



**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université Blida 1**

**Institut Aéronautique et des Etudes Spatiales**



## **Mémoire de fin d'études**

---

**En vue de l'obtention du diplôme master 2 et  
diplôme « startup » / « brevet » dans le cadre de  
l'arrêté ministériel N° 1275**

---

**Département : Navigation aérienne**

**Option : Exploitation aéronautique**

**Intitulé du Projet :**

# **«Suivi des Bagages à l'Aéroport »**

**Projet Startup présenté dans le cadre de l'arrêté ministériel "1275",  
assuré par Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales**

**Présenté par :**

*Mr Bouakkaz Rachid  
Mr Guechoud Youcef*

**Encadré par :**

*Mme Hamlati Zineb  
Mr Lebsir Abdelkadir*

**Année académique : 2022/2023**

# Remerciements

*Nous remercions avant tout ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mener ce travail.*

*Nous tenons à saisir cette occasion et adresser nos profonds remerciements et notre profonde reconnaissance à :*

*Mme Hamlati Zineb et Mr Lebsir Abdelkadir notre encadrant et co-encadrant de mémoire de fin d'étude pour leurs précieux conseils et leur orientation ficelée tout au long de notre recherche.*

*Aussi, nous tenant à remercier le personnel de la SGSIA (direction d'exploitation) pour leur aide précieuse.*

*A nos familles et nos amis qui avec leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.*

*Nos sincères remerciements s'adressent à tous ceux qui, par leurs travaux, leurs idées, leurs présentations, leurs collaborations ou leurs relectures, ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce projet :*

*A mes parents*

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

*A ma femme et mes princesses : Ilyana et Milina*

*Pour leur soutien moral de par leur amour et leur présence dans ma vie et pour ses conseils précieux qui illuminent mon chemin.*

*A toute ma famille et amis*

***Rachid***

*Je dédie ce projet :*

*A mes parents*

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

*A ma femme et mes princesses : Marwa, Maria, maram et Hala*

*Pour leur soutien moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.*

*A toute ma famille et amis*

***Youcef***

## ***Résumé***

L'objectif recherché à travers cette étude est la conception d'une application informatique qui va permettre au passager de connaître la position de son bagage et ainsi le suivre en temps quasi-réel et à des points clés (à savoir au check-in, dans l'avion, arrivé à destination...).

Pour se faire, nous avons utilisé le programme Django (pour le serveur) et flutter pour développer cette application.

Ce service donnera au client de la compagnie une tranquillité et moins de stress vis-à-vis de son bagage, donc il aura un voyage plus agréable, ceci installera une confiance (passager-compagnie et passager-aéroport) ce qui permettra d'augmenter les bénéfices de ses entreprises vu qu'elles seront privilégiées par ce même passager.

Mots clés : bagages, passagers perdu, application, aéroport, compagnie aérienne.

## **Abstract**

The objective pursued through this study is the design of a computer application that will allow the passenger to know the location of their luggage and thus track it in near real-time and at key points (namely at check-in, on the plane, upon arrival at the destination...).

To achieve this, we used the Django program (for the server) and Flutter to develop the application.

This service will provide customers of the airline with peace of mind and reduce stress regarding their baggage, resulting in a more enjoyable journey. It will establish trust between the passenger, the airline, and the airport, leading to increased profits for these companies as they will be favored by the same passengers.

**Keywords:** baggage lost, passengers, application, airport, airline.

## ملخص

الهدف المسعى من خلال هذه الدراسة هو تصميم تطبيق حاسوبي يتيح للمسافر معرفة موقع حقييته وبالتالي تتبعها في الوقت الفعلي تقريباً وفي النقاط الرئيسية (على سبيل المثال في عملية تسجيل الوصول، على متن الطائرة، عند وصولها إلى الوجهة...).

لتحقيق ذلك، استخدمنا برنامج دجانقو للخادم و فلاتر لتطوير التطبيق .

سوف توفر هذه الخدمة راحة البال لعملاء شركة الطيران وتقلل من الضغوط المتعلقة بالأمتهة، مما يؤدي إلى رحلة أكثر متعة. ستساهم في بناء الثقة بين الراكب وشركة الطيران والمطار، مما سيؤدي إلى زيادة الأرباح لهذه الشركات حيث سيتم تفضيلها من قبل الراكب أنفسهم.

**كلمات مفتاحية:** الأمتهة، الراكب، المفقودة، التطبيق المطار، الخطوط الجوية

# Sommaire

*Remerciements*

*Dédicace*

*Résumé*

*Liste des figures*

*Liste des tableaux*

*Liste des abréviations*

<i>Introduction générale.....</i>	<i>1</i>
<b><i>I. Chapitre I : Le bagage et son système de traitement.....</i></b>	<b><i>3</i></b>
<i>I.1 Historique .....</i>	<i>5</i>
<i>I.2 La convention de Varsovie .....</i>	<i>6</i>
<i>I.2.1 Responsabilité du transporteur.....</i>	<i>6</i>
<i>I.3 La manipulation des bagages des passagers selon l'Association Internationale du Transport Aérien (IATA).....</i>	<i>7</i>
<i>I.4 Le traitement du bagage suivant la resolution753 de l'IATA .....</i>	<i>9</i>
<i>I.4.1 Contexte de la Résolution 753 de l'IATA .....</i>	<i>9</i>
<i>I.4.2 Quels sont les objectifs de cette résolution ? .....</i>	<i>10</i>
<i>I.4.3 Quel en est l'impact? .....</i>	<i>11</i>
<i>I.4.4 Une perspective différente .....</i>	<i>11</i>
<i>I.5 Les ressources du système de manutention .....</i>	<i>11</i>
<i>I.6 Le système de traitement des bagages.....</i>	<i>13</i>
<i>I.6.1 Les systèmes avec des conteneurs.....</i>	<i>13</i>
<i>I.6.2 Les systèmes sans conteneurs .....</i>	<i>14</i>
<i>I.6.3 Mode de fonctionnement .....</i>	<i>15</i>
<i>I.6.4 Paramètres d'évaluation d'une BHS .....</i>	<i>16</i>
<i>I.6.5 Procédure.....</i>	<i>17</i>
<i>I.6.5.1 Traitement des bagages d'enregistrement .....</i>	<i>17</i>
<i>I.6.5.2 Traitement des bagages sortants .....</i>	<i>17</i>
<i>I.6.5.3 Traitement des bagages de transfert .....</i>	<i>17</i>
<i>I.6.5.4 Traitement des bagages entrants.....</i>	<i>18</i>

I.7	Messagerie IATA .....	18
I.8	Le voyage du bagage : .....	21
<b>II.</b>	<b>Chapitre II : Le suivi de bagages .....</b>	<b>23</b>
II.1	Les statistiques internationales de perte de bagages pré-résolution 753 de l'IATA. ....	24
II.2	Définition du Suivi ou tracking : .....	25
II.3	Fonctionnement général du suivi de bagages .....	26
II.3.1	La collecte .....	26
II.3.2	Le traitement .....	26
II.3.3	La restitution.....	26
II.4	Les différentes méthodes de suivi de bagages .....	26
II.4.1	La valise connectée comme méthode de suivi de bagages.....	26
II.4.2	Le traceur GPS, une autre méthode de suivi de bagages .....	27
II.4.3	Le code-barres pour le suivi des bagages.....	28
II.4.3.1	Qu'est-ce que le suivi des actifs par codes-barres ? .....	29
II.4.3.2	Différence entre code-barres 1d & 2d.....	29
II.4.3.3	Comment fonctionne le suivi des actifs par codes-barres ? .....	30
II.4.3.4	Les avantages du suivi des actifs par codes-barres .....	32
II.4.4	La puce RFID (étiquette intelligente) pour tracer les bagages ? .....	33
II.4.4.1	Définition de la RFID .....	34
II.4.4.2	Historique de la RFID .....	35
II.4.4.3	Fonctionnement .....	35
II.4.4.4	Composants d'un système RFID.....	37
II.4.4.5	Les gammes de fréquences RFID .....	43
II.4.4.6	Différence entre RFID et code-barres : .....	45
II.5	Le suivi de bagages selon la résolution 753 de l'IATA .....	46
II.5.1	C'est quoi un point de suivi ? .....	46
II.5.2	Les 4 points de suivi obligatoires.....	47
II.5.3	Ce qui est enregistré lors d'un point de suivi.....	48
II.5.3.1	Éléments de données primaires .....	48
II.5.3.2	Éléments de données secondaires.....	48
II.5.4	Méthodes potentielles de suivi selon la résolution 753 de l'IATA.....	48
II.5.4.1	Numérisation optique au laser ou à imagerie .....	49

II.5.4.2	Enregistrement manuel.....	49
II.5.4.3	Numérisation RFID .....	50
II.5.4.4	Reconnaissance optique de caractères (OCR).....	50
II.5.4.5	Autres technologies : Bluetooth (BLE), NFC, Wi-Fi, GPS ou autres .....	51
II.6	Les statistiques internationales de perte de bagages post-résolution 753 de l'IATA	51
<b>III.</b>	<b>Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)</b>	<b>53</b>
III.1	L'aéroport d'Alger : .....	54
III.1.1	Présentation de l'aéroport.....	54
III.1.2	Structures aéroportuaires .....	55
III.1.2.1	Aérogare passagers .....	55
III.1.2.2	Tapis bagages .....	55
III.1.2.3	Banques d'enregistrement : .....	56
III.1.3	Statistiques du trafic passager des cinq (05) dernière années : .....	56
III.1.4	Le système de traitement de bagage de Beumer Group.....	57
III.1.4.1	Spécifications du système.....	57
III.1.4.2	Disposition d'ensemble .....	58
III.1.4.3	Suivi de bagages .....	65
III.2	Air Algérie .....	66
III.2.1	Les objectifs de la compagnie .....	66
III.2.2	Présentation de la DOS .....	66
III.2.3	Le système de gestion des passager/bagages.....	67
III.2.4	Amadeus BRS :.....	68
III.2.4.1	Le parcours des bagages : .....	68
III.2.4.2	Réduction significative des coûts opérationnels : .....	68
III.2.4.3	Pourquoi choisir Amadeus BRS ?.....	68
III.2.4.4	Architecture d'Amadeus BRS : .....	69
<b>IV.</b>	<b>Chapitre IV : Code de programmation et application</b> .....	<b>70</b>
IV.1	Logiciels de programmation.....	71
IV.1.1	Django c'est quoi ?.....	71
IV.1.2	La structure de Django .....	71
IV.1.3	Pourquoi utiliser Django ? .....	72

IV.1.4	<i>Qu'est-ce que Flutter ?</i> .....	73
IV.1.5	<i>Pourquoi utiliser Flutter ?</i> .....	73
IV.2	<i>Le code de l'application</i> .....	74
IV.3	<i>L'organigramme de la conception de l'application</i> .....	76
IV.4	<i>L'application « Cabti »</i> .....	76
IV.5	<i>L'exécution de l'application</i> .....	79
	<b>Conclusion Générale</b> .....	<b>85</b>
	<b>Annexe : De la technologie vers l'entreprise</b> .....	<b>86</b>
	<i>Fiche technique du projet</i> .....	87
1.	<i>Carte d'information</i> .....	87
1.1	<i>Équipe d'encadrement</i> .....	87
1.2	<i>Équipe de projet</i> .....	87
	<i>Premier axe : présentation du projet</i> .....	89
2.1	<i>L'idée de projet (solution proposée) :</i> .....	89
2.2	<i>Les valeurs proposées</i> .....	89
2.3	<i>Équipe de travail</i> .....	90
2.4	<i>Objectifs du projet</i> .....	90
2.5	<i>Calendrier de réalisation du projet</i> .....	91
	<i>Deuxième axe : Aspects innovants</i> .....	91
3.1	<i>Nature des innovations</i> .....	91
	<i>Troisième axe : Analyse stratégique du marché</i> .....	92
4.1	<i>La stratégie marketing</i> .....	93
	<i>Quatrième axe : Plan de production et d'organisation</i> .....	93
	<i>Cinquième axe : Plan financier</i> .....	94
	<i>Sixième Axe : Prototype expérimental</i> .....	96

## Liste des figures

Figure 1.1 : Composants du BHS

Figure 1.2 : Système avec conteneurs

Figure 1.3 : Système sans conteneurs

Figure 1.4 : Siemens BHS

Figure 1.5 : BHS de l'aéroport de Malpensa

Figure 2.1 : Statistiques européennes sur les pertes de bagages

Figure 2.2 : Types de tracking

Figure 2.3 : Valise connectée

Figure 2.4 : Traceur GPS

Figure 2.5 : Scanner 360°

Figure 2.6 : code-barres 1d & 2d

Figure 2.7 : les éléments du système RFID

Figure 2.8 : Composants d'un système RFID

Figure 2.9 : Tag RFID

Figure 2.10 Types de tags RFID

Figure 2.11 Lecture d'un tag

Figure 2.12 la communication entre un transpondeur et une station de base

Figure 2.13 Fréquences de la RFID

Figure 2.14 : les 4 points de suivi obligatoires

Figure 2.15 : Evolution du taux de perte de bagages

Figure 2.16 : la mauvaise gestion du bagage

Figure 3.1: Système du nouveau terminal départs côté ouest

Figure 3.2: Système du nouveau terminal d'arrivées côté ouest

Figure 3.3: Schéma de distribution des comptoirs

Figure 3.4 : Vue Générale de la ligne de bagage du système

Figure 3.5: Ligne d'inspection de sécurité

Figure 3.6 : Point de décision à la ligne de départs

Figure 3.7: Chemin de bagages validés à la ligne de départs

Figure 3.8: Chemin de bagages rejetés au système de départs

Figure 3.9: Chemin des bagages d'arrivée

Figure 3.10: Point de décision sur la ligne d'arrivée

Figure 3.11: Chemin de bagages validés sur la ligne d'arrivée

Figure 3.12: Convoyeur d'arrêt de bagages rejetés aux arrivées

Figure 4.1 : recherche des clients

Figure 4.2 : Récupération de la liste des bagages

Figure 4.3 : Organigramme de conception

Figure 4.4 : Le fichier de CMD

Figure 4.5 : Création de l'environnement virtuel

Figure 4.6 : Activation de l'environnement virtuel

Figure 4.7 : Exécution du serveur

Figure 4.8 : Enregistrement du nouveau passager

Figure 4.9 : Enregistrement du bagage du passager

Figure 4.10a : Interface principale

Figure 4.10b : Interface informations de vol

Figure 4.10c : Interface bagage

Figure 4.11 : Interface application « Staff »

Figure 4.12 : Processus sortant

Figure 4.13a : Message de notification

Figure 4.13b : Notification dans l'application

Figure 4.14a : Message de notification

Figure 4.14b : Notification dans l'application

Figure 4.15 : Processus entrant

Figure 4.16a : Message de notification

Figure 4.16b : Notification dans l'application

## **Liste des tableaux**

Tableau 2.1 : Différences entre code-barres 1d & 2d

Tableau 2.2 : Différentes gammes de fréquences pour les tags RFID

Tableau 2.3 : Différence entre RFID et code-barres

Tableau 3.1 : Aérogaes passagers

Tableau 3.2 : Tapis bagages

Tableau 3.3 : Banques d'enregistrement

Tableau 3.4 : trafic passagers

Tableau 3.5 : Flux de bagages du Terminal Ouest à l'Aéroport d'Alger

Tableau 3.6 : Dimensions pour bagages de Calibre Normal

Tableau 3.7 : Dimensions maximum pour bagages hors gabarit

## Liste des abréviations

BHS	Baggage Handling System
TSA	Transportation Security Administration
EDS	Explosifs Detection System
IATA	Association Internationale du Transport Aérien
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
UE	Union Européenne
A4A	Association des compagnies aériennes américaines
SITA	Services d'Information et de Télécommunication Aéronautiques
RFID	Radio Frequency Identification
ULD	Unit Load Device
MCT	Minimum Connection Time
BSM	Baggage Source Message
BTM	Baggage Transfer Message
LPC	Code de plaque d'immatriculation
NCE	Code IATA pour Nice
VCE	Code IATA pour Venise
AEA	Association of European Airlines
GPS	Global Positioning System
SIM	Subscriber Identity Module
UPC	Universel Product Codes
QR	Quick Response Code
UII	Unique Item Identifier
ISO	Organisation internationale de normalisation
EPC	Electronic Product Code
WORM	Write Once Read Multiple
IFF	Identify Friend/Foe
MIT	Massachusetts Institute of Technology
ROM	Read Only Memory
OS	Operating System
RAM	Random Access Memory
TTF	Tag Talks First

RTF	Reader Talks First
LF	Low frequency
HF	High frequency
UHF	Ultra High frequency
SHF	Super High frequency
OCR	Reconnaissance Optique de Caractères
SGSIA	Société de Gestion des Services et Infrastructure Aéroportuaires
DEX	Direction de l'exploitation
TTA	Tassili Travail Aérien
ECAC	European Civil Aviation Conference's
CT	Computed Tomography
ATR	Automatic Tag Reader
CGT	Compagnie Générale de Transport
S.P.A	Société Par Actions
DOS	Direction des Opérations Sol
BRS	Baggage Reconciliation System
MVT	Model-View-Template
CRUD	Create, Read, Update, Delete
DRY	Don't Repeat Yourself
IU	Interface Utilisateur
CMD	Command
AFRAA	African Airlines Association

### **Introduction générale**

Le bagage, selon Larousse, est un objet fermé en forme de coffre ou de sac, servant à contenir et à protéger les effets emportés en voyage. Le passager aérien accorde à son bagage une importance cruciale et il le place à la deuxième position de ses priorités après la sécurité.

Autant l'intérêt du passager pour son bagage est grand, autant la gestion de celui-ci dans les aéroports du monde est médiocre ce qui engendre son mauvais traitement, sa perte, ou même son vol.

C'est ce qui met une grande pression sur les compagnies aériennes et sur leur façon de gérer le bagage durant le voyage. Des normes ont été établies, en l'occurrence la résolution 753 de l'IATA, qui met l'accent sur comment traiter et suivre le bagage à travers l'aéroport.

