats ou autres documents requis sont disponibles pour les autorités douanières, sanitaires ou autres.

- Les codes de traitement spéciaux DIP ou PAC sont requis avec la réservation.

---

<sup>1</sup>Standard Time of Departure

<sup>2</sup>Reserved Air Cargo

<sup>3</sup>Late Acceptance Time

<sup>4</sup>Bon d'Enlèvement Provisoire

## II.5.5 Gestion de l'exportation

**Réservations (booking) :** L'expéditeur réserve un emplacement en soute auprès de la compagnie aérienne dont le prix est calculé grâce à une formule de rapport poids/volume favorisant le résultat le plus important. La LTA est créé avec toutes les informations concernant la marchandise.

**Acceptation :** La marchandise devenue fret est acheminée à l'entrepôt export de Swissport au niveau de la zone fret de l'AHB où des agents d'exploitation déchargent le camion, pèsent la marchandise et remplissent les documents nécessaires à l'acceptation ;

**Sécurisation :** Les douaniers vérifient la conformité et sécurisation du fret grâce à plusieurs tests de sécurité (Canines EDD, Visuel, Scanner XRY/SPX, détecteur explosif ETD...etc.).

**Zone stérile :** Une fois la marchandise acceptée et sécurisée, elle passe en zone stérile de l'entrepôt où aucun corps étranger n'est admis, dans le cas contraire celle-ci perd sa caractéristique de stérile et toute la marchandise devra être sécurisée à nouveau.

**Palettisation :** Le fret est disposé sur des euro-palettes, protégé par du film plastique, ensuite selon le booking on procède au build-up des ULD qui sont eux même disposé sur des tales (équipement de protection ULD). Plusieurs LTA du même vol sont groupés sur un même ULD et une LTA qui contient plusieurs colis est divisée en plusieurs ULD, le tout en respectant les contraintes de nature des marchandises (ségrégation) et les limitations du poids/volume. L'ULD est protégé par des sangles et nets et différents tags y sont collés.

**Documentation :** La documentation nécessaire accompagne le fret sous forme imprimée, regroupées dans un patch scellé et cela durant toute sa transportation de la station d'origine jusqu'à la station finale.

**Départ fret export :** Une fois la totalité des ULD sont finalisés, un contrôle doit être fait par l'autorité douanière et si tout est conforme les dollies sont acheminés par un tracma de l'entrepôt export vers la piste (gate ou tarmac) afin d'être chargés sur l'aéronef.

**Chargement / Over-load :** Les ULD sont chargé dans l'aéronef suivant un plan bien précis. Dans le cas d'un vol mixte, les ULD bagages ne sont confirmés que jusqu'à la dernière minute de chargement et comme ils sont prioritaires, un ou plusieurs ULD contenant du fret peuvent être déchargés. Cette procédure de déchargement est appelée « over-load ». L'ULD en question sera donc stocké sous zone stérile jusqu'à son prochain booking.

## II.5.6 Gestion de l'importation

**Réception :** Au moment du départ du vol à la station d'origine, les différents départements de Swissport reçoivent un manifeste sous forme de télex, il contient toutes les informations concernant le fret à réceptionner (Timing, Tonnage, ULD, LTA, SHC...etc.) ;

**Déchargement (off-load) :** Le déchargement de l'aéronef commence juste après le stationnement de l'aéronef, les ULD sont roulés à l'intérieur de la soute jusqu'à la porte cargo, un plateforme high-loader fait alors descendre les ULDs au niveau du sol et les fait rouler à son tour jusqu'à sur les dollies, ces dollies sont tractés par un tracma ;

**Expédition :** Une fois que chacun des dollies du tracma dispose d'un ULD, le tracma les transporte du pied de l'avion coté piste jusqu'à l'entrée de l'entrepôt import, les décharge, accroche de nouveaux dollies vides et repart pour une autre tournée ;

**Dé-palettisation :** Les colis sont ensuite déchargés des ULD et entreposés dans les positions disponibles en respectant les différents SHC ;

*Remarque : Après dé-palettisation, les ULD vides sont stockés séparément du fret*

**Entreposage :** En suivant les indications affichées sur la LTA et l'étiquetage sur les colis, les agents handling prennent connaissance de la nature de la marchandise et cherche une position vide dans la zone d'entreposage adéquate ;

**Notification :** Le propriétaire de la marchandise dont le contact est indiqué sur la LTA est notifié de la réception de sa marchandise par téléphone, e-mail ou courrier ;

**Dédouanement / visite :** Un N° de gros/article (correspondant au N° vol/LTA) est créé depuis le système douanier « CIGAD » pour permettre au dédouanement du fret. Un transitaire utilise ces numéros et le reste des informations pour faire sa déclaration et programme une visite douane. Les colis à visiter seront disposés en zone dédiée et entreposés à nouveau en attendant leur livraison ;

**Livraison :** Une fois que tous les documents sont en règle, que la marchandise ait été déclarée et dédouané et que les frais de manutention et de magasinage ont été réglés, les transitaires/propriétaires reçoivent ce qu'on appelle un bon de sortie et peuvent enfin récupérer leurs colis, le cariste localise alors leur marchandise dans l'entrepôt et la charge dans leur véhicule.

## II.6 Gestion du Turn-Around

### II.6.1 Qu'est-ce que le turn-around ?

Le **Turn-Around Time (TAT)** d'un aéronef ou **temps de rotation** en français est défini comme le temps qui s'écoule entre le moment où un aéronef atterrit (STA<sup>1</sup>) et son décollage pour un nouveau vol (STD<sup>2</sup>). Pendant cette période, les ressources de la compagnie aérienne impliquée et de l'aéroport sont mobilisées pour faire installer l'avion dans les plus brefs délais.[5]

Le processus qui a lieu pendant ce temps de rotation comprend la planification et la gestion des tâches pour assurer la propreté, la sécurité et l'efficacité du prochain vol. Par conséquent, le délai d'exécution est l'une des phases les plus importantes pour les exploitants d'aéroports, affectant directement si le fret et les passagers profiteront ou non d'une expérience optimale. En bref, cela implique :

- La bonne coordination de toutes les ressources impliquées pour assurer la ponctualité du vol et faire attendre le moins possible le fret et les passagers.
- Entretien impeccable, pour que le voyage soit exempt d'incidents et que l'avion atterrisse à l'heure à sa prochaine destination.

### II.6.2 Turn-Around Management

Le turn-around management désigne l'optimisation du temps entre l'atterrissage et le décollage. La durée du processus de rotation d'un aéronef varie généralement d'environ une demi-heure pour les vols à bas prix à une heure et demie pour les gros avions. Pour une compagnie aérienne traditionnelle, cela prend généralement environ une heure.

Un logiciel spécial surveille en temps réel le processus de turn-around et fournit des indicateurs de son évolution aux principaux intervenants de l'aéroport. Pour ce faire, il divise le processus en tâches appelées jalons de vol et les surveille en temps réel (voir titre I.3.2 de Pt2).

---

<sup>1</sup> Standard Time of Arrival

<sup>2</sup> Standard Time of Departure

### II.6.3 La logistique autour de l'avion

Pour mener à bien une phase de turn-around de manière efficace, il est nécessaire de réaliser plusieurs actions simultanément. Les activités de ground handling sont généralement divisées en deux :

- Activités « au-dessus de l'aile », c'est-à-dire activités liées à la cabine passagers des avions : embarquement et débarquement des passagers, cuisines de restauration, nettoyage et préparation des cabines, contrôles de sûreté et de sécurité selon les besoins.

- Activités « sous l'aile », qui sont le déchargement et le chargement de fret (conteneurisé et en vrac) et autres activités de rampe: fournir de l'électricité (Ground Power Unit (GPU)), conditionner la température de la cabine de l'avion (Pre-Conditioned Air Unit (PCA)) , calage des trains d'atterrissage, utilisation de cônes, triage, ravitaillement en carburant, entretien de l'eau potable et des toilettes, remorquage/pushback et accès aux passagers (via les escaliers, les rampes ou la passerelle d'embarquement des passagers (Passenger Boarding Bridge (PBB))).

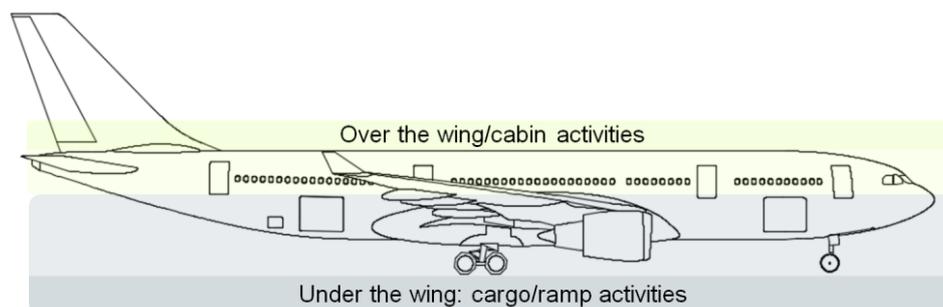


Figure II-61 Aircraft typical starboard view. Source: Airbus

Chaque activité, sauf indication contraire, comprend les phases GSE docking ou supply connexion à l'aéronef, la tâche elle-même et le retrait ou la déconnexion du GSE de l'utilitaire. Chaque activité nécessite un GSE spécifique, avec sa propre conception, sa propre forme et ses propres contraintes (voir titre II.3.5). La typologie GSE varie énormément : peut être remorqué à la main, remorquable ou autopropulsé. De nombreux GSE comme les chargeurs de fret, les Passenger Boarding Stairs (PBS) et les tracteurs sans barre de remorquage, sont conçus pour être utilisés uniquement à l'aéroport. D'autres GSE tels que les camions de restauration, les dégivreurs, les camions d'eau potable / de toilettes sont adaptés des fournisseurs de châssis automobiles existants.

## II.6.4 Les tâches impliquées dans les délais d'un aéroplan

La responsabilité de Swissport Ramp Services se concentre sur le tarmac de l'aéroport entre les processus « AirSide Departure » et « AirSide Arrival » qui consistent de manière plus explicite à effectuer différentes tâches d'assistance au sol de l'aéronef (avion) que ce soit pour un vol tout cargo ou mixte (passager et cargo) et cela grâce à plusieurs véhicules équipements dédiés

La séquence générique de ces activités, illustrée à la figure II-7, est établie en fonction de :

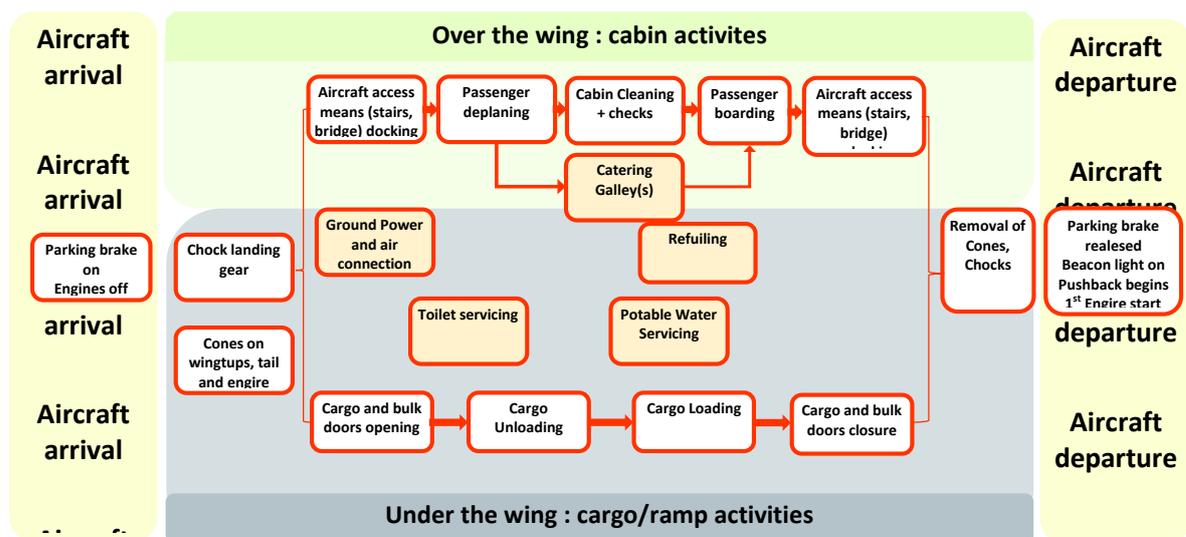


Figure II-78 Typique turnaround time –séquence de tâches

- **Les tâches liées à l'arrivée des avions :** débarquement des passagers, déchargement de la cargaison, entretien des toilettes, retrait de la restauration, nettoyage de la cabine.
- **Tâches liées au départ des avions :** embarquement des passagers, chargement de la cargaison, ravitaillement en carburant, eau potable, restauration, préparation cabine.
- **Exigences de sûreté et de sécurité pour l'opération globale.**
- **Accessibilité des aéronefs aux portes et panneaux d'entretien.** Si la disposition des portes de l'avion et des panneaux d'entretien a été conçue correctement, la plupart, sinon la totalité, des activités pourraient être effectuées en parallèle (voir la figure 3). Mais avec certains avions, cela n'est pas possible car le fonctionnement d'une porte bloque l'accès à une autre porte ou au panneau de service.
- **Liens et contraintes** (représentés par des flèches sur la figure II-7). Ces contraintes peuvent être dures ou molles.

Les différents services d'assistance sont :

1. **Taxiing de l'avion dans sa position de stationnement (Swissport) :** Après l'atterrissage, l'avion doit se déplacer vers sa position de stationnement assignée. Une fois sur place, il sera immobilisé et balisé avec des cônes de sécurité.
2. **Débarquement des passagers et de l'équipage (Swissport) :** Les passagers quitteront ensuite l'avion par les portes établies, pour accéder à la passerelle ou aux bus qui les mèneront au terminal.
3. **Nettoyage de la cabine (Swissport) :** Au fur et à mesure que les passagers quittent l'avion par l'une des portes, les professionnels en charge du nettoyage de la cabine entreront par l'autre pour enlever les ordures, assainir les salles de bain et remplacer les consommables.
4. **Déchargement et manipulation de la rampe (Swissport) :** À ce stade, les opérateurs en charge du chargement et de la manutention de la rampe entrent en action. Les bagages et les marchandises seront déchargés et transportés vers le carrousel à bagages et les entrepôts respectifs.
5. **Inspection et SOPM (Compagnie aérienne) :** Le Standard Operating Procedures Manual (SOPM) ou manuel des procédures normalisées d'exploitation en français du constructeur de l'aéronef et de la compagnie aérienne détermine la routine de contrôle technique de sécurité à suivre pendant le temps de rotation pour vérifier que l'aéronef est en bon état de voler.
6. **Ravitaillement en avion (NAFTAL) :** Les réservoirs de l'avion doivent être remplis en carburant nécessaire pour s'assurer qu'il arrive en toute sécurité à sa prochaine destination.
7. **Restauration / Catering (AirAlgerie) :** Pendant ce temps, le service de restauration fournira de la nourriture et des boissons aux passagers du nouvel itinéraire.
8. **Chargement des valises et des marchandises (Swissport) :** Une fois la soute de l'avion vidée, les agents de manutention la remplissent à nouveau de bagages et de fret pour le prochain vol.
9. **Embarquement des passagers (Swissport) :** L'une des dernières opérations de temps de rotation sera l'embarquement des passagers. Alors que le service de manutention finalise toutes les tâches précédentes.
10. **Remorquage / Pushback (Swissport) :** Enfin, et souvent aidé par une remorque à refoulement, l'avion abandonnera sa position de stationnement et se préparera à entamer la manœuvre de roulage pour accéder à la piste de décollage.

## II.6.5 Retards de Turn-Around

### II.6.5.1 Raisons liés au fret

Comme le système de planification des vols se fait suivant le modèle du hub & spoke, un retard sur la station d'Alger par exemple peut engendrer des retards sur 3 ou 4 autres stations de par le monde. Les différentes raisons sont listées sur ce qu'on appelle les IATA Delay codes :

| Cargo and Mail             |          |  |  |
|----------------------------|----------|--|--|
| Code IATA                  | Shortcut |  | Description  |
| 21                         | CD       | DOCUMENTATION                            | Late or incorrect documentation for booked cargo   |
| 22                         | CP       | LATE POSITIONING                         | Late delivery of booked cargo to airport/aircraft  |
| 23                         | CC       | LATE ACCEPTANCE                          | Acceptance of cargo after deadline   |
| 24                         | CI       | INADEQUATE PACKING                       | Repackaging and / or re-labelling of booked cargo  |
| 25                         | CO       | OVERSALES                                | Booked load in excess of saleable load capacity (weight or volume), resulting in reloading or off-load |
| Aircraft and Ramp Handling |          |  |  |
| 31                         | GD       | LATE / INACCURATE AIRCRAFT DOCUMENTATION | Late or inaccurate mass and balance documentation, general declaration, passenger manifest             |
| 32                         | GL       | LOADING / UNLOADING                      | Bulky items, special load, lack loading staff  |
| 33                         | GE       | LOADING EQUIPMENT                        | Lack of and / or breakdown; lack of operating staff  |
| 34                         | GS       | SERVICING EQUIPMENT                      | Lack of and / or breakdown; lack of operating staff  |
| 35                         | GC       | AIRCRAFT CLEANING                        | Late completion of aircraft cleaning   |
| 36                         | GF       | FUELLING / DEFUELLING                    | Late delivery of fuel; excludes late request   |
| 37                         | GB       | CATERING                                 | Late and / or incomplete delivery; late loading  |
| 38                         | GU       | ULD                                      | Lack of and / or unserviceable ULD's or pallets  |
| 39                         | GT       | TECHNICAL EQUIPMENT                      | Lack and / or breakdown; lack of operating staff; includes GPU, air start, pushback tug, de-icing      |

Table 12 IATA Delay Codes

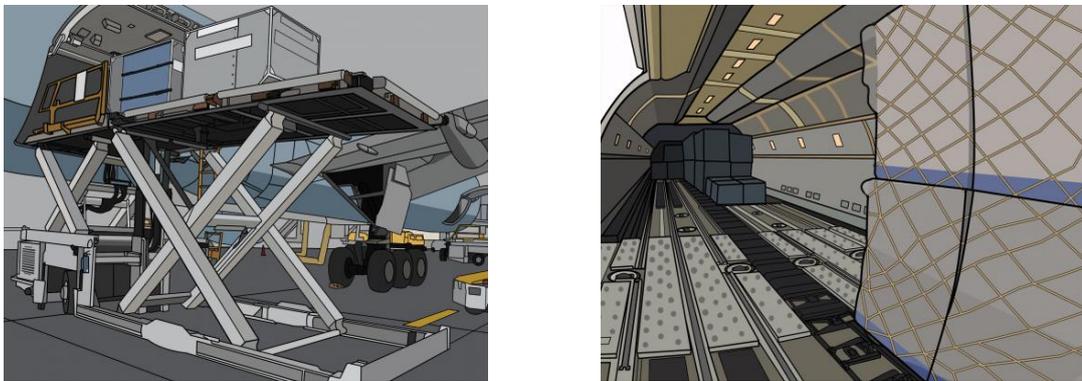
### II.6.5.2 Impact économique

Dans le domaine de l'aviation chaque second compte et le temps équivaut à de l'argent. L'objectif de la compagnie aérienne est donc de minimiser le temps au sol d'un aéronef et d'effectuer le plus de vols quotidiens possible avec chaque avion, rendant ainsi ses actifs rentables. Pour ce faire, le responsable de la gestion du retournement devra identifier l'acteur responsable de tout retard lors de l'assistance au sol de l'aéronef et prendre les mesures nécessaires pour y remédier. Cela peut consister en une augmentation des effectifs en charge d'une tâche donnée, la mise en œuvre de nouvelles technologies ou une meilleure coordination des équipes..

## II.7 Traitement des ULD

### II.7.1 Opérationnel ULD

Les avions d'aujourd'hui tels que les 787, 777 et A350 XWB transportent à peu près le double du nombre d'ULD transportés par leurs prédécesseurs il y a seulement 40 ans. Cette évolution n'est pas largement reconnue, les aéroports n'ont en général pas pris en compte le fait que chacun de ces avions déchargera et rechargera le double du nombre d'ULD qu'il y a à peine 20 ans. En ce qui concerne les cargos, l'augmentation n'est pas aussi élevée, mais nous cherchons toujours 20% de plus de ULD et gardons à l'esprit que chacun d'eux est une palette PMC qui nécessite beaucoup plus d'espace qu'un AKE. Cette évolution a deux effets immédiats



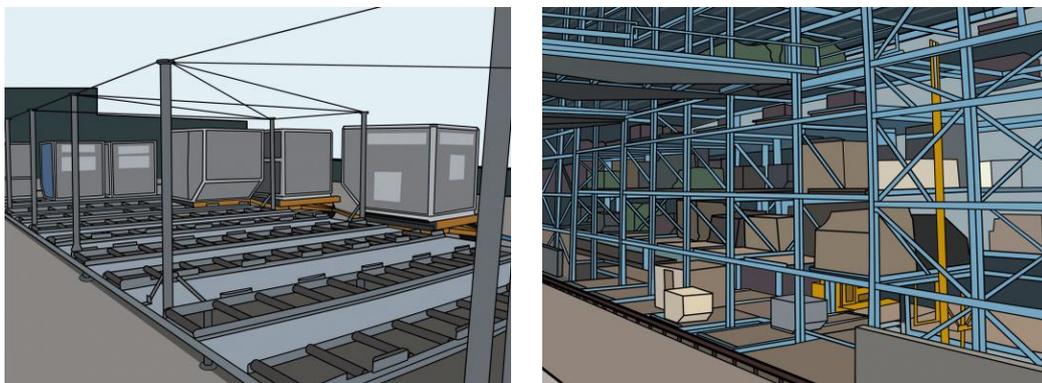
*Figure II-12 Illustrations chargement/déchargement ULD*

Pendant le chargement et le déchargement, il y a un besoin pour plus de chariots et plus d'activité autour de l'avion, mais la place de stationnement typique n'est pas différente de ce qu'elle était avec l'arrivée du premier avion à fuselage large. Une fois déchargés de l'avion et vidés de leurs bagages ou de leur cargaison, il y a plus de ULD à stocker.

Le chargement des ULD s'effectue en fonction du type d'avions, par le nez, la porte arrière, une porte du pont ou une porte de soute. La technique employée est horizontale, grâce à l'utilisation de chemins de roulement (à l'intérieur et à l'extérieur de l'avion) et des ascenseurs, contrairement au chargement dans le transport maritime qui se fait par levage. Cette technique de chargement confère un avantage certain au transport aérien dans la mesure où elle permet une économie sur la solidité des ULD et des emballages, et une rapidité de la manutention.

## II.7.2 Stockage ULD

Le stockage des ULD est un problème bien connu qui affecte à peu près tous les secteurs de l'industrie du fret aérien. Les ULD appartiennent généralement aux compagnies aériennes, mais ces derniers les mettent à disposition des groupeurs et des sociétés de handling qui devront probablement réussir à stocker plus d'ULD qu'ils n'en ont la capacité. Les aéroports fonctionnent dans la plupart des cas dans des limites fixes, quelques-uns ont le luxe de biens immobiliers abondants qui ne sont pas occupés par des parkings, etc., mais c'est un défi pour la plupart. Malheureusement, les ULD sont souvent bien en bas de la chaîne alimentaire, laissés pour trouver un endroit pour se reposer après que tous les autres avions, véhicules et GSE se soient vu attribuer leurs besoins, ce qui a un impact sérieux.



*Figure II-13 Illustrations lieux de stockage des ULD Bagages*

Le stockage ULD peut être réparti à grossièrement entre ceux utilisés pour les bagages des passagers et ceux utilisés pour les opérations de fret, et l'implication de l'aéroport est différente pour chacun de ces éléments

Les opérations de fret doivent gérer à la fois des palettes et également des ULD pleine largeur et peut-être pleine hauteur du pont principal, ce qui ajoute bien sûr à la complexité et aux exigences de volume. Deuxièmement, le fret, avec son imprévisibilité beaucoup plus grande, nécessite un stock de sécurité plus important en ULD, qui a bien sûr besoin de stockage. Et puis il y a les articles spéciaux, les étals pour chevaux, les palettes de 20 pieds, l'ULD à température contrôlée, les supports de véhicules, qui nécessitent tous un stockage approprié. D'un autre côté, un terminal de fret a généralement le contrôle de sa propre « empreinte » et peut donc établir un stockage ULD approprié à partir de ses propres ressources.

### II.7.3 Stack palettes

Un **stack palettes** est un entreposage d'ULD vides de type palettes comportant une base (généralement PMC) sur laquelle sont posés des euro-palettes suivi de plusieurs ULD de type PMC, PLA et PAG, le tout fixé avec des sangles. Le stack palettes est destiné à être expédié avec le fret export sous demande des compagnies aériennes propriétaires de ces palettes et cela pour permettre la continuité de la tournée de ces dernières. Une palette ne doit pas rester au sol plus de 4 jours et ce n'est généralement pas un souci quand le volume de l'export équivaut à celui de l'import (ce qui n'est pas le cas en Algérie).

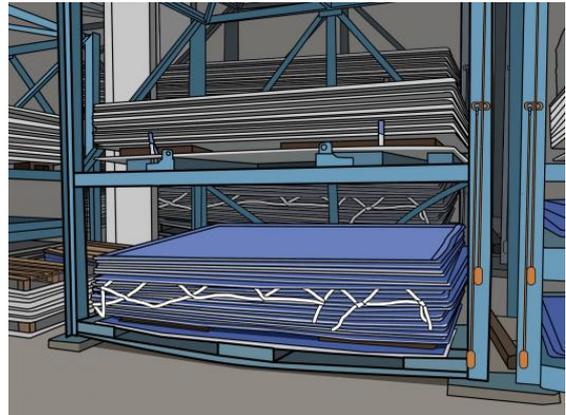


Figure-14 Illustration infrastructure de stockage ULD palette

### II.7.4 Sécurisation ULD

Les ULD sont des équipements aéronautiques légers, ils nécessitent un environnement d'exploitation approprié, des connaissances du personnel et des instructions de travail claires. Ces trois facteurs, sans parler d'autres facteurs, comptent beaucoup mais ne sont pas faciles à compter :



Figure II-15 Illustration de processus de sécurisation ULD

**1. Environnement d'exploitation :** Dans les zones de travail des entrepôts fret, il existe une vaste gamme de capacités, des terminaux d'utilisateurs communs gigantesques aux petites installations aériennes uniques, des installations de haute technologie ultramodernes à un petit hangar sur un sol en béton nu.

**2. Connaissance du personnel :** Le roulement élevé du personnel dans les secteurs du ground-handling est un problème bien connu de l'industrie, étant donné qu'une grande partie des opérations ULD

sont effectuées de manière manuelle intensive. L'ULD est manipulé par des opérateurs dotés d'instructions limitées quant aux méthodes de travail correctes ce qui crée un terrain fertile pour la propagation des connaissances tribales, totalement incompatible avec la sécurité aérienne.

**3. Procédures de travail claires :** Des instructions claires sont une nécessité dans à peu près tous les processus, et en particulier dans les opérations où il existe une dépendance à des entrées manuelles et un manque de technologie moderne. Pourtant, de manière surprenante, pour un équipement aéronautique qui est responsable de fournir un niveau fiable et cohérent de sécurité de vol, il y a une absence flagrante d'instructions claires pour une utilisation correcte de l'ULD.

### II.7.5 Endommagement ULD

Les exigences de base pour tout équipement de support au sol qui entrerait en contact avec ULD sont contenues dans la section 911 de l'IATA AHM. Rien dans cette spécification n'est particulièrement complexe mais le non-respect de la norme peut facilement entraîner des dommages à l'ULD. La sensibilisation aux dommages est une tâche et une responsabilité continues des compagnies aériennes et des agents d'assistance en escale (ground handler).



*Figure II 5 Illustration endommagement AKE*

Les accidents doivent être évités en revendiquant « la sécurité avant tout », une sécurité purement opérationnelle (effectifs, aéronefs). Une mauvaise manipulation est donc la principale raison des dommages et peut engendrer des coûts de réparation, d'indisponibilité et de remplacement avec un double impact sur les performances ULD :

- Coût évident : coûts directs dus aux coûts de réparation ou de remplacement
- Coût caché : impact sur l'efficacité / la productivité et les performances de la flotte / le manquement qui peut induire à une location (stack-pallet)

## II.8 Les indicateurs de performances (KPIs)

### II.8.1 Les KPIs logistiques

Les indicateurs du tableau de bord logistique sont déterminés en fonction des activités ou des processus que pilote le responsable logistique. Selon la théorie des piliers de la logistique, on doit au minimum retrouver dans un tableau de bord, des indicateurs sur les moyens, les coûts, les délais et la qualité de service. La présente étude nous a permis d'y ajouter deux caractéristiques : le périmètre de travail et la consommation en énergie. Nous pouvons décomposer chacune de ces caractéristiques comme suit : [25]

- Les **moyens** : Outillage, engins, véhicules, infrastructures, groupes de marchandises, stocks, groupe de voyageurs, documents, équipes de travail, clients, fournisseurs, prestataires logistiques,
- Les **coûts** : coûts logistiques engendrés par les activités et l'emploi des moyens ;
- Les **délais** : maîtrise des délais standards, respect des temps de réalisation planifiés ;
- La **qualité** de service : litiges, avaries, pertes, retards, files d'attente, ruptures, taux de satisfaction ;
- Le **périmètre** : espace géographique, processus particulier, activité particulière, famille de produit...

*Remarque : Des croisements entre ces différentes caractéristiques permettent à la fin de créer des indicateurs assez intéressants.*

### II.8.2 Tableau de bord logistique

Le tableau de bord logistique est un instrument de gestion composé d'indicateurs sur les activités de logistique (réception, transport, transit, entreposage, stockage, manutention, livraisons...etc.) dont le rôle est de permettre au responsable logistique d'avoir une maîtrise de ses processus et de pouvoir rapidement mener des actions appropriées en cas de dysfonctionnement. C'est un outil destiné aux gestionnaires et qui vient remplir trois fonctions principales : [26]

- **Fonction de mesure.** Vérifier que nos stratégies, moyens et autres ressources conviennent bien au cap qui a été fixé pour l'atteinte des objectifs (mesure de l'activité, de l'efficacité des moyens, de la productivité, de la rentabilité, de la qualité...etc.) ;
- **Fonction de contrôle.** Vérifier tout au long d'un exercice que l'avancement des activités respecte le cahier des charges et les temps standards (taux de réalisation),
- **Fonction d'alerte.** Alerter de manière anticipée sur un dysfonctionnement ou un incident (accidents, retards, dépassement des temps standards, dépassement des coûts, rupture de stock...etc.).

Le tableau de bord compare l'état actuel aux objectifs fixés au départ (SLA). C'est un outil d'analyse à posteriori qui met en évidence les dysfonctionnements lorsque ces derniers sont effectivement présents. Il aide juste à éviter leur aggravation. En aucune manière il ne permet de les prévoir et d'empêcher leur genèse. Ceci qui est un handicap, vu le contexte du fret aérien où des mutations émergent de façon continue. Dans la fonction d'assistance au sol, assurer une bonne gestion des opérations de transports et d'entreposage exige de mettre en place un système :

- **Réactif** : avoir une vision permanente de l'état des stocks, des ordres, des capacités de transport ;
- **Préactif** : avoir une visibilité et une projection de la situation au niveau de l'ensemble des sites ;
- **Interactif** : avoir une vision globale et détaillée des situations en temps réel ;
- **Proactif** : entreprendre des actions d'optimisation technique et financière de la prestation logistique.