Les compagnies aériennes occidentales, comme Lufthansa, Delta Airlines, se sont prêtés au jeu, se sont mises aux normes de la résolution 753, et commencent à suivre les bagages de leurs passagers et leur permettent de les suivre, chose qui ne s'est pas encore faite chez nous (à Air Algérie par exemple) ou le passager ne sait rien de son bagage et reste dans le flou concernant la situation de son bagage durant son voyage.

Sans oublier que quand on voyage en avion, on n'a pas sa valise avec soi, et on s'imagine tellement de scénarios qui finiront au tapis de réclamation des bagages à l'aéroport de destination, on peut sortir content avec son bagage à la main comme on peut rester à attendre une valise qui ne sera probablement pas au tapis, et cette dernière option est le calvaire que vivent bon nombres de passagers aériens.

**Alors comment informer le passager sur la situation de son bagage, comment lui permettre de le suivre et lui éviter le stress de le perdre et de vivre un calvaire ?**

Dans ce contexte, ce travail consiste à concevoir une application mobile qui fait le suivi des bagages en temps réel, cette application va permettre au passager de pouvoir connaître la position de son bagage tout au long du voyage.

Nous avons choisi le langage Flutter pour la conception de cette application ainsi que le langage Django pour la création du serveur.

## ***Introduction générale***

Nous avons donc été accueillis au sein de la Société de Gestion des Services et Infrastructures Aéroportuaires (Aéroport d'Alger) pour enrichir ce thème et collecter toutes les données nécessaires au développement de l'application.

Le présent mémoire est donc composé de quatre parties. Le chapitre I est un chapitre bibliographique qui présente les connaissances déjà acquises concernant les bagages et leur système de traitement.

Le chapitre II aborde le sujet du suivi des bagages . Ainsi que les différentes méthodes de tracking

Le chapitre III présente une étude de l'existant, à savoir, l'aéroport d'Alger et son système de traitement de bagages ainsi que la compagnie Air Algérie et son système de gestion de passager/bagage.

Pour finir, dans le chapitre IV, on exposera les étapes de la conception et de la concrétisation du produit final, c'est à dire l'application qui aidera le passager à suivre son bagage et connaître sa position dans des points clés de l'aéroport et ce tout au long du voyage.

Enfin, la conclusion et les perspectives du projet sont présentées.

# **Chapitre I : Le bagage et son système de traitement**

## *Chapitre I : Le bagage et son système de traitement*

Un système de traitement de bagages (BHS : Baggage Handling System) est un type de système de transport installé dans les aéroports pour transporter les bagages enregistrés depuis les comptoirs d'enregistrement jusqu'aux zones où les sacs peuvent être chargés dans les avions. Un BHS transporte également les bagages enregistrés venant des avions vers les zones de récupération des bagages ou vers une zone où le sac peut être chargé dans un autre avion.

Bien que la fonction principale d'un BHS soit le transport des sacs, un BHS typique remplira également d'autres fonctions liées à la garantie qu'un sac parvient à la destination correcte dans l'aéroport. La triée est le processus d'identification d'un sac et des informations qui y sont associées, pour décider où le sac doit être dirigé dans le système.

En plus de la triée, un BHS peut également effectuer les fonctions suivantes :

- Détection de blocages de sacs
- Régulation du volume (pour s'assurer que les points d'entrée sont contrôlés pour éviter la surcharge du système)
- Équilibrage de charge (pour distribuer uniformément le volume de sac entre les sous-systèmes de convoyage)
- Comptage des sacs
- Tracé des sacs
- Redirection des sacs via un poussoir ou un déviateur
- Lecteur automatique de tag (ATR) (lit les étiquettes des bagages fournies par les compagnies aériennes)

De nombreux systèmes de manipulation de bagages offrent des logiciels pour mieux gérer le système. Il y a également eu une percée avec les logiciels "mobiles" de BHS, où les responsables du système peuvent vérifier et corriger les problèmes depuis leur téléphone portable

Après le 11 septembre 2001, la majorité des aéroports du monde entier ont commencé à intégrer le dépistage des bagages directement dans les systèmes BHS. Ces systèmes sont appelés "Système d'inspection des bagages enregistrés" par la Transportation Security Administration (TSA) aux États-Unis, où les sacs sont directement alimentés dans des

## **Chapitre I : Le bagage et son système de traitement**

machines de détection d'explosifs (EDS). Un CBIS peut trier les bagages en fonction du statut de sécurité attribué à chaque sac par une machine EDS ou par un opérateur de dépistage de sécurité. [1]

### **I.1 Historique**

Au début, les avions étaient principalement utilisés à des fins militaires et postales. Cependant, il n'a pas fallu longtemps avant que les avions soient également utilisés pour le transport civil, ce qui a conduit à l'ouverture des premiers aéroports vers 1915 aux États-Unis et en Europe. Ces premiers aéroports utilisaient de grandes zones herbeuses comme pistes d'atterrissage et les avions transportaient entre 16 et 20 passagers. Grâce aux développements technologiques, tels que le moteur à réaction à la fin des années 1940, les avions sont devenus plus grands, plus sûrs et plus confortables que jamais auparavant, ce qui a rendu le voyage en avion plus attrayant pour les clients. L'augmentation du flux de passagers a conduit à la nécessité de plus grands aéroports. En effet, jusqu'aux années 1960, les passagers apportaient leurs bagages directement à l'avion sur la piste ou la porte, ce qui rendait le chargement lent car chaque sac devait être chargé séparément.

Cependant, au début des années 1970, avec l'ère des gros transporteurs tels que le Boeing 747 pouvant transporter jusqu'à 400 passagers, la logistique des bagages dans les aéroports devait changer pour des raisons d'efficacité et de sécurité. Au lieu d'attendre que les passagers sur la piste récupèrent tous les bagages des passagers, les flux de passagers et de bagages ont été séparés dans le bâtiment terminal lors de l'enregistrement. Les passagers ont déposé leurs bagages au comptoir d'enregistrement et l'aéroport a transféré les bagages aux avions. Avec cette séparation, les aéroports pouvaient collecter les bagages des passagers à l'avance et les charger dans les soutes des avions, ce qui rendait la manipulation et le chargement des bagages plus prévisibles, permettant aux aéroports de garantir un temps de chargement donné pour les avions et un avion équilibré en poids dans les airs.

Le premier système de manipulation de bagages automatisé a été inventé par BNP Associates en 1971, La manipulation moderne des bagages dans les aéroports est ainsi née. Aujourd'hui, les aéroports internationaux, tels que ceux de Munich et de Francfort, utilisent des systèmes de manutention des bagages (BHS) de haute technologie, qui sont des réseaux de convoyeurs entièrement automatisés pour transférer les bagages dans les terminaux. Le BHS est également responsable du contrôle de sécurité des bagages grâce à des systèmes de sécurité avancés. [2]

### **I.2 La convention de Varsovie**

Convention pour l'unification de certaines règles relatives au transport aérien international, amendée par le protocole de La Haye du 28 septembre 1955 et ratifiée par l'Algérie [3].

Ce qui nous y intéresse, c'est la partie bagage et la responsabilité du transporteur à savoir :

#### **I.2.1 Responsabilité du transporteur**

Le chapitre 3 de la convention de Varsovie comporte les articles nous concernant suivants :

##### **a) Article 18**

- Le transporteur est responsable du dommage survenu en cas de destruction, perte ou avarie de bagages enregistrés ou de marchandises lorsque l'évènement qui a causé le dommage s'est produit pendant le transport aérien.
- Le transport aérien, au sens de l'alinéa précédent, comprend la période pendant laquelle les bagages ou marchandises se trouvent sous la garde du transporteur, que ce soit dans un aéroport ou à bord d'un aéronef ou dans un lieu quelconque en cas d'atterrissage en dehors d'un aéroport.
- La période du transport aérien ne couvre aucun transport terrestre, maritime ou fluvial effectué en dehors d'un aéroport. Toutefois lorsqu'un tel transport est effectué dans l'exécution du contrat de transport aérien en vue du chargement, de la livraison ou du transbordement, tout dommage est présumé, sauf preuve contraire, résulter d'un évènement survenu pendant le transport aérien.

##### **b) ARTICLE 19**

Le transporteur est responsable du dommage résultant d'un retard dans le transport aérien de voyageurs, bagages ou marchandises.

##### **c) ARTICLE 22**

- Dans le transport de bagages enregistrés et de marchandise, la responsabilité du transporteur est limitée à la somme de deux cent cinquante francs par kilogramme, sauf déclaration spéciale d'intérêt à la livraison faite par l'expéditeur au moment de la remise du colis au transporteur et moyennant le paiement d'une taxe supplémentaire éventuelle. Dans ce cas, le transporteur sera tenu de payer jusqu'à concurrence de la

somme déclarée, à moins qu'il ne prouve qu'elle est supérieure à l'intérêt réel de l'expéditeur à la livraison.

- En cas de perte, d'avarie ou de retard d'une partie des bagages enregistrés ou des marchandises, ou de tout objet qui y est contenu, seul le poids total du ou des colis dont il s'agit est pris en considération pour déterminer la limite de responsabilité du transporteur. Toutefois, lorsque la perte, l'avarie ou le retard d'une partie des bagages enregistrés ou des marchandises, ou d'un objet qui y est contenu, affecte la valeur d'autres colis couverts par le même bulletin de bagages ou la même lettre de transport aérien, le poids total de ces colis doit être pris en considération pour déterminer la limite de responsabilité.
- En ce qui concerne les objets dont le passager conserve la garde, la responsabilité du transporteur est limitée à cinq mille francs par passager.

### **I.3 La manipulation des bagages des passagers selon l'Association Internationale du Transport Aérien (IATA)**

La franchise de bagages à main peut varier selon la compagnie aérienne, la classe de cabine dans laquelle vous voyagez et même la taille de l'avion. En général, les bagages à main doivent avoir une longueur maximale de 56 cm, une largeur de 45 cm et une profondeur de 25 cm. Ces dimensions comprennent les roues, les poignées, les poches latérales, etc.

Certaines compagnies aériennes imposent également des limites de poids, généralement à partir de 5 kg / 11 lb.

Tous les couteaux, objets tranchants ou instruments de coupe de quelque longueur que ce soit, en métal ou en autre matériau, ainsi que certains articles de sport doivent être placés dans les bagages enregistrés. Ils ne peuvent pas être transportés dans les bagages à main ni sur votre personne.

Les réglementations de sécurité limitent la quantité de liquides, aérosols et gels autorisés dans les bagages à main.

L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), l'organe directeur de l'aviation des Nations Unies, a défini des lignes directrices que de plus en plus de gouvernements adoptent. Les restrictions actuelles pour les liquides, aérosols et gels en vigueur dans la plupart des pays

## *Chapitre I : Le bagage et son système de traitement*

sont qu'ils doivent être dans des récipients de 100 ml ou l'équivalent, placés dans un sac en plastique transparent refermable d'une capacité maximale d'un litre.

Si le passager a besoin d'utiliser des seringues médicales en vol, telles que pour l'insuline, il doit fournir une preuve documentée de la nécessité médicale et s'assurer que le matériel est professionnellement emballé et étiqueté. Sinon, le médicament risque d'être retiré lors du contrôle de sécurité.

Il est recommandé de garder tous les appareils électroniques portables avec soi dans les bagages à main.

Les ordinateurs portables, les tablettes et les téléphones portables peuvent nécessiter une présentation séparée aux points de contrôle de sécurité pour un examen supplémentaire.

Si le passager voyage avec des piles de rechange, des cigarettes électroniques/vaporisateurs ou une source d'alimentation de secours (batteries externes), ceux-ci doivent toujours être transportés dans les bagages à main et non dans les bagages enregistrés. Toute batterie de rechange doit être enveloppée individuellement pour éviter les courts-circuits.

IATA a des directives pour les bagages, mais le nombre et le poids des bagages autorisés gratuitement peuvent varier selon la compagnie aérienne, le statut du passager fréquent, l'itinéraire et le tarif. Pour éviter des coûts supplémentaires, le passager doit vérifier avec sa compagnie aérienne avant de voyager afin d'être pleinement informé de la franchise de bagages enregistrés incluse dans le billet d'avion.

Chaque sac doit peser moins de 23KG/50LBS. C'est une réglementation internationale établie pour la santé et la sécurité des travailleurs de l'aéroport qui doivent soulever des centaines de sacs tous les jours. Si le sac pèse plus que cela, il se peut qu'on demande au passager de le réemballer ou de le marquer comme "bagage lourd".

Le poids maximum pour un sac est de 32KG/70LBS dans l'UE et aux États-Unis. Certaines compagnies aériennes imposent des limites inférieures.

Le "concept de pièce" est généralement utilisé sur les vols à l'intérieur, à destination et en provenance du Canada et des États-Unis. Ce concept définit le nombre de sacs auxquels le passager a droit en fonction de son billet. Lorsque le "concept de pièce" s'applique, généralement, deux pièces de bagages enregistrés sont autorisées par passager, chaque pièce

## ***Chapitre I : Le bagage et son système de traitement***

pesant au maximum 32 kilos (70 lb) et mesurant au maximum 158 cm (62 po) en ajoutant les dimensions: hauteur + largeur + longueur [4]

Les premiers systèmes de manutention des bagages se composaient principalement de simples bandes transporteuses droites, dont la technologie était extraite de la mine à ciel ouvert.

Au fil du temps, les installations sont devenues plus complexes et de nouvelles installations, telles que des bandes transporteuses rondes (voies de tri, installations de tri et parkings), ont dû être mises en place pour faire face au volume toujours croissant de bagages.

Le fonctionnement du système de traitement des bagages se déroule en plusieurs étapes. Tout d'abord, les passagers déposent leurs bagages au comptoir d'enregistrement. Ensuite, les bagages sont acheminés par convoyeur vers un endroit où ils sont chargés sur des wagons, puis pris en charge par le personnel de l'aéroport spécialisé dans le chargement et le déchargement rapide.

À l'arrivée d'un avion, les bagages sont déchargés et transportés vers des wagons. Les wagons sont conduits à un point de collecte hors de la vue des passagers, souvent sous un toit à côté de l'aérogare. À ce stade, les bagages sont placés sur un tapis roulant qui les transporte à l'intérieur du bâtiment, où les passagers peuvent récupérer leurs bagages.

### **I.4 Le traitement du bagage suivant la résolution 753 de l'IATA**

Depuis le 1er juin 2018, une nouvelle norme régit le suivi des bagages dans les compagnies aériennes commerciales. La Résolution 753 de l'IATA a été conçue pour encourager des réductions supplémentaires dans les erreurs de manipulation des bagages grâce à une approche intersectorielle de suivi. Au cours d'une période de mise en œuvre de cinq ans, l'industrie a mis en place diverses mesures d'infrastructure pour répondre aux exigences techniques énoncées dans les directives.

#### **I.4.1 Contexte de la Résolution 753 de l'IATA**

Approuvée lors de la conférence conjointe sur les services aux passagers en 2013, la Résolution 753 de l'IATA engage les membres de l'IATA et de l'Association des compagnies aériennes américaines (A4A) à suivre les bagages à des points clés de leur voyage, notamment lorsque la responsabilité passe d'un "propriétaire" à un autre. L'IATA spécifie ces points comme suit : remise du passager à la compagnie aérienne, chargement sur l'avion, livraison à la zone de transfert et retour au passager.

## **Chapitre I : Le bagage et son système de traitement**

Pour les compagnies aériennes et les entreprises de manutention au sol, cela met davantage l'accent sur la collecte de données pour s'assurer qu'il existe un enregistrement plus complet de l'activité liée à un bagage individuel. Lorsque des erreurs de traitement se produisent, cela signifie que plus d'informations sont disponibles sur l'emplacement récent de l'objet et la raison potentielle de toute erreur.

### **I.4.2 Quels sont les objectifs de cette résolution ?**

Au niveau mondial, les problèmes de traitement des bagages persistent. Le rapport ``Baggage IT Insights`` 2019 de la société de technologie aéronautique SITA (Services d'Information et de Télécommunication Aéronautiques) a identifié que le taux de bagages mal acheminés avait atteint un plateau d'environ 5,7 pour mille passagers après une baisse au cours des années précédentes. Avec une croissance annuelle continue du nombre de voyageurs aériens, des millions de bagages enregistrés restent exposés aux risques de traitement incorrect chaque année. Pour les compagnies aériennes, un meilleur suivi signifie que les problèmes peuvent être traités plus rapidement et les bagages retournés avec un minimum de perturbation. En éliminant ou en limitant les erreurs de traitement, l'efficacité des opérations de traitement des bagages est accrue, ce qui entraîne une économie de coûts en réduisant les ressources nécessaires pour traiter les problèmes. Selon SITA, les pertes de bagages coûtent actuellement au transport aérien environ 2,3 milliards de dollars chaque année.

Les mécanismes de capture sont en place dans les aéroports à partir desquels ils opèrent, en particulier aux points cruciaux soulignés par l'IATA, mais également les logiciels et les systèmes en arrière-plan peuvent gérer en toute sécurité le flux de données généré à ces points. En tant que tel, la collaboration a été une partie importante du processus de conformité, avec les compagnies aériennes, les aéroports et les manipulateurs au sol travaillant ensemble pour mettre en œuvre des changements d'infrastructure afin de se conformer à la date limite du 1er juin 2018.

Les systèmes ont dû être adaptés pour accommoder les mises à jour nécessaires du matériel et des logiciels, et les processus ont été révisés pour s'assurer que les activités sont alignées sur les nouvelles exigences.

### **I.4.3 Quel en est l'impact?**

Dans l'ensemble de l'industrie jusqu'à présent, il n'y a pas une image uniforme de la mise en œuvre. L'IATA rapporte que la majorité des compagnies aériennes ont un plan en place, mais qu'il reste beaucoup à faire pour atteindre une mise en œuvre complète. Lorsqu'elle a été mise en œuvre, la Résolution 753 de l'IATA a eu un impact positif significatif sur les taux de mauvaise manipulation. Par exemple, l'IATA cite Gianluigi Lo Giudice, vice-président des opérations au sol d'Alitalia, affirmant que les taux de mauvaise manipulation à l'aéroport de Rome ont chuté de 40 % entre 2015 et 2017 après la conformité aux exigences de suivi plus strictes énoncées par la Résolution 753 de l'IATA. En effet, Lo Giudice affirme qu'Alitalia a enregistré des jours où le taux de mauvaise manipulation dans son hub était d'un peu plus de deux bagages pour chaque 1 000 passagers transportés.