### II.8.3 Outils de reporting Offsets

Les performances logistiques de la chaîne du fret sont mesurées à l'aide de plusieurs indicateurs et outils de reporting (RTO : Reporting Tool Offsets), ces RTO nous aident à descendre à chaque étape, si nos objectifs quantitatifs sont respectés. L'information sur le traitement du fret est affichée sous forme de messages FSU (Freight Status Update) qui sont utilisés pour notifier/mettre à jour les parties intéressées de la finalité des différentes étapes. Les FSU sont :

| Field  | Acronyme | Description           |
|--------|----------|-----------------------|
| Export | BKD      | Booked                |
|        | FOH      | Freight On Hand       |
|        | RCS      | Received From Shipper |
|        | MAN      | Manifested            |
|        | DEP      | Departed              |
|        | TFD      | Transferred           |
| Import | RCT      | Received From Transit |
|        | RCF      | Received From Flight  |
|        | AWR      | AWB Received          |
|        | NFD      | Notified              |
|        | AWD      | AWB Delivered         |
|        | CCD      | Customs Cleared       |
|        | DLV      | Delivered             |
|        | DIS      | Discrepancy           |

Table 13 Liste des FSU du fret aérien

## II.9 Conclusion

Les aéroports, aimez-les ou détestez-les, l'industrie du transport aérien ne peut pas s'en passer, et n'a en fait que peu de choix sur les aéroports qu'elle utilise, car il n'y a généralement qu'un seul aéroport disponible dans une même destination, aussi bonne ou mauvaise, grande ou petite, les compagnies aériennes doivent travailler avec ce qu'ils peuvent obtenir.

Avec une bonne gestion de l'escale, il est possible de réduire ce temps et d'optimiser les actions impliquées dans le traitement au sol de l'avion. Cela garantit la ponctualité et le respect des créneaux horaires attribués par les compagnies aériennes.

A cet effet, les solutions de business intelligence permettent aux entreprises du fret aérien de prendre connaissance de la situation, d'identifier les conflits dès le début du turn-around et en même temps de proposer des alternatives d'allocation automatique grâce au outil de recherche opérationnel le tout avec une fiable digitalisation.

Concernant les ULD, c'est une chose d'avoir un stockage approprié, c'en est une autre de l'utiliser correctement. Un ULD au sol est toujours un ULD à risque de dommages, soit en étant touché par GSE etc., soit lors de la transition du chariot au sol et en recul. Les aéroports imposent de multiples règles à leurs opérateurs et l'interdiction de laisser tout ULD sur le tarmac devrait toujours être un scénario « NO GO ». Un stockage suffisant est donc essentiel, mais il doit surtout être correctement géré, les zones de stockage ULD courantes risquent de devenir problématiques.

Comme expliqué dans le chapitre précédent, la performance logistique consiste à assurer la satisfaction du client en lui livrant des produits/services de bonne qualité, en bonne quantité, au bon moment, au bon endroit en consommant moins de ressources. La performance logistique du fret aérien est donc une mesure de rapport entre le service fourni aux compagnies aériennes et les moyens et ressources consommés.

Les performances logistiques du fret se résument alors sur les aspects temps et énergie consommés entre l'entreposage, la palettisation, le conditionnement et le transport entre les différents terminaux.

# **PARTIE PRATIQUE**

## **CHAPITRE I**

### **BUSINESS INTELLIGENCE SUR LES PERFORMANCES**

## CHAPITRE I BUSINESS INTELLIGENCE SUR LES PERFORMANCES

### I.1 Introduction

Les entreprises du secteur du fret aérien subissent une pression croissante de la **concurrence internationale**. Afin de résister à la pression des coûts, des analyses de performances à partir des données existantes sont nécessaires ; et ce, sous une pression de temps toujours croissante. Dans ce contexte, les zones de transport et de stockage existantes doivent également être utilisées de manière économique.

Pour mener à bien l'acheminement du fret, des informations à jour sont indispensables pour prendre des décisions commerciales rapides et sûres. Afin d'être en mesure de présenter ces informations selon les besoins, il est important d'investir dans la **Business Intelligence (BI)** spécifique à la logistique. Ce n'est qu'avec la bonne visualisation que les défis peuvent être maîtrisés de manière fiable.

L'application de la BI sur les **performances logistiques** des opérations liées à la chaîne du fret aérien permettra d'identifier et mettre en évidence les zones à problèmes en temps réel, d'analyser le volume de transport et d'en tirer le meilleur parti, d'afficher et planifier les capacités de stockage, de gérer et diriger les flottes de véhicules, de déterminer les coûts et les répartir sur le projet et de fournir des données de suivi et de traçage fiables pour satisfaire ses clients.

## I.2 Business Intelligence Value Chain

### I.2.1 Schéma de la chaîne de valeurs

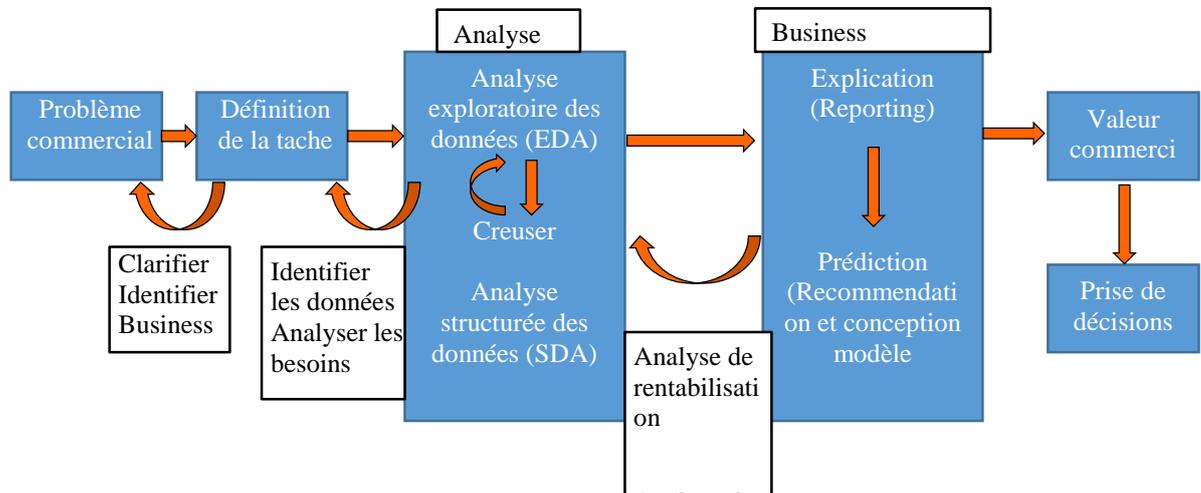


Figure I 4 Schéma de la chaîne de valeurs

### I.2.2 Besoin commercial (problème)

- Réduire le temps des opérations d'expédition et de stockage et donc réductions des couts
- Anticiper les problèmes liés à la sécurité des équipements et des marchandises
- Diminuer les entrés manuelles pour augmenter la qualité (en introduisant BI)
- Se préparer à une éventuelle concurrence d'une autre compagnie de ground handling ;
- Rendre plus accessible et sécurisé le transport de marchandise par fret aérien (réduire le risque d'endommagement et le cout en ressource tout en gardant la même marge de bénéfice) ;

### I.2.3 Définition de la tâche

- Collection de données brutes le long de l'implication de l'entreprise dans la chaîne du fret ;
- Création de tableaux de bord et visualisation des performances logistiques en temps réel ;
- Détection des anomalies et des surplus de consommations en temps et en énergie et les différents coûts liés aux pertes et aux erreurs ;
- Prise de décisions concernant l'amélioration de nos performances.

## **I.2.4 Collection de données**

Les données brutes destinées après divers traitements à alimenter les indicateurs sont collectées à partir du plus bas niveau de la chaîne d'opérations. Nous allons solliciter pour cette collecte :

- Les documents de travail utilisés (LTA, avis, bons, bordereaux, déclarations, ordres, relevés, titres de transport, titres de commerce...),
- Les divers fichiers dans lesquels sont relevés au jour le jour les données pour des besoins de reporting (fiche des entrées et sortie, liste de dossiers ouverts, liste des consommations...).

### **I.2.4.1 Depuis ERP**

Swissport dispose d'un ERP sous l'appellation de **CargoSpot** développé par l'entreprise **CHAMP**, cet ERP est dédié exclusivement au traitement du fret aérien et est directement relié aux réseaux des compagnies aériennes clientes de Swissport afin d'avoir une fluidité des flux d'informations, sur les vols, le fret aérien et les performances de traitement de ces derniers. Ces informations sont interchangeables de manière automatique via ce qu'on appelle des adresses télexes (Swissport Cargo Services Algiers : ALGCX8)

### **I.2.4.2 Chronométrage sur terrain**

Les détails sur les durées de déroulement de plusieurs opérations liés au traitement du fret aérien ne sont ni mesurés ni enregistrés par l'entreprise car cette dernière ne s'intéresse qu'à la durée de la procédure toute entière et de manière générale, c'est pourquoi l'utilisation de la méthode du chronométrage sur le terrain est primordiale pour mener à bien notre analyse, nous pourrions alors générer une moyenne des différents temps et de traitement et d'en déduire les opérations goulots.

### **I.2.4.3 Questionnaires et interviews**

Etant donné que certaines tâches sont réalisées sans aucune traçabilité numérique à proprement dite, leurs performances ne peuvent être mesurables et il est donc quasi impossible d'en calculer les performances et d'en déceler d'éventuelles anomalies et problématiques, cependant un bon questionnaire muni d'une analyse visuelle sur le terrain permet d'identifier les problématiques cachées.

### I.2.5 Analyse et publication

Un bon indicateur doit facilement être lisible en un coup d'œil. Pour cette raison, et selon l'information qu'il transmet, un indicateur prendra les formes suivantes :

- Un **ratio** : rapport entre deux valeurs, généralement exprimé en pourcentage.
- Un **graphique** : il a l'avantage de pouvoir véhiculer plusieurs informations à la fois sur des graphes de type différent (histogramme, courbe...);
- Un **tableau** : il peut s'agir de statistiques sur une équipe de travail, un plan d'action avec taux d'avancement des tâches, une analyse croisée.

Quel que soit sa forme définitive, un indicateur doit toujours laisser paraître l'**objectif** ! La forme de l'indicateur est généralement basée sur une comparaison directe du volume de travail réalisé / non réalisé par rapport à l'objectif ou une présentation des écarts par rapport à l'objectif. Ceci est applicable pour toutes les caractéristiques.

Lorsqu'on travaille sur un indicateur basé sur les temps et que les **durées d'opérations** sont **non contrôlables**, il vaut mieux baser en définitive son indicateur sur des **temps standards**. La **valeur de l'objectif** peut être fournie par un organisme externe (il peut s'agir d'une norme, un benchmark, un contrat (SLA) ...) ou simplement évalué en interne sur la base des historiques et prévisions d'activités.

### I.2.6 Prise de décision

Suite à la détection d'anomalies d'après nos KPIs et Dashboard, la prise de décision sur le court terme se fait de manière générale sous forme d'actions correctives et / ou préventives, ces actions font preuve de ce qu'on appelle le Real Time Monitoring, une action corrective rapide et efficace qui permet par exemple de corriger un retard de vol éventuel étant donné que les outils BI donnent la tendance des différentes tâche sur les délais et informe sous forme d'indicateurs un futur retard éventuel.

D'autres décisions sur le long terme peuvent être prises pour l'amélioration globale des performances en envoyant des e-mails de rappel, des briefings pour la correction et la prévention des problématiques ou alors le déclenchement de meeting pour le lancement d'un projet d'amélioration pour un besoin de digitalisation ou un manquement matériel par exemple

## I.3 Performance du turn-around

### I.3.1 Le temps de rotation

Avec l'accroissement des importations d'origines différentes et la signature de nouveaux contrats avec les compagnies aériennes. La station d'Alger accueille donc plus de 14.856 vols par an, avec 10.870 vols qui contiennent du fret dont 4.080 sont traités par Swissport, ce qui nous donne une moyenne d'entre 11 et 12 vols par jour. Le traitement de ces vols se fait dans le respect de délais compris entre le STA et le STD qui représente notre Turn-Around (TAT).

Nous avons regroupé ces délais pour chaque vol de nos compagnies aériennes, c'est ce qui va représenter les objectifs de nos performances :

| Airline            | Nombre de vols par mois | Flight    | Turn-Around Time |
|--------------------|-------------------------|-----------|------------------|
| Turkish Airline    | 1152                    | TK-6327*  | 240mn            |
|                    |                         | TK-6397*  | 180mn            |
|                    |                         | TK-651    | 120mn            |
|                    |                         | TK-653    | 120mn            |
|                    |                         | TK-655    | 120mn            |
|                    |                         | TK-6333*  | 240mn            |
| Qatar Airways      | 360                     | QR-1379   | 60mn             |
| Fly Emirates       | 360                     | EK-757    | 60mn             |
| Lufthansa Airlines | 504                     | LH-1316   | 60mn             |
|                    |                         | LH-1318   | 60mn             |
| Air France         | 1224                    | AF-1354   | 60mn             |
|                    |                         | AF-1554   | 60mn             |
|                    |                         | AF-1654   | 60mn             |
|                    |                         | AF-1754   | 60mn             |
| DHL Aviation       | 360                     | DHV-4136* | 60mn             |
| CargoJet Airways   | 120                     | W8-399*   | 240mn            |
| TOTAL / MOYENNE    | 4080                    | N/A       | 96,35mn          |

Table 14 Délais de Turn-Around par vol par compagnie

Le traitement des vols par Swissport sur la station AHB se fait en une moyenne de : 192 minutes pour les vols tout cargo\* et de 80 minutes pour les vols passagers (PAX FREIGHTER)

Le temps de rotation d'un vol contenant du fret aérien se divise en deux étapes de nos RTOs, depuis le déchargement de l'aéronef du fret importé jusqu'au chargement du fret à exporter. Le turn-around concerne alors :

**Import = RCF > AWR >> MAN > DEP = Export**

### I.3.1.1 Reception importation

Les performances du traitement d'un vol à l'import se calculent à partir du moment de l'atterrissage de l'aéronef jusqu'à la réception du fret (STA to RCF), à titre d'exemple nous avons le RCF du vol AF1384 du 18 octobre 2020 pour l'export :

Flight CockPit Import AF1384-18Oct

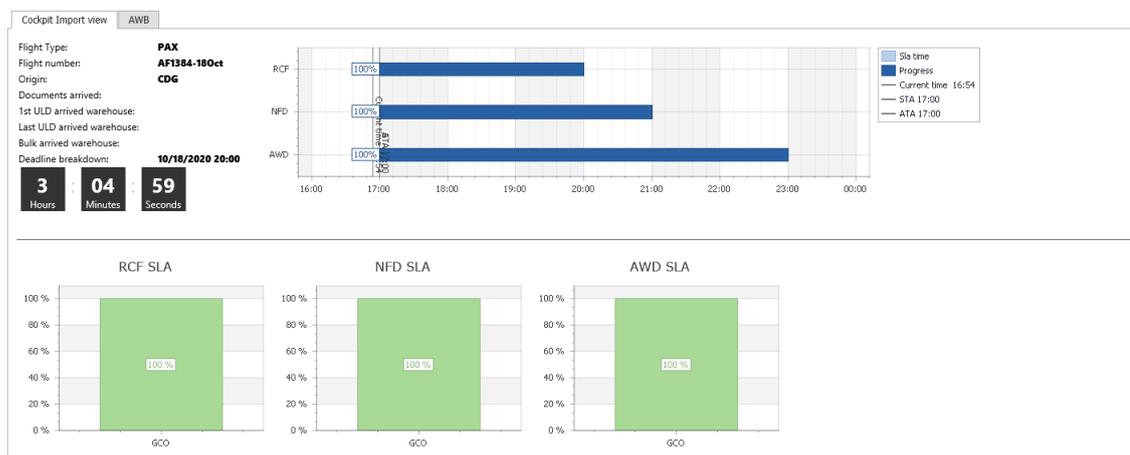


Figure I 5 Tableau de bord from STA to RCF

### I.3.1.2 Acheminement import

La partie physique de l'acheminement du fret se fait suivant une succession d'opérations dont nous avons chronométré la durée puis établie une moyenne de temps pour chaque tâche qui participe à l'aboutissement du fret de la piste jusqu'à l'écore :

| Procédure               | Tache                                   | Personnel            | Equipement        | Durée      |
|-------------------------|---|----------------------|-------------------|------------|
| AirSide Arrival         |   |                      |                   | 33mn / ULD |
| Marshaling              | Guidage stationnement avion             | Agent                | Battons           | 4mn        |
| Déchargement avion      | Connexion GSE                           | Conducteurs          | GSE               | 5mn        |
|                         | Stationnement tracma devant deck-loader | Tracmiste            | Tracma + Dolliers | 30s        |
|                         | Déchargement ULD de l'aéronef           | Load master + Agents |                   | 4mn / ULD  |
|                         | Chargement ULD sur dolliers             | Agents               | Tracma + Dolliers | 1mn / ULD  |
| Transport vers entrepôt | Tractage jusqu'à l'entrepôt             | Tracmiste            | Tracma            | 15mn       |
|                         | Décrochage dolliers                     | Agent                |                   | 3mn / BTU  |

Table 15 Moyennes des temps de traitement AirSide Arrival

### I.3.1.3 Acceptation du fret

Le vol est considéré comme accepté seulement après avoir confirmé et introduit tous les AWB reçues sur CargoSpot en insérant leurs positionnement<sup>1</sup> en entrepôt et en indiquant la référence SWP<sup>1</sup> de l'agent de réception :

The screenshot displays the 'Acceptation du fret (AWR)' screen in CargoSpot. The interface is divided into several sections:

- Top Bar:** Contains menu options: Main, Master Data, Options, Help. Below it are tabs for different stages: 1 Arrival, 2 Delivery, 3 Pickup, 4 Image, 5 Query, 6 Bond, 7 View Delivery.
- Input Fields:**
  - AWB: [Field]
  - Master AWB: [Field]
  - Consignee: [Field]
  - Issue Carrier: [Field]
  - Rcv Agent: [Field] (highlighted with a red box and '2')
  - Shipper: [Field]
  - Location: [Field] (highlighted with a red box and '1')
  - Status: [Field]
  - Origin: [Field]
  - Dest: [Field]
  - Nature Goods: [Field]
  - Bank: [Field]
- Operational Fields:**
  - Rcv Date: [Field]
  - Time: [Field]
  - Rcv Flight: [Field]
  - Missing AWB: [Field]
  - Found AWB: [Field]
  - Consignee Invoice: [Field]
  - Break down: [Field]
  - UN count: [Field]
  - SHC: [Field]
- Remarks:**
  - Ext Remark: [Text Area]
  - Int Remark: [Text Area]
- Bottom Bar:** Contains buttons for 'Prints', 'Fax/Email', 'Est Charges', 'Discrepancy', 'RRR', 'Damage', 'Transfer', 'Free Msg', 'Show Msgs', 'History', 'Notes'. There is also a 'Send Arrival FSU' checkbox.
- Right Sidebar:** Contains 'Active Screens', 'Menu', 'Record List', and a 'Query (F7)' section with buttons for 'Edit (F2)', 'Add (Ins)', 'Delete (Del)', 'OK', and 'Exit Screen'.

Figure I 6 Acceptation du fret (AWR) sur CargoSpot

La performance de cette opération équivaut au message AWR qui n'est pas vraiment nécessaire dans notre étude étant donné que ça concerne la partie documentaire uniquement.

### I.3.1.4 Manifestation exportation

Simultanément au traitement de l'import, le fret à exporter doit être confirmé avec l'envoi de la liste des AWB et des ULD dans lesquels elles sont conditionnés aux parties intéressées et cela sous forme de manifeste (téléx) créé via CargoSpot, pour se faire les étapes suivantes sont réalisées et enregistrées sur l'ERP :

Acceptation des LTA d'après booking (BKN)<sup>1</sup> > Sélection du vol<sup>2</sup> > Désignation ULD du vol<sup>3</sup>  
 > Assignment de chaque LTA aux ULD<sup>4</sup> >> Confirmer et manifester le vol (MAN)<sup>5</sup>

| Man Dest | Status | Grp | New ULD | ULD Number | SHC             | Cust | AWB Number    | Origin | Dest | Pieces | Weight   | Volume   |
|----------|--------|-----|---------|------------|-----------------|------|---------------|--------|------|--------|----------|----------|
| 1 DOH    | DEP    |     |         | PMC174770R | PEP HEA COL SPX |      | 157-2390 9185 | ALG    | DOH  | 1 / 16 | 549/5352 | 0/32 112 |
| 2 DOH    | DEP    |     |         | PMC753700R | PEP HEA SPX COL |      | 157-2390 9185 | ALG    | DOH  | 1 / 16 | 497/5352 | 0/32 112 |
| 3 DOH    | DEP    |     |         | AKE45710R  | COL PEP SPX     |      | 157-2390 9266 | ALG    | DOH  | 2      | 41       | 0/0.8    |
| 4 DOH    | DEP    |     |         | PMC174770R | COL PEP HEA SPX |      | 157-2390 9916 | ALG    | KUL  | 2      | 795      | 0/2.688  |
| 5 DOH    | DEP    |     |         | PMC742320R | HEA PEP SPX     |      | 157-2390 9885 | ALG    | BOM  | 3      | 758      | 0/3.648  |
| 6 DOH    | DEP    |     |         | PMC742320R | PEP HEA SPX     |      | 157-2390 8896 | ALG    | CMN  | 3      | 767      | 0/3.504  |
| 7 DOH    | DEP    |     |         | AKE45710R  | GCR             |      | 157-2390 9911 | ALG    | DOH  | 1      | 14       | 0/0.005  |
| 8 DOH    | DEP    |     |         | PMC180400R | GCR SPX         |      | 157-2391 1016 | ALG    | YYZ  | 12     | 331      | 0/1.372  |
| 9 DOH    | DEP    |     |         | PMC754590R | SPX             | T1   | 157-5147 2724 | ALG    | JFK  | 16     | 643      | 0/3.09   |
| 10 DOH   | DEP    |     |         | PMC180400R | GCR SPX         |      | 157-5147 4614 | ALG    | YYZ  | 7      | 195      | 0/0.847  |
| 11 DOH   | DEP    |     |         | PMC754590R | SPX             | T1   | 157-5147 5023 | ALG    | LIS  | 1      | 14       | 0/0.034  |
| 12 DOH   | DEP    |     |         | PMC754590R | SPX             | T1   | 157-5462 0160 | ALG    | LIS  | 1      | 47       | 0/0.117  |
| 13 DOH   | DEP    |     |         | PMC41990FF | GCR SPX         |      | 157-5462 0322 | ALG    | CDG  | 5 / 9  | 555/895  | 0/8.879  |
| 14 DOH   | DEP    |     |         | PMC119570R | GCR SPX         |      | 157-5462 0322 | ALG    | CDG  | 4 / 9  | 340/895  | 0/8.879  |
| 15 DOH   | DEP    |     |         | AKE41970R  | RRY SPX         | T1   | 157-6742 2390 | ALG    | PRG  | 1      | 50       | 0/0.066  |
| 16 DOH   | DEP    |     |         | PMC754590R | GCR             |      | 157-6742 2902 | ALG    | PTY  | 3      | 212      | 0/0.847  |
| 17 DOH   | DEP    |     |         | PMC117280R | GCR SPX         | T1   | 157-6742 3561 | ALG    | PRG  | 1      | 130      | 0/1.098  |
| 18 DOH   | DEP    |     |         | PMC117280R | GCR HEA SPX     |      | 157-6742 3572 | ALG    | ZRH  | 1      | 231      | 0/2.556  |
| 19 DOH   | DEP    |     |         | PMC180400R | GCR SPX         |      | 157-6742 3705 | ALG    | HAM  | 1      | 94       | 0/0.418  |
| 20 DOH   | DEP    |     |         | PMC180400R | GCR HEA SPX     |      | 157-6742 3893 | ALG    | ORD  | 5      | 2298     | 0/3.537  |
| 21 DOH   | DEP    |     |         | PMC754590R | GCR SPX PIL     | T1   | 157-6742 3974 | ALG    | TBS  | 38     | 190      | 0/0.771  |
| 22 DOH   | DEP    |     |         | PMC117280R | GCR SPX         |      | 157-6742 4103 | ALG    | YUL  | 8      | 383      | 0/2.553  |
| 23 DOH   | DEP    |     |         | PMC41990FF | GCR SPX         |      | 157-6742 4151 | ALG    | YYC  | 6      | 133      | 0/0.608  |
| 24 DOH   | DEP    |     |         | PMC753700R | CRT PIL HEA SPX |      | 157-6742 4162 | ALG    | AMM  | 4      | 864      | 0/6.72   |
| 25 DOH   | DEP    |     |         | PMC117280R | GCR SPX         |      | 157-6742 4210 | ALG    | MCO  | 3      | 147      | 0/1.137  |
| 26 DOH   | DEP    |     |         | PMC737000R | GCR SPX         |      | 157-6742 4254 | ALG    | YWB  | 30     | 536      | 0/2.54   |
| 27 DOH   | DEP    |     |         | PMC174770R | HEA SPX         |      | 157-6742 4265 | ALG    | MCT  | 2      | 482      | 0/0.075  |

Figure I 7 Capture de l'écran CargoSport Import Manifest (vol QR)

La performance de cette tâche est calculée suivant le message MAN, nous prenons comme exemple le vol TK6327 du 18 octobre 2020 avec comme objectif : l'aboutissement de la tâche 150 minutes avant l'heure estimé du départ (STD),

Le respect de ces délais permet au service CLC de créer le plan de chargement à communiquer au Load-master et de calculer la quantité de kérosène à commander à communiquer à NAFTA et ainsi de respecter le turn-around.

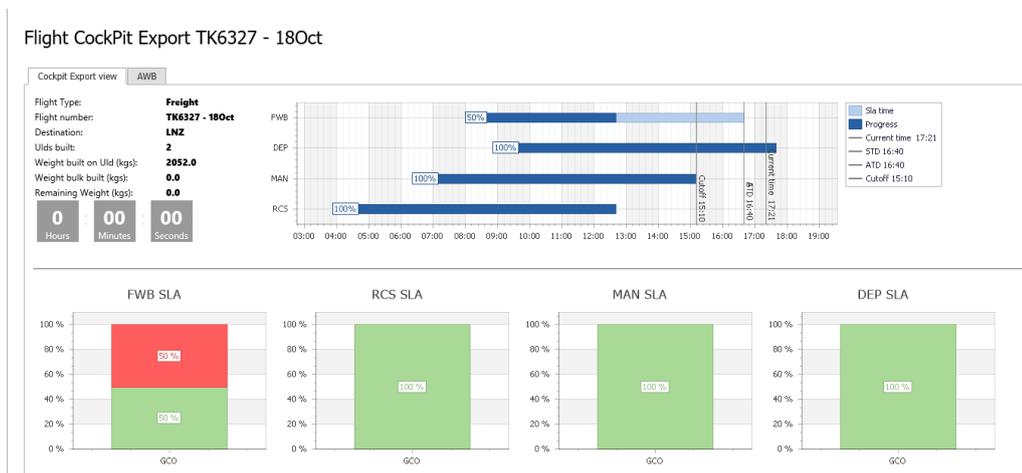


Figure I 8 Dashboard des performances du turn-around partie export

### I.3.1.5 Expédition du fret

Après la manifestation vient ensuite l'étape du Build-Up<sup>1</sup> des ULD et à la finalisation<sup>4</sup> avec le collage des différentes étiquettes et l'impression de la Notoc<sup>2</sup> et acheminement vers la piste, une performance qui est calculée<sup>3</sup> grâce à la mesure DEP<sup>5</sup> :

| Origin | Dest | Departure | Dep.Time | Arrival Date | Arr.Time | Weight | Volume | Mail Wt | Status   | Arrived |
|--------|------|-----------|----------|--------------|----------|--------|--------|---------|----------|---------|
| 1 ALG  | DOH  | 30SEP20   | 1635     | 01OCT20      | 0022     |        |        |         | Departed |         |
| 2      |      |           |          |              |          |        |        |         |          |         |

| Status Uld | Seq      | Created At       | Oper      | Pieces | Weight  | Volume |
|------------|----------|------------------|-----------|--------|---------|--------|
| 1 PRE      | 27894814 | 2020-09-30 13:01 | ALGWKES   | 175    | 11913.0 |        |
| 2 MAN      | 27895005 | 2020-09-30 13:44 | ALGMSALHI | 172    | 11701.0 |        |
| 3 MAN      | 27895041 | 2020-09-30 13:52 | ALGWKES   | 177    | 11954.0 |        |
| 4 Build-Up | 27895123 | 2020-09-30 14:09 | ALGMSALHI |        |         |        |
| 5 Finalize | 27895124 | 2020-09-30 14:09 | ALGMSALHI |        |         |        |
| 6 DEP      | 27896004 | 2020-09-30 16:35 | ALGMSALHI | 177    | 11954.0 |        |
| 7          |          |                  |           |        |         |        |

Figure I 9 Capture CargoSpot depuis la manifestation jusqu'au départ (DEP)

Vient ensuite la partie de l'expédition physique du fret de l'entrepôt export vers l'aéronef afin qu'il puisse être chargé dans ce dernier avant l'heure prévue de décollage (STD), cette performance est quant à elle calculée entre les FSU : MAN et DEP, nous avons appliqué la BI sur la période aout 2019 – février 2020 et avons obtenu des performances qui ont déviées en hausse sur la période juillet aout septembre et en régression sur les périodes octobre novembre :

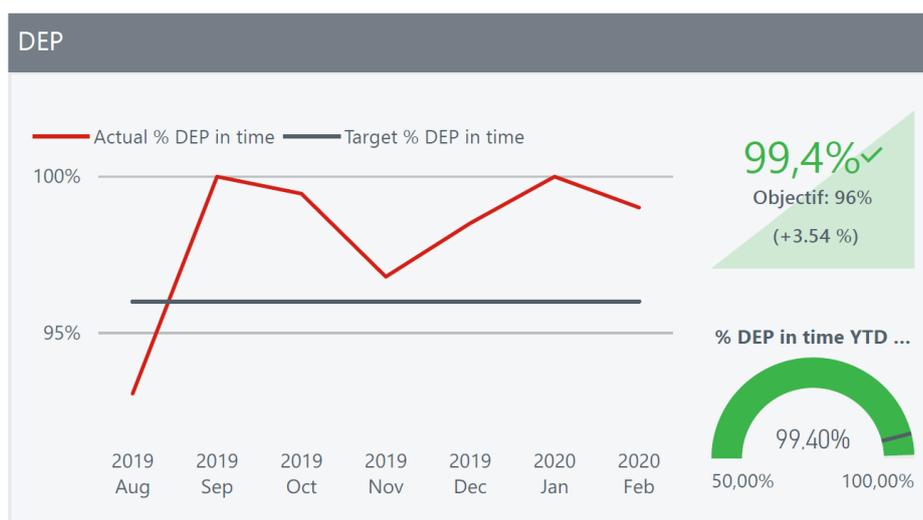


Figure I 10 Exemple calcul des performances DEP (oct 2019 - fev 2020)

<sup>2</sup>Notificatoin to captain

### I.3.1.6 Acheminement export

La partie physique de l'acheminement du fret à l'export se fait suivant une succession d'opérations dont nous avons chronométré la durée puis établie une moyenne de temps pour chaque tâche qui participe à l'aboutissement du fret de l'écore jusqu'à la piste :

| Procédure                     | Tache                                   | Personnel            | Equipement                 | Durée      |
|-------------------------------|---|----------------------|----------------------------|------------|
| Processus : AirSide Departure |   |                      |                            | 50mn / ULD |
| Transport vers piste          | Accrochage dolliers vides au tracma     | Tracmiste            | Tracma + Dolliers          | 3mn / BTU  |
|                               | Déplacement tracma vers sortie entrepôt | Tracmiste            | Tracma + Dolliers          | 12mn       |
|                               | Entreposage ULD sur dolliers            | Cariste              | Fork-lift + Dolliers + ULD | 2mn / ULD  |
|                               | Tractage jusqu'à l'aéronef              | Tracmiste            | Tracma                     | 15mn       |
| Chargement avion              | Stationnement tracma devant deck-loader | Tracmiste            | Tracma                     | 30s        |
|                               | Déchargement ULD du dolly vers MDL      | Agents               |                            | 1mn / ULD  |
|                               | Chargement ULD dans aéronef             | Load master + Agents | Deck-loader                | 4mn / ULD  |
|                               | Déconnexion GSE                         | Conducteurs          | GSE                        | 5mn        |
| Push-back                     | Pousser avion en arrière sur taxiway    | Pushback             |                            | 7mn        |

Table 16 Moyennes des temps de traitement AirSide Departure

## I.3.2 Les retards de vols

### I.3.2.1 Pourquoi analyser les retards de vols ?

Les performances du turn-around sont mesurés en calculant l'aboutissement de chacune des étapes énumérées dans le respect des délais et objectifs établis avec les compagnies aériennes (SLA).

**Le non-respect de ces délais équivaut à des retards dans une des étapes qui peut impacter tout le vol**, ces derniers sont dû à différentes raisons, entre ce qui est relié à l'appareil, les passagers et leurs bagages ou au fret aérien. En ce qui concerne le fret, le retard peut donc être dû au changement de type d'appareil en dernière minute, aux procédures d'assistance au sol et de chargement du fret ou alors à la mise à jour du booking cargo. Pour notre projet nous allons nous intéresser uniquement aux retards liés aux performances logistiques du fret aérien.[17]

### I.3.2.2 Les performances traitement de vol

Concrètement un retard de vol lié au fret aérien représente concrètement un retard de turn-around, et donc un retard d'une ou de plusieurs étapes reliées à la réception (RCS) et à l'expédition (DEP) des colis, on peut alors connaitre exactement à quel moment nous n'avons pas respecter nos délais en analysant nos différents KPIs, nous avons programmer l'outil Power BI avec Costumer Portal pour faciliter la tâche avec un changement de couleur dans le cas d'une performance en dessous de 93% et avons obtenu le résultat suivant pour la période Aout 2019 , Février 2020

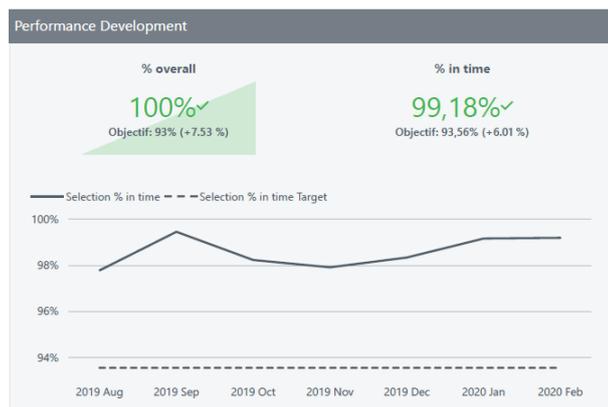


Figure I 11 Performances station ALG global



Figure I 12 Performances RCS/DEP et RCF/NFD

### I.3.2.3 Statistiques des retards

Nous avons listé les données sur les retards de vols de l'année 2019 et filtrer uniquement ceux qui contenaient du fret ainsi qu'en dressant les données des différentes raisons pour en déduire celles qui sont causés par les performances de la chaîne du fret, la relation entre les deux analyses se font sous la forme de :

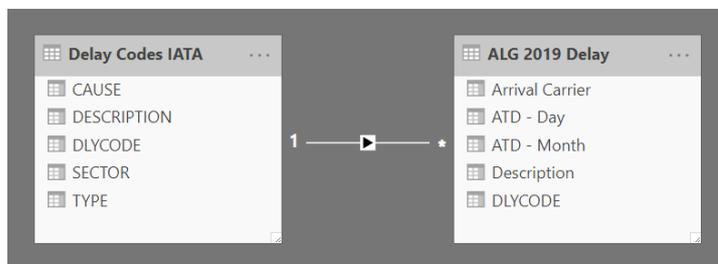


Figure I 13 Relation entre les DelayCodes et les retards de 2019

Nous avons donc enregistré plusieurs retards au courant de l'année 2019 qui ont été dû à différentes raisons :

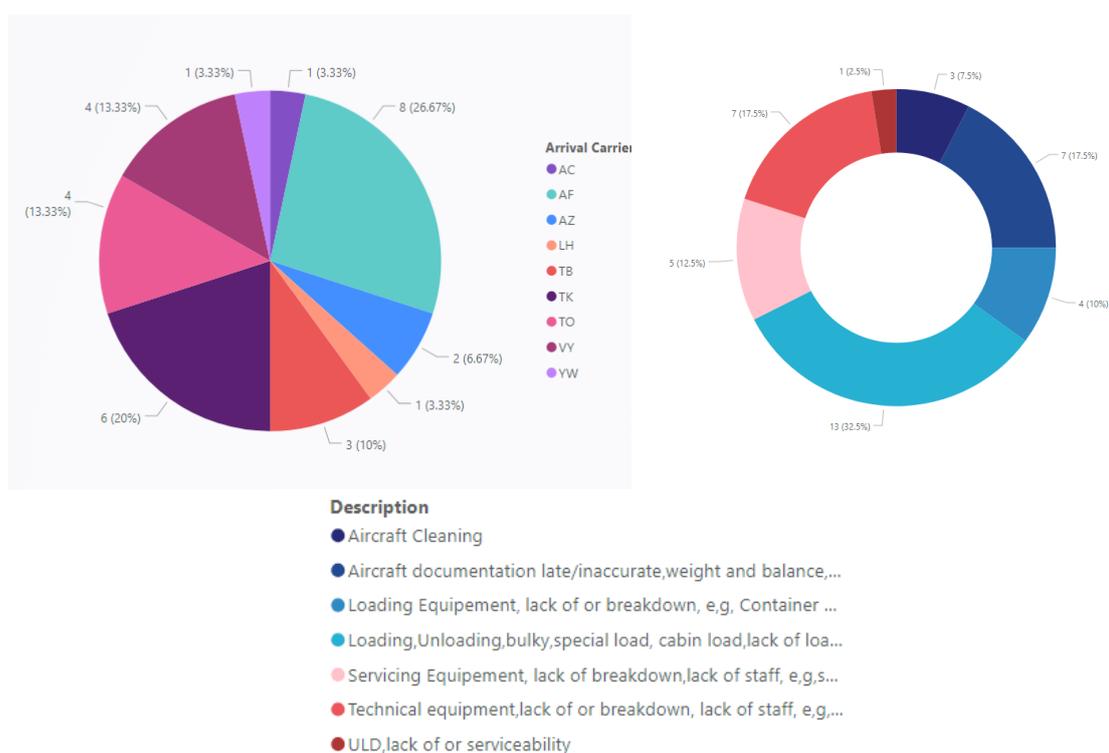


Figure I 14 Les statistiques des retards de vols de l'année 2019

## I.4 Performance des ULD

### I.4.1 Limite de données sur les ULD

« **Si vous pouvez le compter, vous pouvez le gérer** » est un mantra commercial bien utilisé et s'applique à de nombreux aspects des opérations de fret aérien. Cependant, il vaut également la peine d'envisager une variante de ce thème, la phrase « Tout ce qui compte ne peut être compté ». Et en ce qui concerne les opérations de dispositif de chargement unitaire (ULD), cette « ditty » a une pertinence considérable.[27]

La mesure des indicateurs de performances clés concernant les ULD n'est pas une exception, même si on applique tous les principes de bonne gestion liés à la sécurité du fret et des avions et donc à la réduction significative des dommages ULD. Ce qui « **compte** », très catégoriquement, c'est que chaque ULD qui fait son chemin dans la soute de l'avion doit être à la fois utilisable, sans dommages et correctement construits et sécurisés. Mais il semble pratiquement impossible de mettre en œuvre un niveau satisfaisant de supervision des opérations ULD.[25]

L'industrie ne dispose pas des ressources nécessaires pour mettre en place une surveillance suffisante pour surveiller de près l'état des ULD lorsqu'ils traversent la chaîne de fret et, tôt ou tard, se terminent par une cale d'avion parcourant des milliers de miles à 35000 pieds. L'activité ULD se divise alors en trois composantes particulièrement répandues qui « **comptent mais ne peuvent pas être comptées** ».[15]

### I.4.2 Les statistiques des dommages

C'est là que le mantra « **Si vous pouvez le compter, vous pouvez le gérer** » tombe. Il y a une absence presque totale de données fiables, mesurables en temps réel autour de la question de la sécurité ULD. Au lieu de cela, l'industrie s'est habituée à attendre que quelque chose se passe mal, puis à réagir à la situation. Sur ce volet les estimations de l'IATA sont assez effrayantes :

- 330 millions US \$ de coûts de réparation (les coûts d'inefficacité ne sont pas inclus)
- 70 à 80% des 900 000 ULD sont endommagés par une mauvaise manipulation
- 1 milliard de dollars de valeur de remplacement pour les ULD

Néanmoins, nous avons pu collecter et trier quelques données statistiques sur les dommages causés sur les ULD, qui illustrent qualitativement les statistiques sur les ULD, sur une étude entre octobre 2019 et octobre 2020 Swissport à traité plus de 10.000 ULD avec :

## Historique ULD

Octobre 2019 - Octobre 2020

ULD Type

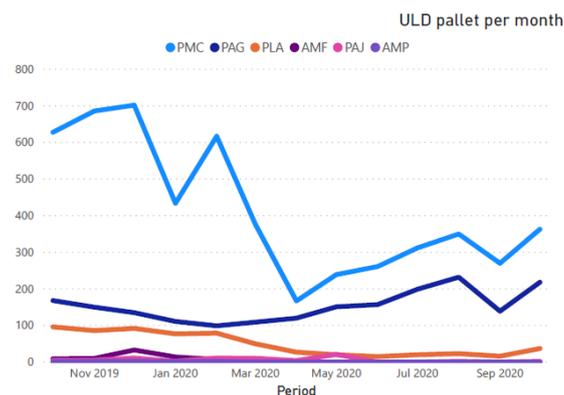
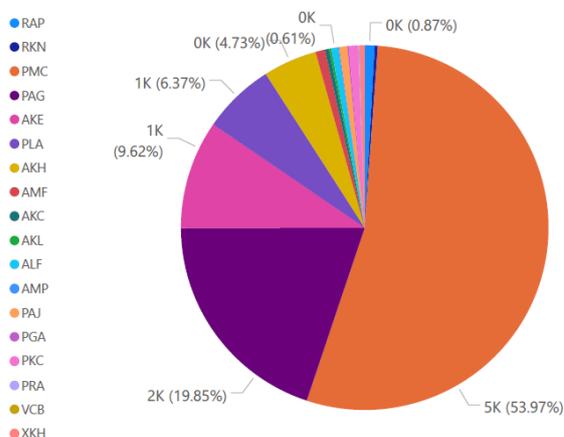


Figure I 15 Statistique Uld Reçus Entre Aout 2020 Et Octobre 2020

La racine du problème réside dans l'environnement opérationnel dans lequel un ULD accomplit sa tâche essentielle de sécurité des aéronefs et du fret. Un environnement opérationnel caractérisé par deux facteurs majeurs :

Le premier étant que la majorité des opérations ULD dans un terminal de fret ou sur l'aire de trafic sont effectuées à l'aide de chariot élévateur ; qui à leurs tours, sont effectuées par du personnel à rotation élevée dont la connaissance des instructions de fonctionnement de base pour l'ULD est trop souvent insuffisante pour le travail à accomplir.

Le deuxième ; à ajouter à l'équation, est le défi quotidien d'acheminer les ULD fret depuis et / ou à bord de l'avion, une fonction critique pour la sécurité, qui est effectuée dans des conditions moins qu'optimales - y compris des pressions pour respecter l'horaire de vol en plus de congestion sur la rampe et dans les terminaux. Exemple : éviter la moitié des dommages dus à une mauvaise manipulation

- 1000 AKE en flotte avec des coûts de réparation assumés de 100,00 \$ par événement
- Et un délai de réparation supposé de 4 jours

Sur un traitement de toute cette flotte, 12 ULD ont été endommagés soit 0,84% d'entre elles ce qui paraît minime statistiquement parlant mais qui est énorme en terme d'indemnisation, chose qui ne satisfait ni le prestataire (ground-handler) ni le client (compagnie aérienne)

### I.4.3 La localisation

Les ULDs reçus sur les vols d'importations doivent être localisés afin d'être utilisés pour l'export mais aussi pour rendre les ULDs non utilisés à la compagnie aérienne propriétaire sous forme de ce qu'on appelle « Stack palettes ». Cependant la procédure de localisation n'est pas standardisée et ne suit aucun processus prédéfini ce qui complique la tâche augmentant le pourcentage d'erreurs de reporting ainsi que le temps de localiser chaque ULDs disponibles sur la station.

Avec de nombreuses pièces mobiles dans le flux de fret, malheureusement, le composant ULD est simplement emporté. Il est manipulé de sorte à acheminer le fret vers et depuis les entrepôts mais il n'existe aucun moyen précis de localisation. Beaucoup figurent que tant qu'il y a suffisamment de ULD disponibles, alors le reste peut prendre soin de lui-même.

L'application de la BI est dans ce cas-là est impossible étant donné que la localisation des ULD se fait alors de manière manuelle avec aucune traçabilité. Nous avons fait en sorte de définir les points de passage et de stockage des ULD sur la station d'Alger pour repérer l'étendu du dilemme sur un plan qui illustre les flux d'entrée/sortie :

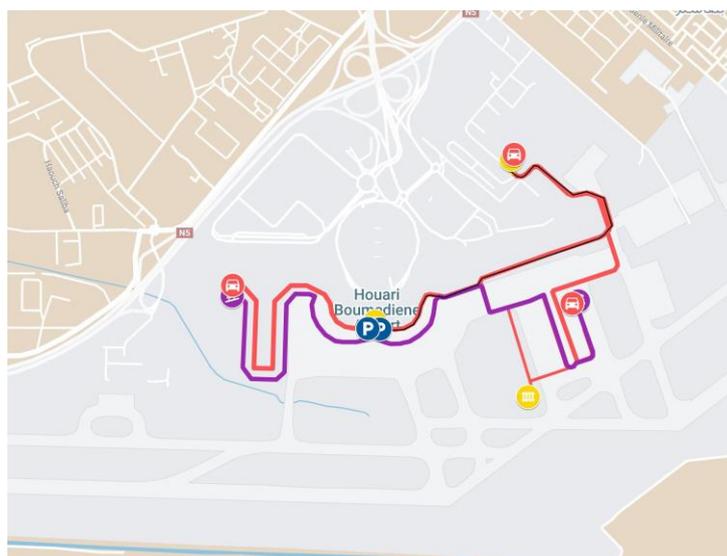


Figure I 16 Plan itinéraire Tracma sur station AHB fret

### I.4.4 Le reporting

Parfois, il semble y avoir deux univers parallèles en jeu autour de l'ULD et des opérations de chargement de fret et en raison de la manière dont le secteur est structuré, les compagnies aériennes ayant sous-traité la majorité de leurs opérations de fret et de piste au prestataire de ground-handling, ces deux univers fonctionnent indépendamment l'un de l'autre - une situation qui est loin d'être satisfaisante. C'est là que le mantra alternatif de «Tout ce qui compte ne peut pas être compté» entre en jeu. Un

changement d'approche de la sécurité très nécessaire et attendu depuis longtemps dans les opérations ULD nécessite que les responsables regardent au-delà de «ce qu'il est possible de compter» et se concentrent plutôt sur les aspects qui «comptent».

Le reporting est alors une opération essentielle pour la bonne gestion de la flotte d'ULD de chacune des compagnie aériennes clientes et la fiabilité des données fournis est primordiale pour la satisfaction de ces derniers.

Par manque de digitalisation du processus de reporting, les données font preuve de beaucoup d'erreur et sachant que la compagnie aérienne possède un système automatisé qui calcule l'inventaire de sa flotte sur chacune des stations desservies, l'erreur de reporting du ground-handler est vite repéré et cela est un malus considérable pour les performances des ULD :

| Type | Serial | Owner | ULD Condition Code | Remarks |
|------|--------|-------|--------------------|---------|
| AKE  | 20256  | QR    |                    |         |
| AKE  | 20919  | QR    |                    |         |
| AKE  | 21912  | QR    |                    |         |
| AKE  | 22224  | QR    |                    |         |
| AKE  | 22618  | QR    |                    |         |
| AKE  | 22834  | QR    |                    |         |
| AKE  | 23432  | QR    |                    |         |
| AKE  | 23670  | QR    |                    |         |
| AKE  | 23823  | QR    |                    |         |
| AKE  | 23956  | QR    |                    |         |

Figure I 17 Capture du système de reporting ULD de la Qatar

#### I.4.4.1 Le stack palette

Par manque de volume de fret à l'export et pour rentabiliser la tournée de ses ULD, la compagnie aérienne exige le retour de ses équipements sous forme de stack-palette, la compagnie de ground handling se réfère alors à ses données de reporting peu fiable et fait en sorte de localiser au mieux chacune des palettes sur la station afin de construire le stack ; le tout en évitant au maximum de causer des dommages dédaignables lors de la manutention pour l'identification et le rassemblement de ces derniers.

Dans le cas d'une base stack-palette défectueuse, le commandant de bord se doit de refuser le transport du stack au complet pour la sécurité de l'aéronef ce qui est signe d'un off-load et peut engendrer un temps de retard de turn-around non souhaitable.

## I.5 Performance des équipements

### I.5.1 Utilisation et planification

Une entreprise de ground-handling dépend presque entièrement de ses équipements et de l'expertise des agents qui les manipulent, aucun vol ne peut être traité sans les véhicules adéquats et les agents formés pour les manipuler, ces derniers sont des acteurs majeurs de la chaîne du fret, c'est pourquoi nous allons nous intéresser à leurs performances.

La planification actuelle de l'attribution des équipements se fait en se référant au contrat établie avec les compagnies aériennes qui sont établies par type d'avion, par quantité d'ULD ?) par exemple pour le traitement d'un 777 de TK il est stipulé f le contrat que le minimum requis est de défini sur le contrat avant l'arrivée des avions (mise en place) les GSE attendent le stationnement des avions ; après viens la planification (management of change) en temps réel

Nous avons donc calculé le nombre d'équipements en moyenne nécessaires pour le traitement d'un vol (GSE vol tout cargo en gris / qui touchent au fret en jaune) :

| Ground Support Equipment (GSE)                  | Number   | Shared Resources Strategy         |
|---|----------|-----------------------------------|
| Passenger Boarding Bridge (PBB)                 | 1 or 2   | Specific to parking stand         |
| Fix GPU attached to PBB                         | 1 or 2   | Specific to parking stand         |
| Fix PCA attached to PBB                         | 1 or 2   | Specific to parking stand         |
| Passenger Boarding Stairs                       | 1 to 2   | Shared with adjacent stands       |
| Cargo Loaders                                   | 2        | Shared with adjacent stands/zones |
| Belt loaders                                    | 1        | Shared with adjacent stands/zones |
| Catering trucks                                 | 2 to 3   | Shared with all the airport       |
| Cleaning trucks                                 | 0 or 1   | Shared with all the airport       |
| Refuelling/hydrant vehicle                      | 1        | Shared with all the airport       |
| GPU mobile                                      | 1        | Shared with adjacent stands/zones |
| PCA mobile                                      | 1        | Shared with adjacent stands/zones |
| Air Start Unit (Engine start) mobile            | 0 or 1   | Shared with all the airport       |
| Potable water truck                             | 1        | Shared with all the airport       |
| Toilet servicing truck                          | 1        | Shared with all the airport       |
| Towtractor                                      | 1        | Shared with all the airport       |
| ULD tractors (tracma)                           | 2 to 3   | Shared with all the airport       |
| Container / Pallet dollies                      | 8 to 26  | Shared with all the airport       |
| Bulk dollies                                    | 2 to 3   | Shared with all the airport       |
| Loose and static GSE: cones, chocks, towbars... | Variable | Shared with adjacent stands/zones |

Table 17 Les équipements pour le traitement d'un vol B777

## I.5.2 Inventaire GSE

Comme expliqué précédemment, une flotte importante d'équipement est primordiale à avoir pour le bon traitement des expéditions de fret, nous avons alors collecté les données et filtré ces derniers pour obtenir un inventaire GSE qui concerne uniquement ceux dédiés au traitement du fret sur la station AHB :

| Description                   | Count of IATA Class | IATA Class | First Location |
|-------------------------------|---------------------|------------|----------------|
| AIR CONDITIONING UNIT         | 2                   | ACU        | RAMP           |
| AMBULIFT UNIT                 | 2                   | ALU        | RAMP           |
| AIR START UNIT                | 2                   | ASU        | RAMP           |
| AIRCRAFT TRACTOR CONVENTIONAL | 3                   | ATC        | RAMP           |
| BAGGAGE CART TRAILER          | 30                  | BCT        | RAMP           |
| BAGGAGE TRACTOR UNIT          | 17                  | BTU        | RAMP           |
| CAR                           | 6                   | CAR        | CARGO          |
| CONVEYOR BELT LOADER          | 8                   | CBL        | RAMP           |
| CREW BUS                      | 2                   | CBU        | RAMP           |
| CONTAINER DOLLY TRAILER       | 105                 | CDT        | RAMP           |
| CARGO TRANSPORTER LIFTER      | 3                   | CTL        | RAMP           |
| FORKLIFT                      | 28                  | FLU        | CARGO          |
| GROUND POWER UNIT             | 5                   | GPU        | RAMP           |
| LOWER DECK LOADER             | 5                   | LDL        | RAMP           |
| MAIN DECK LOADER              | 1                   | LDL        | RAMP           |
| LAVATORY SERVICE UNIT         | 4                   | LSU        | RAMP           |
| MAIN DECK LOADER              | 1                   | MDL        | RAMP           |
| PASSENGER BOARDING STAIRS     | 5                   | PBS        | RAMP           |
| PALLET DOLLY TRAILER          | 88                  | PDT        | RAMP           |
| PICK-UP TRUCK                 | 4                   | PUT        | CARGO          |
| AIRCRAFT TOWBAR               | 14                  | TBR        | RAMP           |
| WATER SERVICE UNIT            | 4                   | WSU        | RAMP           |
| <b>Total</b>                  | <b>339</b>          |            | <b>CARGO</b>   |

Figure II 6 Inventaire GSE de Swissport sur la station AHB

Ces données vont nous permettre d'étudier au mieux la fluidité de la tournée des véhicules ainsi que la planification et répartition de chacun d'entre eux dans le cas du besoin d'un traitement de plusieurs vols un même temps

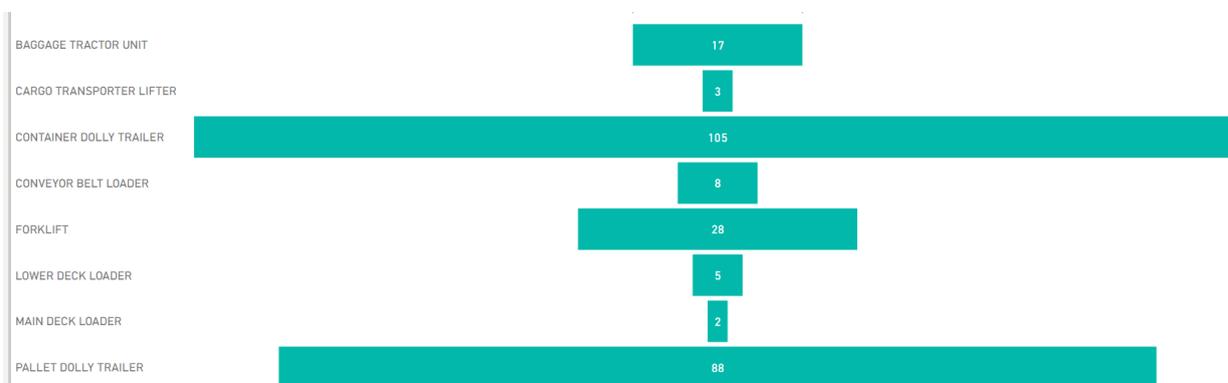


Figure II 7 Inventaire GSE qui traitent le fret

### I.5.3 Itinéraires des tournées

Dans le but d'étudier la bonne performance de nos équipements nous devons calculer toutes les distances et itinéraires entre chaque lieu de stationnement, lieu de traitement et lieu de refueling :

Les différents itinéraires des véhicules qui traitent le fret (ceux qui ont un lien direct avec ce dernier) sont établies sur ce plan, avec la légende suivante :

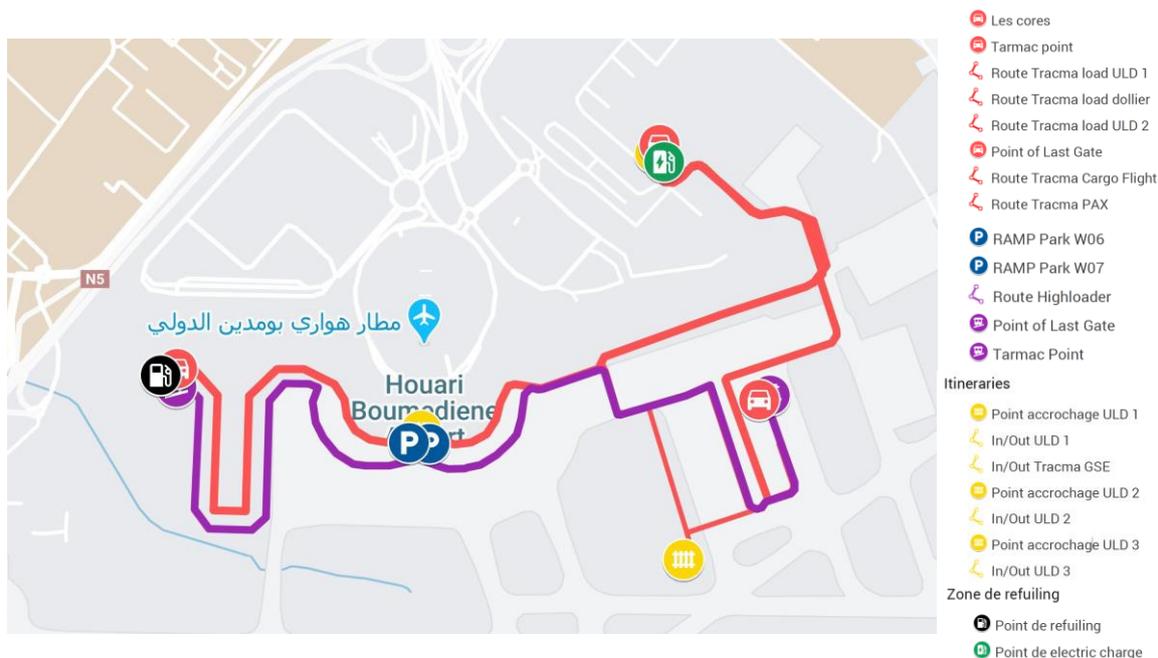


Figure I 18 Itinéraires des tracma

### I.5.4 Consommation en énergie

En raison de l'absence de la planification et de la traçabilité de la tournée des véhicules, on ne peut avoir ni des préventions ni des mesures de la consommation en énergie. Pour palier donc à ce manquement nous avons estimé certains palliés de consommation moyenne pour les tracma par exemple et avons établi le tableau suivant :

|                               |             |                    |
|-------------------------------|-------------|--------------------|
| Single BTU : VMT/d            | 262.5       | miles/day          |
| Fleet : VMT/d                 | 4462.5      | VMT/d              |
| Fleet : VMT/yr                | 1606500     | VMT/yr             |
| Single BT Fuel Use : Low rpm  | 9.45        | gal gasoline/day   |
| Single BT Fuel Use : High rpm | 15.75       | gal gasoline/day   |
| Single BT Fuel Use : Total    | 25.2        | gal gasoline/day   |
| Fleet Fuel Use : Total        | 7560        | gal gasoline/day   |
| Mileage                       | 0.10        | gal gasoline/mile  |
|                               | 10.41666667 | miles/gal gasoline |
| BT: Energy Content            | 10770.624   | BTU (LHV)/mi       |

Table 18 Consommation en fuel pour BTU

## I.6 Performance des entrepôts

### I.6.1 La localisation

Comme expliqué dans le chapitre précédent le terminal de fret de la station d’AHB Alger possède une disposition totalement différente des normes internationales, ce qui a poussé Swissport Cargo Services à bâtir ses locaux et entrepôts à plus de 2km des terminaux.[28]

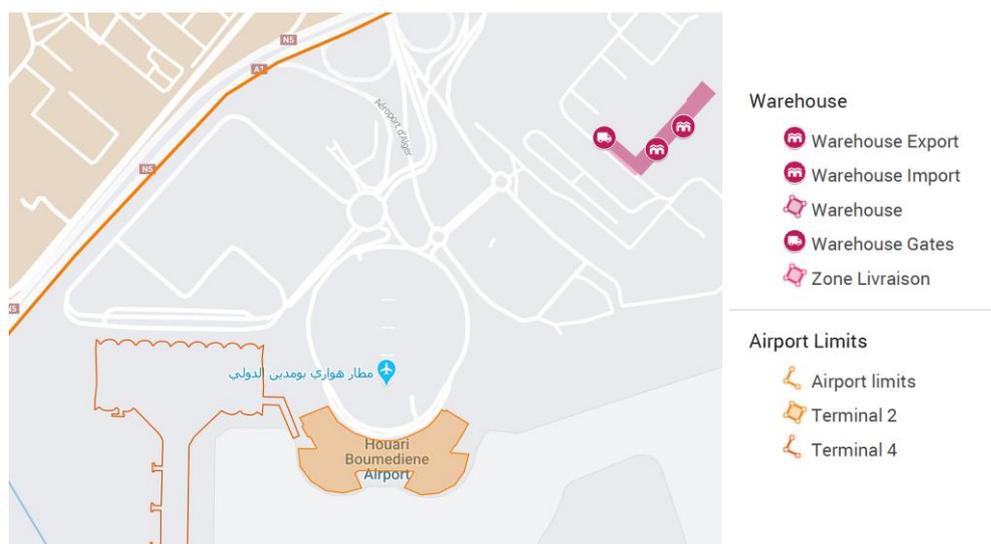


Figure I 19 Plan de localisation des entrepôts de Swissport

### I.6.2 L’infrastructure des entrepôts

La location n’étant pas la seule contrainte de nos entrepôts, ces derniers ont dû aussi s’adapter à un terrain assez restreint dont les diverses opérations d’import et d’export s’expriment sur une surface d’un demi hectare, cela semble considérable mais l’inconvenant étant que cette surface est majoritairement répartie en longueur, avec uniquement 22m de largeur, les entrepôts de Swissport sont délimités par le Hub de Tassili Airlines et les locaux d’Air Algérie Catering, ce qui fait que notre entrepôt est sous la forme de la lettre L.