### **I.4.4 Une perspective différente**

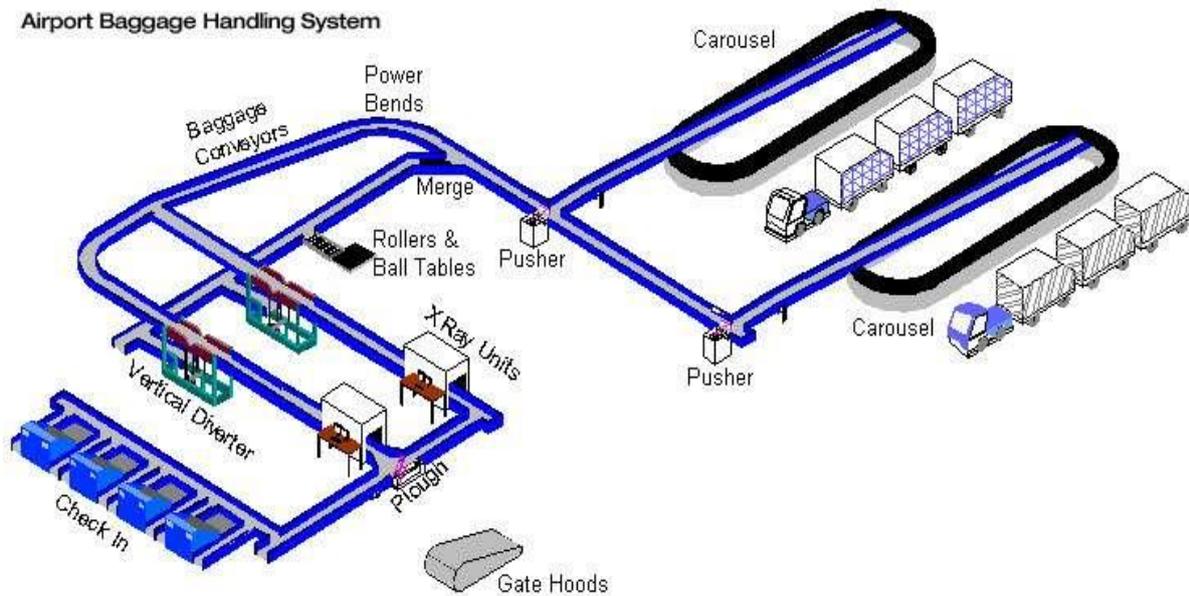
Une grande partie de la narration de l'industrie autour de la Résolution 753 de l'IATA dans la période précédant la date limite de 2018 s'est concentrée sur les exigences de mise en œuvre, et les avantages de la conformité ont généralement été discutés à travers le prisme de l'amélioration des systèmes, de la manipulation améliorée des données et de niveaux accrus d'efficacité opérationnelle. [5]

## **I.5 Les ressources du système de manutention**

Pour faire fonctionner les processus de manutention des bagages, des ressources sont nécessaires. La ressource principale est le BHS. D'autres ressources comprennent des véhicules de remorquage de bagages, des conteneurs de bagages et des ressources humaines (chauffeurs, chargeurs, agents de rampe).

La figure 1.1 nous montre l'infrastructure principale d'un aéroport qui est le BHS qui représente la ressource la plus importante et la plus complexe de toutes les ressources aéroportuaires. Le BHS transporte automatiquement les bagages à travers l'aéroport et trie les bagages en fonction du vol de départ.

Elle donne un aperçu des parties du BHS : les comptoirs d'enregistrement, les stations d'alimentation, le système de contrôle des bagages, le réseau de tri des bagages, un système de stockage, les installations de manutention (carrousels ou toboggans à bagages) et les carrousels de réclamation de bagages.



**Figure 1.1 : Composants du BHS [6]**

Les stations d'alimentation sont les points d'accès des bagages au BHS. Les stations d'alimentation peuvent être soit les comptoirs d'enregistrement côté terre, soit les stations d'alimentation des bagages de correspondance et d'arrivée côté air. Au comptoir d'enregistrement, le bagage est déposé soit par un agent de compagnie aérienne, soit, dans le cas de l'enregistrement en libre-service, par le passager sur le tapis roulant. Un bagage enregistré se voit attribuer une étiquette d'identification qui indique son itinéraire et contient un code-barres unique, le message source de bagages (BSM). Le BSM identifie un bagage dans le monde entier tant que le bagage ne quitte pas le côté air d'un aéroport.

Un bagage enregistré est contrôlé avant d'être transféré plus loin dans le BHS. Selon la norme de sécurité de l'aéroport précédent, les bagages de correspondance peuvent également être contrôlés avant d'être transférés dans le BHS. Cela est particulièrement dû au risque d'attaques terroristes.

Les systèmes de stockage font partie du BHS et ont pour tâche de stocker les bagages qui ne peuvent pas être immédiatement dirigés vers une installation de manutention. Le stockage se compose de plusieurs voies parallèles pour stocker les bagages. Chaque sac dans une voie peut être envoyé individuellement vers une installation de manutention. Si le sac adressé n'est pas stocké à l'avant de la voie et ne peut donc pas être immédiatement accédé, les bagages bloquant le sac adressé doivent être déplacés.

## **Chapitre I : Le bagage et son système de traitement**

Dans les installations de manutention, les agents de manutention chargent les bagages arrivants dans des conteneurs. L'emplacement des installations de manutention est soit centralisé, soit décentralisé.

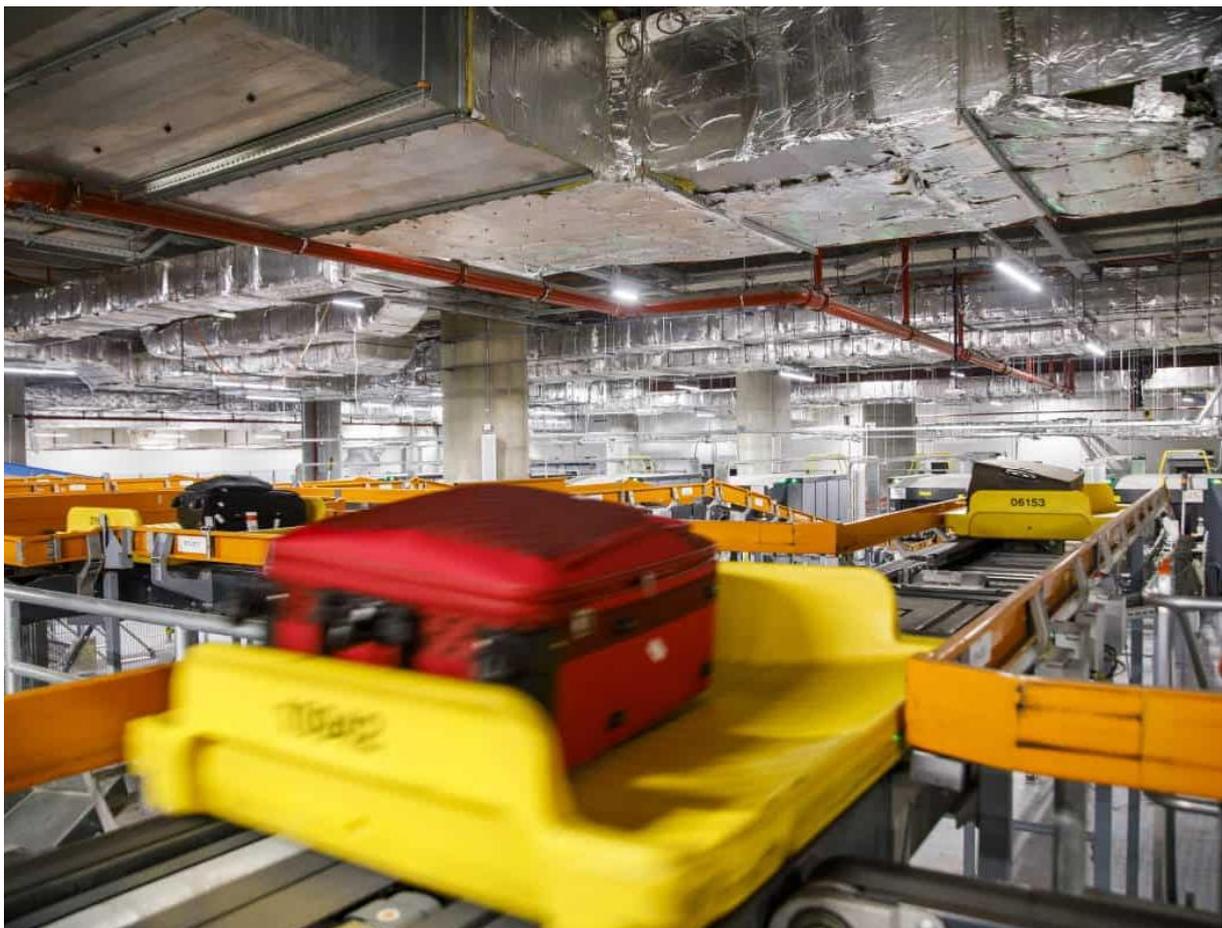
Les carrousels de réclamation de bagages sont le point final du voyage d'un sac d'un aéroport à un autre. Les carrousels de réclamation de bagages sont regroupés dans des halls de réclamation de bagages où les passagers arrivants récupèrent leurs bagages côté terre

### **I.6 Le système de traitement des bagages**

Il utilise deux principes de base : les systèmes avec des conteneurs et les systèmes sans conteneurs.

#### **I.6.1 Les systèmes avec des conteneurs**

Ils sont utilisés, par exemple, à l'aéroport de Francfort ou au terminal 2 de l'aéroport de Munich. Dans ce système, les bagages sont attachés à un conteneur appelé "mariage".



**Figure 1.2 : Système avec conteneurs [7]**

## **Chapitre I : Le bagage et son système de traitement**

Les conteneurs sont ensuite dirigés vers leur destination en utilisant des marques réfléchissantes ou des codes à barres attachés au conteneur, ce qui permet une lecture plus facile et plus rapide que les systèmes sans conteneurs.

Il existe deux types d'unités de transport : les unités de transport actives, qui ont un moteur et conduisent automatiquement leur itinéraire, et les unités de transport passives, qui sont entraînées par des courroies et/ou des rouleaux et nécessitent un itinéraire plus complexe.

Les convoyeurs passifs utilisent des conteneurs beaucoup moins coûteux, car ils sont généralement constitués de simples bacs en plastique.

Le principal avantage du système de convoyage de conteneurs est qu'il ne nécessite pas de système de tri supplémentaire car le processus est décentralisé, comparable à un trajet routier où les embranchements sont pris en route. Ce système permet également des vitesses plus élevées et réduit les risques de perte de bagages ou de dommages pour les bagages fragiles.

Cependant, les inconvénients comprennent le coût et la maintenance, ainsi que la gestion des conteneurs vides qui doivent être retournés à l'enregistrement. Dans les grands aéroports, ce problème est résolu en prenant les conteneurs vides avec les bagages des passagers à l'arrivée.

### **I.6.2 Les systèmes sans conteneurs**

Ils sont couramment utilisés dans les petits aéroports en raison de leur facilité d'entretien et de leur coût abordable. Les bagages sont transportés via des tapis roulants, des goulottes et des rouleaux. Cependant, pour identifier les bagages, le code à barres doit être lu plusieurs fois sur les scanners, ce qui peut être problématique. Différentes méthodes de tri sont utilisées, telles que le pousseur, le trieur à bande croisée et les trieurs à plateaux inclinables. Un espace minimal est nécessaire pour séparer les bagages sur des bandes transporteuses courtes et différemment rapides pour accélérer le processus.

Les avantages principaux sont économiques, mais les inconvénients incluent un débit maximum plus faible et un risque accru de perte de bagages ou de dommages.

Dans les principaux aéroports tels que Francfort, des systèmes de convoyeurs à roulettes longs sont mis en place pour transporter les bagages individuellement dans des plateaux. Ce système utilise des codes-barres pour le tri, le transport rapide, la déviation et le stockage des bagages, ce qui permet une utilisation plus efficace de l'équipement. Par exemple, à l'aéroport de Kuala Lumpur, le système de manutention des bagages s'étend sur 33 km de ceintures,

## **Chapitre I : Le bagage et son système de traitement**

certaines traversant un tunnel de plusieurs kilomètres entre les bâtiments. Les plateaux avec les bagages peuvent être accélérés jusqu'à 40 km/h dans certaines installations pour permettre un rechargement rapide des bagages d'un avion à l'autre. [2]



**Figure 1.3 : Système sans conteneurs [7]**

### **I.6.3 Mode de fonctionnement**

Le système de traitement des bagages dans les aéroports utilise des plateaux avec des codes-barres ou des systèmes RFID (Radio Frequency Identification) pour suivre chaque valise individuellement et garantir que chaque bagage est dirigé vers le bon avion. Les composants du système comprennent des comptoirs d'enregistrement, des bandes transporteuses, des machines de tri, des carrousels à bagages, des scanners de codes-barres et des systèmes de criblage pour détecter les explosifs. Le processus logique de tri des bagages comprend le chargement et le déchargement des bagages de l'avion et leur retour au passager à la gare d'arrivée. Dans les cas de transit de passagers, les bagages peuvent être transférés directement d'un avion à l'autre à l'aide de tracteurs et de chariots ou en les réintégrant dans le système de tri automatisé pour un acheminement correct vers l'aéronef de départ.

## **Chapitre I : Le bagage et son système de traitement**

Le tri des bagages est généralement effectué à l'aide de bandes transporteuses, mais il existe également des systèmes de tri basés sur des chariots ou des mono-bagages qui se déplacent le long de voies optiques ou magnétiques. Lorsque le passager enregistre ses bagages au comptoir, une étiquette d'identification est apposée sur le bagage, qui permettra au système de l'acheminer correctement vers le quai de chargement. Les bagages sont transportés vers le quai de chargement où ils sont chargés manuellement ou par des petites bandes transporteuses sur des chariots. Les bagages peuvent également être chargés dans des conteneurs spéciaux appelés ULD (Unit Load Device), qui sont ensuite chargés en une seule fois dans l'avion par des ascenseurs spéciaux. Les changements de direction des bagages sont effectués en lisant l'étiquette de bagage et en identifiant le quai de chargement associé.

Les bagages sont stockés en attente sur des ceintures de recirculation jusqu'à ce que les conditions d'accès au quai de chargement se matérialisent. À l'arrivée, les bagages sont déchargés de l'avion et transportés vers des convoyeurs aux quais de chargement spéciaux, puis acheminés vers la ceinture de livraison des passagers en fonction de l'itinéraire approprié choisi grâce à la lecture de l'étiquette apposée sur les bagages. Les bagages non reconnus automatiquement sont soumis à une reconnaissance manuelle et s'ils ne peuvent plus être identifiés, ils sont acheminés au bureau des bagages égarés (Lost & Found).

### **I.6.4 Paramètres d'évaluation d'une BHS**

Le rendement d'un BHS est évalué en fonction de deux critères principaux :

- Le nombre de bagages traités par heure
- Le pourcentage d'erreurs d'acheminement de bagages.

Pour améliorer le premier critère, on peut augmenter la vitesse des bandes transporteuses, tandis que pour le second, des systèmes de lecture d'étiquettes plus sophistiqués peuvent être utilisés. L'utilisation de technologies d'étiquettes RFID peut résoudre de nombreux problèmes liés à l'illisibilité des étiquettes.

Le temps nécessaire pour transférer un bagage (et son propriétaire) d'un vol à l'autre est déterminé par le temps de correspondance minimum (MCT - Minimum Connection Time) de l'aéroport. Les aéroports de petite taille ont généralement des temps de correspondance plus courts, car ils disposent d'une meilleure gestion des passagers et des bagages, ce qui permet aux compagnies aériennes d'offrir des connexions plus rapides.

### **I.6.5 Procédure**

Le processus de traitement des bagages est divisé en quatre sous-processus :

- Processus d'enregistrement
- Processus de traitement des bagages sortants
- Processus de traitement des bagages de transfert
- Processus de traitement des bagages entrants.

La connexion entre la partie terrestre et la partie air-side est le terminal qui contient le système de traitement des bagages (BHS), l'infrastructure centrale pour le traitement des bagages. Le BHS est un système de transport de bagages automatisé qui fournit également un espace de stockage pour tamponner temporairement les bagages. Les sacs peuvent entrer et sortir du BHS depuis le côté terrestre ou le côté air-side.

#### **I.6.5.1 Traitement des bagages d'enregistrement**

Les bagages d'enregistrement sont apportés par les passagers arrivant sur le côté terrestre des aéroports. Aux comptoirs d'enregistrement, les bagages entrants sont transférés au BHS.

#### **I.6.5.2 Traitement des bagages sortants**

Le traitement des bagages sortants englobe toutes les étapes du processus nécessaires pour transférer les bagages quittant le BHS à un vol de départ. Les bagages sortants proviennent soit de nouveaux passagers arrivant par l'enregistrement, soit des vols entrants. Une fois dans le BHS, les bagages sortants peuvent être temporairement stockés ou ils peuvent être directement transférés à une installation de traitement des bagages où les bagages sont chargés dans des conteneurs et transportés vers l'avion sortant.

#### **I.6.5.3 Traitement des bagages de transfert**

Les bagages apportés par un vol entrant qui sont transférés à un vol de correspondance sont appelés bagages de transfert. Les bagages de transfert sont généralement transportés vers des stations d'alimentation et introduits dans le BHS, à partir duquel le processus ultérieur est contrôlé par le traitement des bagages sortants. Dans les cas d'urgence, les bagages de transfert peuvent être directement transférés d'un avion entrant à un avion sortant sans traverser le BHS.

### **I.6.5.4 Traitement des bagages entrants**

Outre les bagages de transfert, les vols entrants apportent également des bagages entrants, qui quittent l'aéroport par la salle de retrait de bagages côté terre de l'aéroport. Les bagages entrants sont transportés depuis un vol entrant vers une station d'alimentation et envoyés via le BHS vers un carrousel de retrait des bagages où ils sont récupérés par le passager [2].

### **I.7 Messagerie IATA**

L'acheminement des bagages se fait grâce aux informations envoyées par les compagnies aériennes au moment de l'acceptation des bagages (check-in) et reçues par le système de contrôle BHS. Ces messages sont définis et normalisés par l'IATA et peuvent être:

#### **a) BSM (Baggage Source Message)**

Il a pour but d'indiquer à BHS quel vol est destiné au bagage avec une étiquette donnée (ce message fournit également des informations supplémentaires, telles que le fait que les bagages figurent ou non sur la liste d'attente X-ray contrôle (inspection aux rayons X), etc.

#### **b) BTM (Baggage Transfer Message)**

Il s'agit d'un message similaire au précédent, mais destiné à permettre la gestion des bagages en transit, c'est-à-dire ceux qui doivent être téléchargés et transférés sur un vol de correspondance.

### **Citons ici différentes entreprises de gestion de bagages dans les aéroports**

- Conveyor and Automation Technologies, Inc.
- Beumer Group
- Dalmecc, Inc.
- KieTek International, Inc.
- Siemens Corp.
- Hamer-Fischbein
- Cage Inc.
- Absolute GSE, Inc.

## **Chapitre I : Le bagage et son système de traitement**

- Victor Ground Support Equipment
- Omega Aviation Services, Inc.

On prendra pour exemple l'aéroport de Dubaï et ceux de Milan.

### **a) L'aéroport de Dubaï et son BHS Siemens**

Avec 7,4 millions de passagers chaque mois, l'aéroport de Dubaï est l'aéroport le plus fréquenté pour les passagers internationaux. Son système de gestion des bagages est l'un des plus grands au monde, avec une capacité de 15 000 bagages par heure. Il couvre une surface équivalente à 75 terrains de football et est réparti sur six étages souterrains. La longueur totale du système est de 140 km, soit presque la distance entre Dubaï et Abu Dhabi. Gérer d'innombrables bagages pour des millions de passagers en gardant les temps de transfert des passagers aussi courts que possible est sans aucun doute une tâche difficile.



**Figure 1.4 : Siemens BHS [11]**

Siemens est présent à l'aéroport international de Dubaï, tant au niveau de la direction que de l'exploitation. Siemens fournit des solutions de pointe parfaitement adaptées aux besoins spécifiques de l'aéroport, avec plus de 90 kilomètres de convoyeurs. Le système de gestion des bagages de l'aéroport est l'un des plus grands au monde. Les convoyeurs Retrack atteignent une vitesse maximale de 7,5 m/s et peuvent traiter jusqu'à 15 000 bagages par heure, réduisant ainsi au minimum les temps de transfert. Siemens a développé et installé un nouvel entrepôt innovant qui stocke et distribue automatiquement les colis de transfert et permet une récupération individuelle sur demande. Il dispose de 6 500 emplacements de

## **Chapitre I : Le bagage et son système de traitement**

stockage et conserve les bagages jusqu'à ce que le vol respectif soit prêt à être traité. L'entrepôt de bagages Siemens permet le transfert de nombreux types de bagages de manière entièrement automatique, comme dans un centre de distribution. L'entrepôt de bagages est piloté par un système de gestion d'entrepôt. Le système informatique connaît la position de chaque plateau dans le rack et peut alimenter les bagages séparément en conséquence [11].

### **b) Les aéroports de Milan et son BHS de Beumer Group**

Dans les aéroports de Milan, les systèmes de tri BHS peuvent trier à la fois les bagages en transit et les bagages locaux sur le même système et de manière automatisée. Cela permet à SEA de mieux gérer le processus des bagages, ainsi que de vérifier et d'enregistrer tous les bagages en transit à la fois à l'aéroport de Linate et à celui de Malpensa.



**Figure 1.5 : BHS de l'aéroport de Malpensa [11]**

Le système de traitement des bagages le plus complexe et le plus grand dans les aéroports de Milan est certainement le terminal 1 de Malpensa, qui est composé de deux systèmes de tri distincts : un système de tri par convoyeur et un système de tri par plateau. Ces deux systèmes fonctionnent de manière indépendante, mais permettent au gestionnaire de les utiliser de différentes manières :

- Simultanément, en envoyant une partie du trafic vers l'un ou l'autre, afin de tirer le meilleur parti de la capacité disponible.
- En n'utilisant qu'un seul au détriment de l'autre en cas d'anomalies, de récupération ou en permettant des manœuvres d'économie d'énergie.

## **Chapitre I : Le bagage et son système de traitement**

- En ayant la flexibilité d'exclure une partie de l'un ou de l'autre en cas d'anomalies ou pour permettre des interventions de maintenance, tout cela sans compromettre le fonctionnement normal de l'aéroport.

En plus de ces deux systèmes de tri, on trouve le système de contrôle des bagages en soute, qui est un système très efficace pour garantir la sécurité des bagages sur chaque vol. En effet, sur chaque bagage en partance qui traverse l'aéroport, une radiographie et une vérification tomographique sont effectués avant de le charger sur votre vol.

Un autre système dont est muni l'aéroport de Malpensa est le système de stockage anticipé des bagages EBS (early Baggage Storage), où les bagages de correspondance qui arrivent à l'aéroport avant leur vol de départ doivent être stockés en toute sécurité jusqu'à l'ouverture de ce vol.

À l'aéroport de Malpensa Terminal 1, tous ces systèmes relient les 301 comptoirs d'enregistrement aux 21 carrousels de départ et aux quatre jetées de départ grâce à environ 22 km de convoyeurs et plus de 6 000 moteurs [11].

### **I.8 Le voyage du bagage :**

Lorsqu'un passager contrôle ses bagages, une étiquette de bagage est accrochée à la valise. Sur cette étiquette, outre le numéro de vol, la date de vol et l'aéroport de destination, figurent également un code à barres et un numéro, le code de plaque d'immatriculation (LPC). Il y a aussi une puce RFID dans les étiquettes de nos jours.

La valise va ensuite sur le tapis roulant entre les comptoirs d'enregistrement et disparaît de la vue du passager. Les cas de transfert sont également chargés sur les quais de déchargement.

A ce moment, la valise entre dans le système de bagages. Tout d'abord, la valise est pesée et mesurée, les objets trop grands, trop hauts ou trop longs sont versés et apportés manuellement à leur courroie de tri. Après cela, l'étiquette de la valise est scannée et le système informatique recherche le vol associé et sur quelle bande de tri il est prévu. Cela détermine l'itinéraire de la valise à travers le système.

Après cela, la valise traverse au moins une machine de criblage qui vérifie s'il n'y a pas d'explosifs ou d'autres matières dangereuses dans la valise.

Si la valise est sûre, on vérifie si la ceinture de tri est déjà ouverte pour le vol. Si le passager s'est enregistré très tôt, il se peut que le vol ne soit pas encore ouvert.

## *Chapitre I : Le bagage et son système de traitement*

Ensuite, la valise peut être stockée temporairement dans un tampon. À l'ouverture du vol, les valises de ce vol se répandront dans la zone tampon et continueront leur voyage.

Si le vol est ouvert, la valise ira à la ceinture de tri, il peut y avoir une vérification finale, le maquillage. Dans cette vérification, on vérifie si le passager est déjà à la porte. Si ce n'est pas le cas, le cas ne sera pas (encore) chargé dans l'avion. Les valises approuvées sont chargées manuellement ou avec un robot dans des conteneurs ou sur des chariots à bagages.

Ces conteneurs ou chariots à bagages sont ensuite amenés à l'avion. Là, le voyage de la valise se termine par le système de bagages.

Et durant ce parcours le bagage peut rencontrer plusieurs péripéties, à savoir. :

- Son étiquette peut se coller sur les parois du convoyeur ce qui rendra son identification très difficile et conduira à ce que le bagage rate l'avion et reste au tarmac
- Le bagagiste se trompe sur la destination du bagage quand les indicatifs des aéroports de destination sont quasi les mêmes (exemple : le code IATA pour Nice est NCE et pour Venise est VCE).
- Une mauvaise manipulation ou une vitesse non appropriée du chariot sur le tarmac peut amener à ce qu'un bagage tombe et n'atteigne pas l'avion.
- Et pour terminer, le vol qui peut arriver à n'importe quel point du voyage du bagage.

# **Chapitre II : Le suivi de bagages**

## II.1 Les statistiques internationales de perte de bagages pré-résolution 753 de l'IATA

Moins de 80 bagages d'avion sont perdus chaque minute à travers le monde, une situation qui ne fait pas de distinction entre les aéroports ni les voyageurs. Même le prince Édouard a récemment dû attendre 24 heures pour récupérer sa valise royale, mal orientée entre Londres Heathrow et les Bahamas.

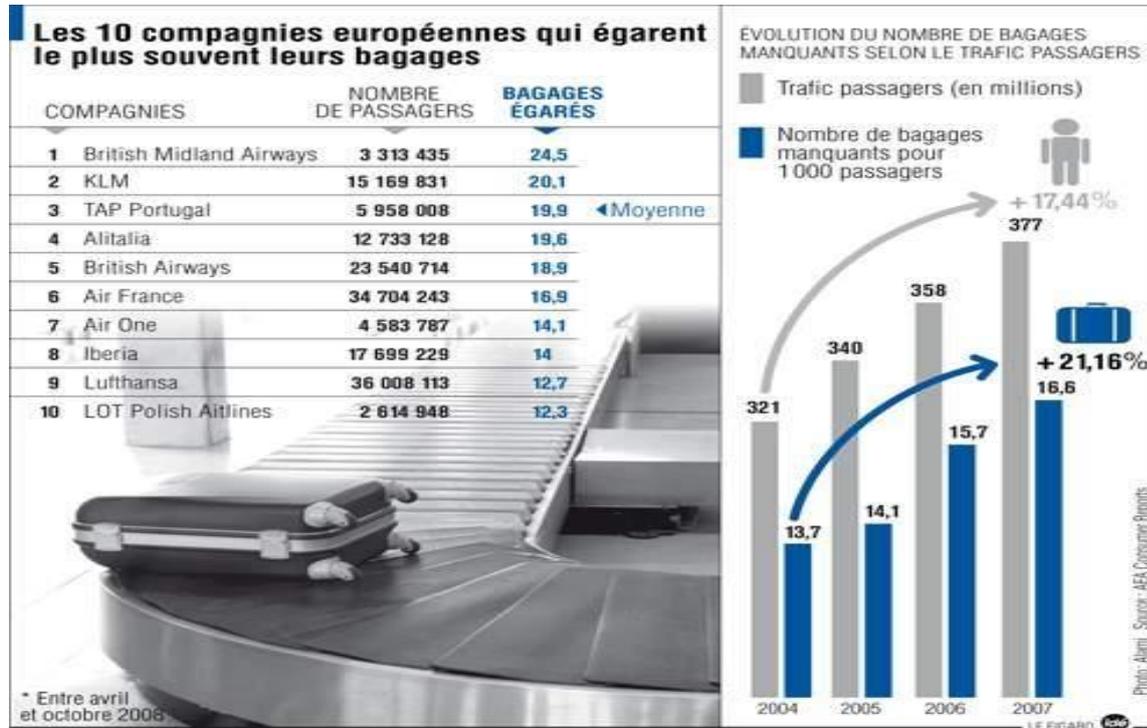


Figure 2.1 : Statistiques européennes sur les pertes de bagages [8]

Le constat est sans appel. Selon les statistiques de l'AEA (Association of European Airlines), le pourcentage de bagages ne rejoignant pas immédiatement leur propriétaire continue d'augmenter. En 2007, la moyenne européenne était de 16,6 bagages pour 1 000 passagers, ce qui est encore plus préoccupant car ce chiffre augmente plus rapidement que le trafic aérien. Au niveau mondial, 42 millions de sacs ont subi un «mauvais traitement» en 2007.

Cependant, ces chiffres alarmants doivent être relativisés. En moyenne, cela représente une erreur de 1,5% et touche donc moins de 1,5% des passagers, car ce sont souvent plusieurs bagages d'un même propriétaire qui sont perdus. De plus, l'AEA rappelle que 85% de ces problèmes sont résolus en 24 heures. Finalement, selon les statistiques officielles, seuls 3% des bagages perdus sont définitivement perdus, soit un bagage pour 2 000 passagers.

Les principales causes de ces erreurs en augmentation sont les retards de vols de plus en plus fréquents et les contrôles de sécurité. La grande majorité des valises se perdent lors de vols en transit, lorsque le temps de connexion est court et qu'un retard est ajouté, les passagers suivent souvent mais pas leurs bagages. Quant aux procédures de sécurité, elles compliquent encore plus le cheminement déjà complexe dans les grands hubs aéroportuaires. C'est plus la plateforme où transite la plupart des bagages d'une compagnie qui détermine son taux d'incidents bagages plutôt que sa politique. Visiblement, Londres et Amsterdam ont encore des progrès à faire [8].

Cependant, les investissements en technologie ont accentué leur effort pour trouver des solutions et réduire le nombre de bagages perdus en misant sur le tracking. Alors, qu'est-ce que le tracking ?

## **II.2 Définition du Suivi ou tracking :**

Le tracking (le suivi) est le fait de suivre quelque chose. Il existe plusieurs définitions selon les contextes.



**Figure 2.2 : Types de tracking [9]**

### **II.3 Fonctionnement général du suivi de bagages**

Le suivi peut se faire en trois phases [9] :

#### **II.3.1 La collecte**

C'est un système qui identifie toutes les actions de l'appareil et la source de l'internaute. Il est activé par un code appelé "tracker", qui enregistre toutes les activités et tous les trajets de l'appareil associé. Il enverra ensuite ces informations sous la forme d'un code.

Dans le cas du GPS, une collection correspond à un système intégré qui enregistre les coordonnées de position des objets associés afin de les localiser.

#### **II.3.2 Le traitement**

La seconde étape consiste pour le traceur à traiter les informations transmises sous forme de code. En ce qui concerne la consommation en ligne, les sites Web utilisent des cookies comme moyen de cibler les consommateurs en ligne. En effet, ces cookies permettent d'obtenir des informations statistiques sur le comportement et les centres d'intérêts des internautes. En outre, le site Web contient des balises permettant d'identifier les visites des utilisateurs.

#### **II.3.3 La restitution**

La restitution est la dernière étape : c'est l'opération de synthèse de toutes les informations provenant des cookies.

Par conséquent, le suivi des bagages est important pour tous les déplacements, qu'ils soient privés ou professionnels. Il existe différentes méthodes de suivi des bagages des passagers qui sont utilisées par les hubs ou les compagnies aériennes pour assurer une référence appropriée.

### **II.4 Les différentes méthodes de suivi de bagages**

#### **II.4.1 La valise connectée comme méthode de suivi de bagages**

Il s'agit d'une valise composée d'un appareil de communication (smartphone), d'un dispositif de repérage, d'une batterie ou d'un chargeur, et d'équipements complémentaires comme un moteur ou une balance... Le bagage connecté est une solution utilisable en avion ou à l'étranger mais qui nécessite une transmission GSM. L'objectif est de suivre l'emplacement de la valise à l'aide de votre smartphone, il est donc utile en cas de perte ou de vol. Ainsi, la valise connectée dispose d'un traceur GPS détachable, d'une batterie, d'un moteur intégré, d'un système de pesée, d'une serrure intelligente et d'un contrôle par smartphone.



**Figure 2.3 : Valise connectée [10]**

Sa fonction est donc multiple. Cependant, c'est une solution très coûteuse, et la transmission GSM a des limites dans l'avion ou à l'étranger.

#### **II.4.2 Le traceur GPS, une autre méthode de suivi de bagages**

Une autre solution dans la manière de suivre les bagages qui fonctionne de la même manière que les outils de géolocalisation des personnes ou des véhicules. Ces modèles de GPS sont disponibles avec ou sans carte SIM. Par exemple, un tracker sans carte SIM peut fournir une localisation par satellite, mais pas une localisation en temps réel. Cela explique l'avènement des balises GPS sans carte SIM, qui communiquent sur le réseau du partenaire connecté.



**Figure 2.4 : Traceur GPS [12]**

Parmi la large gamme de GPS proposés, il faut faire attention à ceux licenciés ou non licenciés pour une utilisation en avion ou à l'étranger.

On citera le cas de Lufthansa et Air France avec l'AirTag d'Apple [13] :

Un petit appareil pratique, mais qui n'a pas été apprécié par toutes les compagnies aériennes, a suscité des débats. Dans un tweet daté du 9 octobre 2022, Lufthansa a annoncé qu'elle ne permettrait plus l'utilisation des balises d'Apple sur ses appareils, les jugeant trop dangereuses en raison des ondes émises. Cependant, cette décision a été annulée quelques jours plus tard, lorsque les autorités aéronautiques allemandes (Luftfahrtbundesamt) ont confirmé qu'elles partageaient l'évaluation des risques de Lufthansa, concluant que les dispositifs de localisation avec une batterie et une puissance de transmission très faibles dans les bagages enregistrés ne présentaient pas de danger pour la sécurité. Par conséquent, ces dispositifs sont autorisés sur les vols de Lufthansa.

Lufthansa avait initialement pris cette mesure en se basant sur la réglementation de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (ICAO), qui interdit de laisser un appareil électronique équipé d'une batterie au lithium-ion allumé dans un bagage enregistré en soute. Cependant, les balises d'Apple ne sont pas équipées de telles batteries, car elles utilisent des piles CR2032 qui ne sont pas considérées comme dangereuses.