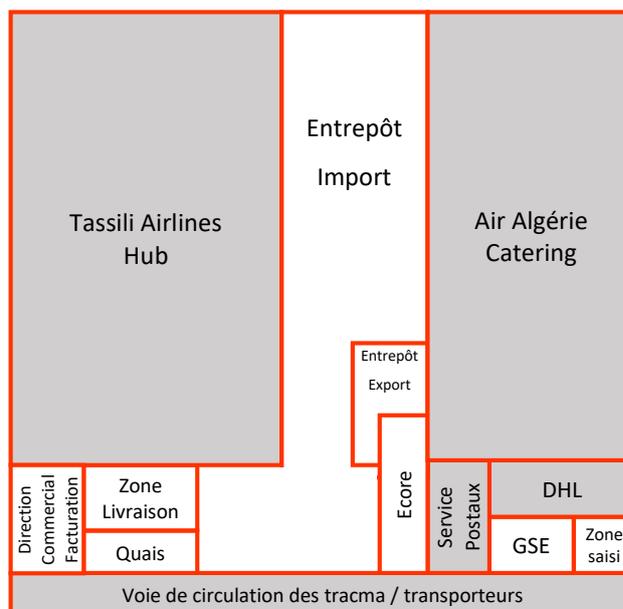


Figure I 20 Plan infrastructures AHB zone fret

La répartition de l'infrastructure est faite par type de marchandises avec plusieurs zones de stockages pour les produits dangereux et des chambres froides pour les produits périssables, la plus grosse partie de nos entrepôts est dédiée au fret général (general cargo) dont l'infrastructure la plus moderne est celle des produits importés par la compagnie Emirates Fly qui jouit d'une construction par panneaux sandwich et d'une proximité de l'entée écore (break-down area) et des quais de livraison :

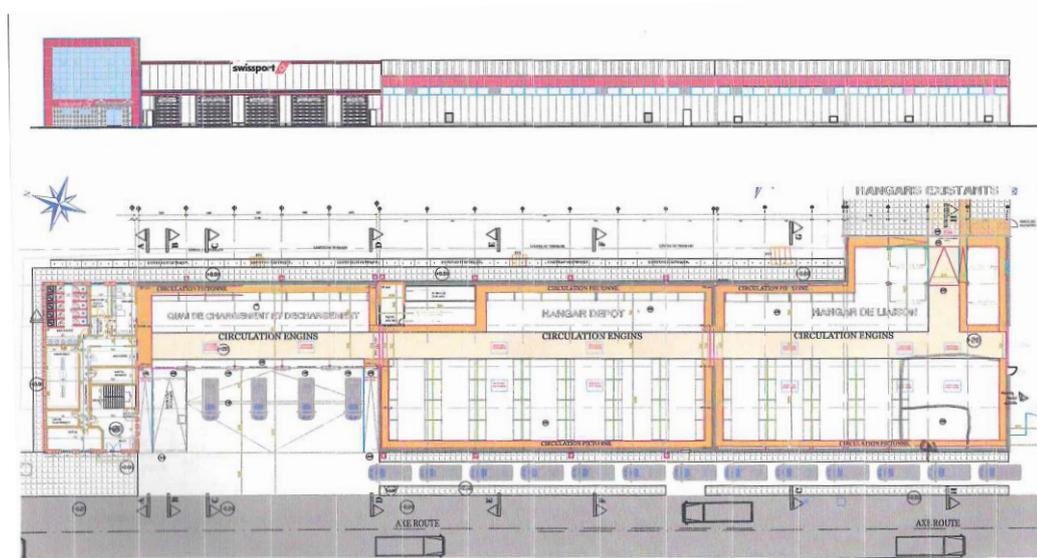


Figure I 21 Plan d'une partie de l'entrepôt EK (zone break-down et zone pick-up)

### I.6.3 La capacité des entrepôts

Nous avons aussi étudié les données sur le tonnage maximum à accepter pour tout type de marchandise dans nos entrepôts et cela par tonnage depuis le début de l'année jusqu'au jour J

|                                  |                     |                 |  |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|--|
| <b>Turkish Airlines (TK/THY)</b> |                     |                 |  |
| 1                                | 99,49 %             | 1 041           |  |
| Customer Rank                    | Selection % in time | Actual Tons YTD |  |
| <b>Qatar Airways (QR/QTR)</b>    |                     |                 |  |
| 2                                | 99,29 %             | 695             |  |
| Customer Rank                    | Selection % in time | Actual Tons YTD |  |
| <b>Emirates (EK/UAE)</b>         |                     |                 |  |
| 3                                | 97,31 %             | 561             |  |
| Customer Rank                    | Selection % in time | Actual Tons YTD |  |
| <b>Cargojet Airways (W8/CJT)</b> |                     |                 |  |
| 4                                | 100,00 %            | 241             |  |
| Customer Rank                    | Selection % in time | Actual Tons YTD |  |
| <b>Air France (AF/AFR)</b>       |                     |                 |  |
| 5                                | 95,45 %             | 17              |  |
| Customer Rank                    | Selection % in time | Actual Tons YTD |  |
| <b>DHL Airways (DHV)</b>         |                     |                 |  |
| 6                                | 96,72 %             | 5               |  |
| Customer Rank                    | Selection % in time | Actual Tons YTD |  |
| <b>Lufthansa Cargo (LH/GEC)</b>  |                     |                 |  |
| 7                                | 96,67 %             | 0               |  |
| Customer Rank                    | Selection % in time | Actual Tons YTD |  |

Figure I 22 Performances des entrepôts par tonnes par clients (year to date)

## I.6.4 La récurrence des marchandises par type

Nous avons pris comme exemple un seul type de marchandise et cela à cause du volume extrême des données sur chaque nombre d'AWB et chaque nombre de colis par AWB, nous avons pu alors établir le tableau de bord suivant concernant le SHC : COL et cela pour la période la plus intéressante qui est celle de oct 2019 – dec 2020

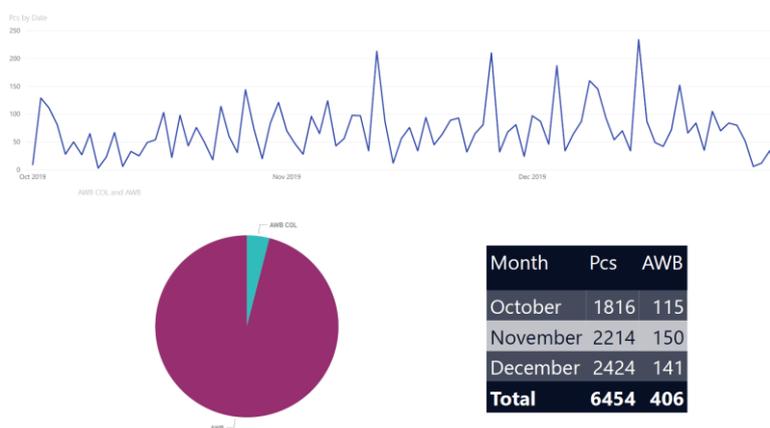


Figure I 23 Dashboard des KPIs du special handling code : COL (oct-dec 2019)

### I.6.4.1 Processus d'importation

Le temps de traitement du fret en entrepôt se divise en deux étapes de nos RTOs, depuis la réception des AWB (AWR) jusqu'à la livraison de ces derniers (DLV). Le magasinage concerne alors :

**Import = AWR > NFD > AWD > CCD > DLV**

Les performances mesurées par les FSU en entrepôt concernent le flux d'information et de documentations uniquement :

- L'indicateur NFD équivaut au moment où l'agent commercial notifie le client (consignee) désigné sur la LTA après l'acceptation du vol
- L'indicateur AWD équivaut au moment où le transitaire/groupeur vient récupérer le pli cartable de sa marchandise (ce qui n'est pas introduit par CargoSpot car l'opération n'est pas facturée et donc le système ne peut l'accepter « bypass »)
- L'indicateur CCD équivaut au moment de réalisation de la procédure de dédouanement ce qui n'existe pas dans notre cas d'étude étant donné que le système douanier n'est pas connecté.
- L'indicateur DLV équivaut au moment de la livraison des colis de la LTA et c'est ce qui permet de connaître le temps de magasinage (séjour) en entrepôt et de facturer cela au consignataire.

### I.6.4.2 Le temps de traitement en entrepôt

**Chronométrage des opérations en entrepôt import** : Les détails du timing des différentes opérations logistiques en entrepôt entre la réception du fret et sa livraison ne sont pas malheureusement pas mesurés par la compagnie. Nous avons calculé une moyenne de temps de traitement physique du fret grâce à la méthode de chronométrage sur plusieurs cas et avons obtenu le tableau suivant :

| Procédure        | Tache                               | Personnel      | Equipement | Durée              |
|------------------|-------------------------------------|----------------|------------|--------------------|
| Import Warehouse |                                     |                |            | 88mn/<br>T.pos.ULD |
| Break-Down       | Détachement nets puis sangles       | Agent          |            | 5mn/ULD            |
|                  | ULD Break-Down                      | Cariste+Agents | Fork-lift  | 20mn/ULD           |
|                  | Manutention colis                   | Cariste        | Fork-lift  | 10mn/T             |
|                  | Déchargement ULD vides              | Cariste        | Fork-lift  | 5mn/T              |
| Entreposage      | Localisation positions vides        | Cariste/Agent  | Fork-lift  | 10mn/pos           |
|                  | Entreposage colis                   | Cariste        | Fork-lift  | 5mn/T              |
| Chargement       | Localisation colis                  | Cariste/Agent  | Fork-lift  | Av 10mn            |
|                  | Manutention colis                   | Cariste        | Fork-lift  | 5mn / T            |
|                  | Scanne et visite colis (facultatif) | Douanier       | Scanner    | 5mn / T            |
|                  | Chargement dans camion              | Cariste        | Fork-lift  | 3mn / T            |

*Table 19 Moyenne des temps de traitement Import Warehouse*

Le temps de traitement du fret à l'importation est donc mesuré après l'élaboration d'une multitude de tâche depuis la réception jusqu'à la livraison, ce qui nous donne une moyenne de 21 jours par LTA (min 2h maximum 40 jours) et d'une moyenne de 50 minutes pour le break-down par ULD et avec l'entreposage de 65 minutes par LTA et donc d'une moyenne de 88 minutes par LTA pour le traitement total du fret importé en entrepôt.

### I.6.4.3 Processus d'exportation fret

En ce qui concerne l'entrepôt export, comme le volume est négligeable, et que le processus est simplifié, les différentes tâches sont généralement réalisées sous 24h avant le départ du fret. Et comme il n'existe aucun coût lié à l'entreposage de ce dernier le calcul des performances logistiques d'entreposage ne suscite aucun intérêt d'optimisation si ce n'est la planification du Build-Up des ULD et la fiabilité des informations les concernant. Néanmoins le magasinage à l'export concerne :

|  |
|--|
| <b>Export = BKN (FWB) &gt; FOH &gt; RCS &gt; MAN</b> |
|--|

| Flight Progress Export ALG |         |                 |       |         |      |                          |                     |                    |     |          |     |                      |            |     |                           |                        |                          |
|----------------------------|---------|-----------------|-------|---------|------|--------------------------|---------------------|--------------------|-----|----------|-----|----------------------|------------|-----|---------------------------|------------------------|--------------------------|
| #                          | Flight  |                 |       |         |      | RCS / RCT / RCF progress | Progress manifested | Booked (Remaining) |     | Accepted |     |                      | Manifested |     | Time Left to cutoff (UWS) | Time Left to departure | Time Left to DEP message |
|                            | Type    | Number          | STD   | ETD/ATD | Dest |                          |                     | Weight             | AWB | Weight   | AWB | SLA status RCS / RCT | Weight     | AWB |                           |                        |                          |
| ⊖                          | Freight | TK6662<br>22Oct | 13:00 |         | ISL  | 100%                     | 0%                  | 0.0                | 0   | 2553.0   | 5   | GCO<br>done          | 0.0        | 0   | 19h04                     | 20h34                  | 21h34                    |

Flight Cockpit Export TK6662 - 22Oct

| Cockpit Export view AWB |        |      |        |        |          |        |           |          |       |           |          |         |           |          |         |           |                 |                       |
|-------------------------|--------|------|--------|--------|----------|--------|-----------|----------|-------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|-----------------|-----------------------|
| Awb Nr                  | Origin | Dest | Pieces | Weight | FWB      |        |           | RCS/RCT  |       |           | MAN      |         |           | DEP      |         |           | SHC             | Description           |
|                         |        |      |        |        | Deadline | Sent   | Time left | Deadline | Sent  | Time left | Deadline | Sent    | Time left | Deadline | Sent    | Time left |                 |                       |
| ⊖ 235-43762784          | ALG    | DUS  | 7      | 1010.0 | 13:00    | 17:32R | done      | 09:00    | 10:38 | done      | 11:30    | Pending | 19H4      | 14:00    | Pending | 21h34     | EAP ECC HEA SPX | POT POLYMA AVEC COUV  |
| ⊖ 235-43762806          | ALG    | CGN  | 2      | 96.0   | 13:00    | 12:31R | done      | 09:00    | 11:39 | done      | 11:30    | Pending | 19H4      | 14:00    | Pending | 21h34     | XPS ECC EAP SPX | CLOTHS, GARMENTS, PE  |
| ⊖ 235-43762600          | ALG    | KUL  | 5      | 76.0   | 13:00    | 14:03R | done      | 09:00    | 11:40 | done      | 11:30    | Pending | 19H4      | 14:00    | Pending | 21h34     | XPS EAP ECC SPX | CLOTHS, GARMENTS, PE  |
| ⊖ 235-43762596          | ALG    | LUX  | 1      | 1254.0 | 13:00    | 14:27R | done      | 09:00    | 11:48 | done      | 11:30    | Pending | 19H4      | 14:00    | Pending | 21h34     | XPS HEA SPX     | BLOC CHAUD 72 CAVITE  |
| ⊖ 235-43762703          | ALG    | HAM  | 1      | 117.0  | 13:00    | 17:24R | done      | 09:00    | 11:46 | done      | 11:30    | Pending | 19H4      | 14:00    | Pending | 21h34     | XPS ECC EAP SPX | TUBE CTRL1740 CQNM EC |

Figure I 24 Exemple de traitement d'un vol export entre FWB et DEP

**Chronométrage des opérations en entrepôt :** Nous avons aussi calculé une moyenne de temps de préparation du fret grâce à la méthode de chronométrage sur plusieurs cas et avons obtenu le tableau suivant :

| Procédure                    | Tache                              | Personnel          | Equipement          | Durée        |
|------------------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| Processus : Export Warehouse |                                    |                    |                     | 56mn / T.ULD |
| Déchargement camion          | Guidage au stationnement camion    | Cariste            |                     | 4mn          |
|                              | Déchargement camion                | Cariste + Agent    | Fork-lift           | 5mn / T      |
| Pesée                        | Manutention colis                  | Cariste            | Fork-lift           | 1mn / T      |
|                              | Pesée colis                        | Agent              | Balance             | 3mn          |
| Palettisation                | Palettisation colis de même LTA    | Agent              | Euro-palette        | 6mn          |
|                              | Couverture en film plastique       | Agent              | Film                | 2mn          |
| Entreposage                  | Manutention colis                  | Cariste + Douanier | Fork-lift + Scanner | 1mn / T      |
|                              | Scanne colis                       | Douanier           | Scanner             | 5mn          |
|                              | Entreposage en zone stérile        | Cariste            | Fork-lift           | 1mn          |
| Build-Up                     | Manutention colis                  | Cariste            | Fork-lift           | 1mn / T      |
|                              | ULD Build-Up                       | Cariste            | Fork-lift + ULD     | 20mn / ULD   |
|                              | Couvrir ULD avec sangles puis nets | Agent              | Sangles             | 7mn / ULD    |

Table 20 Moyenne des temps de traitement Export Warehouse

Le temps de traitement du fret à l'exportation est donc mesuré après l'élaboration d'une multitude de tâche depuis l'acceptation jusqu'à l'expédition, ce qui nous donne une moyenne de 24 heures par LTA (min 2h maximum 48 heures) et d'une moyenne de 28 minutes pour le build-up par tonne par ULD et avec l'entreposage de 28 minutes par tonne par LTA et donc d'une moyenne de 56 minutes pour le traitement total du fret à exporter en entrepôt.

## I.7 La satisfaction clients

### I.7.1 Réclamations périssable (Cold Chain)

Les réclamations des clients propriétaires de marchandises périssables sont la plupart du temps dus au non-respect de la chaîne du froid « **Cold-Chain** », un mouchard dissimulé dans les colis indique toute variation et permet au client de dresser sa réclamation munis de preuves, la compagnie de Ground-Handling analyse à son tour la réclamation et répond et explique les procédures prises à son niveau, dans le cas contraire elle se doit d'indemniser le propriétaire de la marchandise (étant lui-même client de la compagnie aérienne).[29]

Les statistiques sur les réclamations ne sont pas regroupés sur un seul et unique rapport mais comme ces dernières sont reçues sous forme d'email et que des rapports individuels sont rédigés et imprimés pour l'archivage, nous pouvons en déduire un historique tel que :

Sur 406 expéditions de la chaîne du froid 72 ont été sujets à des réclamations, la plainte envoyée sous forme d'un rapport indiquant les détails de l'expédition avec numéro d'LTA, numéro d'ULD ainsi que les données de déviation de température enregistrés par le mouchard (data logger) sur toute la durée du traitement :

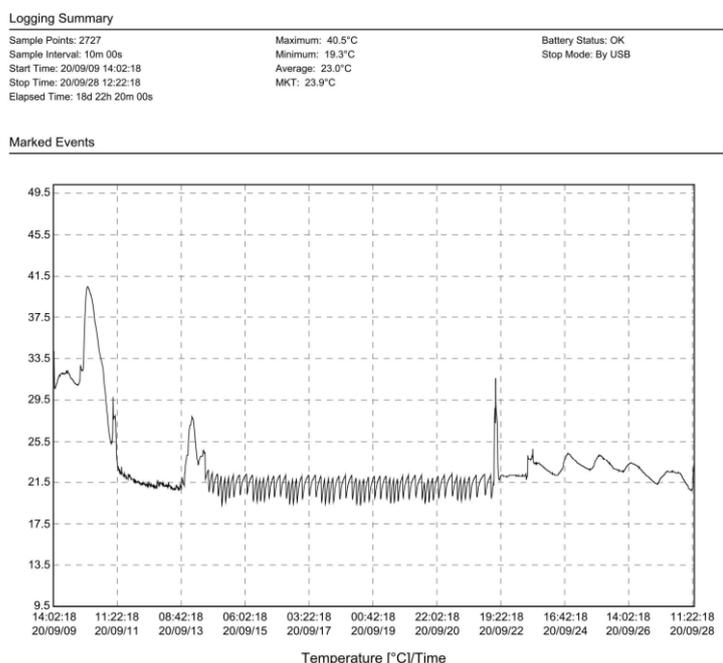


Figure I 25 Exemple data logger d'une variation de température

## I.8 Analyse et modélisation

### I.8.1 Relation des performances logistique

Comme l'étude se fait sur une chaîne logistique, les performances des différentes étapes sont étroitement liées et les données récoltées démontrent qu'il existe une relation directe ou aucune procédure ne peut être accomplie avant que celle qui la précède soit achevée

Nous résumons alors toutes nos données afin d'établir un Dashboard qui démontre les différentes relations en ce qui concerne les ULDs, l'entrepôt et le turn-around et qui prouve que n'importe quel changement ou amélioration des performances de l'une d'entre elle impacte une amélioration globale des performances de la chaîne du fret aérien :

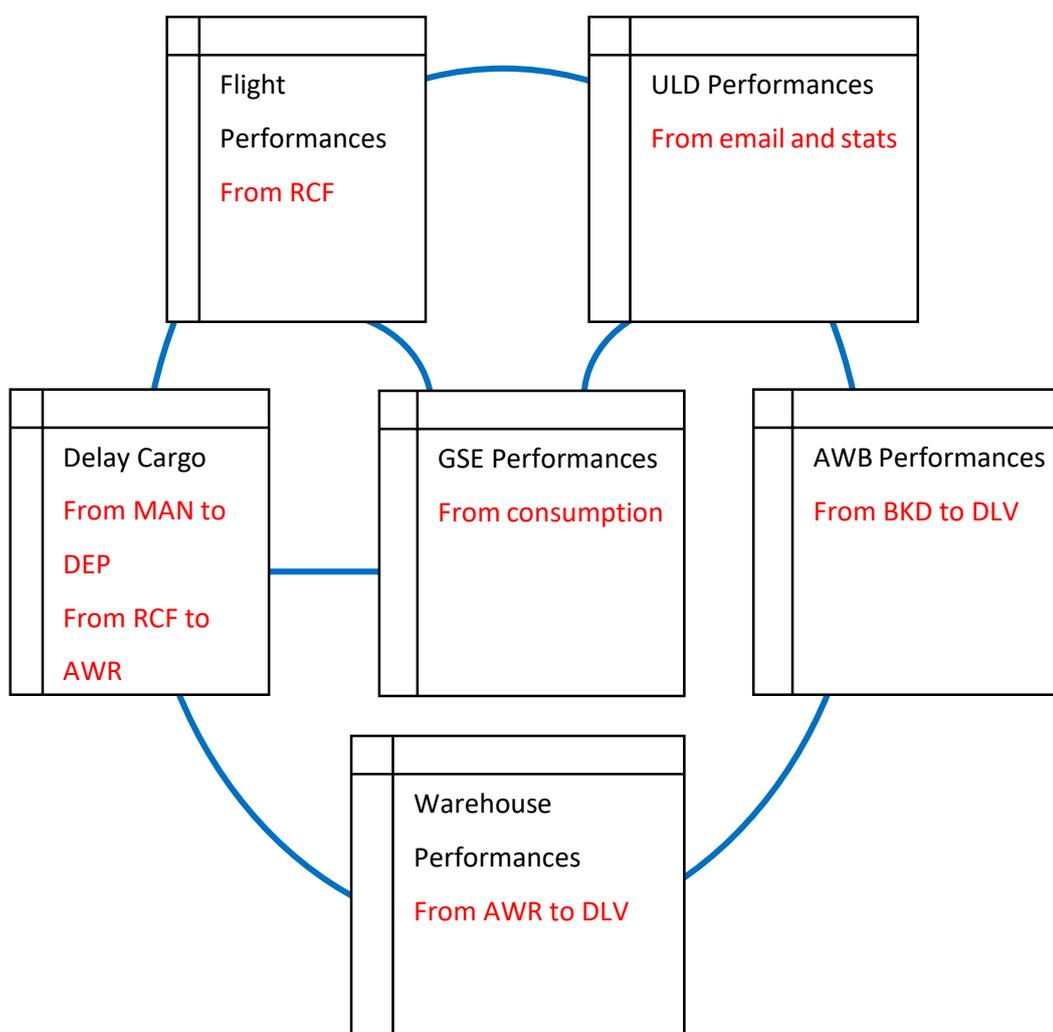


Figure II 8 Schéma des relations entre les différentes performances

## I.8.2 Analyse

Après avoir analysé individuellement chaque performance on établit les relations entre elles et on remarque que :

Les performances du traitement d'un vol (turn-around) sont directement liées aux performances des équipements GSE et de la planification du traitement des ULDs avec nos tracma et dollies ainsi que le fait que nos équipements représentent une grande partie des raisons des retards de turn-around qui est représentatif qu'une mauvaise qualité de services aux clients.

Les performances de l'entrepôt entre flux de stockage, respect de la chaîne du froid et consommation en ressources, dépend du traitement de chacune des AWB et donc de leurs performances, plus d'opérations entre dans le traitement d'une AWB et plus d'énergie sera consommé, avec augmentation des risques de non-respect des contraintes de stockage, plus l'information des positions est erronée et plus de temps sera consacré à sa localisation avec une très grande marge d'erreur qui n'enchant pas les clients.

Etant donné que le traitement des AWBs est directement précédé par le traitement des ULDs, ces derniers dépendent entièrement d'eux et de leur système de gestion, un ULD peut représenter à lui seul de nombreuses AWBs et une fois vide se doit d'être correctement traité pour l'attribution de nouvelles AWBs.

On en déduit donc que n'importe quel delay/problem sur l'une des procédures peut impacter toutes celles qui la précèdent et donc par contre-analogie : toute amélioration sur l'une d'entre elles engendre une amélioration sur la totalité de la chaîne du fret, et donc :

**L'optimisation du fret aérien dépend de l'optimisation du turn-around, du traitement et du stockage des ULD et du processus en amont et en aval de nos AWBs.**

### I.8.3 Déduction

Après avoir analysé les données recueillies grâce à nos outils de business intelligence nous avons noté que certaines tâches consommaient beaucoup de ressources en temps et en énergie, une consommation inutile qui impacte la bonne performance de l'accomplissement de ces dernières, tout cela peut être amélioré avec une meilleure gestion et un investissement fiable dans des technologies de digitalisation qui nous permettront même de supprimer certaines tâches. Les manquements en questions concernent essentiellement :

**La gestion du turn-around** qui est directement impacté par la planification des équipements, une procédure qui est mal agencée surtout en ce qui concerne la rotation des tracma. L'indisponibilité des tracma se trouvent être l'une des premières causes de retard sans parler de la surconsommation de ces derniers en ressources (carburant et maintenance) avec approximativement 21% de temps perdu et 34% de fuel en plus.

**La gestion des ULD** entre la localisation et le reporting est réalisée suivant des procédures révolues et avec une absence totale de mesure de performances les concernant surtout pour ce qui est des palettes de fret, cette mauvaise gestion augmente la consommation en ressources au moment de la localisation ainsi que les risques d'erreur et d'endommagement.

**La gestion des entrepôts** représente la plus importante partie des performances de traitement du fret et cela à cause de l'ampleur du lieu de stockage dont l'information sur les positions vides et les positions occupées ainsi que sur le maintien de la chaîne du froid est erronée et parfois même quasiment absente. Cette mauvaise gestion nécessite l'élaboration de tâches supplémentaires de localisation et de vérification qui consomment énormément en ressources (humaines et énergétiques) avec approximativement 40% de temps perdu et 15% de fuel en plus.

## I.9 Conclusion

Une augmentation constante des vols et du tonnage de fret sur une station (AHB) avec une zone cargo non-conforme aux normes internationales, une capacité aéroportuaire limitée et un système bancaire et douanier pénalisant, engendre un sacré challenge pour les opérations du ground-handler et nécessite une plus grande consommation de ses ressources en équipements et personnel avec des délais de réalisation beaucoup plus important.

L'analyse des performances logistiques quantitatives et qualitatives de l'entreprise par la Business Intelligence a permis de mettre la lumière sur de potentielles problématiques, essentiellement liées à la mauvaise gestion du temps et des ressources ce qui en résultent : **des délais de turn-around non respectés, une capacité de stockage mal gérée, des clients insatisfaits, un taux d'erreur élevé et des coûts d'indemnisation et de consommation énergétique supplémentaires.**

Ces problématiques concernent plus explicitement la chaîne logistique du fret sur les flux physiques (rotation des véhicules « tracma » et gestion des stocks de fret et d'ULD vides) et sur les flux d'information (inventaire, planning et reporting).

Cette analyse a donc démontré le besoin de **l'optimisation des performances logistiques** ce qui ; économiquement parlant, correspond à une amélioration de la **gestion des coûts** de transport, de manutention et d'entreposage, en garantissant une meilleure marge de bénéfice liée à une amélioration de la **gestion de l'information** en minimisant les réclamations et erreurs de reporting, ce qui permet à l'entreprise de fidéliser ses clients et de palier à une éventuelle concurrence. **L'investissement** dans un projet d'optimisation promet donc un retour considérable.

**CHAPITRE II**  
**HYPOTHESES, PROGRAMMATION ET SIMULATION**

## CHAPITRE II HYPOTHESES ET SOLUTIONS D'OPTIMISATION

### II.1 Introduction

Le tableau de bord n'est pas un outil de contrôle ou un instrument de motivation du personnel. C'est un instrument de comparaison et d'amélioration. Il est un déclencheur d'enquête. Lorsqu'un dysfonctionnement est mis en évidence par rapport aux objectifs fixés, le tableau de bord aide le gestionnaire à identifier les actions correctives adéquates.

La **digitalisation** joue également un rôle de plus en plus décisif dans cette industrie. Certaines entreprises ont encore du retard à faire dans le développement de leur technologie de l'information. D'autres souhaitent utiliser plus efficacement les données existantes et recherchent des solutions pour pouvoir les évaluer de manière critique dans le temps.

En outre, les clients des prestataires de services du fret exigent également des informations de plus en plus détaillées : par exemple, sur la **localisation** de leur ULD, sur les **stocks dans l'entrepôt** ou sur le **meilleur itinéraire** pour le transport prévu. Dans ce contexte à multiples facettes, des solutions sont nécessaires qui peuvent être appliquées spécifiquement aux exigences individuelles du secteur respectif au sein de la **chaîne du fret** - des solutions qui offrent déjà une plus grande efficacité aujourd'hui et peuvent encore être étendues demain.

L'objectif du projet est donc d'améliorer la gestion du fret sur les opérations de **turn-around**, le traitement des **ULD** mais aussi sur la gestion des **entrepôts** dans un besoin **d'optimisation des performances logistiques** grâce à des solutions de **management digital** dont la finalité sera de minimiser la consommation en ressources (**temps et énergie**) de chaque processus et donc des coûts qui leurs sont liés, d'implémenter de nouvelles méthodes de mesure des KPIs tout en réduire les erreurs tout en augmentant la satisfaction des clients.

## II.2 Hypothèses

Etant dans l'incapacité d'optimiser la totalité des processus et de rendre ces derniers performants à 100% (à cause de la dépendance de la douane algérienne et de l'aéroport d'Alger « SGSIA »), nous allons donc nous focaliser sur 3 problématiques exclusivement internes à l'entreprise mais assez conséquents et qui représente une majeure partie de ses manquements, pour se faire nous allons comparer les différentes méthodes d'optimisation se référant à ce qui se fait à échelle mondiale ainsi qu'aux contraintes temporelles et budgétaires de réalisation et tenter de réaliser une simulation afin d'en analyser les résultats, les problématiques à traiter se résumeront donc sur 3 axes :

1) Le temps perdu, le risque d'erreur, la fréquence des réclamations et l'importance de l'énergie consommée qui sont liés aux **taches d'entreposage et de localisation des positions** (vides ou attribués) au sein de l'entrepôt.

Pour cela, nous allons procéder à la **digitalisation de l'entrepôt** et de tous les processus qui lui sont liés tout en essayant de supprimer des tâches inutiles et d'améliorer les performances logistiques de ce dernier.

2) Le temps perdu, l'indisponibilité, l'absence de localisation et l'importance de l'énergie consommée qui sont liés à la tournée des véhicules GSE (les tracteurs essentiellement) et qui causent des retards considérables de turn-around (retards des vols).

Pour cela, nous allons utiliser des méthodes multi-objectifs pour l'optimisation de la tournée des véhicules (minimiser la consommation et maximiser la rotation) ainsi que des méthodes de localisation pour ces derniers, tout en prenant en considération l'historique des rotations sur entre les différentes zones de notre station.

3) Le temps de localisation, la fréquence d'erreurs et l'endommagement qui sont liés à la manutention et au reporting des ULD (palettes essentiellement).

Pour cela, nous allons digitaliser le processus d'identification, de localisation et de reporting des différents ULDs liés au conditionnement des marchandises uniquement (et non ceux des bagages de passagers).

Le choix des méthodes se fera après comparaison des différentes solutions potentielles, se référant aux contraintes temporelles et budgétaires de simulation.

## II.3 Solutions digitalisation entrepôt

### II.3.1 Problématique

Nous avons constaté d'après notre analyse de données que les marchandises importées représentaient le flux le plus important et que ces dernières passaient beaucoup de temps en entrepôt jusqu'à même parfois être abandonnés par leurs propriétaires en raison de la bureaucratie algérienne, ce qui engendre une indisponibilité de positions vides et une lente rotation de ces derniers. En plus du surplus de ressources consommées en impressions papier, énergie électrique et combustible et main d'œuvre humaine en raison des méthodes classiques et archaïque d'entreposage, nécessitant une présence permanente d'un opérateur humain à chacune des étapes entre le repérage de positions vides, la manutention par forklift, la localisation pour la visite douanière ou pour la livraison... L'entrepôt qui se trouve être la partie la plus rentable de l'entreprise se trouve aussi être celui qui consomme le plus en ressources et donc diminue les performances logistiques de notre chaîne du fret.

### II.3.2 Numérisation entrepôt

L'entreprise dispose d'un entrepôt d'une superficie assez importante avec des infrastructures soumises aux normes internationales (étanchéité, sécurité...etc.), ces infrastructures peuvent accepter jusqu'à **1400 tonnes** de marchandises sur **5918m<sup>2</sup>** dont seulement **950m<sup>2</sup>** sont dédiées aux marchandises à exporter et plus de **4968m<sup>2</sup>** pour celles qui sont importées.