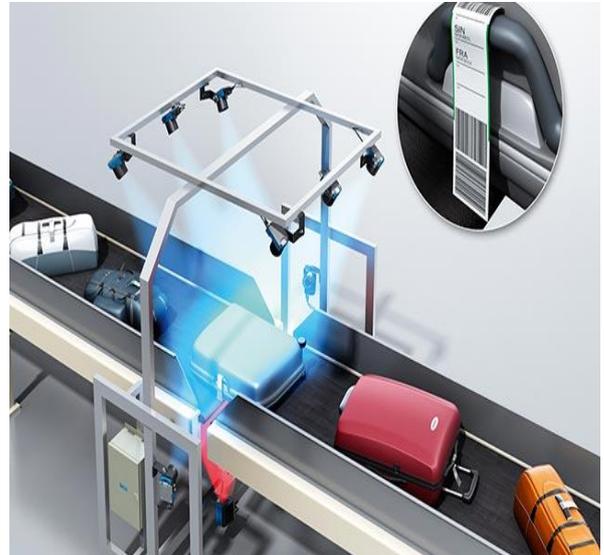
D'autres compagnies aériennes, comme Air France, autorisent actuellement l'utilisation des AirTags. Cependant, lors de l'été 2022, plusieurs voyageurs ont refusé de rester à bord de l'avion lorsqu'ils ont constaté que leurs bagages n'y étaient pas. Avec ce type de technologie,

les passagers peuvent avoir accès à plus d'informations que la compagnie aérienne elle-même, ce qui peut entraîner des tensions.

### **II.4.3 Le code-barres pour le suivi des bagages**

Au comptoir d'enregistrement, vous remarquerez qu'en plus des codes-barres sur vos billets, vos bagages enregistrés reçoivent également un autocollant et/ou une étiquette avec un code-barres. Les codes-barres sont uniques à vous, à vos bagages et à votre voyage.

Une fois que vos bagages vous quittent, ils entament leur voyage à travers l'aéroport sur une série de tapis roulants. Après l'enregistrement, le code-barres sur votre valise sera scanné, généralement par un scanner automatisé à 360



**Figure 2.5 : Scanner 360° [14]**

degrés qui peut lire le code-barres sur n'importe quel côté de la valise où l'autocollant se trouve, même en dessous. C'est pourquoi tous les autocollants et étiquettes précédents doivent être retirés, afin que le scanner ne lise que le code pertinent pour votre voyage actuel. Si l'autocollant ne peut pas être scanné automatiquement, il sera dirigé vers un scanner manuel et envoyé pour être chargé dans l'avion correspondant à la porte. Comme pour les autres utilisations des codes-barres dans les transports, ce système crée une chaîne de preuves, ce qui signifie que vos bagages peuvent être suivis à n'importe quelle étape de leur voyage.

On s'étalera sur ce système vu que c'est le plus utilisé dans le suivi des bagages à l'aéroport.

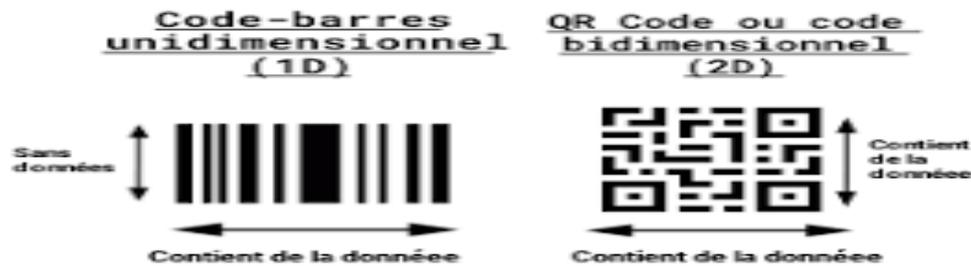
Depuis la première lecture d'un code-barres par un consommateur en 1974, l'utilisation des codes-barres pour le suivi des actifs a été révolutionnaire en aidant les entreprises à améliorer la précision des données et à accélérer la gestion des stocks.

Avec les avancées dans la technologie de marquage des actifs et les outils de suivi des actifs basés sur le cloud, l'utilisation d'étiquettes de codes-barres et de lecteurs de codes-barres dans les entreprises a augmenté. En fait, les codes-barres sont devenus si largement adoptés sur les marchés grand public et commerciaux que GS1 estime que plus de 5 milliards de codes-barres sont scannés quotidiennement. Bien que d'autres options de marquage offrent plus de fonctionnalités, ce sont les faibles coûts d'exploitation et la facilité d'utilisation qui attirent les

entreprises à adopter des outils de suivi des actifs par codes-barres, les différenciant ainsi des autres solutions de suivi des actifs.

**II.4.3.1 Qu'est-ce que le suivi des actifs par codes-barres ?**

Le suivi des actifs par codes-barres est un moyen facile à utiliser et rentable pour les entreprises de toutes tailles de gérer et de suivre leurs actifs physiques. Que ce soit pour le contrôle des stocks et des inventaires ou pour la gestion du cycle de vie, il y a deux éléments qui rendent possible le suivi des actifs par codes-barres : une étiquette de code-barres et un lecteur.



**Figure 2.6 : code-barres 1d & 2d [15]**

Les étiquettes de codes-barres sont disponibles sous différentes formes. Des codes-barres 1D tels que Code 39 et Code 128 aux codes-barres 2D tels que Data Matrix et les codes QR. Bien que leurs capacités varient, chaque type d'étiquette de code-barres est utilisé pour stocker des données. Ces données sont représentées par différents chiffres et lettres, qui sont ensuite décodés par un lecteur, généralement sous la forme d'un lecteur de codes-barres ou d'un appareil mobile [15].

**II.4.3.2 Différence entre code-barres 1d & 2d**

Dans le tableau suivant on va montrer comment différencier entre un QR code (code-barres 2d) et un code-barres 1d

**Tableau 2.1 : Différences entre code-barres 1d & 2d**

	code-barres 1d	Code-barres 2d
Distance	Dans les 10 pouces de la ligne de mire	Dans les 2 pieds de la ligne de mire
Durabilité	Peut être facilement endommagé	30% de l'étiquette doit être scanné
Espace de stockage	Jusqu'à 20-25 caractères	Jusqu'à 20-25 caractères

Un facteur clé qui rend le suivi des actifs par codes-barres particulièrement attractif pour les petites entreprises est la possibilité d'imprimer les codes-barres sur place. Une fois que les données ont été attribuées à un code-barres unique, il est imprimé et fixé à un actif. Que ce soit les actifs fixes d'une entreprise, tels que les équipements informatiques tels que les moniteurs et les claviers, ou les actifs courants tels que les stocks et les inventaires [16].

En plus d'être un remplacement peu coûteux des méthodes de suivi manuelles longues comme le stylo et le papier, le suivi des actifs par codes-barres offre un large éventail d'avantages tels que :

- Augmentation de la précision des stocks
- Accélération de la collecte des données des actifs
- Réduction des coûts de suivi des actifs
- Réduction des erreurs
- Simplification de la tenue des registres
- Ne nécessite presque aucune formation des employés

#### **II.4.3.3 Comment fonctionne le suivi des actifs par codes-barres ?**

En plus d'être utilisés pour suivre les actifs d'une entreprise, les codes-barres peuvent être trouvés dans différents secteurs d'activité qui proposent une variété de processus tels que les voyages, les divertissements, la publicité et les jeux.

Mais quel que soit l'usage d'un système de codes-barres, le processus est toujours le même.

Contrairement à une solution de suivi RFID, les codes-barres nécessitent moins de matériel pour fonctionner. En fait, tout ce dont vous avez besoin pour mettre en place un système de suivi des actifs par codes-barres efficace, ce sont :

- Des codes-barres
- Un lecteur de codes-barres
- Un logiciel de suivi des actifs

Une fois les bons outils et équipements en place, le processus de suivi des actifs par codes-barres peut être décomposé en trois étapes :

- Les données sont stockées sur un code-barres unique qui est imprimé et attribué à un actif spécifique.
- Le code-barres est scanné à l'aide d'un lecteur de codes-barres ou d'un appareil mobile qui extrait les données.
- Les données sont envoyées à un ordinateur sous forme binaire, puis décodées et stockées dans une base de données du logiciel de suivi des actifs.

#### **a) Génération des codes-barres**

La première étape pour gérer les stocks et suivre les actifs consiste à créer une base solide : un code-barres qui sont constitués de barres et d'espaces de différentes tailles qui représentent des chiffres et des lettres, remontant à l'utilisation des points et des tirets dans le code Morse.

Il existe deux types de codes-barres que les entreprises doivent connaître lorsqu'elles déploient un système de suivi des actifs par codes-barres : les codes-barres 1D (linéaires) et les codes-barres 2D. Les codes-barres 1D peuvent contenir jusqu'à 100 caractères de données et sont généralement apposés sur la plupart des produits de vente au détail sous la forme de codes UPC (Universal Product Codes).

Les codes-barres 2D peuvent contenir jusqu'à 2000 caractères de données et se trouvent dans les magazines ou sur les dépliants publicitaires sous forme de codes QR.

Lorsqu'il s'agit de générer des codes-barres à des fins de suivi des actifs, les entreprises ont la possibilité de les acheter auprès d'un distributeur ou de les imprimer elles-mêmes. Cela permet une plus grande accessibilité, ce qui rend le suivi des actifs par codes-barres particulièrement attrayant pour les petites entreprises qui n'ont qu'un nombre limité d'actifs.

#### **b) Obtenir le bon matériel**

Chaque code-barres à un motif unique qui est attribué à un actif spécifique et qui peut être lu par une machine, dans ce cas un lecteur de codes-barres. Une fois qu'un lecteur lit le code-barres en réfléchissant la lumière sur chaque section noire et blanche, il décode les données en 1 et 0, puis les transmet à un ordinateur.

Bien qu'un lecteur de codes-barres puisse sembler un achat simple, il existe différents types disponibles pour différentes utilisations. Il s'agit notamment des lecteurs de type stylet, des lecteurs de caméra et des scanners laser. Une autre alternative intelligente à l'achat d'un lecteur de codes-barres est d'utiliser un smartphone. La plupart des appareils mobiles modernes ont la capacité de scanner à la fois des codes-barres 1D et 2D.

**c) Utilisation d'un logiciel de suivi**

Pour accéder aux données d'un actif codé par barres, celles-ci doivent déjà être stockées dans un système. Par exemple, des données telles que la quantité, l'emplacement, l'historique de maintenance et la date d'achat seront toutes attribuées à un actif spécifique dans une base de données. L'actif se voit ensuite attribuer un code unique qui est généré sous la forme d'un code-barres et y est attaché.

Cela signifie que lorsqu'un code-barres est scanné, le lecteur indique à un ordinateur d'ouvrir un enregistrement spécifique où les données de cet actif sont stockées. À partir de là, les données sur les actifs peuvent être consultées, mises à jour et traitées [17].

**II.4.3.4 Les avantages du suivi des actifs par codes-barres**

Avec l'avènement de la technologie d'étiquetage et des solutions logicielles, la possibilité de suivre et de gérer les actifs n'a jamais été aussi largement disponible pour tous les types et toutes les tailles d'entreprises. Et, en particulier pour les entreprises intensives en actifs qui comptent sur leurs actifs pour générer des revenus, le déploiement d'un système de suivi des actifs est essentiel.

Tout comme d'autres solutions de suivi telles que le RFID, les outils de suivi par codes-barres peuvent offrir un large éventail d'avantages aux entreprises ayant besoin de gérer leurs actifs.

**a) Suivi des actifs économique**

Que les entreprises choisissent d'imprimer leurs propres codes-barres sur place ou de les acheter auprès d'un distributeur, les codes-barres sont une solution de suivi bon marché et efficace. Les coûts initiaux peu élevés des codes-barres les rendent extrêmement attrayants pour les entreprises qui possèdent des entrepôts remplis d'inventaire précieux. Ils sont également une forme de suivi recherchée pour les articles et équipements de faible valeur.

**b) Augmentation de la vitesse et de la précision**

Le suivi des actifs par codes-barres peut également être un processus manuel, où les numéros de codes-barres sont saisis à la main. Mais cela peut être un processus long et fastidieux qui peut coûter du temps et de l'argent précieux aux entreprises. Au contraire, les lecteurs de codes-barres et les systèmes de suivi des actifs peuvent accélérer le flux de travail. En fait, le processus de numérisation d'un code-barres et d'extraction des données d'un actif en quelques secondes peut être jusqu'à 5 à 7 fois plus rapide que la saisie manuelle.

La saisie manuelle des données peut également être à l'origine d'erreurs, laissant la porte ouverte aux erreurs humaines. Avec une précision d'inventaire inexacte qui représente 8,7 % des ventes perdues au Royaume-Uni, la précision est essentielle pour les entreprises intensives en actifs.

### **c) Nécessite une formation minimale**

Un avantage majeur qu'un système de suivi des actifs par codes-barres offre par rapport à d'autres solutions est qu'il nécessite très peu de formation. Les codes-barres sont omniprésents dans la société, ce qui signifie que la plupart des employés ont déjà été exposés à leur utilisation et à leur fonctionnement. En fournissant simplement une formation de base sur la façon d'utiliser un lecteur de codes-barres, les entreprises peuvent mettre en place un système de suivi des actifs rapidement et efficacement.

En résumé, le suivi des actifs par codes-barres est une méthode rentable et largement utilisée pour gérer et suivre les actifs physiques. Il repose sur l'utilisation d'étiquettes de codes-barres et de lecteurs de codes-barres pour stocker et extraire des données. Le suivi des actifs par codes-barres offre de nombreux avantages, tels qu'une meilleure précision des stocks, une collecte de données plus rapide, des coûts réduits, des erreurs minimisées, une tenue de registres simplifiée et une formation minimale des employés [18].

### **II.4.4 La puce RFID (étiquette intelligente) pour tracer les bagages ?**

Il s'agit d'une technologie de radio-identification utilisée pour suivre à distance les informations stockées dans une puce RFID. Cette puce est placée dans les bagages et peut être complétée par un QR code qui peut être lu à l'aide d'un smartphone. Plusieurs marques de bagages proposent ce type de solution, telles que Traceme, E-Lostbag et ReboundTag. Les compagnies aériennes utilisent de plus en plus ces étiquettes efficaces. Par exemple, Air France souhaite collaborer avec ADP pour développer cette solution. L'idée est d'envoyer un

SMS ou une notification sur une application au voyageur à chaque escale pour lui indiquer la position de sa valise.

On s'intéressera ici au RFID, vu que c'est le dispositif qui va remplacer, dans un futur proche le système de code-barres pour le suivi de bagages par les compagnies aériennes et les sociétés de gestion d'aéroport.

#### **II.4.4.1 Définition de la RFID**

Les gestes quotidiens tels que l'insertion d'une clé pour démarrer un véhicule, la puce ou le badge pour accéder à un bâtiment ou une salle, ou la validation d'un titre de transport dans les transports en commun sont devenus courants pour beaucoup d'entre nous.

Sans même nous en rendre compte, nous utilisons des technologies de capture automatique de données basées sur les ondes et les rayonnements radiofréquence, connues sous le nom de RFID (Identification par Radio Fréquence). Ces technologies sont présentes non seulement dans nos vies, mais également dans le parcours des objets, depuis leur fabrication jusqu'à leur point de vente, en passant par les lieux de stockage. En effet, les objets sont également porteurs d'étiquettes RFID, tout comme nous, à cette différence près qu'ils ne présentent pas volontairement leur étiquette ou leur badge RFID lorsqu'on les sollicite. Les conditions de lecture de ces étiquettes sont donc différentes et nécessitent généralement des distances de détection plus importantes.

La RFID peut être définie comme une technologie d'identification automatique qui utilise le rayonnement radiofréquence pour identifier les objets porteurs d'étiquettes lorsqu'ils passent à proximité d'un interrogateur. Cependant, la RFID ne se limite pas à une seule technologie, car il existe différentes fréquences radio utilisées, ainsi que différents types d'étiquettes ayant des modes de communication et d'alimentation variés. Un tag RFID, qui transmet des informations à l'interrogateur (aussi appelé station de base ou lecteur), est généralement composé d'une puce électronique associée à une antenne. Cet ensemble, appelé inlay, est ensuite conditionné pour résister aux conditions auxquelles il sera exposé. L'ensemble formé est appelé tag, label ou transpondeur. Les informations contenues dans la puce électronique d'un tag RFID dépendent de l'application. Il peut s'agir d'un identifiant unique (UII, Unique Item Identifier) ou d'un code EPC (Electronic Product Code), par exemple. Une fois écrites dans le circuit électronique, ces identifiants ne peuvent plus être modifiés, mais seulement lus (WORM, Write Once Read Multiple). Certaines puces électroniques possèdent également une

autre zone mémoire dans laquelle l'utilisateur peut écrire, modifier ou effacer ses propres données. La taille de ces mémoires varie de quelques bits à quelques dizaines de kilobits [19].

#### **II.4.4.2 Historique de la RFID**

En 1940, la RFID a été utilisée pour la première fois pendant la Seconde Guerre mondiale afin d'identifier et d'authentifier les avions en vol (IFF : Identifie Friendly/Foe). Son but était de compléter la signature RADAR des avions en lisant un identifiant fixe permettant l'authentification des avions alliés.

Dans les années 1960-1970, les systèmes RFID sont restés confidentiels et utilisés à des fins militaires pour le contrôle d'accès aux sites sensibles, notamment dans le domaine nucléaire.

Dans les années 1980, les avancées technologiques ont permis l'émergence des tags passifs. Les tags RFID rétro-modulent l'onde émise par l'interrogateur pour transmettre des informations. Cette technologie a permis de se passer d'une source d'énergie embarquée sur l'étiquette, réduisant ainsi son coût et sa maintenance.

Au cours des années 1990, la normalisation a commencé pour assurer l'interopérabilité des équipements RFID.

En 1999, le MIT (Massachusetts Institute of Technology) a fondé l'Auto-ID Center, un centre de recherche spécialisé dans l'identification automatique, notamment la RFID.

En 2004, l'Auto-ID du MIT est devenue "EPCglobal", une organisation chargée de promouvoir la norme EPC (Electronic Product Code), qui est une extension du code-barres à la RFID.

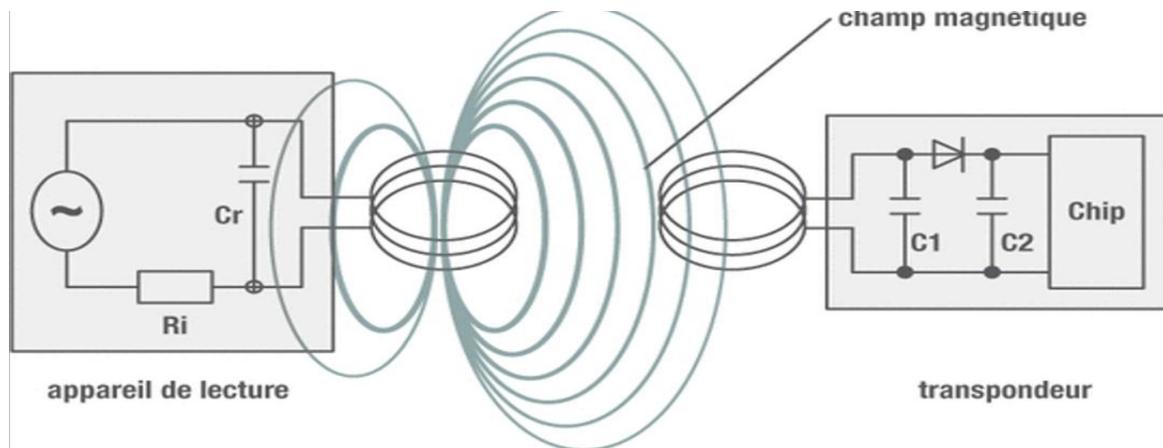
Depuis 2005, les technologies RFID sont largement répandues dans quasiment tous les secteurs industriels tels que l'aéronautique, l'automobile, la logistique, le transport, la santé, la vie quotidienne, etc. L'ISO (Organisation internationale de normalisation) a établi des normes pour garantir l'interopérabilité et faciliter l'utilisation de la RFID à grande échelle [20].

#### **II.4.4.3 Fonctionnement**

Le système RFID fonctionne de la manière suivante :

- L'étiquette RFID, également appelée transpondeur ou tag, est équipée d'une puce électronique reliée à une antenne. Cette antenne permet à la puce de transmettre les informations stockées dans la puce, telles que le numéro de série ou le poids de l'objet.

- Un lecteur RFID, qui est un émetteur-récepteur, est utilisé pour interagir avec les étiquettes RFID. Le lecteur est équipé d'une antenne intégrée ou externe qui émet des ondes radio.



**Figure 2.7 : les éléments du système RFID [21]**

- La Figure 2.7 illustre le lecteur qui émet un signal d'appel, les ondes radio sont captées par l'antenne de l'étiquette RFID à proximité. Selon le principe de l'induction électromagnétique, une tension est générée dans l'antenne de l'étiquette RFID.
- La puce électronique de l'étiquette RFID traite cette tension et émet un signal de réponse qui est renvoyé au lecteur. Cela permet au lecteur de détecter et d'interroger l'étiquette RFID.
- Les informations transmises par l'étiquette RFID sont ensuite converties en données lisibles par un logiciel RFID. Ces données peuvent être utilisées pour identifier et suivre les objets portant les étiquettes RFID.

Ce système de communication entre l'étiquette RFID et le lecteur RFID est la base de toutes les variantes de la technologie RFID. Bien que la logistique de marchandises soit le principal domaine d'application de la RFID, les systèmes d'accès basés sur la RFID sont également répandus [22].

La technologie RFID est également utilisée de manière croissante dans le domaine de la sécurité au travail, bien que son utilisation soit encore relativement nouvelle dans ce domaine.

#### II.4.4.4 Composants d'un système RFID

Une solution complète de RFID comprend les étiquettes, les lecteurs et encodeurs et l'intergiciel (middleware).

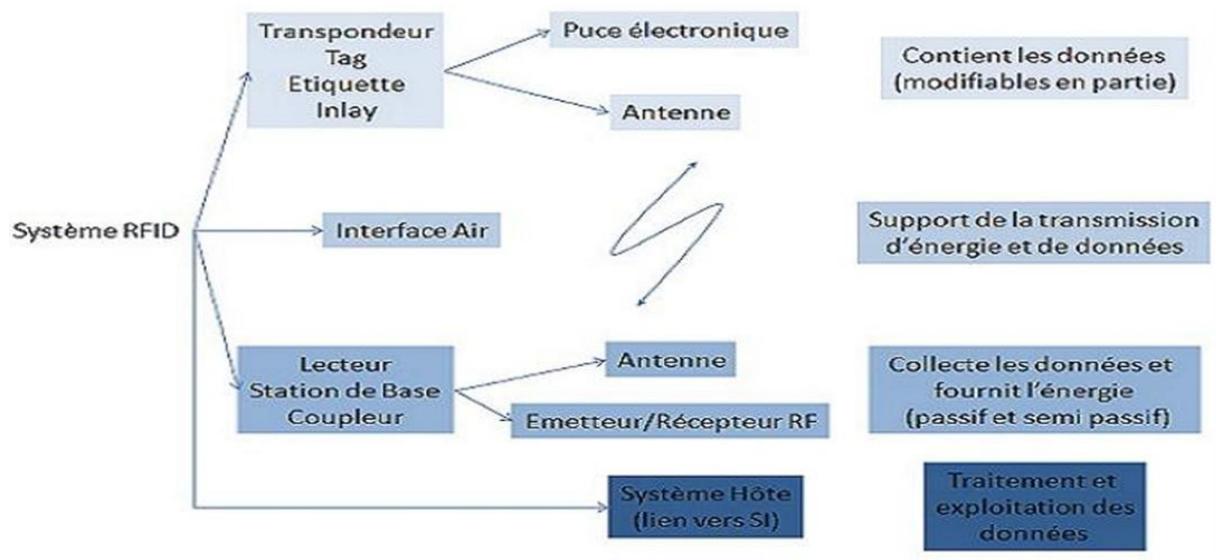


Figure 2.8 Composants d'un système RFID [23]

##### a) Le tag (étiquette)

Une des méthodes les plus couramment utilisées pour l'identification consiste à intégrer un numéro de série ou une série de données dans une puce électronique et à la connecter à une petite antenne. Ce duo (puce en silicium + antenne) est ensuite encapsulé dans un

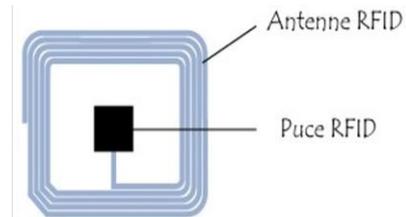


Fig II.9 Tag RFID [23]

support, appelé tag RFID ou étiquette RFID. Ces tags peuvent être intégrés dans des objets ou collés sur des produits. Le support sur lequel les informations sont imprimées est généralement flexible et peut souvent être adhésif. Le format des données enregistrées sur les étiquettes est normalisé grâce aux efforts d'EPC Global (Electronic Product Code).

Pour exploiter les informations contenues dans les étiquettes RFID, il est essentiel de disposer du lecteur approprié. Le lecteur émet des ondes radio vers l'étiquette, ce qui permet de l'alimenter en énergie par induction électromagnétique et de l'activer. Une fois activée, la puce renvoie les données qu'elle contient. Les puces RFID ne sont pas capables d'effectuer des traitements dynamiques, mais elles peuvent fournir des données statiques.

Il existe différents types d'étiquettes RFID :

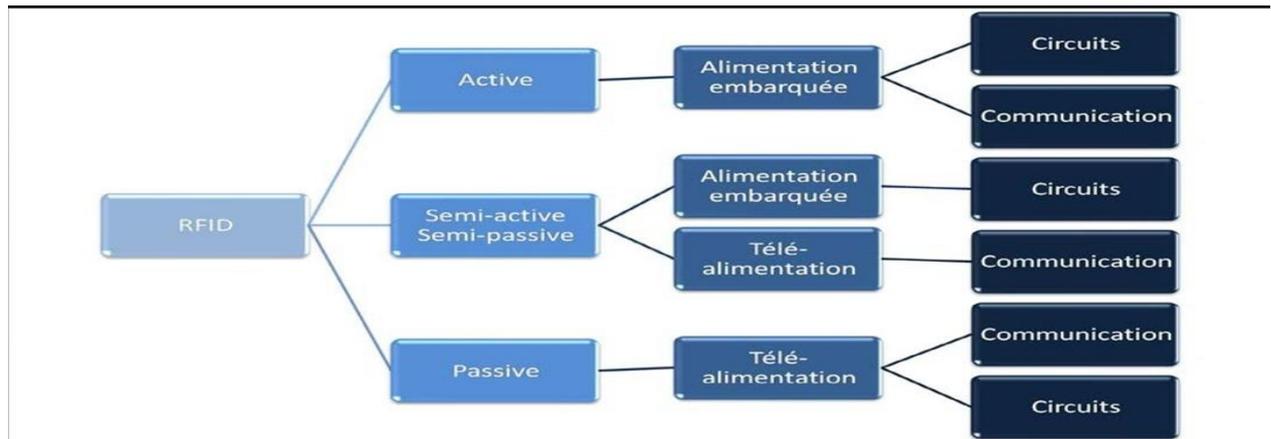


Figure 2.10 Types de tags RFID [23]

- Tags passifs (sans batterie) : Ils n'ont pas d'alimentation externe et dépendent du signal émis par le lecteur pour être alimentés en énergie. Ces tags sont peu coûteux et sont principalement utilisés dans la logistique et le transport. Ils utilisent différentes fréquences radio en fonction de leur capacité à transmettre sur des distances variables et à travers différents matériaux. La distance de lecture est généralement inférieure à un mètre. Ces tags peuvent être jetables ou réutilisables, et sont souvent collés sur les produits pour un suivi jusqu'aux inventaires.
- Tags semi-passifs : Ces tags sont similaires aux cartes d'identification passive, mais ils ont une petite batterie qui fonctionne en permanence. Cela libère l'antenne pour d'autres tâches, telles que la réception de signaux de retour. Les tags semi-passifs sont plus robustes et plus rapides en lecture et en transmission que les tags passifs, mais ils sont également plus chers.
- Tags actifs : Les étiquettes actives sont les plus coûteuses car elles sont plus complexes à produire. Elles disposent d'une alimentation embarquée et peuvent fournir des fonctions de captage et de traitement de l'information. Elles sont utilisées pour des applications telles que l'authentification, la sécurisation et l'antivol. Les tags actifs peuvent émettre sur des distances allant jusqu'à plusieurs centaines de mètres. Certains modèles récents sont conçus pour être insensibles à l'orientation du produit.

Il y a plusieurs catégories d'étiquettes RFID disponibles selon le mode (lecture-écriture): [23]

- Les étiquettes en "lecture seule" sont préprogrammées avec un numéro d'identification par le fabricant de la puce. Ce numéro peut être lu, mais il ne peut pas être modifié ultérieurement.

- Les étiquettes "écriture une fois, lecture multiple" permettent à l'utilisateur d'enregistrer un numéro d'identification unique lors de la première utilisation. Après cela, seule la lecture de cette information est possible, et elle ne peut pas être modifiée.
- Les étiquettes en "lecture réécriture" disposent de pages de mémoire supplémentaires, en plus du code unique, ce qui permet l'écriture et la modification de nouvelles données associées.

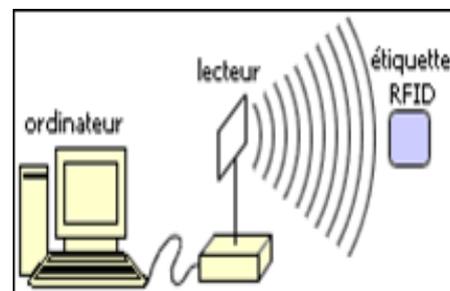
La mémoire d'une étiquette RFID comprend généralement une ROM (Read Only Memory) contenant les données de sécurité et les instructions de l'OS (Operating System) de l'étiquette, qui gère les fonctions de base telles que le délai de réponse, le contrôle du flux de données et la gestion de l'énergie. Elle comprend également une RAM (Random Access Memory) utilisée pour le stockage temporaire de données lors des processus d'interrogation et de réponse.

La capacité et la complexité de la mémoire programmable non volatile de l'étiquette varient en fonction du type et du niveau de sophistication du produit.

Chaque type d'étiquette RFID a ses propres caractéristiques en termes de fonctionnalités, de portée et de coût, ce qui les rend adaptées à des utilisations spécifiques.

### **b) Le lecteur**

Le lecteur/enregistreur RFID se compose d'un circuit émettant une énergie électromagnétique à travers une antenne, et d'une puce électronique qui reçoit et décode les informations envoyées par l'étiquette RFID, puis les transmet au dispositif de collecte des données. Le lecteur est responsable de la lecture des étiquettes radiofréquence et de la transmission des informations qu'elles contiennent vers le niveau suivant du système.



**Figure 2.11 Lecture d'un tag [123]**

La communication entre le lecteur et l'étiquette RFID se déroule en quatre étapes :

- Le lecteur transmet de l'énergie radio pour activer l'étiquette.
- Il envoie une requête pour interroger les étiquettes à proximité.
- Il écoute les réponses, élimine les doublons ou les collisions entre réponses.
- Enfin, il transmet les résultats obtenus aux applications concernées.

### ***Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)***

La communication entre le lecteur et l'étiquette se fait via les antennes qui équipent les deux composants, ces antennes étant responsables du rayonnement radiofréquence. Les antennes des lecteurs RFID peuvent varier en termes de standardisation et de performances. Il est donc essentiel de choisir une antenne de qualité pour assurer une lecture fiable des étiquettes.

La puissance du lecteur doit être combinée avec l'antenne appropriée pour déterminer la portée optimale de lecture. On distingue généralement quatre modalités de portée :

- Lecture de proximité : entre 10 et 25 cm.
- Lecture de voisinage : jusqu'à 1 mètre.
- Lecture à moyenne distance : de 1 à 9 mètres.
- Lecture longue portée : jusqu'à plusieurs centaines de mètres.

Il convient de noter que le terme "lecteur RFID" est en réalité une impropriété, car il peut également écrire des informations sur l'étiquette. Certaines étiquettes sont en lecture seule, tandis que d'autres peuvent contenir une zone mémoire permettant de stocker des données variables.

En ce qui concerne la lecture de l'étiquette, on peut distinguer :

- Lecture seule : le lecteur récupère le code de l'étiquette émettant le signal le plus fort.
- Lecture multiple : le lecteur explore le champ de lecture pour récupérer les codes de toutes les étiquettes en émission RF.

En ce qui concerne le fonctionnement du lecteur :

- Autonome : le lecteur active le signal RF après avoir reçu une entrée ou une commande du logiciel.
- Interactif : le lecteur lit lorsqu'il reçoit une requête d'une autre application à un niveau supérieur.

#### **c) L'intergiciel (middleware)**

L'intergiciel, également appelé middleware, est un logiciel qui agit comme un intermédiaire de communication entre différentes applications, généralement complexes ou réparties sur un

### *Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)*

réseau informatique. Il fournit des services de haut niveau pour répondre aux besoins de communication des applications.

Dans le contexte de la RFID, le système se compose à la fois du matériel, comprenant les lecteurs RFID, et du logiciel.

Le logiciel s'exécute sur des PC ou des serveurs classiques et comprend l'intergiciel, qui contient la logique de l'application RFID, ainsi qu'un système de base de données central (tel qu'Oracle, SQL Server, Postgres, MySQL) pour stocker des informations sur les étiquettes RFID. Habituellement, les étiquettes contiennent un numéro d'identification et éventuellement des informations sur un article spécifique.

Par exemple, dans une application de supermarché, le scanner pourrait simplement lire le numéro d'identification de l'étiquette et consulter la base de données pour connaître le prix du produit. En revanche, dans une application de bagages à l'aéroport, le système pourrait écrire le numéro de billet du passager et la destination finale sur l'étiquette au moment de l'enregistrement (car l'aéroport suivant que le sac va visiter peut ne pas avoir accès à la base de données de l'aéroport d'origine).

Dans l'Internet des objets, le middleware RFID joue un rôle central en apportant de l'intelligence aux données collectées à partir des produits étiquetés avec des puces radiofréquences. Il constitue un point crucial dans l'implémentation au sein d'une entreprise qui traite de grandes quantités de données et qui doit les partager avec toute sa chaîne de valeur et ses partenaires. Un distributeur, par exemple, doit fournir à ses partenaires des données compréhensibles par leurs systèmes existants, et c'est là que l'intergiciel joue un rôle clé.

Dans le domaine de la RFID, le middleware est confronté à diverses contraintes, notamment liées au matériel et à l'environnement dans lequel il est déployé. Le choix des lecteurs RFID et des étiquettes appropriés est un premier enjeu, d'autant plus que la qualité de lecture de ces capteurs peut varier considérablement. Ensuite, il y a les contraintes liées à la législation sur l'utilisation des fréquences autorisées, qui diffèrent d'un pays à l'autre.

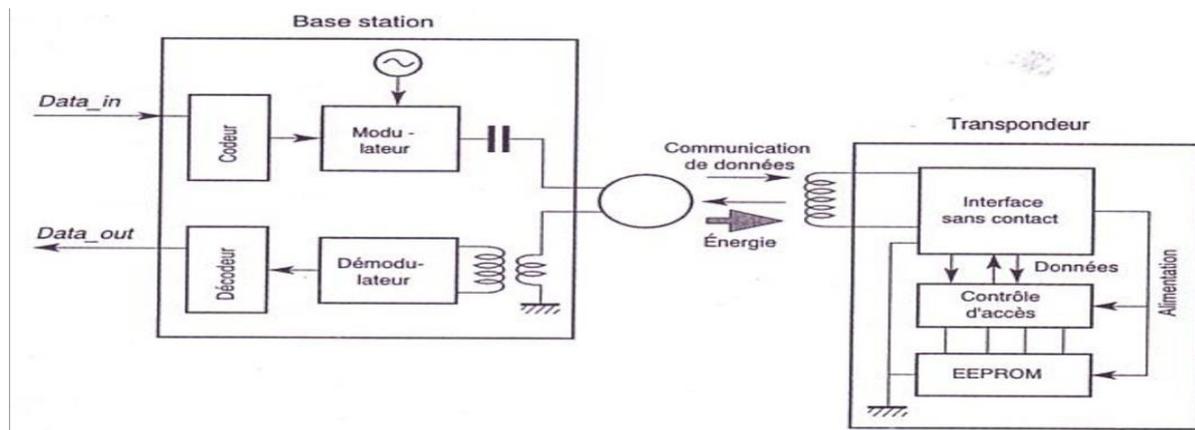
Le middleware RFID doit également gérer le filtrage des flux de données récupérées, leur gestion centralisée et la gestion de la qualité des services. Ce sont les principales tâches de l'intergiciel RFID. Ensuite, viennent les procédures de transformation des données pour les intégrer aux processus métier de l'entreprise. Tout cela constitue une chaîne complexe.