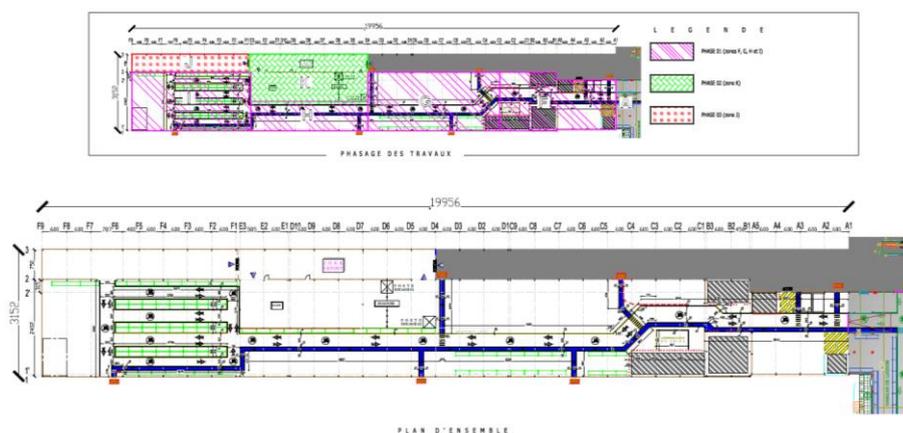


Figure 11 9 Plan 2D de l'entrepôt import

Toute nature de fret est donc acceptée puis ce que notre entrepôt est divisé en plusieurs parties avec des travées de petits et gros gabarits, de deux zones indoor et outdoor pour les marchandises dangereuses, d'une cage fortifiée pour les colis diplomatiques ainsi que de plusieurs réfrigérateurs de températures dirigeables qui permettent de respecter la chaîne du froid « cold chain », ce qui donne une certaine aisance aux industriels et particuliers algériens de pouvoir importer n'importe quelle marchandise nécessaire à leur business ou tout simplement à leurs besoins personnels.

Cependant comme le volume des importations est bien plus important que celui des exportations et avec un flux considérable, et comme ces dernières sont soumises aux contraintes des systèmes douaniers et bancaires du pays, la gestion de l'entrepôt n'est pas du tout chose facile car le séjournerent, surtout que les méthodes utilisées pour ce dernier sont assez traditionnelles et nécessitent une présence humaine pour n'importe quelle tâche qu'elle soit grande ou petite. Rajoutons à cela les résultats des données analysées au préalable pour les différentes performances logistiques de notre entrepôt). Nous avons donc songé à la digitalisation de l'entrepôt import comme première solution de notre projet.

### Etape 1 : Division entrepôt par zones

Afin de réaliser cela au mieux et avec des données assez fiables nous allons en premier lieu commencer par **la création d'un tableau** sur lequel nous allons lister toutes les références des positions existantes dans notre entrepôt, ainsi que ceux désignées par les managers Warehouse, Nous allons aussi fournir des informations liées à ces positions-là en les divisant par zones à laquelle ils vont appartenir tout en mentionnant les poids et dimensions maximums ainsi que les SHC qu'ils peuvent accepter.

La répartition des zones se fera comme ce qui suit :

| Acronyme | Nom              | SHC                 |
|----------|------------------|---------------------|
| CT       | Cool Goods       | CRT COL ICE FRI FRO |
| PG       | Perishable Goods | PER PEF PIL         |
| DG       | Dangerous Goods  | DGD                 |
| PC       | Small Goods      | XPS                 |
| OG       | Outsized Goods   | BIG VOL             |
| DP       | Diplomatic Cargo | DIP                 |
| VC       | Valuable Cargo   | VAL VIC             |
| GO       | General Cargo    | else                |

Table 21 Division de l'entrepôt en zones

- **La zone CT** est une zone dédiée à tout type de marchandises faisant parti de la chaîne du froid et nécessitant un certain contrôle de température et donc une infrastructure dédiée comme celle des réfrigérateurs qui peuvent varier de -20 jusqu'à 25 degrés Celsius.
- **La zone PG** est une zone dédiée à tout type de marchandises sensibles aux variations climatiques et environnementales et nécessitant une certaine délicatesse de manutention et de stockage en dépit de leur durée de vie limitée (e.i. fleurs, aliments, médicaments...etc).
- **La zone DG** est une zone dédiée à tout type de marchandises dangereuses qui doivent être entreposés en un endroit isolé des autres colis, répartie en 9 sous-zones suivant le listing de dangerosité (Référentiel IATA).

- **La zone PC** est une zone qui concerne les marchandises à petits volume et poids (moins de 30kg) et qui est faite de travées dédiées à l'entreposage de petits colis.
- **La zone OG** est une zone qui concerne les marchandises à grand volume que des travées classiques ne peuvent accepter, il faut donc les entreposé sur des euro-palettes à même le sol.
- **La zone DP** est une zone qui concerne les marchandises diplomatiques ou de grande valeur qui nécessitent un surplus de sécurisation pour éviter tout incident les concernant.
- **La zone VC** est une zone qui concerne le fret personnel ou de grande valeur qui nécessite un stockage sécurisé en cage.
- **La zone GO** est tout simplement tout le reste de notre entrepôt qui concerne ce qu'on appelle le General Cargo ou alors le fret universel qui ne nécessite aucun entreposage particulier mise à part le respect des normes ISO et IATA ainsi que le suivi du labelling (étiquetage) pour éviter tout endommagement du colis.

### Etape 2 : Division des zones en travées/chambres

La prochaine étape sera de répartir numériquement nos différentes zones en chambres, travées et surfaces ; selon le besoin de chaque zone. Le nombre de racks et de position (niveau et profondeur) pour chacune d'entre elles dépendra du flux d'importation pour chaque type de marchandise, nous faisons alors en sorte de créer une base de données qui les regroupe, sous forme de tableaux.

La zone CT sera divisée en 10 chambres froides avec la répartition suivante :

| Nombre de réfrigérateur | SHC | Température (C°) | Préfix | Série | Capacité (m) |
|-------------------------|-----|------------------|--------|-------|--------------|
| 2                       | FRI | -20° - 0°        | FRZ    | 1     | 4x10x4       |
|                         |     |                  |        | 2     | 4x10x4       |
| 5                       | CRT | 15° - 25°        | COL    | 1     | 6x6x4        |
|                         |     |                  |        | 2     | 6x6x4        |
|                         |     |                  |        | 3     | 6x6x4        |
|                         |     |                  |        | 4     | 6x6x4        |
|                         |     |                  |        | 5     | 6x6x4        |
| 4                       | COL | 2° - 8°          |        | 6     | 6x6x4        |
|                         |     |                  |        | 7     | 6x6x4        |
|                         |     |                  |        | 8     | 6x6x4        |
|                         |     |                  |        | 9     | 6x6x4        |

Table 22 Division de la zone Cool Goods en chambres

La zone PG sera répartie en 2 sous-zones pour les marchandises qui seront entreposées sur des travées et celles qui sont volumineuses et seront entreposées en à côté de la zone OG

D'après notre analyse de données nous avons constaté que les marchandises périssables ne prennent pas beaucoup de temps en magasin avant d'être livrées, la moyenne d'entreposage est d'environ 7 jours (hors BEP), et donc nous n'aurons besoin que de 2 travées dédiées à cette zone qui sera non loin de la zone CT où sont entreposées les périssables sous réserve de la chaîne du froid (COL/CRT).

| Travée (Rack) | SHC     | Préfix | Série    | Capacité (T) |
|---------------|---------|--------|----------|--------------|
| 1             | PER PEF | PR     | 1/.../18 | 180x160 / 1T |
| 1             | PIL     | PR     | 1/.../18 | 180x160 / 1T |

Table 23 Répartition Perrissable

La zone DG sera répartie en 9 sous-zones en suivant la classification IATA pour les produits dangereux, nous aurons alors :

| Travée (nb) | SHC             | Préfix | Série | Capacité (T) |
|-------------|-----------------|--------|-------|--------------|
| 1           | RGX RXS         | DG     | 1     | 9            |
| 1           | RFG RNG RCL RPG |        | 2     | 9            |
| 1           | RFL             |        | 3     | 9            |
| 1           | RFS RSC RFW     |        | 4     | 9            |
| 1           | ROX ROP         |        | 5     | 9            |
| 1           | RPB RIS         |        | 6     | 9            |
| 1           | RRE RRW RRY     |        | 7     | 9            |
| 1           | RCM             |        | 8     | 9            |
| 1           | RMD RSB ICE RLI |        | 9     | 9            |

Table 24 Répartition Dangereux

La zone PC sera quant à elle répartie en 7 racks uniquement vu que cette dernière ne va contenir que des petits colis qui ne dépassent pas 30kg et font moins de 0,125m<sup>3</sup>, on aura alors :

| Travée (nb) | SHC | Préfix | Série | Capacité (T) |
|-------------|-----|--------|-------|--------------|
| 1           | XPS | PC     | 0     | 12           |
| 1           |     |        | 1     | 12           |
| 1           |     |        | 2     | 12           |
| 1           |     |        | 3     | 12           |
| 1           |     |        | 4     | 12           |
| 1           |     |        | 5     | 12           |
| 1           |     |        | 6     | 12           |

Table 25 Répartition Express

La zone OG qui concerne les marchandises hors gabarits (outsized goods) ne peut être contenir de travées vu que cette dernière se verra entreposer des marchandises sur des euro-palettes à même le sol, on va donc faire en sorte de la diviser en plusieurs rangés :

| Rangé | SHC         | Préfix | Série          | Capacité (m <sup>3</sup> ) |
|-------|-------------|--------|----------------|----------------------------|
| 2     | HEA VOL BIG | A      | 10/11.../15/16 | 100                        |

Table 26 Répartition Lourde

La zone DP concerne un type bien particulier de marchandise, une marchandise qu'on appelle communément du fret diplomatique en raison de son propriétaire à destination (diplomate), chose qui rend cette marchandise importante d'un point de vue de sécurité. Cette sensibilité nécessite une sécurisation en plus, c'est pourquoi cette zone ne contiendra que 2 travées qui seront encerclés par une cage cadenassée.

| Travée | SHC | Préfix | Série | Niveau | Capacité (T) |
|--------|-----|--------|-------|--------|--------------|
| 2      | DIP | DIP    | N/A   | N/A    | 27           |

Table 27 Répartition Diplomatique

La zone GO est la zone la plus importante en terme de volume et même si elle ne contient que du fret de général cargo, elle nécessite la plus grande partie du travail avec une très grosse répartition de travées sur une très grande surface :

| Travée | SHC                                       | Préfix | Série       | Niveau | Capacité (T) |
|--------|---|--------|-------------|--------|--------------|
| 10     | All SHC codes<br>except the ones<br>above | A      | 1/2/.../10  | 1/2/3  | 270          |
| 10     |   | B      | 1/2/.../10  |        | 270          |
| 13     |   | C      | 1/2/.../13  |        | 351          |
| 12     |   | D      | 1/2/.../12  |        | 324          |
| 9      |   | E      | 1/2/.../9   |        | 243          |
| 9      |   | F      | 1/2/.../9   |        | 243          |
| 9      |   | G      | 1/2/.../9   |        | 243          |
| 8      |   | H      | 1/2/.../8   |        | 216          |
| 8      |   | I      | 1/2/.../8   |        | 216          |
| 9      |   | J      | 1/2/.../9   |        | 243          |
| 8      |   | K      | 1/2/.../8   |        | 216          |
| 8      |   | L      | 1/2/.../8   |        | 216          |
| 1      |   | M      | 1           |        | 27           |
| 1      |   | N      | 1           |        | 27           |
| 1      |   | O      | 1           |        | 27           |
| 14     |   | OM     | 1/2/.../14  |        | 378          |
| 1      |   | P      | 1           |        | 27           |
| 1      |   | Q      | 1           |        | 27           |
| 1      |   | R      | 1           |        | 27           |
| 2      |   | S      | 1/2         |        | 54           |
| 1      |   | T      | 1           |        | 27           |
| 1      |   | TC     | 1           |        | 27           |
| 1      |   | U      | 1           |        | 27           |
| 1      |   | V      | 1           |        | 27           |
| 2      |   | W      | 1/2         |        | 54           |
| 2      |   | X      | 1/2         |        | 54           |
| 6      |   | Y      | 1/2/3/4/5/6 |        | 162          |
| 5      |   | Z      | 1/2/3/4/5   |        | 135          |
| 0      | OHG                                       | N/A    | N/A         | N/A    |              |
| 0      | NVH                                       | N/A    | N/A         | N/A    |              |

Table 28 Répartition General Cargo

Nous aurons ensuite, la possibilité d'utiliser ce tableau pour toutes sortes d'améliorations qui touchent à l'entrepôt et spécifiquement à la digitalisation de ce dernier.

### II.3.3 Implémentation QR Code et HHT

#### II.3.3.1 Qu'est-ce que le code QR ?



Figure II 10 Exemple Code QR

Le code QR (de l'anglais, QR Code) est une sorte de code barre en 2D. Le "QR" signifie Quick Reponse car le contenu que comporte ce carré noir et blanc peut être décodé rapidement. A la différence d'un code-barres classique, le code QR peut contenir beaucoup d'informations : 7089 caractères numériques, 4296 caractères alphanumériques, contrairement au code-barres normal qui ne peut stocker que de 10 à 13 caractères ou 2953 octets ! Il faut un téléphone portable équipé d'un lecteur de code QR pour lire le contenu.



Figure II 11 Comparaison entre un QR code et un code barres classique

Créé en 1994 par l'entreprise japonaise Denso-Wave, le code QR commence seulement à se faire connaître en Europe. Très populaire au Japon il a son standard (JIS X 0510) et sa norme ISO/IEC 18004 approuvée en juin 2000. Il existe cependant plusieurs formats (QR Code, Datamatrix, Shotcode, Colorzip, Maxi code...) Le plus répandu est le QR code.



Figure II 12 Différents formats de code: Code QR, Datamatrix, Shotcode, Colorzip, Maxicode

Nous avons procédé à une comparaison des différents standards de codes à 2 dimensions :

|                           |                     | QR CODE   | PDF417  | DATAMATRIX  | MAXI CODE   |
|---------------------------|---------------------|---|---|---|---|
| <b>DEVELOPER(COUNTRY)</b> |                     |  |  |  |  |
|                           |                     | DENSO(Japan)  | Symbol Technologies (USA)   | RVSI Acuity CiMatrix (USA)  | UPS (USA)   |
| <b>TYPE</b>               |                     | Matrix  | Stacked Bar Code  | Matrix  | Matrix  |
| <b>DATA CAPACITY</b>      | <b>Numeric</b>      | 7,089   | 2,710   | 3,116   | 138   |
|                           | <b>Alphanumeric</b> | 4,296   | 1,850   | 2,355   | 93  |
|                           | <b>Binary</b>       | 2,953   | 1,018   | 1,556   |   |
|                           | <b>Kanji</b>        | 1,817   | 554   | 778   |   |
| <b>MAIN FEATURES</b>      |                     | Large capacity, small printout size<br>High speed scan                            | Large capacity  | Small printout size   | High speed scan   |
| <b>MAIN USAGES</b>        |                     | All categories  | OA  | FA  | Logistics   |
| <b>STANDARDIZATION</b>    |                     | AIM<br>International<br>JIS<br>ISO  | AIM<br>International<br>ISO   | AIM<br>International<br>ISO   | AIM<br>International<br>ISO   |

Table 29 Tableau comparatif des codes 2D Source tableau: [www.qrcode.com](http://www.qrcode.com)

La structure du code se présente comme suit :

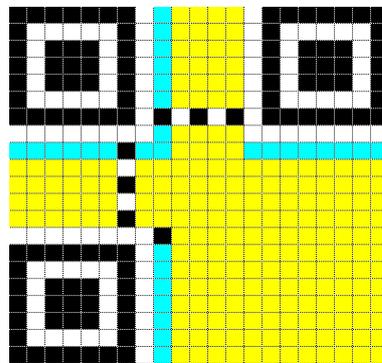


Figure II 13 Code QR structure

- Données codées (y compris la zone d'erreur<sup>1</sup>)
- Format d'informations

<sup>1</sup>Le code QR à une zone de correction pour que les erreurs puissent être corrigées. Cette dernière varie entre 7% et 30% suivant le niveau de correction.

### II.3.3.2 Comment lire un code QR ?

Dans la même logique de celle des HHT, le code QR est lisible à partir d'un téléphone portable. Un programme doit-être téléchargé puis installé sur le mobile, ensuite il suffit de prendre en photo le code pour voir son contenu. Le code QR peut comporter du texte, un numéro de téléphone, un SMS, une adresse d'un site wap, une adresse mail. Ce contenu peut-être ensuite transféré, imprimé. Son utilisation est gratuite.

*Remarque : Des modèles de téléphone comme les iPhone d'Apple possède un programme pré-installé qui leur permet de lire un code QR directement depuis la caméra.*

### II.3.3.3 Comment créer un QR code ?

Pour notre cas d'étude, nous allons procéder par l'implémentation d'un algorithme informatique écrit par le biais du langage Python qui sera compilé sur le logiciel PyCharm, nous aurons donc la possibilité d'obtenir nos codes QR pour chacune des différentes positions de l'entrepôt à partir d'une base de données que nous avons créé précédemment.

#### Algorithme PYTHON pour création QR Code :

```

2  import pyqrcode
3  import pandas as pd
4
5
6  def createQRCode():
7
8
9      df = pd.read_csv("Data.csv")
10
11     for index, values in df.iterrows():
12
13         brand = values["Brand"]
14         name = values["Name"]
15         category = values["Category"]
16         barcode = values["Barcode"]
17
18         data = f'''
19
20         Name: {name} \n
21         Barcode: {barcode} \n
22         Category: {category} \n
23         Brand: {brand}
24         '''
25         image = pyqrcode.create(data)
26         image.svg(f"{name}_{barcode}.svg", scale="5")
27         print(data)
28
29
30
31     createQRCode()

```

Figure II 14 Syntax de création Code QR

### II.3.3.4 Quelles informations va-t-il contenir ?

Notre entrepôt possède plus de 1300 positions réparties sur 7000 m<sup>2</sup> qu'on a divisé précédemment en zones filtrés par natures de produits et qu'on peut représenter sur le tableau suivant :

| Zone | Rack/Room | SHC                  | Préfix    | Série         | Capacité (T)         |
|------|-----------|----------------------|-----------|---------------|----------------------|
| CT   | 1         | FRI                  | FRZ       | N/A           | 20                   |
|      | 4         | CRT                  | COL       | 1/2/3/4/5     | 20                   |
|      | 5         | COL                  |           | 6/7/8/9       | 20                   |
| DG   | 9         | RGX RXS              | DG        | 1             | 9                    |
|      |           | RFG RNG RCL RPG      |           | 2             | 9                    |
|      |           | RFL                  |           | 3             | 9                    |
|      |           | RFS RSC RFW          |           | 4             | 9                    |
|      |           | ROX ROP              |           | 5             | 9                    |
|      |           | RPB RIS              |           | 6             | 9                    |
|      |           | RRE RRW RRY          |           | 7             | 9                    |
|      |           | RCM                  |           | 8             | 9                    |
|      |           | RMD RSB ICE RLI      | 9         | 9             |                      |
| PG   | 1         | PER PEF              | ...       | ...           |                      |
|      | 1         | PIL                  | ...       | ...           |                      |
| PC   | 7         | XPS                  | PC        | 0/1/2/3/4/5/6 | 12                   |
| HE   | 2         | HEA VOL BIG          | A         | 10/11/.../16  | 100(m <sup>3</sup> ) |
| DP   | 2         | DIP                  | DIP       | N/A           | 3(m <sup>3</sup> )   |
| GO   | 170       | All SHC except above | A/B...Y/Z | 1/2...8/9     | ///                  |

Table 30 Numérisation finale de l'entrepot

Les informations qui seront traduits sous forme de code QR contiendront une liste de chaîne de caractères alphanumériques avec la formulation suivante :

#### 1- La référence de la position :

- Un préfixe alphabétique (A/B/C/D/E/.../Z/COL/DG)
- Une série numérique représentant le rang/niveau...etc. (1/2/3/.../20)

**e. i. : Position = A102** (ce qui réfère à la travée A, rang 10, niveau 2)

**2- Type et SHC :** Le type des marchandises que cette position peut accepter, avec l'acronyme de la zone et la liste de ses SHC.

**3- La capacité :** La capacité maximale (en poids et volume)

### II.3.3.5 Où est ce qu'il sera utilisé ?

Plus de 1300 codes seront donc créés pour chacune des positions, regroupés sous forme de liste des différentes positions de chaque travée puis imprimés et accrochés à un niveau de lecture humaine ( $\pm 1m50$ ) sur le bord de chacune des travées associées, on applique le même principe pour les réfrigérateurs, zone hors gabarit, produits dangereux et diplomatiques...etc.

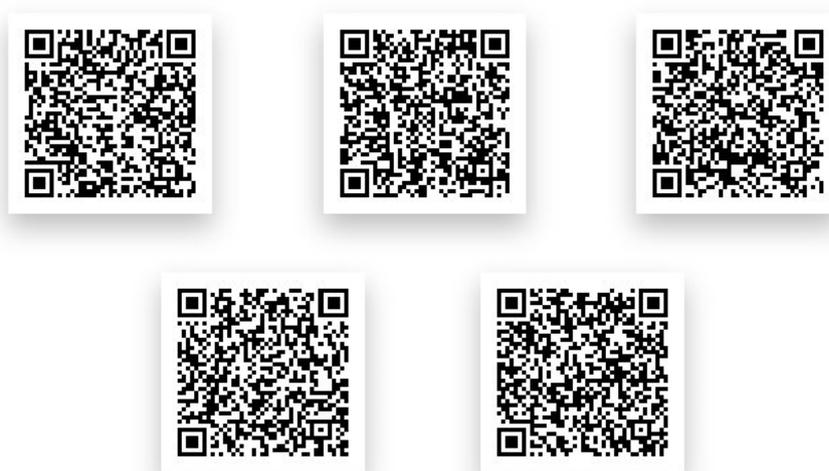


Figure II 15 Exemple d'affichage de code QR en entrepot

Pour notre cas d'étude et comme nous manquons de temps et de moyen pour la simulation nous allons utiliser la digitalisation par **code QR**, en créant une liste de codes pour chaque travée, nous avons sur le long de tout notre entrepôt **190 travées pour les 1600 positions**, nous allons donc créer 1600 codes QR pour toutes les positions et les répartir sur 190 travées en plus des 10 chambres froides.

***Remarque 1 :** On devrait songer à diviser la zone OHG (zone couloir) en plusieurs sous positions afin de rendre la localisation plus facile et plus rapide pour l'agent warehouse, car cette dernière concerne les couloirs de circulation de tout l'entrepôt et de nombreux colis de type général cargo peuvent y être entreposés.*

***Remarque 2 :** Pour mener à bien la lecture de ces codes l'entrepôt doit éventuellement disposer d'un bon réseau internet pour permettre la fluidité du transfert de l'information, la fibre optique étant disponible chez le distributeur de réseau internet algérien, elle sera notre meilleure option pour la réalisation de ce projet.*

***Remarque 3 :** Pour ce qui est de la lecture des codes, elle est censée être faite par des HHT (Hand Held Terminals) mais elle sera remplacé un smartphone pour notre simulation (le modèle iPhone 6S de la marque Apple).*

### II.3.4 Système inventaire dispo/indispo

**Le besoin :** L'agent exécutif (commercial) reçoit les détails du vol à destination de la station d'Alger (ALG) aéroport AHB, sous forme d'un **manifeste import (FFM)** au moment exacte de la confirmation du départ du shipment à l'origine (chose qui se fait quelques minutes avant le décollage de l'appareil) ce qui donne alors une large marge de manœuvre pour traiter les informations des marchandises et **filtrer** notre manifeste par nature, volume et poids, nous pourrions alors **planifier** les positions nécessaires (surtout en ce qui concerne les réfrigérateurs) le nombre d'agents, de tracmas et de fork-lifts et de s'arranger pour avoir de l'espace disponible dans notre entrepôt.

**L'actuel :** Nous avons noté dans le chapitre précédent que la procédure de localisation des positions vides dans l'entrepôt import se faisait de manière purement visuel qui nécessite impérativement une intervention humaine, quelques fois l'un des agents handling fait le tour de l'entrepôt en début de shift afin de repérer les positions vides mais la plupart du temps la localisation se fait au moment même de l'entreposage, c'est-à-dire que le cariste soulève la marchandise via son fork-lift après le break-down de l'ULD et fait le tour de l'entrepôt tout en cherchant une position vide et adéquate afin d'y entreposer le colis, tout en prenant en considération sa nature, ses dimensions et son poids. Cette opération fait perdre beaucoup de temps et nécessite une certaine consommation en énergie (agent et fork-lift).

**Les contraintes :** On prend en considération le fait que chaque équipe doit disposer d'un chef au minimum et de plusieurs agents polyvalents, qu'un tracma ne peut tracter que 4 ULDs au maximum (contrainte de sécurité) à la fois sur une expédition et que chaque marchandise possède une zone dédiée et spécifique pour son entreposage d'après sa nature, ses dimensions et son poids.

**Contrainte digitalisation et NFD client :** Entreprise propriétaire de la marchandise change fréquemment de prestataire de transit et donc le paramétrage digital (automatique) de la procédure NFD n'est pas applicable en Algérie même si le système la contient (suivant le modèle européen) ou client signe un contrat annuel avec un seul et même prestataire et il sera donc notifié automatiquement après AWR.

### II.3.4.1 La solution digitale

On introduit la notion de « Preferred locations » qui consiste à filtrer les AWB par nature et type grâce aux SHC : On prend la liste des AWB d'un vol import QX1234 et on les filtre pour connaître la nature de chaque fret, la zone d'entreposage préférable ainsi qu'un choix déroulant de positions disponibles. L'algorithme suit donc une certaine logique qui se commence par le filtrage :

```

Import data from flight table
if SHC=PER or SHC=PEF                                #produits périssables hors température ambiante#
    zone=zonePG
    type=perishable good
if SHC=CRT                                           #produits qui doivent respecter la chaine du froid#
    zone=zoneCG
    type=cold good 15 and 20
else if SHC=COL
    zone=zoneCG
    type=cold good 2 and 8
else if SHC=FRI or SHC=FRO
    zone=zoneFG
    type=cold good -20 and 0
if SHC=DGD                                           #produits dangereux#
    zone=zoneDG
    type=dangerous good
If SHC=HEA                                           #marchandises lourdes (heavy cargo)#
    zone=zoneHG
    type=heavy good
else                                                  #général cargo#
zone=zoneGG
type=general cargo
print "The AWB :“ awb ” in the ULD :“ uld “ is a “ type “preferred location is in :” zone,
create new table called “preferred location” with 4 columns : uld/awb/type/zone

```

Introduction de la notion de « **Preferred location** » : Une fois avoir filtré la marchandise par zone de stockage on peut spécifier l'exactitude de la position dans chaque zone via un autre algorithme pour les « **empty locations** » :

On crée un tableau (qui sera notre référence) contenant les données des positions réelles existantes à l'entrepôt avec le type de marchandises qu'elles peuvent accepter avec poids et volumes maximums :

| Zone | Prefix | SHC     | Loc  | WTmax (kg) | Wmax (cm) | Hmax (cm) | Lmax (cm) | VOLmax (m3) | Availability |
|------|--------|---------|------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| GC   | A      | GCO     | A01  | 200        | 120       | 100       | 200       | 2,4         | Empty        |
|      |        | GCO     | A05  | 200        | 120       | 100       | 200       | 2,4         | Empty        |
|      |        | GCO     | A102 | 200        | 120       | 100       | 200       | 2,4         | Empty        |
|      | B      | GCO     | B67  | 180        | 130       | 100       | 200       | 2,6         | Empty        |
|      |        | GCO     | B130 | 180        | 130       | 100       | 200       | 2,6         | Empty        |
| DG   | DG     | RPX     | DG5  | 150        | 75        | 60        | 90        | 0,405       | Empty        |
|      |        | RSC     | DG9  | 150        | 75        | 60        | 90        | 0,405       | Empty        |
| CG   | COL    | COL     | COL4 | -          | 300       | 380       | 320       | 36,48       | Empty        |
|      |        | CRT     | COL1 | -          | 300       | 380       | 320       | 36,48       | Empty        |
| HG   | HE     | HEA     | A16  | -          | -         | -         | -         | -           | Empty        |
| PR   | P      | PER/PEF | -    | -          | -         | -         | -         | -           | Empty        |

Table 31 Numérisation des informations sur les positions

Depuis l'ERP on extrait l'inventaire de l'entrepôt en temps réel avant chaque vol et on le compare avec toutes les positions existantes de notre tableau via un algorithme conditionnel :

- Si la position X correspond déjà à une AWB elle sera considérée comme : **occupied**
- Si la position X ne correspond à aucune AWB elle sera considérée comme : **empty**

On établit un algorithme qui va travailler suivant cette logique : (Tableau position) - (Tableau AWB+Position) = (tableau position sans AWB)

L'idée de base pour notre algorithme sera

**Import warehouse inventory table**

Create column called "availability"

for zone=zoneX **#start with preferred locations from last algo#**

for i++ in loc **#to check all locations on this zone#**

if AWB=AWB1 availability=occupied

else availability=empty

print table of zone/prefix/SHC/loc only with availability=empty

Comme nous avons filtré nos AWB à recevoir par SHC et que nous avons créé une liste des positions vides en temps réel nous n'aurons plus qu'à relier chaque nos deux programme afin d'avoir une liste plus précise des « **preferred empty locations** » pour pouvoir choisir l'emplacement de chaque LTA parmi les positions vides (empty).

Si toutes les positions dédiées au type de marchandise qu'on souhaite entreposer sont « **occupied** » on procède alors au sur-entreposage (chose qui n'est pas admise pour le respect des normes ISO et IATA dans le cas ou le colis est tagué DO NOT STACK), qui sont entrepose en vrac en dernière alternative dans le cas de l'indisponibilité des positions, afin de réaliser cela nous :

Supposons que la position X peut accepter un volume maximum : ( $VOL_{max} = W_{max} \times H_{max} \times L_{max}$ ) et un poids maximum ( $WT_{max}$ ) mais correspond déjà à une AWB1 (dim= $W1 \times H1 \times L1$  / poids :  $WT1$ )

On commence par comparer le poids acceptable ( $WT_{acc} = WT_{max} - WT1$ ) au poids de la nouvelle AWB2 ( $WT2$ ) :

```
import AWB preferred location table
import AWB inventory table
#WTmax = poids maximum accepté par la position à vide
#W/L/Hmax = dimensions maximales acceptées par la position à vide
#W/L/Hacc = dimensions maximales acceptées par la position déjà occupée
for zone++ and loc=X #pick a needed zone for an AWB and check all the positions
    WTacc = WTmax - WT1
    if WT2 < WTacc
        |         add the position on "partially available list"
        |         else don't add the position on "partially available list"
```

Le poids est acceptable on peut donc passer aux dimensions :

- Avec  $dimAWB1 = W1 \times H1 \times L1$  et  $W1 < W_{max}, H1 < H_{max}, L1 < L_{max}$ 
  - Partant du principe que  $L=W$  mais que  $H$  reste fixe (pour une flexibilité d'orientation)
  - On soustrait  $dimAWB1$  aux dimensions max de X et on compare les résultats :
- Avec ( $W_{acc} \times L_{acc} \times H_{acc}$ ) avec les dimensions de AWB2 ( $W2 \times H2 \times L2$ ) :
  - Si  $H2 < H_{acc}$  et  $Si W2 < W_{acc}$  et  $L2 < W_{acc}$  (ou si  $W2 < L_{acc}$  et  $L2 < W_{acc}$ )
  - Avec  $WT2 < WT_{acc}$

La position sera alors considérée alors comme « **partially empty** » et nous donnera la main afin de pouvoir entreposer deux colis sur la même position.

### II.3.5 Cross-docking pour forklifts

Nous avons constaté que notre entrepôt se vide de manière assez aléatoire, à savoir : le fret reçu sur un même vol peut prendre 3 jours, 3 semaines voir 3 mois avant d'être récupéré, il est donc difficile de contrôler la **disposition des marchandises** qu'on reçoit sur un vol, car parfois les positions vides sont assez **éloignées** les unes des autres et les caristes sont obligés de faire plusieurs aller retours jusqu'au fond de l'entrepôt afin d'y déposer la marchandise et de revenir vers la porte des corèes afin de refaire la même chose. Notre cas d'études va se baser sur les marchandises périssables et celles de certains clients dit « réguliers » qui ne dépassent presque jamais les **2 mois et 21 jours** pour récupérer leurs marchandises.