Aujourd'hui, les offres de middleware dédiées à la RFID se positionnent comme des solutions à moyen/long terme permettant aux entreprises de tirer le meilleur parti des avantages offerts par la RFID [23].

**d) Communication tag**

Voici une illustration basique de la communication entre un transpondeur et une station de base :

Le schéma ci-dessous montre deux éléments impliqués dans la communication. Tout d'abord, les données qui sont échangées entre les deux équipements, et aussi l'énergie transmise du lecteur vers le transpondeur. Cette énergie sert d'alimentation dans le cas de la télé-alimentation. Les communications RFID, tout comme la plupart des communications sans fil, sont en demi-duplex.



**Figure 2.12 la communication entre un transpondeur et une station de base [24]**

Cela signifie que chaque interlocuteur (la station de base et le ou les transpondeurs) communique à tour de rôle. Cependant, il existe deux modes de communication en fonction des deux types d'informations transmises :

- Mode simultané : les données et l'énergie sont transmises simultanément au transpondeur.
- Mode non simultané : les données et l'énergie sont fournies de manière alternative au transpondeur.

### ***Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)***

Comme dans toute conversation, l'un des interlocuteurs doit initier la communication. Il existe deux modes pour cela :

- TTF (Tag Talks First) : dans ce mode, le transpondeur annonce sa présence lorsqu'il entre dans le champ d'un lecteur. Cependant, cela peut entraîner des conflits lorsque plusieurs transpondeurs annoncent leur présence simultanément.
- RTF (Reader Talks First) : dans ce mode, le lecteur interroge en permanence son environnement pour détecter la présence de nouveaux arrivants. Une requête est régulièrement diffusée, et lorsque le transpondeur entre dans le champ et est en mesure de répondre, il renvoie une réponse annonçant sa présence.

Bien sûr, l'utilisation simultanée des deux modes peut entraîner d'importants conflits. C'est pourquoi il est recommandé d'appliquer un mode unique dans des environnements clos utilisant la technologie RFID. Certains pays d'Extrême-Orient ont même interdit complètement l'utilisation du mode TTF.

Toute communication RFID repose sur des protocoles simples ou complexes. Ces protocoles permettent d'inclure des mécanismes de gestion des collisions, de sécurisation, d'authentification, etc., en plus du simple échange de données [24].

#### **II.4.4.5 Les gammes de fréquences RFID**

L'utilisation des ressources radio dans la RFID est soumise à des réglementations nationales ou internationales et nécessite des autorisations. Les fréquences utilisées varient selon les différentes gammes de fréquences RFID [15]:

- LF : 125 kHz - 134,2 kHz (basses fréquences)
- HF : 13,56 MHz (hautes fréquences)
- UHF : 860 MHz - 960 MHz (ultra hautes fréquences)
- SHF : 2,45 GHz (super hautes fréquences)

Voici un aperçu des fréquences utilisées dans la RFID selon les gammes de fréquences :

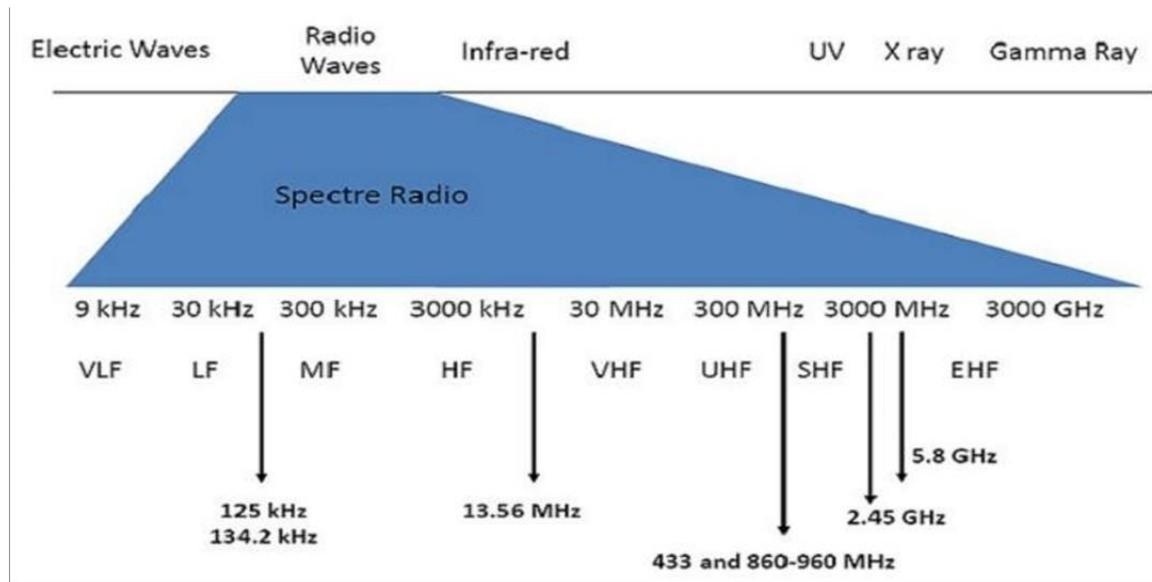


Figure 2.13 Fréquences de la RFID [25]

Il existe 4 gammes de fréquences principales pour les tags RFID décrites dans le tableau suivant :

- Les tags RFID SHF à 2.45-5.8 GHz ont des performances identiques aux tags UHF, très sensibles au métal et au liquide, elles sont utilisées principalement dans les identifications véhicules et télépéage.
- Les tags RFID UHF à 868-915 MHz utilisent des antennes imprimées ou gravées. En technologie passive, ils ont une portée de plusieurs mètres. Cependant, ils sont sensibles à l'environnement (présence de métal ou d'eau) en raison de la fréquence utilisée. Des conceptions spécifiques d'antennes et de conditionnement permettent cependant de les utiliser sur des surfaces métalliques. Étant donné que les fréquences UHF réservées à la RFID ne sont pas harmonisées dans toutes les régions du monde (entre 860 et 960 MHz), les tags doivent généralement avoir une bande passante importante, ce qui peut réduire leurs performances.
- Les tags RFID HF à 13,56 MHz sont couramment utilisés dans les applications logistiques et de traçabilité. Les antennes en boucle peuvent être imprimées ou gravées, ce qui rend les tags très fins. Ils sont largement répandus dans les applications de transport et d'identification, comme les passeports, les cartes de transport sans contact (par exemple, le passe Navigo), et sont également à la base de la technologie NFC (Near Field Communication) présente dans de nombreux smartphones.

### Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)

- Les tags RFID LF à 125-134.2 kHz sont adaptés aux applications de logistique et de traçabilité. Leur petite taille et leur poids réduits en font des candidats idéaux pour être intégrés dans divers matériaux tels que le textile, le métal, le plastique, etc.

**Tableau 2.2 : Différentes gammes de fréquences pour les tags RFID [25]**

Fréquences	Distance de lecture max	Caractéristiques	Cas d'usage
Basse fréquence 125 et 134,2 kHz Passif	50 cm	Prix élevé Taux de transfert faible Peu sensible au métal et liquide	Contrôle d'accès Traçabilité animale Anti démarrage
Haute fréquence 13,56 Mhz Passif	1 m	Prix < Tag LF Taux de transfert élevé Peu sensible au métal et liquide	Contrôle d'accès Paiement Passeport électronique
Ultra haute fréquence 868 à 915 Mhz Passif et actif	10 m (passif) 100 m (actif)	Prix < tags LF et HF Taux de transfert élevé Sensible au métal et liquide	Stock Logistique Suivi et traçabilité
Super haute fréquence 2,45 et 5,8 GHz Passif, semi-actif et actif	3 m (passif) 300 m (actif)	Performances équivalentes à l'UHF Taux de transfert très élevé Très sensible au métal et liquide	Identification véhicule Télépéage

#### II.4.4.6 Différence entre RFID et code-barres :

Dans le tableau suivant, on va montrer les différences essentielles entre RFID et code-barres

**Tableau 2.3 : Différence entre RFID et code-barres [26]**

		
<b>Read Rate</b>	Only one at a time	10's, 100's Or 1000's simultaneously
<b>Read Range</b>	Several inches upto several feet	Passive UHF RFID: -Up to 40 feet (fixed readers) -Up to 20 feet (handheld readers)  Active RFID -Up to 100's of feet or more
<b>Read Speed</b>	Slow	very fast (ms)
<b>Readable through objects</b>	No, must be line of sight	Yes
<b>Identification</b>	Most barcodes only identify the type of item (UPS Code) but not uniquely	Can uniquely identify each item/asset tagged

- La RFID n'a pas besoin d'être scannée en ligne droite comme le code-barres a besoin de scanner un produit Les codes-barres sont très rentables par rapport à la RFID.
- La RFID peut lire les données à une plus grande distance (environ 10 pieds à 30 pieds) que le code-barres (de quelques pouces à quelques pieds maximum).
- Dans de nombreux cas, on dit que la précision du code-barres est équivalente voire étonnamment meilleure que celle des étiquettes RFID.
- Les étiquettes RFID lisent rapidement les données par rapport au code-barres Le code-barres est très simple à utiliser car il est beaucoup plus petit et plus léger que la RFID.
- La RFID peut lire et écrire des données, mais le code-barres peut seulement lire des données Le code-barres ne peut pas scanner plusieurs articles, il offre donc précision et fiabilité.
- Vous n'avez donc pas à vous soucier d'un scan accidentel La RFID peut également conserver l'historique de maintenance, la date d'expiration, etc. d'un produit [26].

## **II.5 Le suivi de bagages selon la résolution 753 de l'IATA**

Ici on va décrire les quatre points de suivi obligatoires nécessaires pour se conformer à la Résolution 753/30.53. On définira ce qu'est un point de suivi et décrira ce qui est enregistré et à quel endroit [27].

### **II.5.1 C'est quoi un point de suivi ?**

En termes de suivi des bagages, un point de suivi correspond à l'enregistrement des données concernant un bagage. Cela est souvent lié à un emplacement physique (par exemple, une numérisation sur une ligne de réclamation à un ATR), mais cela peut aussi être un enregistrement d'une action dans un système (par exemple, un enregistrement indiquant que le passager a déposé son bagage). La Résolution 753 spécifie les quatre points de suivi principaux qui doivent être enregistrés pour se conformer à la résolution. Enregistrer un point de suivi fait référence à l'action de consigner par écrit ou sous une forme permanente l'acceptation, l'acquisition ou le changement de garde d'un bagage en vue d'une référence ultérieure.

## II.5.2 Les 4 points de suivi obligatoires

Ces points ont été choisis car ils constituent l'ensemble minimal de points permettant d'enregistrer chaque bagage à son arrivée et à son départ de l'aéroport décrits comme suite :



**Figure 2.14 : les 4 points de suivi obligatoires [27]**

- Acceptation : Acquisition du bagage par le passager par le membre ou son agent.
- Chargement : Livraison du bagage à bord de l'avion.
- Transfert : Livraison et acquisition du bagage entre les membres et leurs agents lorsque la garde est transférée entre les transporteurs.
- Arrivée : Livraison du bagage au passager.

Un point de suivi pour l'enregistrement (par exemple, au comptoir de dépôt des bagages) indiquera à la compagnie aérienne combien de bagages ont été acceptés, et un point de suivi lors du chargement sur l'avion indiquera à la compagnie aérienne que le bagage a quitté l'aéroport d'origine à bord d'un vol spécifique.

Lorsqu'un bagage est transféré vers une autre station, il doit y avoir un événement supplémentaire indiquant que le bagage a été vu dans le processus de transfert de l'aéroport. Cet événement indique à la compagnie aérienne que le bagage est à la station de transfert et est important car il confirme que le bagage doit être disponible pour le prochain vol. Un chargeur de bagages a souvent une liste des bagages attendus pour un vol, et s'il manque un bagage, il ne peut pas déterminer s'il est disponible à l'aéroport ou s'il a manqué son vol d'arrivée.

### ***Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)***

Le dernier point de suivi se trouve sur le carrousel des arrivées à la destination finale. Cet événement de suivi indique à la compagnie aérienne que le voyage du bagage est terminé et que le bagage a été livré.

C'est la seule façon pour la compagnie aérienne de prouver aux passagers qui font une réclamation que le bagage a réellement été livré sur le carrousel de récupération.

#### **II.5.3 Ce qui est enregistré lors d'un point de suivi**

##### **II.5.3.1 Éléments de données primaires**

- Le numéro de la plaque d'identification à dix chiffres du bagage est obligatoire dans tous les cas lors de l'enregistrement des points de suivi.
- L'heure serait également recommandée, en particulier en cas de numérisation hors ligne.

##### **II.5.3.2 Éléments de données secondaires**

Les éléments suivants doivent également être enregistrés s'ils sont disponibles :

- e) Nom du passager
- f) Numéro de vol aller et date
- g) Numéro de vol retour et date
- h) Numéro de vol suivant et date Numéro de sécurité/séquence
- i) Action/événement de suivi
- j) Heure et date de l'enregistrement
- k) Station d'enregistrement
- l) Emplacement/dispositif d'enregistrement (emplacement physique)
- m) ID du conteneur (ULD, chariot ou caddie)

#### **II.5.4 Méthodes potentielles de suivi selon la résolution 753 de l'IATA**

L'enregistrement des points de suivi peut être réalisé de différentes manières.

#### **II.5.4.1 Numérisation optique au laser ou à imagerie**

La numérisation optique au laser ou à imagerie (numérisation optique) est la méthode d'enregistrement la plus couramment utilisée dans l'industrie.

La numérisation optique nécessite un code-barres sur l'étiquette du bagage et des scanners laser ou à imagerie pour numériser le bagage. Il peut s'agir de scanners fixes ou de scanners portables. Les scanners optiques permettent généralement la transmission des données en temps réel. La Résolution 740 de l'IATA définit les exigences relatives aux étiquettes de bagages inter-compagnies prenant en charge la numérisation optique.

- **Considérations :** Aujourd'hui, tous les bagages sont identifiés par un code-barres, ce qui fait de la numérisation optique la méthode la plus courante pour identifier les bagages. Les scanners laser ou à imagerie sont largement utilisés dans l'industrie de l'aviation. Un inconvénient de la numérisation optique est qu'elle nécessite une ligne de visée pour numériser l'étiquette du bagage. Les étiquettes de bagages peuvent également être endommagées lors de la manipulation, ce qui réduit leur lisibilité pendant le voyage du bagage. Le coût des scanners fixes est relativement élevé, et les coûts de main-d'œuvre doivent également être pris en compte.

#### **II.5.4.2 Enregistrement manuel**

L'enregistrement manuel est une méthode valide pour la collecte des données de suivi des points. L'enregistrement manuel est généralement effectué en cas de défaillance informatique ou lorsque l'étiquette du bagage a été endommagée au point de ne pas pouvoir être lue automatiquement. Comme les informations de suivi sont imprimées sur l'étiquette, elles ne nécessitent pas d'informations provenant de systèmes externes pour obtenir une lecture/enregistrement manuel. Les données ne sont généralement pas partagées en temps réel lors de l'utilisation de l'enregistrement manuel. La Résolution 740 de l'IATA définit les exigences relatives aux étiquettes de bagages inter-compagnies prenant en charge l'enregistrement manuel.

- **Considérations :** L'enregistrement manuel peut être effectué sans aucun investissement dans un équipement de numérisation (systèmes automatisés de traitement des bagages). L'enregistrement manuel nécessite plus de main-d'œuvre et de temps, et comporte un risque plus élevé d'erreurs d'enregistrement par rapport aux technologies automatisées.

Si le trajet du bagage est modifié, il est probable que cela ne soit pas capturé avec l'enregistrement manuel des bagages. De plus, l'utilisation d'autocollants et de feuilles de bingo peut ne pas être une option pour les compagnies aériennes qui utilisent des étiquettes de bagages électroniques et/ou des étiquettes de bagages imprimées à domicile, il est donc nécessaire de trouver un mécanisme alternatif.

#### **II.5.4.3 Numérisation RFID**

L'application de la technologie RFID pour l'identification des bagages devient de plus en plus courante dans l'industrie de l'aviation. La RFID (Identification par Radiofréquence) utilise une petite puce dans l'étiquette du bagage pour identifier et suivre le bagage. Il peut s'agir soit d'une étiquette papier jetable, soit d'une étiquette de bagage permanente. Les informations sont capturées à l'aide de lecteurs RFID fixes ou portables, et les données sont généralement transmises en temps réel. La Résolution 740 de l'IATA définit les exigences relatives aux étiquettes de bagages inter-compagnies prenant en charge la numérisation RFID, et l'IATA RP 1740c définit les exigences pour l'utilisation de la RFID pour l'identification des bagages.

- **Considérations :** La RFID peut être une méthode rentable pour suivre les bagages ; cependant, le coût de l'infrastructure et des étiquettes doit être pris en compte, car tous les bagages doivent être identifiés avec une étiquette RFID, ce qui augmente le coût de l'étiquette. La RFID ne nécessite pas de ligne de visée pour scanner l'étiquette, de sorte que les taux de lecture sont généralement plus élevés par rapport à la numérisation au laser et à la reconnaissance optique de caractères (OCR). La RFID peut être utilisée de manière complémentaire au code-barres et à la reconnaissance optique de caractères (OCR), si tous les bagages ne sont pas identifiés avec une étiquette RFID.