Nous avons aussi conclu d'après notre analyse de données que certains colis d'une même LTA n'arrivent pas toujours sur le même vol, mais sont réparties sur 2 ou 3 vols différents c'est ce qu'on appelle le Splited-AWB et ceci est dû à une décision stratégie de la compagnie aérienne qui fait en sorte de rentabiliser au mieux l'espace de ses aéronefs en favorisant les marchandises périssables et celles des clients réguliers. Cette division d'LTA engendre le fait que les colis d'une même LTA peuvent être entreposés dans diverses positions de notre entrepôt

C'est pourquoi il est préférable de ré-agencer notre entrepôt d'après la notion **type de marchandises/clients**, en faisant en sorte que les colis de même LTA soit entreposés **côte à côte** et que les positions vides à l'instant t ne soient pas si éloignées que ça. Et que les Fork-lift travaillent en Cross-Docking, c'est-à-dire en se passant le colis de zone en zone :

Nous divisons donc l'entrepôt en 4 zone et nous répartissons notre flotte de fork-lift en 4 tout autant avec :

1. Zone Livraison : 3 Fork-lift
2. Central Warehouse : 5 Fork-lift
3. Nouveau Hangar : 5 Fork-lift
4. Zone Export : 2 Fork-lift

### II.3.6 Implémentation KPIs entreposage

Après notre analyse par la BI nous avons constaté l'indisponibilité de plusieurs mesures de performances qui auraient pu nous être utiles et comme le but du projet n'est pas uniquement le traitement de tableau de bord mais aussi la création de ces derniers nous avons établies des formules de nouveaux KPIs liés aux opérations d'entreposage :

| ENTREPOT                                    |  |   |
|---|--|---|
| INDICATEUR                                  | FORMULE  | COMMENTAIRES  |
| <b>Coût moyen d'opération</b>               | Somme des coûts d'opération / nombre d'opérations de la période                                  | Evaluation du coût moyen supporté pour réaliser une opération d'entreposage (réception, préparation des commandes, chargement, déchargement, expédition, livraison, ...)  |
| <b>Durée moyenne d'opération</b>            | Somme des temps d'opération / nombre d'opérations de la période                                  | Evaluation du temps moyen mis pour réaliser une opération d'entreposage (réception, préparation des commandes, chargement, déchargement, expédition, livraison, ...)  |
| <b>Fluidité des opérations %</b>            | (Opérations entièrement traitées dans les temps / total opérations de la période) x 100          | Cet indicateur est calculé sur la base des temps standard d'opération ou des temps planifiés. Il s'agit de savoir la part des activités réalisées dans les délais   |
| <b>Niveau de service horaire</b>            | Volume ou quantité totale traité / temps total traitement  | Permet d'évaluer la productivité d'une personne, d'une équipe, d'un engin, d'une infrastructure...  |
| <b>Taux de litiges %</b>                    | (Nombre de litiges / Nombre total d'opérations) x 100  | Cet indicateur peut être présenté par catégorie de litige, par zone d'expédition, par famille de produit...   |
| <b>Taux de remplissage entrepôt %</b>       | (Quantité ou volume moyen stocké / capacité théorique de l'entrepôt en quantité ou volume) x 100 | Le taux de remplissage de l'entrepôt peut être calculé par zone spécifique de stockage, par famille de produit ou toute autre caractéristique   |
| <b>Taux de retards %</b>                    | (Nombre de retards / Nombre total d'opérations) x 100  | Ratio sur différentes opérations dans l'entrepôt (réception, préparation des commandes, chargement, déchargement, expédition, livraison, ...) Il peut être évalué par engin de manutention, par équipe, par zone d'expédition, par client |
| <b>Taux de satisfaction client %</b>        | (Nombre de demandes satisfaites / nombre total de demandes émises) x 100                         | Cet indicateur peut être croisé par famille de produit, par zone d'expédition, par catégorie de client...   |
| <b>Taux des charges de manutention %</b>    | (Coûts de manutention de la période / Chiffre d'affaire de la période) x100                      | La part des coûts de manutention peut aussi être évaluée par rapport aux coûts totaux de l'entrepôt,  |
| <b>Traçabilité des emballages transport</b> |  | Il s'agit d'avoir un inventaire des stocks d'emballages vides et une répartition par zone de tous les emballages propriétés de l'entrepôt   |

Table 32 KPI entreposage

### II.3.7 Plan virtuel (Virtual Map) et AS/RS

Maintenant que nous avons digitaliser la totalité de notre entrepôt nous pouvons concevoir un plan virtuel pour ce dernier, un plan qui va faciliter la tâche pour nos agents de manutention, avec des illustrations et des indications par codes couleur qui définirons les positions vides et préférables pour chaque vol à recevoir, ainsi qu'un inventaire en temps réel dans le cas d'une livraison.

Pour la conception de ce plan nous aurons besoin de le relier à nos tableaux précédents afin d'y puiser sa base de données, il contiendra donc les meme informations mais sous forme plus ergonomique, on pourra faire une recherche par AWB, Compagnie, SHC ou par Position et aussi filtrer par ces mêmes données, on aura par exemple une travée sera sous la forme :

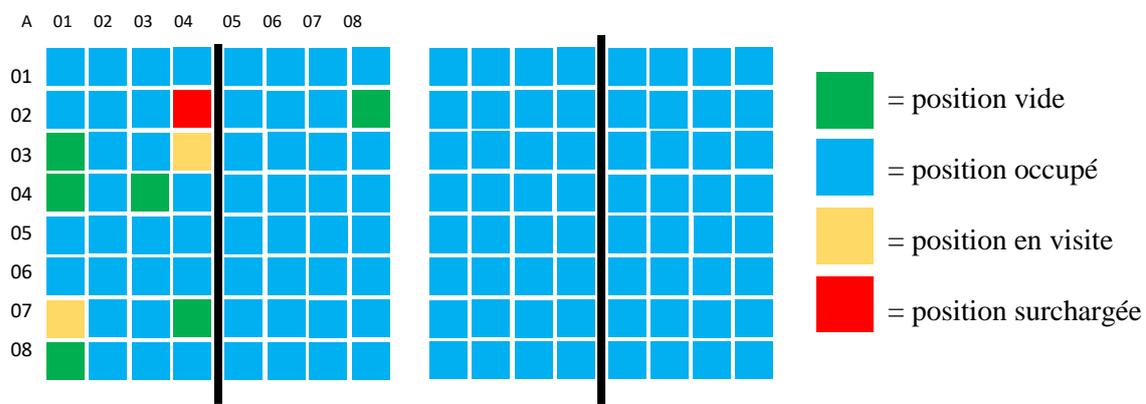


Figure II 16 Virtual Map du Warehouse

Après avoir digitalisé notre entrepôt au total, les infrastructures et les procédures la solution de l'implémentation d'un AS/RS (Automated Storage and Retrieval System) devient envisageable, elle reste toutefois couteuse pour un entrepôt aussi volumineux que le nôtre mais elle sera certainement nécessaire dans le cas de l'aboutissement du projet de faire la station d'Alger un Hub de transit grâce à sa géolocalisation lui permettant d'être très intéressante pour relier l'Afrique centrale à l'Europe et l'Asie du Sud à l'Amérique de l'Est.

Les systèmes automatisés de stockage et de récupération (AS / R) auront un impact considérable sur la manutention et le contrôle des stocks dans les entrepôts. Les techniques courantes utilisées pour prédire les performances d'un AS / RS à charge unitaire sont des analyses statiques ou une simulation par ordinateur qui peuvent être longues et coûteuses. Afin de résoudre ces faiblesses des deux techniques, nous proposons une analyse stochastique d'un AS / RS à charge unitaire en utilisant un modèle de mise en file d'attente à serveur unique avec des caractéristiques uniques. Les résultats expérimentaux montreront que la méthode proposée est robuste contre la violation des hypothèses sous-jacentes et est efficace pour la planification à court et à long terme des systèmes AS / R.

## II.4 Solutions tracking ULD

### II.4.1 Problématique

Les Unit Load Devices (ULDs) se trouvent être les seules et uniques parties de l'aéronef qui ne décolle pas souvent avec ce dernier et restent sur la station après le traitement du vol jusqu'à être réutilisés à l'export, mais comme l'Algérie est un pays fortement importateur (flux import >> flux export), la station d'Alger se retrouve avec une **importante flotte d'ULDs à stocker**.

Cependant comme les ULDs sont la propriété des compagnies aériennes et que ces derniers coûtent assez cher et doivent tourner en continu pour les rentabiliser, il est impératif d'en prendre soin, en suivant les normes IATA pour ce qui est de la manutention et l'entreposage mais surtout en ce qui concerne la **fiabilité des informations** concernant leurs entrées et sorties au sein de la station, ces informations doivent circuler de manière fluide et sans **erreurs car le reporting** est une tâche essentielle ; autant pour réguler l'inventaire et les besoins liés aux parcs d'entreposage mais aussi en terme de professionnalisme pour la satisfaction des clients propriétaires.

Une grande attention est bien sûr accordée au débit de fret, à la capacité des quais de camions et plus récemment à la capacité de la chaîne du froid, tandis que le stockage et la manutention ULD sont très souvent laissés au hasard, avec une dépendance généralisée aux chariots élévateurs pour effectuer la manutention ULD.

Dans des pays comme le nôtre, les compagnies aériennes ; établissent une étude de marché et analyse les flux import/export afin de dresser un seuil de stockage maximal pour ce qui est de leurs ULDs vides. Ce qui fait qu'au moment du dépassement de ce seuil au niveau de la station, le service ULD dispatcher de la compagnie aérienne réclame le transfert de ces ULDs vides vers d'autres stations qui en ont le plus besoin (les ULDs de type palettes sous forme de Stack palette).

La compagnie de ground-handling se retrouve alors avec une importante flotte d'ULDs à identifier, stocker et dont elle doit prendre soin afin de les rendre aux compagnies propriétaires dans un état intact et sans aucune erreur de reporting.

RAP : Et comme ces derniers coutent 10 fois plus chers que les conteneurs normaux, en plus d'être une location et de contenir des mouchards de variation de température, il est primordial d'en prendre soin sur tous les axes possibles avec transport et stockage minutieux.

## II.4.2 Système inventaire in/out

**Le processus actuel :** Le processus mis en place sur le terrain se fait de manière manuelle et pas très standardisée : un agent polyvalent se rend sur le parc de stockage des palettes ULDs munis d'une feuille et d'un stylo, il y inscrit les références alphanumériques de chacune des palettes ULDs et fait de son mieux pour n'en rater aucune, surtout celles qui sont difficilement repérables au fond entre deux palettes. En évitant tout aussi les erreurs lors de la retranscription des références. Il arrive aussi que ces mêmes références soient illisibles sur les palettes.

**Les lieux de stockage :** La station d'Alger dispose de deux parcs :

- Parc 1 : dédié exclusivement aux ULDs type conteneurs, se trouve non-loin des terminaux entre les quais de stationnement et les tapis à bagages.

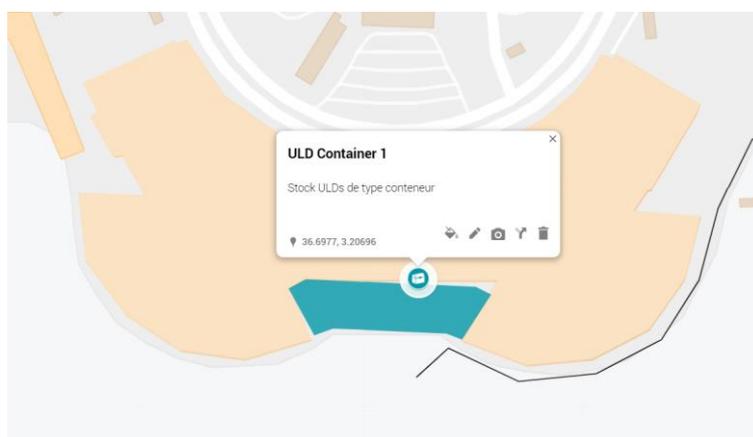


Figure II 17 Zone ULD Park de type conteneur

- Parc 2 : dédié aux ULDs de type palettes se trouve entre l'entrée de l'entrepôt import et la sortie de l'entrepôt export, ce qui permet une meilleure exploitation entre les deux.

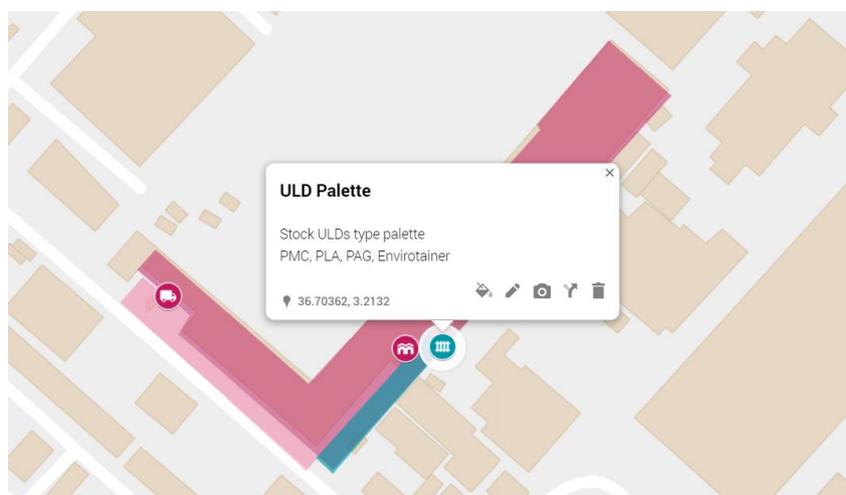


Figure II 18 Zone ULD Park de type palette

**La solution :** L'idée de notre solution est donc de minimiser la manutention des ULDs pour réduire le risque d'endommagement et cela en automatisant la tâche d'authentification, de reporting et de faire en sorte que l'intervention humaine ne soit nécessaire que pour un double-check au moment de l'utilisation des ULDs à l'export ou lors de la création de stack palettes.

**Comment ?** Comme nous avons remarqué dans la solution précédente, les informations sur les vols sont reçues sous forme d'un téléx (manifeste) qu'on va aussi traiter pour le cas des ULD, nous allons donc suivre la même procédure que pour notre numérisation du de l'entrepôt. Nous allons nous focaliser uniquement sur les ULD contenant du fret et considérer leur lieu de stockage comme un entrepôt, ce dit « entrepôt » dispose de 16 rack-ULD que nous allons diviser par compagnies aériennes, en prenant en considération le flux d'importation de chacune d'entre elles, ce qui nous donne :

| Carrier            | Rack | Position  | Capacité (m) |
|--------------------|------|-----------|--------------|
| Qatar Airways      | 1    | QR11/12   | 3x3x2        |
|                    | 2    | QR21/22   | 3x3x2        |
| Fly Emirates       | 3    | EK31/32   | 3x3x2        |
|                    | 4    | EK41/42   | 3x3x2        |
| Turkish Airlines   | 5    | TK51/52   | 3x3x2        |
|                    | 6    | TK61/62   | 3x3x2        |
|                    | 7    | TK71/72   | 3x3x2        |
|                    | 8    | TK81/82   | 3x3x2        |
|                    | 9    | TK91/92   | 3x3x2        |
|                    | 10   | TK101/102 | 3x3x2        |
|                    | 11   | TK111/112 | 3x3x2        |
|                    | 12   | TK121/122 | 3x3x2        |
| Air France         | 13   | UC131/131 | 3x3x2        |
| Lufthansa          | 14   | UC141/142 | 3x3x2        |
| Ethiopian Airlines | 15   | UC151/152 | 3x3x2        |
| DHL                | 16   | UC161/162 | 3x3x2        |

Table 33 Rack ULD Pallet

La liste des ULDs reçu sur un vol sera donc enregistrée avec les références, poids et informations sur le vol et date de réception. La base de données des ULDs sera mise à jour après chaque action d'importation ou d'exportation ce qui va représenter nos entrées et nos sorties avec la logique : Entrée = +ULD de fret importé / Sortie = -ULD de fret exporté (+Stack ULD). Au moment du reporting, l'agent d'exploitation n'aura plus qu'à filtrer le tableau de l'inventaire ULD par compagnies aériennes et de l'envoyer par e-mail, nous aurons alors un inventaire en temps réel avec une exactitude absolue (0 erreurs de reporting) étant donné que l'information a été retranscrite d'après le FFM reçu de la compagnie aérienne elle-même.

L'algorithme de création de cet inventaire sera sous la forme suivante :

```

import FFM table
filter list for ULD reference only
keep flight carrier/reference/date/time
if carrier=TK : rack=5 to 12
if carrier=QR : rack=1 or 2
if carrier=EK : rack=3 or 4
else rack=13 to 16

if ULD reference starts with "PMC"
    type=PMC
if ULD reference starts with "PLA"
    type=PLA
if ULD reference starts with "PAG"
    type=PAG

    sum=calculate sum of ULD
print " 'sum' ULDs pallets received from 'carrier' to stock in rack 'rack' "

if ULD reference starts with "AKE"
    type=AKE
if ULD reference starts with "AKH"
    type=AKH
    sum=calculate sum of ULD

print " 'sum' ULDs containers received from 'carrier' to stock in parc 2"
if ULD reference starts with "RKN"
    type=RKN
if ULD reference starts with "RAP"
    type=RAP
    sum=calculate sum of ULD
print " 'sum' ULDs reefer received from 'carrier' to stock in Warehouse"

create table with Company/Flight/Date/Time/Type/Reference/Position

```

### II.4.3 Gabarit d'endommagement

Les ULD palettes sont des plaques métalliques d'épaisseur comprise entre 16 et 24 mm, sur lesquelles vont être déposés des cartons. Des sangles, des filets ou un voile de protection assurent le maintien du chargement, qui peut atteindre une hauteur comprise entre 3,05 m ou 6,10 m. On peut distinguer quatre dimensions principales : (2m24 x 2m74) (2m24 x 3m18) (2m44 x 3m18) (2m44 x 6m05).

**Besoin :** Comme expliqué dans les chapitres précédents, ces palettes sont sujets à de nombreux endommagements liés fréquemment à une mauvaise manutention, cette manutention peut être réalisée sur les différentes stations par lesquels un ULD est sujet au traitement.

**Solution :** Afin de résoudre les litiges et d'écartier l'implication de Swissport dans la défectuosité de la palette, il est impératif de détecter une quelconque anomalie au moment de la réception de ces palettes dans le but d'anticiper les réclamations preuves à l'appui et de minimiser les coûts d'indemnisation, un scanner adapté aux différentes dimensions et épaisseurs des palettes sera implémenté dans la zone de break-down afin de mesurer l'état de notre ULD.

Le gabarit sera sous la forme d'une infrastructure métallique de la dimension de la plus grande des palettes avec deux capteurs de type cylindrique (la marque OMRON par exemple) qui enregistrent le degré de torsion (si existant) avec un seuil d'acceptabilité :



*Figure II 19 Croquis gabarit ULD pour palette PMC*



*Figure II 20 Capteur proximité OMRON*

#### II.4.4 Implémentation puces RFI*D* :

**Le besoin :** Avoir un inventaire en temps réel, ainsi qu'un système de reporting sans erreurs des entrées/sorties c'est bien mais ça ne résout pas le souci de localisation, c'est pourquoi l'information sur l'emplacement exacte de chacun des ULDs est primordiale, surtout qu'il arrive que certains agents oublient d'entreposer quelques ULDs et laissent parfois même tout un stack-palette au niveau des terminaux du AirSide.

**La solution :** Pour remédier à cela nous avons pensé à se référer à l'analyse des données que va engendrer notre inventaire d'ULDs, d'en tirer la moyenne du flux d'entrées/sorties sur une durée déterminée afin d'en déduire le nombre de puces **RFID** à implémenter, ces puces la vont ressembler à celles utilisés sur les tags bagages. La lecture des puces de chaque ULD se fera à l'aide de poste de fréquence aux entrées et sorties de chacun des parcs.

*Remarque :* La zone d'entreposage des ULD de type palette contiendra un seul et unique lecteur RFI*D* puis-ce que l'entrée et elle-même la sortie.

##### II.4.4.1 Qu'est-ce qu'une puce RFI*D* ?

Nous l'utilisons pratiquement au quotidien. C'est ainsi que fonctionne notre carte bancaire en sans contact, le badge de notre immeuble ou notre passe Métro. Il existe deux technologies de RFID très utilisées : la NFC, que l'on utilise en contact avec un lecteur, et l'UHF, où les puces peuvent être lues à une distance de plusieurs mètres.

Concrètement, la RFID se présente sous la forme d'une puce couplée à une antenne que l'on intègre dans une carte, un badge ou alors une étiquette. Dans le secteur de la mode par exemple, elle peut être cousue sur les coutures. Il arrive même que la puce soit introduite dans le produit lui-même lors de sa conception.

Pour ce qui est de notre solution pour ULDs nous allons utiliser des puces RFID de type UHF imprimées sur des étiquettes adhésives.

#### II.4.4.2 Comment fonctionne un Système RFID UHF ?

Le lecteur émet des ondes de radio à des fréquences concrètes à travers des antennes RFID. Les ondes donnent de l'énergie aux tags pour qu'ils puissent se communiquer en émettant un ID unique. Ils n'ont pas besoin de batteries et peuvent être utilisés pendant de nombreuses années. Le lecteur traite les données pour nous permettre de les intégrer dans notre application et leur donner un sens. La plage de lecture typique est de 0-14 mètres. Les systèmes RFID UHF Gen2 se composent de : lecteurs, antennes, imprimantes et tags ou étiquettes RFID.

#### II.4.4.3 Antennes RFiD

Les Antennes RFID sont chargées d'émettre et de recevoir les ondes qui nous permettent de détecter les puces RFID. Lorsqu'une puce RFID croise le champ de l'antenne, celui-ci s'active et émet un signal. Les antennes créent différents champs d'onde et couvrent différentes distances.

**Type d'Antenne :** Les antennes de polarisation circulaire travaillent mieux dans des environnements où l'orientation du tag varie. Les antennes de polarisation linéale s'utilisent lorsque l'orientation des tags est connue et contrôlée et est toujours la même. Les antennes NF (de champ proche) servent pour lire les tags RFID à peu centimètres.

**Angle d'ouverture et gain :** Utiliser des antennes avec des gains d'entre 8,5-10 dBi ou plus, nous permettra d'émettre à une puissance supérieure et d'obtenir un ratio de lecture plus grand. L'angle d'ouverture dépend de la zone que l'on souhaite aborder, par exemple : 70°, 100°, etc. Plus les antennes ont de l'ouverture, moindre est la distance de détection atteinte.

**Nombre d'Antennes :** Les lecteurs standard de haut rendement ont 2 ports, 4 ports ou 8 ports ; le nombre d'antennes est choisi normalement en fonction de l'espace de lecture que nous souhaitons détecter ou la densité de tags à lire. Habituellement on utilise des lecteurs fixes de 2 ou 4 ports. Certaines marques disposent de multiplexeurs qui nous permettent de connecter jusqu'à 32 antennes dans un même lecteur.

#### II.4.4.4 Lecteurs RfID

Les types de lecteurs sont divers ; RFID fixes, lecteurs RfID portables, lecteurs RfID pour Smartphone et lecteurs USB. Pour lire une haute densité de tags, une précision de 100 % dans la détection est nécessaire.

Les meilleurs lecteurs RFID fixes sont : Impinj R420 / ThingMagic M6e / Zebra FX9500

Et pour les lecteurs portables : Zebra MC9190 / Impinj AB700 / Zebra RFD8500

Pour les choisir, nous devons considérer divers facteurs :

**Zone de lecture :** Les lecteurs fixes servent principalement pour couvrir une zone concrète : le passage par la porte écore, dans une bande transporteuse, dans un chariot « dolly », etc. Les lecteurs mobiles nous permettent de lire pendant que nous sommes en mouvement et ainsi de réaliser des inventaires ou de chercher des tags RFID que nous ne trouvons pas.

**Ratio de lecture :** La puissance d'émission et la capacité de lecture sera influencée par le nombre de tags à détecter en un temps concret. Les applications plus complexes sont celles où il y a beaucoup de densité de tags, liquides ou produits métalliques. La puissance de lecture maximale est marquée par la régulation permise dans chaque pays ou zone selon le type de fréquence (ETSI, FCC).

**Le type de lecteur RfID :** Le doute est souvent de choisir entre un lecteur fixe ou un lecteur portable. Ce facteur dépend de l'application. Par exemple, si nous sommes dans un magasin ou un entrepôt où nous avons besoin d'effectuer des inventaires, et pour le faire nous devons être en mouvement, il sera plus convenable d'utiliser un terminal portable. Si la zone de lecture est fixe ; ce qui est notre cas, il est plus convenable d'installer un lecteur couvrant la zone et automatiser la tâche. Par exemple, pour détecter des palettes ou des produits dans des zones d'expédition.

**Lecteurs RFID UHF USB :** Ils donnent un très bon résultat lorsque nous devons enregistrer ou lire une très faible quantité de tags sur des points différents durant les processus de fabrication ou pour la validation de documents dans des bureaux. Deux exemples clairs sont le Nordic Stix et le ThingMagic Lector USB.

#### II.4.4.5 Étiquette et Tags RFiD

Les facteurs essentiels sont : taille, orientation, angle de lecture, zone d'emplacement et type de puce.



Figure II 21 Etiquette tag RFiD UHF Standard

**Taille :** la taille influe pour une simple raison : plus d'antenne aura le tag RFID, meilleures seront la sensibilité et la détection. La réponse du tag toujours pareille ou très similaire à chaque fois que nous le détectons nous permet de développer des applications fiables et robustes.

#### II.4.4.6 Codifier RFiD

Nous nous demandons souvent comment nous pouvons enregistrer l'information dans les tags. Avec des imprimantes RFiD, comme par exemple les Imprimantes **Zebra ZT410 0 R110xi**, nous pouvons enregistrer la puce et imprimer n'importe quel code-barres, numéro, etc. Nous pouvons également enregistrer des tags avec des lecteurs USB, des lecteurs fixes ou des lecteurs portables. Mais où enregistrons-nous l'information ? Normalement, lorsque nous lisons les tags, les EPC ou les TID se lisent. Les TID ne sont pas modifiables et sont composés d'un numéro unique provenant de l'usine. L'espace EPC : Electronic Product Code du tag est celui qui est enregistré, modifié et avec celui que normalement nous interagissons. Les tags disposent d'une mémoire interne (mémoire d'utilisateur) dans laquelle nous pouvons enregistrer de l'information additionnelle.

Pour notre projet de traçabilité et afin de pouvoir les localiser sur toute la station entre le AirSide et le LandSide, nous allons implémenter des puces de type UHF, que nous allons imprimer sur des étiquettes **RFID UHF standard** (860-960 MHz EPC Class1 Gen2). Ces étiquettes sont disponibles dans différents matières et adhésifs, elles sont idéales pour des imprimantes thermiques ou avec ruban de ribbon, elles disposent de mémoire EPC avec des IC Impinj Monza, NXP ou Higgs selon besoins, dotés d'option de système EAS (Emergency Alert System) sur des matériaux divers (papier, papier cartonné, polyamide, polyéthylène, etc.) avec une variété d'adhésifs (permanent, amovible, pour liquides, etc.)

La RFiD UHF est conçue pour être réutilisable même dans des environnements de travail hostiles et peut donc supporter de hautes températures ou même un travail en chambres froides. Les étiquettes sont toutes numérotées et conformes à la réglementation EPC, UHF Gen 2 et ISO 18000-C.

## II.4.5 Implémentation KPIs stockage

Nous avons ainsi implémenté de nouveaux indicateurs de performances concernant le stockage des ULD reçus :

| STOCKS ULD   |   |   |
|--|---|---|
| INDICATEUR   | FORMULE   | COMMENTAIRES  |
| <b>Coefficient de rotation des stocks</b>                    | Achat ou consommation (en quantité ou en valeur) / Stock moyen (en quantité ou en valeur)     | Ce ratio indique le nombre de fois que le stock d'un magasin se renouvelle au cours d'une période donnée. Il détermine le nombre de fois que le stock est complètement renouvelé pour calculer un chiffre d'affaire donné dans une période.     |
| <b>Consommation moyenne</b>                                  | Somme totale des consommations / nombre total des consommations                               | Quantité moyenne prélevée lors de chaque sortie de stock. Important à savoir pour arrondir d'autres ratios des stocks   |
| <b>Coût moyen d'opération</b>                                | Somme des coûts d'opération / nombre d'opérations de la période                               | Evaluation du coût moyen supporté pour réaliser une opération de magasinage (préparation des commandes, livraison...)   |
| <b>Couverture moyenne du stock (en jour/semaine/ou mois)</b> | Stock disponible (en quantité ou en valeur) / consommation moyenne (par jour/semaine/ou mois) | La couverture de stock indique le nombre de jours / semaines / ou mois de consommation auxquels le niveau de stock actuel peut faire face. Dans tous les cas, le stock et les consommations doivent avoir la même unité.                        |
| <b>Durée de rotation du stock moyen (jr)</b>                 | Durée de la période / coefficient de rotation.  | Cet indicateur permet de savoir combien de jour il faut pour écouler le stock moyen. Baisser au maximum la durée de rotation des stocks est un objectif majeur lorsqu'on gère des denrées périssables, ce qui peut s'avérer finalement coûteux. |
| <b>Durée moyenne d'opération</b>                             | Somme des temps d'opération / nombre d'opérations de la période                               | Evaluation du temps moyen mis pour réaliser une opération de magasinage (préparation des commandes, livraison...)   |
| <b>Fluidité des opérations %</b>                             | (Opérations entièrement traitées dans les temps / total opérations de la période) x 100       | Cet indicateur est calculé sur la base des temps standard d'opération ou des temps planifiés. Il s'agit de savoir la part des activités réalisées dans les délais (expéditions, réceptions, préparations des commandes...)                      |
| <b>Nombre de commandes</b>                                   | Décompte des commandes dans la période  | Une fréquence très élevée des commandes peut déclencher la révision des stocks minimum pour un article, ou révéler un problème de regroupement des postes de commande   |
| <b>Stock moyen de la période</b>                             | (stock initial + stock final) / 2   | Ce ratio indique la quantité moyenne des articles disponibles en stock durant toute la période.   |
| <b>Taux de possession des stocks %</b>                       | (Frais de possession des stocks / Chiffre d'affaires net) x 100.                              | Les frais de possession couvrent : les coûts de magasinage (loyer et entretien des locaux, assurance, frais de personnel et de manutention, gardiennage, électricité... etc.)   |
| <b>Valeur des consommations</b>                              | Quantité totale consommée par référence x Prix unitaire                                       | Valeur des quantités prélevées dans la période. Peut être évaluée sur la base du PMP, du prix d'achat ou du prix de vente en fonction du type de magasin.   |

Table 34 KPI stockage

## II.4.6 Plan virtuel (Virtual Map)

Après avoir créé un inventaire in/out des ULDs sur la station d'Alger ainsi que l'implémentation de puces RFID sur ces derniers pour faciliter leur localisation, il nous est possible de concevoir un plan virtuel dans le but de rendre l'utilisation de nos solutions sur les ULDs plus ergonomique et accessible pour répondre à n'importe quel niveau de compréhension.

Le plan sera sous la forme d'une carte de la station d'Alger avec des repères pour les différents parcs d'entreposage d'ULDs, dans notre exemple nous avons introduit le plan de la Station ALG et avons disposé les RFID Reader sur tous les check-points de nos itinéraires tracma :

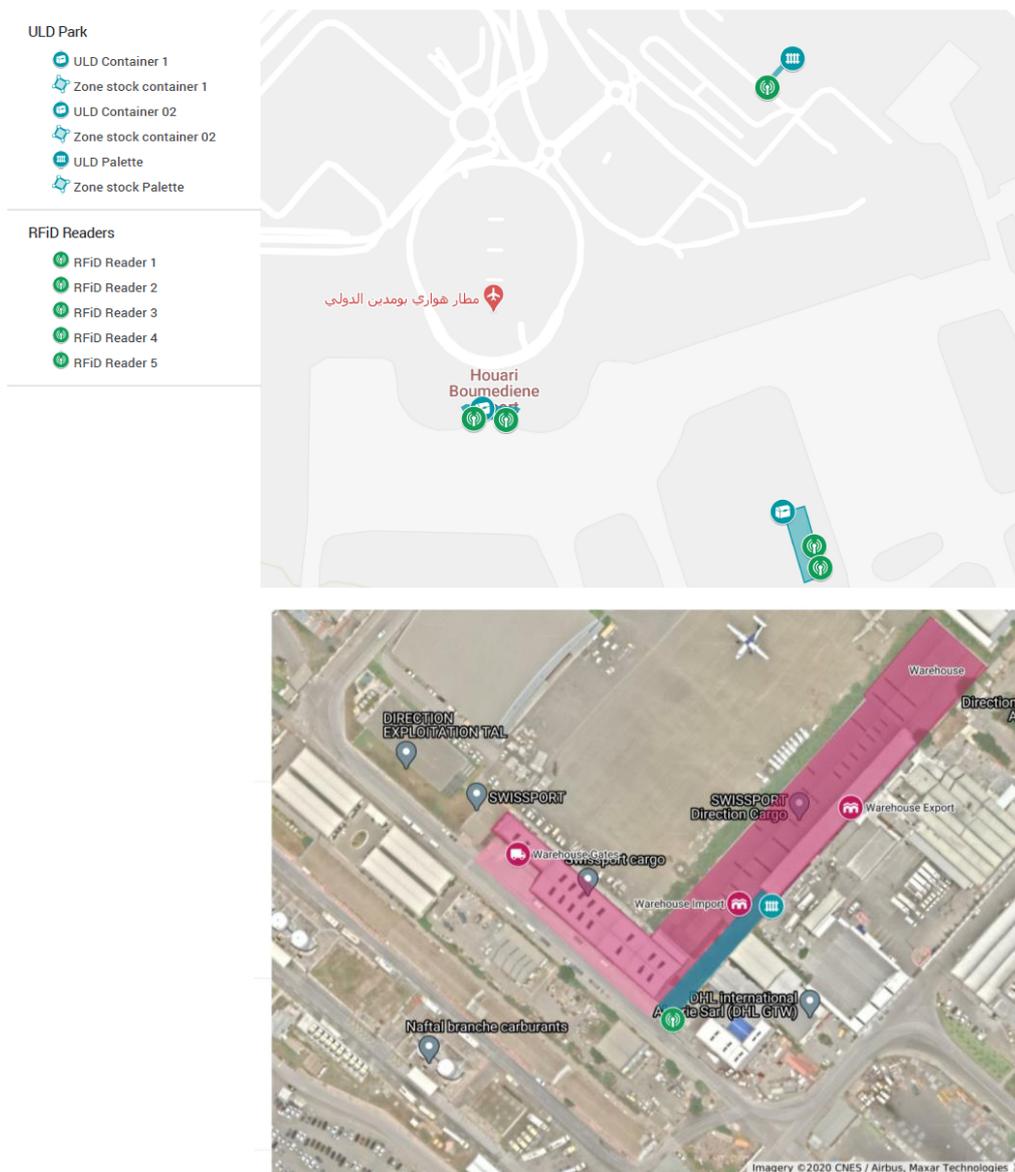


Figure II-103 Plan de disposition des antennes de lecture RFID

## II.5 Solutions optimal turn-around

### II.5.1 Problématique

Nous avons constaté lors de notre analyse que 80% des retards de vols sont causés par 20% des processus du turn-around, donc même si l'on digitalise l'entrepôt et que l'on identifie et trace nos les ULDs, l'amélioration des performances logistiques en terme de retard de turn-around réside dans nos équipements, ce sont eux qui consomment le plus de ressources et sont primordiaux au traitement du fret aérien tout au long de la chaîne. Afin de remédier à cela, nous allons faire en sorte de réguler leur rotation en permettant une meilleure allocation équipements/aéronef et de réduire leur consommation en énergie tout en maximisant leurs tournées.

**Actuellement :** l'allocation des équipements pour le traitement d'un vol se fait de manière totalement aléatoire (se référant uniquement au type d'appareil), ce qui fait que peu importe le volume en passagers (bagages) et en fret (ULD) à recevoir ou à expédier, le nombre de véhicules alloués par le service RAMP est pratiquement le même, et parfois même réduit dans le cas du traitement de plusieurs vols en même temps.



Figure II-118 Plan de l'itinéraire d'un tracma entre le

**Les contraintes :** Chaque compagnie dispose d'une durée de turn-around limitée, qui est négociée sous contrat et qu'il ne faut absolument pas dépasser sous peine de pénalisation financière et d'impact sur les autres stations, dans le cas contraire et si les causes du retard se trouvent être liées aux services du Ground-Handler, l'entreprise concernée sera alors pénalisée et devra payer des indemnités conséquentes pour lesquelles chaque seconde équivaut à de l'argent, ce qui rend l'optimisation du turn-around chose primordiale. Le risque de retards est d'autant plus élevé quand plusieurs vols doivent être traités en même temps, les équipements GSE se retrouvent alors dispatchés de manière très aléatoire, avec comme seul objectif la priorisation du traitement des passagers et de leurs bagages ce qui engendre une négligence totale du fret, qui est traité en dernier lieu avec un grand risque d'endommagement des marchandises.

## II.5.2 Optimisation heuristique

**Besoin :** Le temps de traitement des vols est respecté en termes de performances externes, c'est-à-dire que les ULDs sont déchargés de l'avion et que le vol sur l'ERP est considéré comme traité ce qui donne un bon résultat statistique en suivant les KPIs mais en réalité ces ULDs restent sur la piste et ne sont pas transférés vers l'entrepôt à cause de l'indisponibilité des véhicules de traction et tant que la priorité reste pour les ULDs bagage, les ULDs contenant du fret doivent attendre la fin du traitement des bagages pour être transférés, ce qui peut causer plusieurs dommages de marchandises liés à l'environnement hostile de la piste (intempéries en hiver et forte chaleur et exposition au soleil en été).

Il faut savoir que comme certaines compagnies programment leurs vols en même temps, et que les pannes surviennent sans prévenir, il est préférable d'avoir une quantité d'équipement pour chacune des tâches afin d'avoir la possibilité de traiter plusieurs vols en même temps.

**La solution :** L'idée de la solution est donc de créer une procédure de collecte et stockage de données pour un besoin de Business Intelligence afin de pouvoir calculer le besoin en véhicules pour chaque vol d'après le flux, le volume du fret en ULD et la charge de ces derniers en optimisant au maximum la tournée des véhicules et en minimisant la consommation en énergie.

La méthode heuristique traitera une liste de fournisseurs (service RAMP), une liste de client (Aéronefs), les distances entre le départ/chargement/déchargement (parc-quai-entrepôt), la charge à transporter (nombre d'ULD) et la priorisation de chaque expédition (bagage puis fret périssable puis fret général).

**Les clients :** Considérons le pire cas (worst case), un traitement hebdomadaire de 4 vols en même temps, 4 appareils différents de 4 compagnies aériennes qui vont représenter nos clients et donc la demande de notre problème, à savoir :

| Carrier | Flight | ORG | STA Time | Aircraft Type | Expected Gate | Distance (m) | ULD PAX | ULD CAO | TAT (mn) |
|---------|--------|-----|----------|---------------|---------------|--------------|---------|---------|----------|
| AF      | AF3516 | CDG | 14h30    | A310          | W20           | 2500         | 12      | 8       | 60       |
| EK      | EK757  | DXB | 12h05    | B777-300      | W06           | 1700         | 18      | 18      | 60       |
| QR      | QR1307 | DOH | 12h40    | B787-200      | W07           | 1800         | 16      | 0       | 60       |
| TK      | TK1527 | ISL | 16h      | B777-F        | Tarmac        | 1500         | 0       | 40      | 180      |

Table 35 Exemple journée avec plusieurs arrivées en même temps

L'information finale sur le vol est reçue au moment du décollage de ce dernier, et étant donné que chaque temps vol dépend de la distance entre sa station d'origine et la station d'Alger. La marge de planification en dépend grandement et donc plus la station d'origine est éloignée plus large est la marge de manœuvre.

**Lieu de mission :** Une fois atterri chaque appareil est contraint de stationner sur une place de parking différentes dépendant de la compagnie aérienne, du type de vol, de la disponibilité et du type d'appareil :

- AF étant une compagnie européenne ses vols PAX sont alloués au terminal 4 (W20) qui se trouve à plus de 2,5 km du terminal de fret
- TK possédant un permis de vols cargo, ses vols CAO sont donc alloués au tarmac qui se trouve à seulement 1.5 km du terminal de fret.

**Les fournisseurs :** Le service RAMP dispose de deux parcs véhicules au niveau des terminaux et du GSE, et d'un parc pour dollies pas loin du tarmac, ainsi que d'un site de récupération des ULD à exporter au niveau de l'entrepôt, nos fournisseurs sont donc :

| Equipement  | Quantité | Parc depart | Refueling    |
|-------------|----------|-------------|--------------|
| Tracma BTU  | 17       | GSE         | GSE / NAFTAL |
| LDL         | 5        | RAMP        | NAFTAL       |
| MDL         | 2        |             |              |
| Dollies PDT | 88       | Tarmac      | N/A          |
| ULD         | Random   | Warehouse   | N/A          |

Table 36 Equipements nécessaires pour traitement ULD

**Les contraintes :** Les contraintes dans le milieu de l'aérien se concentre essentiellement sur l'aspect temps, le reste se résume entre ceux liés à la capacité, à la dépendance à des tiers ou à la sécurité, ce sont donc des facteurs à prendre en considération :

- Contrainte de dépendance : La station AHB ne dispose que d'un seul point de refueling diesel/elec
- Contrainte de temps : Chaque vol doit être traité dans le respect du TAT :

$$\sum_q^n \sum_t^{TAT} (X_R - 1) \times DT_q \leq TAT$$

- Contrainte de sécurité : Un tracma doit tracter 4 dollies au maximum par expédition :

$$E = \left\lfloor \frac{\sum ULD}{4} \right\rfloor \quad \text{avec} \quad E = \text{nombre total des expéditions}$$

- Contrainte de capacité : SWP dispose de 17 BTU dont 7 sont inactifs :

$$\sum_R^{Rmax} X_R \leq Rmax \quad \text{avec} \quad 0 < R < Rmax = 10$$

**La fonction objectif :**

$$\text{Min } Z = \sum_t^{TAT} \sum_q^n \sum_R^{Rmax} CT_q^t \times (X_R - 1) + CP_q^t \times Y_R$$

### II.5.3 Planification tracma/ULD

**Le besoin :** Le tracma est un véhicule primordial dans la chaîne logistique du fret aérien, c'est lui qui permet l'acheminement du fret à partir de la zone de stationnement de l'aéronef jusqu'à l'entrée de l'entrepôt. Malheureusement dans les aéroports algériens (AHB y compris) l'infrastructure aéroportuaire n'est pas adaptée à la fluidité des tournées des véhicules et ne dispose pas d'un plan normalisé avec Air Side et Land Side séparés par un entrepôt mais plutôt d'un long itinéraire entre la zone Air Side (allant jusqu'à 3km) et d'une entrée entrepôt import (appelé écore) assez étroite et partagée avec la sortie de l'entrepôt export.

**La flotte :** Sachant que le service GSE dispose de **17 tracmas** dont seulement 11 sont opérationnels avec 5 tracma électriques et doivent être chargés à la station GSE (seule et unique source d'énergie électrique), que le **turn-around dure 60mn** au minimum et que le deck-loader se connecte à l'aéronef aussi tôt que ce dernier éteint ses réacteurs c'est-à-dire 5min après qu'il ne stationne sur le tarmac/quai.

**L'hypothèse :** Les tracmas ainsi que leurs chauffeurs doivent alors être préparés avec une bonne répartition des expéditions au préalable pour **optimiser** au mieux leurs tournées pour le transport du fret (sur ULD) du pied de l'avion au terminal de l'aéroport jusqu'à l'entrée de l'entrepôt en zone fret. Avec une moyenne de temps d'environ 12mn pour un aller-retour avec 3mn pour l'accrochage des dollies vides, décrochage dollies remplis.

**Itinéraire tracma :** L'itinéraire de chaque tracma dépend de la position de stationnement de l'aéronef car chaque place de parking est dédiée à un certain type d'appareil pour une certaine liste de compagnies aériennes, de manière plus générale l'aéroport est divisé en deux : une moitié pour les compagnies algériennes et l'autre moitié pour les compagnies internationales. On peut donc calculer l'itinéraire complet de l'entrepôt jusqu'au dernier quai (W24) qui s'étend sur 3 kilomètres et passe par les 24 quais ainsi que les 4 positions du tarmac.

**Planification tracma :** Nous allons prendre le pire cas d'étude et y appliquer notre planification, pour que dans un cas moins contraignant la solution apportée soit efficace

Digramme de Gantt : Suivant un processus de tournée véhicules avec les contraintes de temps, de capacité et du travail à risque réduit pour ce qui est des accidents ainsi que des erreurs, le tout en optimisant la rotation sans qu'il n'y ai de gap

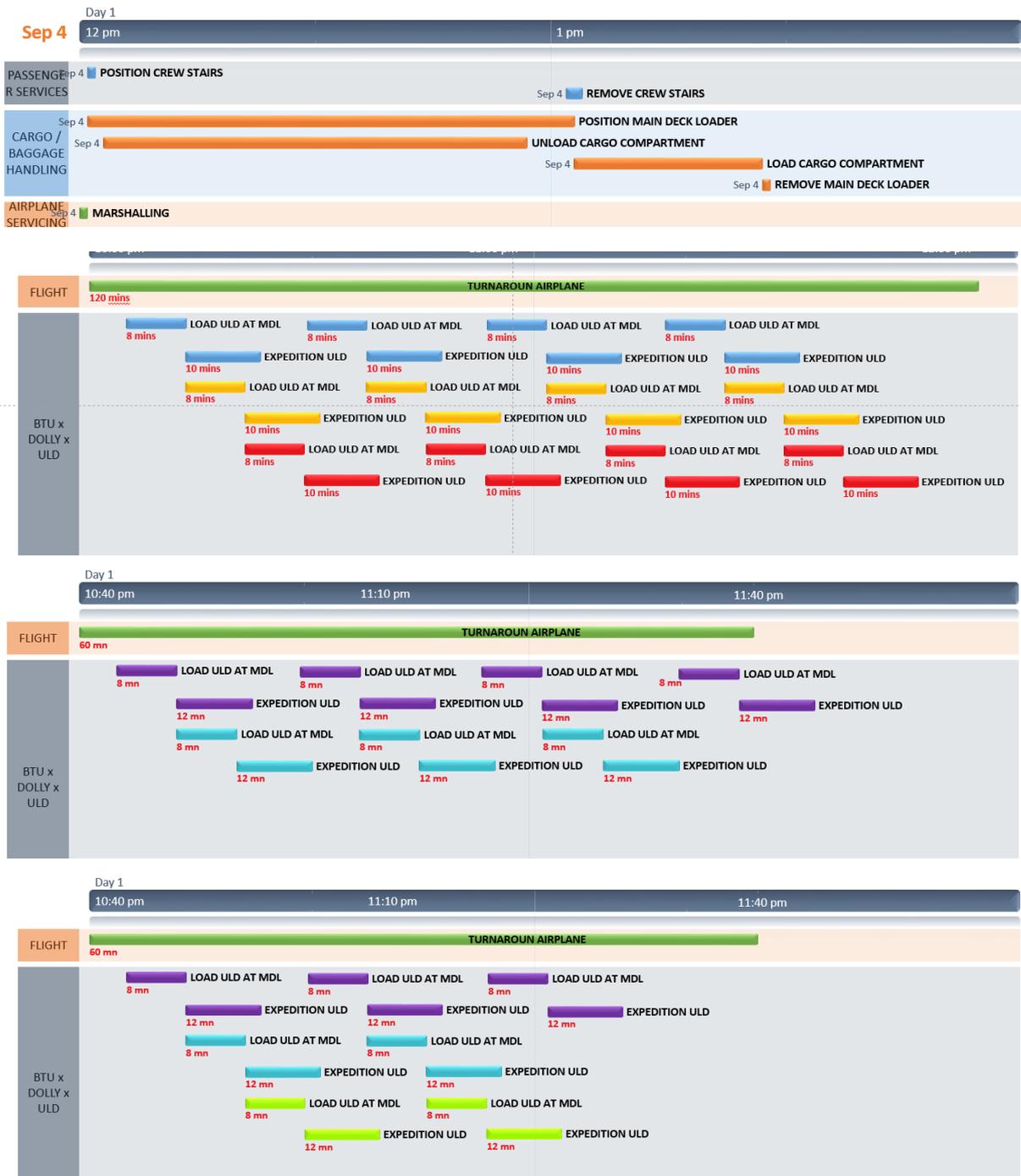


Figure II-22 Diagramme de Gantt pour Tracma

**Logique de l’algorithme :** l’algorithme pour les prises de décisions sur les tracma va donc suivre cette logique :

```

import tracma availability table      #in case some are down#
import ULD table                     #list of ULDs to receive in today flights#
import GSE Energy table              #table of energy needs by vehicles and distances#
since exped_time=10mn                #average of expedition time for 1 tracma#
qnd unload_time=2mn/uld              #average of unloading time for 1 uld#

date=30/09/2020

for flight=TK6327      and      arrival_time=10h05
  if aircraft_type=B777-F
    expected_parkzone=tarmac

    nb_uld=28                                #from uld table#
    nb_exped=(nb_uld)/4=(28)/4=7            #number of expedition#
    total_unload_time=(nb_uld)*(unload_time)
    |                                     =(28)x(2)=56mn                #total uld unload time#
    import_time=(exped_time)+((unload_time)*4)
    |                                     =(10)+((2)*4)=18mn                #import time for 1 tracma#
    total_exped_time=(nb_exped)*(exped_time)
    |                                     =(7)*(10)=70mn                #total expedition time#
    nb_tracma=|(import_time)*(nb_exped)|/(total_unload_time)|
    |                                     =|((18)*(7))/(56)|=|2.25|=3        #nombre de tracma#

for flight=QR1379      and      arrival_time=10h30
  if aircraft_type=B777-200
    expected_parkzone=w06/w07

    nb_uld=6                                #from uld table#
    exped_nb=(nb_uld)/4|=|(6)/4|=|1,5|=2    #number of expedition#
    total_unload_time=(nb_uld)*(unload_time)
    |                                     =(6)x(2)=12mn                #total uld unload time#
    import_time=(exped_time)+((unload_time)*4)
    |                                     =(10)+((2)*4)=18mn                #import time for 1 tracma#
    total_exped_time=(exped_nb)*(exped_time)
    |                                     =(2)*(10)=20mn                #total expedition time#
    nb_tracma=|(import_time)*(exped_nb)|/(total_unload_time)|
    |                                     =|((18)*(2))/(12)|=|2.25|=3        #nombre de tracma#

print “you will receive &/nb_uld on flight &/flight

```

## II.5.4 Perspective méta-heuristique

**Le besoin :** Comme le souligne Pierre Corre, directeur associé de CPV associés : « Il faut agir sur l'ensemble de la chaîne logistique en optimisant les approvisionnements, les flux logistiques, les activités ou la localisation des sites d'entreposage, voire le positionnement des sites de production. » C'est pourquoi nous montrons un intérêt à la minimisation de la consommation en énergie tout en augmentant la rotation des équipements comme perspective pour compléter notre solution.

**Les contraintes :** Les statistiques de rotation et allocation GSE sont très peu fiables et même quasi indisponibles, ces derniers étant dans l'obligation d'être exploités aléatoirement ils enregistrent une forte consommation en énergie, malheureusement les données de consommation aussi ne sont pas disponibles dans leurs exactitudes à cause de leur relation à d'innombrables facteurs tel que : le nombre de vol par jour, le type d'aéronef à traiter, le nombre de passagers et d'ULDs par vol, la disponibilité des véhicules (opérationnels ou pas)...etc.

**La solution :** La méthode méta-heuristique sera orientée vers deux objectifs contradictoires, elle traitera la réduction de la consommation en énergie et en maintenance des équipements et augmentera les rotations de véhicules entre nos différents points de :

- 1- Départ des différents GSE des parcs de stationnement
- 2- Connexion GSE sur aéronef
- 3- Déchargement cargo
- 4- Transfert cargo import vers entrepôt
- 5- Transfert cargo export vers aéronef
- 6- Chargement cargo
- 7- Déconnexion GSE
- 8- Retour parcs de stationnement
- 9- Refueling

## II.5.5 Implémentation KPIs transport

Après avoir optimiser la tournée des véhicules nous devons mesurer leurs performances c'est pourquoi nous avons implémenté de nouveaux indicateurs dans les activités de transport :

| TRANSPORT GSE                              |  |  |
|--|--|--|
| INDICATEUR                                 | FORMULE  | COMMENTAIRES   |
| <b>Consommation de carburant au 100 KM</b> | Quantité totale de carburant consommée / distance totale parcourue en km   | Permet de suivre la variation des consommations de carburant, afin de déceler des pics.  |
| <b>Coût moyen d'opération</b>              | Somme des coûts d'opération / nombre d'opérations de la période  | Evaluation du coût moyen supporté pour réaliser une opération dans les transports (passage à quai, chargement / déchargement, livraison)   |
| <b>Durée moyenne d'opération</b>           | Somme des temps d'opération / nombre d'opérations de la période  | Evaluation du temps moyen mis pour réaliser une opération dans les transports (passage à quai, chargement / déchargement, livraison)   |
| <b>Fluidité des opérations %</b>           | (Opérations entièrement traitées dans les temps / total opérations de la période) x 100  | Cet indicateur est calculé sur la base des temps standard d'opération ou des temps planifiés. Il s'agit de savoir la part des activités réalisées dans les délais  |
| <b>Niveau de service par véhicule</b>      | Valeur, tonnage, volume, quantité, distance ou temps effectivement réalisé dans la période   | Le niveau de service des véhicules peut être croisé par zone, par groupe de chargement, par famille de produit ou toute, statut des documents, autre caractéristique   |
| <b>Coefficients de transport</b>           | Liste des coefficients   | Seuil de rentabilité (en valeur et en KM), grille des coûts kilométriques par desserte   |
| <b>Taux de litiges %</b>                   | (Nombre de litiges / Nombre total d'affaires réalisées) x 100  | Cet indicateur peut être présenté par catégorie de litige, par zone de transport, par client...  |
| <b>Taux de remplissage par véhicules %</b> | (Quantité ou volume total chargé / capacité théorique totale de la période en quantité ou volume) x 100  | Capacité théorique totale = capacité théorique x nombre de voyages. Le taux de remplissage des véhicules peut être croisé par zone de transport, par groupe de chargement, par famille de produit ou toute autre caractéristique |
| <b>Taux de service des véhicules %</b>     | (Valeur, tonnage, volume, quantité, distance ou temps effectivement réalisé / Valeur, tonnage, volume, quantité, distance ou temps totale de la période) x 100 | S'applique à différents objets de mesure dans les transports (voyageurs, fret en volume, en tonne ou en nombre de colis, voyages, distances...)  |
| <b>Taux de transport à vide %</b>          | (Nombre de km à vide / nombre total de km réalisés durant la même période) x 100   | C'est indicateur a pour vocation d'optimiser l'exploitation du véhicule en réduisant au minimum possible les temps de circulation à vide (acquisition de fret retour par exemple)  |
| <b>Traçabilité des véhicules</b>           |  | Position ou répartition géographique des véhicules utilisés  |

Table 37 KPI Transport

## II.6 Résultat et verdict

### II.6.1 Résultats de l'optimisation

#### II.6.1.1 Entrepôt performant

Un développement local a permis de mesurer les résultats des différentes solutions proposées et cela au sein de l'organisme d'accueil et sur leur propre ERP. La digitalisation de l'entrepôt a permis de supprimer certaines opérations, de rentabiliser les coûts des ressources d'entreposage et de réduire au maximum le taux des litiges et des erreurs :

- Les opérations manuelles de localisation des positions vides à l'import et des colis entreposés à la livraison ont été supprimé et un système algorithmique totalement autonome a permis de palier à cela en quelques secondes, ce qui a réduit le temps de traitement de 30mn par LTA, l'opération est donc passée de 60mn à 40mn entre les performances AWR et DLV (séjournèrent et visite non-compris)
- La prise de décision quant aux à l'entreposage préférable par type de fret (SHC) a été totalement automatisée, ce qui a réduit le taux d'erreur et a ainsi apporté une meilleure fiabilité et respect total de la chaîne du froid (le temps de traitement des produits périssables par exemple a été optimisé)
- La gestion logistique des positions vides et préférables pour chaque LTA peut donc être établie en des temps records et au moindre coûts et cela des heures avant la réception du fret du pays d'origine
- La gestion logistique de l'entrepôt en temps réel lors de la livraison se fait de manière fiable en très peu de temps et donc en consommant un minimum de ressources

| Opération                            | Durée opération | Marge                   |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Choix position préférable            | 10s             | Durée de l'heure de vol |
| Localisation position vide           | 10s             | Entre chaque vol        |
| Localisation position pour livraison | 10s             | Après facturation       |

Table 38 Durée des opérations entrepôts (résultat)

#### II.6.1.2 Opérations ULD performantes

La numérisation du reporting et du tracking des ULD a permis de supprimer certaines opérations, de minimiser les risques d'endommagement mais aussi de réduire à zéro le risque d'erreur lors du reporting, ce qui a engendré une augmentation de la fiabilité des services et ainsi de la satisfaction des compagnies aériennes et cela se résume sur ce qui suit :

- Les opérations manuelles de manutention lors de la localisation des ULD ont totalement été supprimées grâce à l'implémentation de la technologie RFID qui permet d'obtenir des informations

plus fiables avec zéro ressources en équipements et en opérateurs humains et donc à moindre risques d'endommagement

- L'opération d'identification et de reporting a été totalement automatisée grâce à une logique algorithmique qui puise l'information des entrées (ULD import) et en soustrait les sorties (ULD export) afin d'obtenir un rapport fiable à 100% de la flotte disponible sur la station (ULD inventory)

| Opération                       | Durée | Marge                           |
|---------------------------------|-------|---------------------------------|
| Identification ULD vides        | 30s   | A chaque arrivée d'information  |
| Localisation ULD sur la station | 120s  | A chaque arrivée ULD            |
| Reporting inventaire ULD        | 60s   | A la demande compagnie aérienne |

Table 39 Durée des opérations ULD (Résultat)

### II.6.1.3 Turn-around cargo performant

Notre solution d'ordonnement a donc permis d'optimiser le temps d'escale (turn-around) avec une meilleure planification du dispatch des véhicules ce qui induit une réduction de la consommation en énergie et la période de maintenance, le turn-around est donc réalisé dans de meilleurs délais, dans le respect de l'environnement et à moindre coût.

- La numérisation de la planification des tournées des véhicules (tracma essentiellement) a permis d'optimiser et de fluidifier au maximum les opérations d'affectation des équipements pour le traitement de chaque vol par degré d'importance le tout en respectant à 100% les délais de turn-around avec des performances plus élevées en terme de retard et d'écologie, et cela se résume dans ce qui suit :
- L'application d'une logique algorithmique heuristique grâce à un programme complexe d'optimisation a permis ; même dans le pire des scénarios, d'avoir une répartition et une tournée optimales des véhicules et équipements qui traitement le fret ce qui a réduit le risque des retards de vols à 80% et la consommation des ressources énergétiques à leur minimum.

#### Analyse de complexité :

Par rapport à la recherche, nous avons constaté que plusieurs articles de recherches approfondies traitent le sujet de l'optimisation des véhicules, une problématique np-difficile qui nécessitent l'application des outils d'aide à la décision (ex : méta-heuristique). Comme dans notre cas c'est une partie considérable mais non pas totale du projet nous avons préféré utiliser des règles d'ordonnement pour améliorer la planification des routages de véhicules et de soumettre la problématique ; en vue de sa complexité, comme thèse de doctorat.

### II.6.1.4 Les coûts à minimiser

- **Les coûts directs** : sont des coûts explicites de consommation en ressources humaines et énergétiques qui sont minimisés grâce à nos solutions de digitalisation des opérations et la suppression de plusieurs tâches non performantes :

| Solution                 | Opération                            | Coût unitaire (DZA/Unit) | Volume unit/an (PCS/ULD/BTU) | Coût économisé (DZA) |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------|
| Digital Warehouse (LTA)  | Localisation position vide           | 10                       | 1 220 000                    | 12 200 000           |
|                          | Localisation position pour livraison | 10                       | 1 220 000                    | 12 200 000           |
|                          | Opérateur par groupe (cross-docking) | 1000                     | 1080                         | 1 080 000            |
| Tracking ULD             | Identification ULD vides             | 5                        | 30 000                       | 150 000              |
|                          | Localisation ULD sur la station      | 20                       | 30 000                       | 600 000              |
|                          | Intervention opérateur humain        | 1000                     | 360                          | 360 000              |
| Optimal Turnaround (BTU) | Refueling véhicule BTU               | 1500                     | 3600                         | 5 400 000            |
|                          | Maintenance GSE                      | 20.000                   | 20                           | 400 000              |

Table 40 Les coûts à minimiser (Résultat)

- **Les coûts indirects** : sont des coûts cachés qui concernent relativement les indemnités liées à l'endommagement des équipements et ULD, la détérioration et périssabilité des colis (chaîne du froid) et les retards de vols :

| Solution           | Opération  | Raison indemnisation   | Coût   |
|--------------------|--|--|--|
| Digital Warehouse  | Entreposage fret périssables (ULD Reefer)  | Non-respect de la chaîne du froid avec détérioration et périssabilité des produits | Valeur marchande des produits périssables                |
| Tracking ULD       | Minimisation de la manutention lors de l'identification et la création de stacks | Endommagement et perte ULD   | Valeur de l'ULD par type et année de mise en circulation |
| Optimal Turnaround | Optimisation du dispatch et de la tournée des véhicules (notamment tracma BTU)   | Retards de vols à cause des opérations liés au cargo                               | Valeur totale des coûts dépensés après heure STD         |

Table 41 Les coûts indirects à économiser (Résultat)

Certains résultats ne sont pas quantitatifs mais plutôt qualitatifs, notamment en ce qui concerne la satisfaction des clients (compagnie aérienne) avec une meilleure prestation suite à la réduction des dommages (ULD et Chaîne du froid) et l'augmentation de la fiabilité des rapports

## II.6.2 Implémentation et standardisation

### II.6.2.1 Standardisation des opérations

Le projet ayant pour but l'optimisation des performances du fret aérien, et cela au sein d'une entreprise de ground-handling. Ainsi, le développement de nos solutions d'optimisation et leur présentation aux managers les a fait prendre conscience de l'importance des améliorations enregistrés et de leur impact sur les performances logistiques de l'entreprise.

Nous avons appliqué nos solutions aux différentes opérations de l'organisme d'accueil, pour cela nous avons créé des LOPs (Local Operation Procedures) à travers un développement local de l'ERP utilisé (CargoSpot) et de l'implémentation de nouveaux processus opérationnels qui répondent à une logique d'IoT (Internet of Things), le tout étant mesuré avec des nouveaux indicateurs de performances.

La digitalisation de l'entrepôt, l'implémentation de systèmes de création d'inventaire, de traçage des ULDs, ainsi que l'application d'algorithmes de rotations optimales des équipements, peuvent réellement améliorer les différentes opérations de ground handling et ainsi optimiser de 60% la chaîne du fret aérien. Le projet au sein de l'entreprise avait mis la lumière sur le besoin d'acquérir de nouveaux standards de manœuvre à niveau local et cela pour chacune des procédures qui concernent nos solutions, c'est ce qu'on appelle des **LOPs : Local Operation Procedures**. Certains LOPs ont donc été établies, notamment en ce qui concerne la notion de **preferred location** et la solution de **l'inventaire des ULDs** palettes et conteneurs frigorifiques sur la station d'Alger.

Nous avons établi grâce à nos solutions une connexion entre les différentes opérations afin d'avoir une fluidité de travail et cela peu importe le nombre des services qui interagissent le long de la chaîne. Avec un entrepôt digital, un système de localisation et une bonne rotation des véhicules, le tout créant de nouvelles données plus fiables dont les performances seront mesurées par des KPIs qui sont passibles d'aider à la prise de nouvelles décisions stratégique en mode Real Time Monitoring.

### II.6.2.2 Preferred Location

En ce qui concerne la procédure de détection des positions préférées pour nos colis, l'ERP a été développé à un niveau locale afin d'introduire la notion de « preferred location » sur 6 types de produits, à savoir le fret de la chaîne du froid, le fret dangereux, le fret diplomatique, le fret de valeur, la dépouille humaine...etc. Grâce à cette standardisation de l'identification des positions, l'agent exécutif sera alerté par une notification sur l'interface import dans la case **Preferred Position** avec et transmettra une liste aux agents de manutention :

| SHC | PREFERRED LOCATION | POSITION  |     |
|-----|--------------------|---|-----|
| CRT | COL                | A introduire d'après la liste des chambres vides entre COL1 et COL9 |     |
| COL |                    |   |     |
| ERT |                    |   |     |
| FRO | FRZ                | FRZ   |     |
| ICE |                    |   |     |
| RRY | DG                 | DG7   |     |
| RGX |                    | DG2   |     |
| RCL |                    | DG3   |     |
| RCM |                    | DG7   |     |
| RCX |                    | DG8   |     |
| RDS |                    | DG5   |     |
| REQ |                    | DG4   |     |
| REX |                    | DG7   |     |
| RFG |                    | DG9   |     |
| RFL |                    | DG9   |     |
| RFS |                    | DG9   |     |
| RFW |                    | DG9   |     |
| DIP |                    | DIP   | DIP |
| HUM |                    | EIM   | EIM |
| VAL | CAGE               | CAGE  |     |

Table 42 Exemple de notion preferred location

Le temps d'identification du fret sera optimisé et l'erreur d'entreposage sera donc minimisée au maximum tant que l'intervention humaine ne sera nécessaire que pour une confirmation visuelle en suivant le labelling (les tags et étiquettes de packaging). La création du processus LOP se résume en :

- Étape 1 : Sélection du SHC à traiter qui est déjà implémenté dans CS
- Étape 2 : Création et implémentation d'une nouvelle position dans la base de donnée CS
- Étape 3 : Cross-checker chaque SHC avec une position préférable
- Étape 4 : Implémentation du nouveau processus d'identification des positions fret spécial

**Implémentation du LOP :**

Figure II 23 Capture LOP preferred location

Après la création d'un code pour une position en entrepôt import, l'implémentation d'une position préférée sur CargoSpot se fait en sélectionnant un SHC (VAL) et d'y attribuer une proposition de position préférée (CAGE), cette opération est aussi rendue possible pour l'entrepôt export.

Après la réception d'un FFM d'un vol import, une case (Preferred Location) affiche alors le code de la position préférable pour cette LTA

Une fois que l'agent de manutention est fini l'entreposage des LTA d'un vol et que ce dernier soit accepté, l'agent d'exploitation peut à son tour vérifier la conformité des positions réelles avec les positions proposées par CargoSpot

|  | Action | Location | Prefer | Nature Goods         |
|--|--------|----------|--------|----------------------|
|  | IMP    | C82      |        | SUPPLIES TOOLS CABLE |
|  | IMP    | DG3      | DG3    | CHEMICALS ACETATO BU |
|  | IMP    | DG9      | DG9    | ADDITIVE             |
|  | IMP    | DG3      | DG3    | MATERIAUX DE CONSTRU |
|  | IMP    | DG9      | DG9    | FLAVOURING MATERIAL  |
|  | IMP    | A13      |        | MOBILE PHONE         |
|  | IMP    | PC6      |        | SPARE PARTS FOR MOBI |

Figure II 24 Capture exemple Preferred DG

Dans le cas d'un audit interne d'un des manager, un rapport peut être généré pour chacun des vols import traité afin de mesurer le respect et la conformité du suivi de la notion « preferred location »

**Preferred Locations vs Actual Location - Import**  
 Flight: TK 6111 10-Nov-2020  
 Station: ALG

Date: 11-Nov-2020  
 Page: 1  
 Oper: ALGWKES

| Awb Number   | Origin | Dest | Pieces | Preferred Location | Actual Location |
|--------------|--------|------|--------|--------------------|-----------------|
| 235-48037953 | HKG    | ALG  | 53/320 |                    | G3 (53)         |
| 235-79992816 | LHR    | ALG  | 1      |                    | PC6 (1)         |
| 235-14442886 | DUS    | ALG  | 11     | DG3                | DG3 (11)        |
| 235-14561540 | BLQ    | ALG  | 1      |                    | D371 (1)        |
| 235-53946011 | ATL    | ALG  | 1      |                    | PC1 (1)         |
| 235-48026520 | HKG    | ALG  | 1/2    |                    | C322 (1)        |
| 235-48026520 | HKG    | ALG  | 1/2    |                    | PC0 (1)         |
| 235-14205800 | BCN    | ALG  | 2      |                    | PC0 (2)         |
| 235-14205796 | BCN    | ALG  | 4      |                    | PC6 (4)         |
| 235-18001403 | HAM    | ALG  | 24     |                    | F150 (24)       |
| 235-14561562 | BLQ    | ALG  | 3      |                    | G222 (3)        |
| 235-79906746 | AMS    | ALG  | 4      |                    | PC6 (4)         |
| 235-43613780 | BKK    | ALG  | 15/31  |                    | OM234 (15)      |
| 235-43613780 | BKK    | ALG  | 16/31  |                    | OM244 (16)      |
| 235-53920270 | JFK    | ALG  | 1      |                    | J191 (1)        |
| 235-14561573 | BLQ    | ALG  | 1      |                    | PC3 (1)         |
| 235-79737291 | VCE    | ALG  | 1      |                    | I112 (1)        |
| 235-79226576 | JFK    | ALG  | 1      |                    | I281 (1)        |
| 235-53718103 | VUL    | ALG  | 2      |                    | J122 (2)        |
| 235-48029343 | HKG    | ALG  | 1/8    |                    | A10 (1)         |
| 235-48029343 | HKG    | ALG  | 2/8    |                    | A10 (2)         |
| 235-48029343 | HKG    | ALG  | 4/8    |                    | A10 (4)         |
| 235-48029332 | HKG    | ALG  | 1/4    |                    | E180 (1)        |
| 235-48029332 | HKG    | ALG  | 3/4    |                    | E180 (1)        |
| 235-48029332 | HKG    | ALG  | 3/4    |                    | PC2 (2)         |
| 235-44157374 | SIN    | ALG  | 1      |                    | PC2 (1)         |
| ---          | ---    | ---  | 1      | ---                | ---             |

Figure II 25 Capture exemple rapport preferred locaiton

### II.6.2.3 Inventaire ULD

Comme le traitement et l'entreposage des ULDs n'est que temporaire sur la station d'Alger et que ces derniers ne sont pas la propriété de Swissport, un investissement technologique pour le traçage de ces derniers n'est pas rentable pour l'entreprise mais concrètement l'implémentation de notre solution permettra à l'entreprise de rentabiliser de manière indirecte sur le long terme en évitant toute dépense inutile dans le cas de la perte ou de l'endommagement d'un ou de plusieurs ULDs. Quant à la solution d'identification automatique de l'inventaire ULD, l'entreprise a investi dans le développement d'une logique algorithmique qui : de l'ajout de l'**UCM IN (Unit Container Message)** et de la soustraction du **UCM out (Container Pallet Message)** ne garder que l'inventaire **SCM (Stored Containers Message)** réel sur la station d'ALG et cela avec zéro erreur de reporting tant que les informations sont celles de l'FFM.

Un nouveau LOP a donc été créé après avoir nettoyé la base de données en UCM IN pour chacune des compagnies dont elle traite les vols depuis 2009, une première étape lente mais primordiale.

#### Implémentation du LOP :

- Étape 1 : Nettoyage de la base de données par le manager cargo
- Étape 2 : Check minutieux sur terrain de l'inventaire réel en ULD Pallet de la station ALG
- Étape 3 : Création processus d'identification, assignation des stack et reporting du stock ULD
- Étape 4 : Implémentation du nouveau processus d'identification et reporting suivant :

UCM in > Accept Flight (Release ULD)

UCM out = (CPM) (C ULD Only) + (Stack and Empty ULD) > Departed Flight (Release ULD)

SCM (ULD inventory)

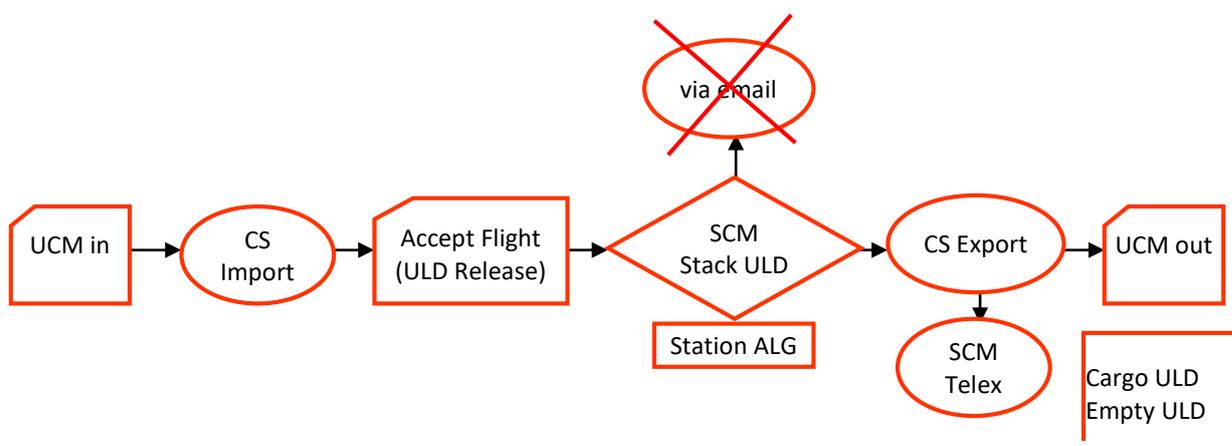


Figure II 26 Shéma processus inventaire ULD

L'agent d'exploitation entame une nouvelle procédure de traitement des ULDs vides et cela en rajoutant l'information sur l'inventaire à partir des données reçues UCM in depuis le manifeste import

```
UCM
TK6111/10NOV.TCLJI.ALG
IN
.PMC82731TK.PMC87263TK.PMC88245TK
.PMC81654TK.PAG23887TK.PLA31042TK
.PMC84916TK.PMC82228TK.PMC86680TK
.PAG21259TK.PAG23491TK.PAG25869TK
OUT
.N
```

Figure II 27 UCM IN (ULD import)

L'agent pourra alors créer virtuellement des stacks palettes en sélection la base (Stack) et en lui affectant les ULD (Empty), ils seront ajoutés aux ULD qui contiennent du fret export (Cargo)

|              |                   |          |    |             |         |   |
|--------------|-------------------|----------|----|-------------|---------|---|
| ULD Number:  | <b>PAG08429TK</b> | Carrier: | TK | ULD Type:   | 5W      |   |
| Destination: | ISL               | Via:     |    | Defer Dest: |         | ULD Thru <input type="checkbox"/> BUP <input type="checkbox"/> T-Uld Imp <input type="checkbox"/> Empty |
| Airport:     | ALG               | Flight:  | TK | 6397        | 11NOV20 | Assigned <input checked="" type="checkbox"/> 32234323   |

Figure II 29 Exemple création stack palette

|              |                   |          |    |             |         |   |
|--------------|-------------------|----------|----|-------------|---------|---|
| ULD Number:  | <b>PMC88166TK</b> | Carrier: | TK | ULD Type:   | 2BG     |   |
| Destination: | IST               | Via:     |    | Defer Dest: |         | ULD Thru <input type="checkbox"/> BUP <input type="checkbox"/> T-Uld Imp <input type="checkbox"/> Cargo |
| Airport:     | ALG               | Flight:  | TK | 6112        | 10NOV20 | Assigned <input checked="" type="checkbox"/> 32224054   |
| Previous:    |                   | Flight:  |    |             |         |   |

Figure II 28 Exemple assignation ULD Cargo export

Ces ULD seront alors affecté à un même vol et les informations les concernant s'envoient sous la forme d'une télex UCM OUT

```
UCM
TK6112/10NOV.TCLJI.ALG
IN
.N
OUT
.PMC06375TK/IST/X.PMC81327TK/IST/X.PMC81955TK/IST/X
.PMC82042TK/IST/X.PMC82395TK/IST/X.PMC82496TK/IST/X
.PMC82502TK/IST/X.PMC82672TK/IST/X.PMC84784TK/IST/X
.PMC84876TK/IST/X.PMC85066TK/IST/X.PMC85438TK/IST/X
.PMC85690TK/IST/X.PMC86438TK/IST/X.PMC86679TK/IST/X
.PMC86860TK/IST/X.PMC86966TK/IST/X.PMC87477TK/IST/X
.PMC87547TK/IST/X.PMC87944TK/IST/X.PMC88166TK/IST/C
```

Figure II 30 UCM OUT (ULD export)

L'inventaire des ULD vides disponibles sur la station pour chacune des compagnies aériennes sera alors généré en soustrayant le UCM OUT et en ajoutant le UCM IN pour avoir ce qu'on appelle le SCM (Stored Containers Message) qui sera communiqué aux différentes adresses concernées sous forme de message télex en un clic et sans attendre la demande de la compagnie aérienne propriétaire

```

SCM
ALG.11NOV/1300
.PAG.08026TK/08429TK/21259TK/22364TK/22607TK/23491TK
/23790TK/23887TK/25124TK/25344TK/25869TK/26346TK
/26399TK/27056TK.T14
.PLA.31042TK/31243TK/31706TK.T3
.PMC.03606TK/03723TK/03733TK/06371TK/81654TK/81866TK
/82228TK/82731TK/83008TK/83053TK/83242TK/83319TK
/83617TK/83776TK/84278TK/84473TK/84916TK/85052TK
/86680TK/86717TK/87263TK/87354TK/88245TK/88658TK
/89120TK/89428TK/89501TK/89552TK.T28

```

Figure II 31 Exemple SCM

Pour la création physique, des listes de différents stacks seront imprimés pour permettre à l'agent de manutention de suivre l'information et non plus de la créer, l'erreur de reporting sera donc réduite à zéro.

### Empty ULDs

Date Prepared: 10-Nov-2020 20:51  
Page: 1  
Prepared by: ALGHFERDI

Owner or Operator: Turkish Airlines  
Registration:

Point of Loading: **ALG** Flight No./Date: **TK 6397 11-Nov-20** Point of Unloading: **ISL**

| ULD Number        | Carrier Type | Load Ind. | Remarks                                  |
|-------------------|--------------|-----------|--|
| PAG08429TK        | TK           | 5W        |  |
| PAG21259TK        | TK           | 5W        |  |
| PAG22607TK        | TK           | 5W        |  |
| PAG23491TK        | TK           | 5W        |  |
| PAG23887TK        | TK           | 5W        |  |
| PAG25869TK        | TK           | 5W        |  |
| PAG27056TK        | TK           | 5W        |  |
| <b>PAG23790TK</b> | <b>TK</b>    | <b>5W</b> | <b>Base Unit:Gross Weight:980KG/8PAG</b> |

Figure II 32 Exemple liste stack palette (PAG) TK

**Contraintes et limitations :** ULD contenant du mail (courrier postal), ULD sandwich (quand 2 palette sont utilisé en même temps) et ULD stack (stack palettes) reçus sur un vol import ne sont pas mentionnés sur le UCM IN et doivent donc être impérativement ajouté de manière manuelle après un check visuel sur le terrain ou en suivant les instructions par email des compagnies aériennes.

**Remarque :** dans le cas du besoin d'une confirmation, un double check pourra être effectué par un agent de manutention différent du premier qui utilisera la même liste de stack pour confirmer l'exactitude des références des palettes sur les stacks créés.

## II.6.3 Création de projets et perspective

### II.6.3.1 Tracking ULD

En ce qui concerne la solution de **trace and track** ULD, **CHAMP Cargosystems** a été sélectionné aux côtés de **SITA** et **Safran Electronics & Defense** pour les IATA 2019 Cargo Innovation Awards pour leur projet Smart ULD qui offre une visibilité d'end-to-end. **Smart ULD** est une combinaison unique de technologie mobile, d'IoT et de blockchain pour augmenter la qualité de la chaîne logistique dans l'aviation en fournissant un suivi, une surveillance et une transparence à l'avance sur plusieurs opérations de fret.

La solution d'**end-to-end** commence par des capteurs certifiés aéronautiques attachés à l'ULD. Ceux-ci peuvent capturer une multitude de données de la géolocalisation, de la température, des vibrations aux chocs et à l'humidité, qui sont envoyées via un réseau étendu à **faible puissance (LPWAN)** à la plate-forme **SITA IoT**. Sur la base des informations recueillies sur la plate-forme IoT, des alertes ULD peuvent être envoyées, des listes de contrôle gérées et des attributions de tâches créées pour les conducteurs de remorqueurs, par exemple. Une application mobile basée sur iOS permet aux remorqueurs de savoir quand les ULD doivent être ramassés à partir de l'endroit et des points de livraison, les signale s'ils contiennent des marchandises dangereuses et envoie immédiatement un avertissement aux superviseurs si les ULD ont été ouverts ou endommagés.

L'équipement sera alors correctement utilisé dans le respect à 100% de toutes les procédures d'exploitation grâce à l'observation en temps réel de tous les déplacements et le transport de l'ULD ce qui permet ainsi d'éviter de graves dommages.

### II.6.3.2 Digital Warehouse

En ce qui concerne l'entrepôt, Swissport va lancer un projet de digitalisation de l'entrepôt avec l'implémentation d'un réseau Ethernet relié à un câblage en fibre fibre optique, l'achat d'imprimantes du groupe **HoneyWell** (conventionné avec **CHAMP**) pour la création de code à 2 dimensions dont la lecture se fera via des douchettes HHT (Hand Held Terminals) directement reliés à l'ERP.

Ce projet permettra de fluidifier les opérations, réduire le temps de certaines et carrément éliminer les tâches inutiles, les performances du traitement du fret aérien pourront donc réellement être optimisées et les messages FSU seront adéquats à la réalité.

### II.6.3.3 Le retour sur l'investissement

Pour la digitalisation de l'entrepôt et le tracking ULD, l'entreprise devra se procurer en réseau fibre optique, la SGSIA sera responsable de l'introduction de la fibre optique au niveau de l'entrepôt dans la zone fret de l'AHB, l'entreprise n'aura alors plus qu'à payer un abonnement et faire des extensions de câblage entre ses unités et ses serveurs pour ce qui est du réseau. Elle devra à son tour investir dans l'équipements d'écriture de tags RFiD et QR Codes, l'écriture avec des bornes et douchettes (HHT HoneyWell), l'installation de bornes de réception et transmission (antennes lecture), des boîtes de stockage et un réseau de câblage pour tous les relier, après l'investissement en installation et équipements, l'amortissement est calculé en comparant la perte en ressources avant l'implémentation du projet sur une période donnée avec les frais totaux de l'investissement. Cette même période sera celle du ROI (Retour On Investment).

*Remarque : pour l'optimisation du turn-around, l'entreprise n'a pas d'investissement à faire tant que c'est purement de la planification en ordonnancement et de l'optimisation mathématique.*

| Projet         | Investissement    | Model                  | Coût (dollar)      | ROI (jours) |
|----------------|-------------------|------------------------|--------------------|-------------|
| Digitalisation | Imprimante label  | Honeywell PX940        | \$1,794 / \$2,696  | 60          |
|                | Imprimante QRcode | Honeywell PC42t        | \$272.20           | 30          |
|                | Câblage           | Fibre optique          | \$1 / \$6 par 30cm | 60          |
|                | HHT               | Honeywell CK65         | \$2,350            | 40          |
|                | Tags codes QR     | Papier adhésif         | \$0,5              | 7           |
| Tracking       | Imprimante        | Zebra ZT410 R110xi     | \$3,584            | 120         |
|                | Capteurs          | Omron TL-Q5MC1         | \$8 / \$25         | 7           |
|                | Antenne lecture   | Impinj Speedway Rev420 | \$1,585            | 40          |
|                | Lecteur sans fil  | Honeywell IH21A0014    | \$246              | 30          |
|                | Tags RFiD         | EPC Class1 Gen2        | \$1,2              | 7           |
| Optimisation   | Planification     | 0                      | 0                  | 0           |

Table 43 Tableau des différents coûts d'investissement / Source : <https://www.barcodesinc.com/>

## II.7 Conclusion

Les performances logistiques du fret aérien au sein d'une entreprise de ground handling font partie d'un écosystème qui traite des opérations d'acheminement, de conditionnement et d'entreposage, chacune de ces opérations nécessite plusieurs tâches afin d'être réalisé à bien sous les différentes contraintes de temps, de capacité et de sécurité et cela en proposant une excellente qualité de service à la hauteur des compagnies aériennes clientes du prestataire.

Suite à l'analyse de données par la business intelligence 3 problématiques pour les 3 opérations ont été optimisés de manière à augmenter les performances et donc à consommer le moins de ressources possible en satisfaisant le plus la clientèle, des outils de numérisation et digitalisation ont donc été proposés qui ont permis d'implémenter de nouveaux LOPs au sein de la multinationale, qui vont permettre sur le long terme d'économiser en matière de coût que ce soit en direct ou en indirect, et cela sera mesuré grâce à la création de nouveaux KPIs nécessaires au suivi des opérations.

La rapidité du traitement du fret, la fiabilité des informations et la minimisation des erreurs opérationnelles ayant été garantis, une étude prochaine des performances logistiques quantitatives et qualitatives permettra de visualiser l'impact des solutions proposés notamment sur la capacité de l'entreprise de ground handling à traiter un gros volume de fret en très peu de temps et avec plus de sécurité et de fiabilité. Et une étude benchmark des différents fournisseurs en solutions digitales permettra de mesurer au mieux la nécessité d'un investissement pour un tel projet ainsi que le retour sur cet investissement en temps record.

Ces solutions ont ainsi permis de mettre le point sur de potentiels projets en perspective, qui concernent entre autre l'application des méthodes méta-heuristiques multi-objectifs et la création de plans virtuels pour la totalité des locaux d'entreposage de fret et des zones de stockage ULD et cela pour anticiper les litiges et pour travailler en real time monitoring car dans le secteur du fret aérien le temps est la notion primordiale qu'il faut maîtriser et prendre en considération en tout point.

## CONCLUSION GENERALE

La mondialisation des marchés a inclus l'Algérie dans l'industrie du transport par les airs, le fret aérien a donc pris une ampleur considérable dans l'échange de biens, surtout ce qui concerne les produits de la chaîne du froid et ceux avec une périssabilité commerciale. Pour faciliter le traitement des marchandises à l'exportation et l'importation et pour pallier aux différentes contraintes bureaucratiques, temporelles et environnementales notre projet s'est intéressé à l'optimisation de différents processus de la chaîne du fret aérien et cela au sein d'une entreprise d'assistance au sol, entre les différents services de conditionnement (ULD), d'entreposage (Warehouse) et d'acheminement des colis, entre les routes des avions, les voies

Le but à niveau micro a été d'améliorer les performances, donc de réaliser les objectifs de chaque mission en consommant le moins de ressources possible, ce qui a un impact considérable sur les coûts et en gardant la même marge de bénéfice en aura potentiellement sur la tarification du fret aérien.

Suivant les différents articles et projets économiques qui promettent de faire de la station d'Alger un Hub de transit, le but à niveau macro étant de se préparer à l'augmentation du volume des exportations, à l'avènement de futurs concurrents dans le secteur de l'assistance au sol, en garantissant une meilleure qualité de service, une clientèle fidèle et satisfaite et une grille tarifaire très compétitive, ce qui positionnera le transport de marchandises par les airs en Algérie comme une solution logistique plus accessible qui bénéficie des nombreux avantages de rapidité et de fiabilité.

Après plusieurs mois de recherche et de développement de solutions d'optimisation pour l'élaboration de ce projet de fin d'étude, nous avons eu la chance ; durant un stage pratique au sein d'un aéroport international, d'apprendre diverses notions, concepts et processus dans le secteur du fret aérien, ainsi que plusieurs outils et méthodes d'analyse et de digitalisation dans le domaine de la logistique mais surtout, de pouvoir appliquer un maximum des sciences appliquées acquises durant notre formation étudiante en génie industriel, tout cela en laissant un réel impact et une valeur ajoutée dans le monde professionnel, sur le terrain même d'un grand acteur de la chaîne logistique.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] E. Ground and H. Operations, “IATA Ground Safety Integrated Solution,” 2016.
- [2] C. Consulting, “IATA Ground Handling & Cargo Consulting.”
- [3] D. A. Tabares and F. Mora-Camino, “Aircraft ground handling: Analysis for automation,” *17th AIAA Aviat. Technol. Integr. Oper. Conf. 2017*, 2017, doi: 10.2514/6.2017-3425.
- [4] Y. Boquet, “Les hubs de fret aérien express. (Express freight hubs.),” *Bull. Assoc. Geogr. Fr.*, vol. 86, no. 4, pp. 472–484, 2009, doi: 10.3406/bagf.2009.2695.
- [5] L. Budd and S. Ison, “The role of dedicated freighter aircraft in the provision of global airfreight services,” *J. Air Transp. Manag.*, vol. 61, pp. 34–40, 2017, doi: 10.1016/j.jairtraman.2016.06.003.
- [6] A. Fremont, “Transport aérien de fret et mondialisation To cite this version : HAL Id : hal-02195049,” pp. 92–97, 2019.
- [7] P. Industrialis, “Transport et Logistique face à la mondialisation,” 2010.
- [8] A. Yuen, A. Zhang, Y. Van Hui, L. C. Leung, and M. Fung, “Is developing air cargo airports in the hinterland the way of the future?,” *J. Air Transp. Manag.*, vol. 61, pp. 15–25, 2017, doi: 10.1016/j.jairtraman.2016.09.009.
- [9] A. Adibi and J. Razmi, “2-Stage stochastic programming approach for hub location problem under uncertainty: A case study of air network of Iran,” *J. Air Transp. Manag.*, vol. 47, pp. 172–178, 2015, doi: 10.1016/j.jairtraman.2015.06.001.
- [10] E. K. Bish, “A multiple-crane-constrained scheduling problem in a container terminal,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 144, no. 1, pp. 83–107, 2003, doi: 10.1016/S0377-2217(01)00382-4.
- [11] T. Santoso, S. Ahmed, M. Goetschalckx, and A. Shapiro, “A stochastic programming approach for supply chain network design under uncertainty,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 167, no. 1, pp. 96–115, 2005, doi: 10.1016/j.ejor.2004.01.046.
- [12] Boeing, “Boeing Commercial Market Outlook 2020 – 2039,” 2020, [Online]. Available: [https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/market/assets/downloads/2020\\_CMO\\_PDF\\_Download.pdf](https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/market/assets/downloads/2020_CMO_PDF_Download.pdf).
- [13] E. Hopper and B. C. H. Turton, “A review of the application of meta-heuristic algorithms to 2D strip packing problems,” *Artif. Intell. Rev.*, vol. 16, no. 4, pp. 257–300, 2001, doi: 10.1023/A:1012590107280.
- [14] T. H. Yang, “Stochastic air freight hub location and flight routes planning,” *Appl. Math. Model.*, vol. 33, no. 12, pp. 4424–4430, 2009, doi: 10.1016/j.apm.2009.03.018.
- [15] D. Bouhnik, L. Abrams, and O. Madar, “Optimal ULD treatment algorithm as a function of the number of ULD, AWB and system constraints,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. Part F1282, pp. 124–127, 2017, doi: 10.1145/3077584.3077596.
- [16] E. K. Bish, F. Y. Chen, Y. T. Leong, B. L. Nelson, J. W. C. Ng, and D. Simchi-Levi, “Dispatching vehicles in a mega container terminal,” *OR Spectr.*, vol. 27, no. 4, pp. 491–506, 2005, doi: 10.1007/s00291-004-0194-2.

- [17] M. Schultz, "Fast aircraft turnaround enabled by reliable passenger boarding," *Aerospace*, vol. 5, no. 1, 2018, doi: 10.3390/aerospace5010008.
- [18] N. A. Kallen, "Multi-Perspective Design Fast-Track Facility Cargo Transshipment Amsterdam Airport Schiphol," no. December, pp. 1–99, 2015.
- [19] K. Wąsowska and J. Žukovskis, "Air Freight Transport in Poland," *Zesz. Nauk. Uniw. Przyr. w Siedlcach. Ser. Adm. i Zarządzanie*, vol. 50, no. 50, pp. 65–72, 2020, doi: 10.34739/zn.2019.50.08.
- [20] J. Rezaei, A. Hemmes, and L. Tavasszy, "Multi-criteria decision-making for complex bundling configurations in surface transportation of air freight," *J. Air Transp. Manag.*, vol. 61, pp. 95–105, 2017, doi: 10.1016/j.jairtraman.2016.02.006.
- [21] T. Boonekamp and G. Burghouwt, "Measuring connectivity in the air freight industry," *J. Air Transp. Manag.*, vol. 61, pp. 81–94, 2017, doi: 10.1016/j.jairtraman.2016.05.003.
- [22] F. Kupfer, H. Meersman, E. Onghena, and E. Van de Voorde, "The underlying drivers and future development of air cargo," *J. Air Transp. Manag.*, vol. 61, pp. 6–14, 2017, doi: 10.1016/j.jairtraman.2016.07.002.
- [23] IATA Economics, "Air Cargo Market Analysis - April 2020," no. November 2020, pp. 1–4, 2020, [Online]. Available: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/Air-Freight-Monthly-Analysis-Apr-2020/>.
- [24] IATA, "Air Freight Market Analysis - April 2019," no. April, pp. 1–4, 2019, [Online]. Available: <https://www.iata.org/publications/economics/Reports/freight-monthly-analysis/freight-analysis-apr-2019.pdf>.
- [25] D. Döppner, D. Schoder, and H. Siejka, "Big Data and the Data Value Chain : Translating Insights From Business Analytics Into Actionable Results – the Case of Unit Load Device ( Uld ) Management in the Air Cargo Industry," *Ecis*, no. 2015, pp. 1–11, 2015, [Online]. Available: [http://aisel.aisnet.org/ecis2015\\_rip%0Ahttp://aisel.aisnet.org/ecis2015\\_rip/7](http://aisel.aisnet.org/ecis2015_rip%0Ahttp://aisel.aisnet.org/ecis2015_rip/7).
- [26] J. Wang, H. Yin, Y. Fu, and X. Yang, "A self-adaptive load-dispatching control framework for device data accessing in IoT-based systems," *Int. J. Commun. Syst.*, vol. 30, no. 12, pp. 1–13, 2017, doi: 10.1002/dac.3260.
- [27] Hermes Logistics Technologies, "The Basic Principles of Safe Unit Load Device ( ULD ) Build-Up Contents," 2009, [Online]. Available: <http://www.hermes-cargo.com/wp-content/uploads/PDFs/ULD-Build-Up-White-Paper.pdf>.
- [28] M. Roux, *Entrepôts magasins 4* . .
- [29] L. Charlon, "Le plan de transport . L ’ amélioration de la satisfaction client et la maîtrise des coûts opérationnels au travers de la conception et mise en œuvre d ’ un plan de transport performant To cite this version : HAL Id : dumas-01454881 Présenté par : CHARLON," 2017.