#### **II.5.4.4 Reconnaissance optique de caractères (OCR)**

La reconnaissance optique de caractères utilise une technologie basée sur l'image pour identifier les bagages. Elle prend une image complète de l'étiquette et, à l'aide des bons algorithmes, traduit l'image en un LPN (Numéro de Plaque d'Identification). La reconnaissance optique de caractères nécessite des codes-barres sur les étiquettes de bagages et un scanner OCR pour numériser l'étiquette du bagage.

Les scanners OCR sont généralement montés de manière fixe et envoient les données en temps réel. La Résolution 740 de l'IATA définit les exigences relatives aux étiquettes de bagages inter-compagnies prenant en charge la numérisation OCR.

- Considérations : Le nombre de fournisseurs de technologies OCR a augmenté ces dernières années, ce qui a un effet bénéfique sur les coûts. L'OCR présente l'avantage que si un code-barres n'est pas lisible, le lecteur OCR peut décrypter le numéro du tag numérique, ce qui peut éviter que le bagage ne soit envoyé pour une inspection manuelle. Des informations supplémentaires telles que le numéro de vol et le nom du passager peuvent également aider à identifier et traiter les tags de bagages en double.

#### **II.5.4.5 Autres technologies : Bluetooth (BLE), NFC, Wi-Fi, GPS ou autres**

Moins répandues dans l'industrie, les technologies de suivi basées sur le Bluetooth, le NFC, le Wi-Fi, le GPS ou autres pourraient offrir de nombreux avantages similaires aux technologies plus couramment utilisées lorsqu'elles sont appliquées au suivi des bagages. Aucune résolution de l'IATA ou RP ne définit les exigences pour l'utilisation de ces technologies pour l'identification des bagages.

- Considération : Bien que ces techniques puissent être adaptées pour le suivi interne, le manque de normalisation des systèmes de bagages pour ces technologies peut limiter leur utilité. L'utilisation de toute technologie de transmission active doit être conforme à la Circulaire d'Advisory de la FAA 91-21-C [27].

#### **II.6 Les statistiques internationales de perte de bagages post-résolution 753 de l'IATA**

2021 a marqué un tournant alors que le trafic des passagers reprenait dans le monde entier. Le total de 2,28 milliards de passagers représente encore une baisse de 8,2% par rapport aux chiffres de 2007, mais une augmentation par rapport aux 1,8 milliard en 2020.

À mesure que de plus en plus de passagers et de vols reviennent, les contraintes d'une crise mondiale rendent plus difficile la tâche de faire parvenir les bagages à leur(s) destination(s). Le taux de mauvais acheminement des bagages en 2021, qui est de 4,35 bagages pour mille passagers, représente une augmentation de 24% par rapport à 2020. Malgré cette hausse, entre 2007 et 2021, le taux de mauvais acheminement par mille passagers a diminué de 77%, passant de 18,88 bagages à 4,35 bagages.

L'IATA prévoit que les voyages aériens ne reviendront pas aux niveaux d'avant la crise avant 2024. Malgré cela, les aéroports et les compagnies aériennes accélèrent les investissements dans des processus sans contact en libre-service afin de rendre le voyage à travers l'aéroport plus sûr pour les passagers et le personnel.

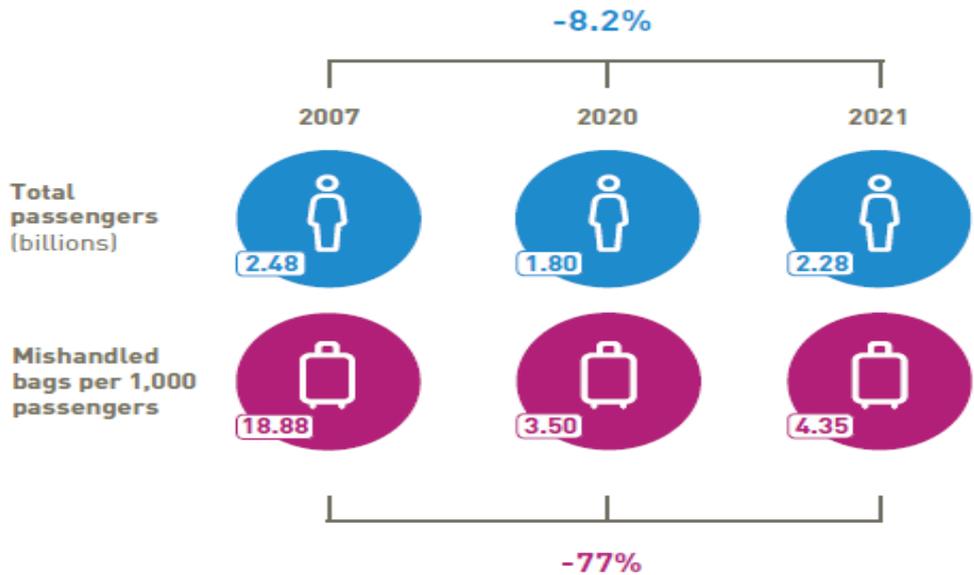


Figure 2.15 : Evolution du taux de perte de bagages [28]

Les raisons du mauvais traitement de bagage restent les mêmes :

Les bagages retardés représentaient 71% de tous les bagages mal acheminés en 2021, soit une augmentation de 2% par rapport à 2020. Dans le même temps, le nombre de bagages perdus et volés a légèrement augmenté pour atteindre 6%, tandis que ceux qui étaient endommagés et pillés ont diminué à 23%.

L'accès des employés à des informations en temps réel sur des appareils mobiles reste un objectif d'investissement, avec près de toutes les compagnies aériennes (83%) prévoyant de fournir aux employés l'accès aux informations en temps réel sur le statut des bagages d'ici 2024, ce qui représente une augmentation considérable par rapport aux 43% actuels.

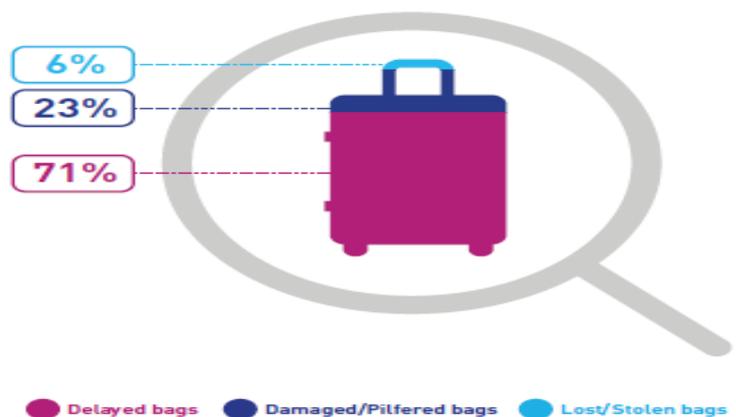


Figure 2.16 : la mauvaise gestion du bagage [28]

# **Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)**

## **Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)**

Dans ce chapitre, nous allons aborder l'état de l'existant. Nous avons choisi l'aéroport d'Alger où nous avons suivi un stage d'un mois et avons fait le tour sur son entreprise de gestion, à savoir la SGSIA (La Société de Gestion des Services et Infrastructure Aéroportuaires) ainsi que son BHS de Beumer Group.

Aussi, nous allons parler de la compagnie Air Algérie et de son système de gestion des passagers/ bagages d'Amadeus IT.

### **III.1 L'aéroport d'Alger :**

L'Aéroport International Houari Boumediene se trouve à une vingtaine de kilomètres de la capitale (ALGER). C'est ce même président de 1965 à 1978 qui émit l'idée d'un grand aéroport pour desservir la nouvelle République après L'indépendance. Il s'agit du plus important de tous les aéroports algériens et même d'Afrique car il est classe troisième .Avec une capacité d'accueil de 12 millions de passagers par an pour le flux réel il est de plus ou moins 4 millions .

#### **III.1.1 Présentation de l'aéroport**

- Aérodrome : **ALGER/Houari Boumediene.**
- Code / OACI : **ALG/DAAG**
- Classification : **International 1ère catégorie**
- Statut : **Civil / commercial**
- Superficie de la zone aéroportuaire : **environ 850 Ha.**
- Distance Aéroport/Ville : situé à la commune de Dar el Beida à 16 Km à l'Est d'Alger
- Altitude : **25 m**
- Coordonnées géodésiques :  
Latitude : **36°41'40''N**                      Longitude : **003°13'01''E**
- Date d'ouverture à la CAP : Année 1940
- Heure de vacation : **H24**
- Compagnies opérant au niveau de l'aéroport :  
a) **20 compagnies aériennes** opèrent des vols réguliers au départ de l'Aéroport d'Alger :

Air Algérie, Air France, ITALIA TRASPORTO AEREO, ASL Airlines France, British Airways, Egyptair, Emirates, Iberia , Nouvelair, Qatar Air ways, Royal Jordanian, Saudia

### Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)

Arabian Airlines, Tassili Airlines, Transavia, Tunisair, Turkish Airlines, Vueling, VOLOTEA , LUFTHANSA , JETAIRFLY.

b) 04 compagnies d'aviation générale d'affaires opèrent à l'Aéroport d'Alger :

Star Aviation, Air Express, Swiftair, Tassili Travail Aérien (TTA)

- 2 sociétés d'assistance en escale : Air Algérie / Swissport

#### III.1.2 Structures aéroportuaires

##### III.1.2.1 Aérogare passagers

Dans le tableau suivant nous présentons les différentes aérogares de l'aéroport et leurs spécificités

**Tableau 3.1 : Aérogares passagers [29]**

Désignation	Surface (m <sup>2</sup> )	Capacité	Autres infos
Aérogare Ouest : Dédicée au trafic international	192.124 m <sup>2</sup>	10 millions pax/an	Classe « A »
Aérogare T01 : Nationale + Moyen Orient	82.000 m <sup>2</sup>	06 millions pax/an	Classe « B »
Aérogare T02 : Hadj et vols spéciaux	20.886,40 m <sup>2</sup>	2,5 millions pax/an	

##### III.1.2.2 Tapis bagages

Nous suivrons avec le tableau qui indique les différents tapis bagages de l'aéroport

**Tableau 3.2 : Tapis bagages [29]**

Aérogare	Enregistrement	Arrivée	Total
Aérogare Ouest	06	12	18
Aérogare T01	03 dont 02 hors formats	03	06
Aérogare T02	02	03	05

### **Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)**

#### **III.1.2.3 Banques d'enregistrement :**

Le tableau suivant montre les différentes banques d'enregistrement dispensées aux compagnies aériennes pour les enregistrements passagers

**Tableau 3.3 : Banques d'enregistrement [29]**

<b>Aérogare</b>	<b>Nombre de banques</b>
Aérogare Ouest (internationale)	120
Aérogare T01 (Nationale + Moyen Orient)	66
Aérogare T02 (Hadj et vols spéciaux)	20

#### **III.1.3 Statistiques du trafic passager des cinq (05) dernière années :**

Le tableau suivant nous expose le trafic passager national et international où on voit la chute du nombre de passagers en 2020 qui est due à la pandémie du Covid.

**Tableau 3.4 : trafic passagers [29]**

<b>Année</b>	<b>Trafic passagers</b>	
	<b>National</b>	<b>international</b>
2016	2 120 261	5 468 596
2017	2 156 589	5 684 636
2018	2 196 907	5 798 543
2019	2 184 807	5 664 681
2020	559 436	1 167 539

### **III.1.4 Le système de traitement de bagage de Beumer Group**

Passons maintenant au système de manutention de Beumer Group, c'est un système sans conteneurs décrit comme suit :

Le BHS est divisé selon ses fonctions associées en:

- Système d'enregistrement
- Système Collecteur d'enregistrements
- Système de distribution de Bagages
- Système d'Inspection
- Système de carrousel de formation
- Lignes d'alimentation du Carrousel d'Arrivée
- Système du Carrousel d'Arrivées
- Système de Transport hors gabarit (Départs et Arrivées)

L'aperçu du flux de bagages pour les systèmes de départs et arrives est montré ci-dessous:

**Tableau 3.5 : Flux de bagages du Terminal Ouest à l'Aéroport d'Alger [30]**

<b>Elément</b>	<b>Départs</b>	<b>Arrivées</b>
Total passagers par heure	4729 pax/h	
Passager par heure par domaine	3263 pax/h	1466 pax/h
Facteur bagages	1.5 bagages/pax	1.5 bagages/pax
Quantité de bagages originaires	5875 bagages/h	2639 bagages/h

#### **III.1.4.1 Spécifications du système**

Le système est capable de traiter bagages avec les spécifications suivantes, et séparés en 2 catégories principales:

- Bagages de dimension de calibre normal : Les bagages qui peuvent être traités de façon totalement automatique s'appellent Bagages de Calibre Normal.

Tous les éléments de calibre normal seront processées automatiquement dans le BHS.

Le tableau suivant montre les mensurations du bagage normal :

**Tableau 3.6 : Dimensions pour bagages de Calibre Normal [30]**

<b>Elément</b>	<b>Maximum</b>	<b>Minimum</b>
LONGUEUR	1000 mm	210 mm
HAUTEUR	450 mm	70 mm
LARGEUR	750 mm	140 mm
POIDS	50 kg	0,5 kg

• Bagages de dimensions hors gabarit : Bagages qui exigent au moins une opération manuelle pour traiter l'élément convenablement sont appelés bagages hors gabarit.

Le tableau suivant montre les dimensions du bagage hors gabarit :

**Tableau 3.7 : Dimensions maximum pour bagages hors gabarit [30]**

<b>ÉLÉMENT</b>	<b>MAXIMUM</b>
LONGUEUR	2000 mm
HAUTEUR	1000 mm
LARGEUR	1000 mm
POIDS	70 kg

#### **III.1.4.2 Disposition d'ensemble**

L'équipement du Système de Traitement de Bagages du nouveau Terminal Ouest à l'Aéroport International d'Alger peut être brièvement résumé comme:

**a) Départs :**

- Le BHS des départs du Terminal Ouest est composé de 6 îles d'enregistrement, 3 dans la zone est et les autres 3 dans la zone ouest.
- Il y a un total de 6 lignes d'inspection, chacune prévue pour traiter les bagages d'une île d'enregistrement complète dans un scénario régulier.
- 6 Carrousels pour traiter les bagages inspectés seront installés.
- Bagages douteux seront redirigés vers le 7ème Carrousel

La figure suivante montre le système de départ côté ouest (identique à celui du côté est) :

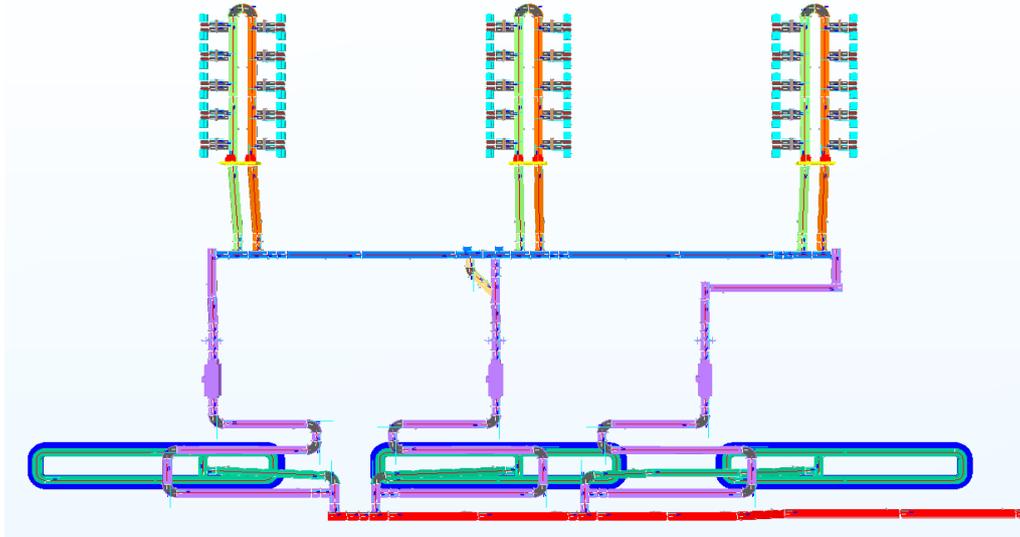


Figure 3.1: Système du nouveau terminal départs côté ouest [30]

b) Arrivées:

- Le système des arrivées est composé de 12 lignes.
- Chaque ligne une machine d'inspection et un carrousel d'arrivée
- Le système d'arrivée se divise en 2 zones symétriques, est et ouest

La figure suivante montre le système d'arrivées côté ouest (identique à celui du coté est) :

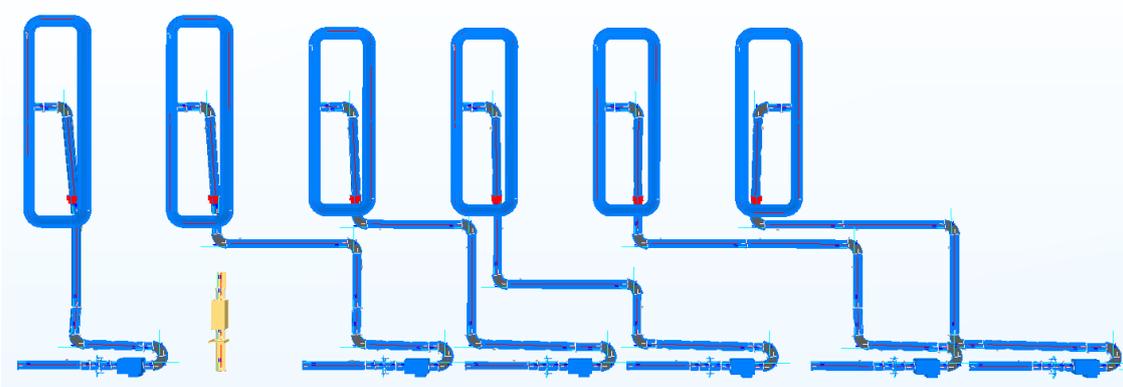
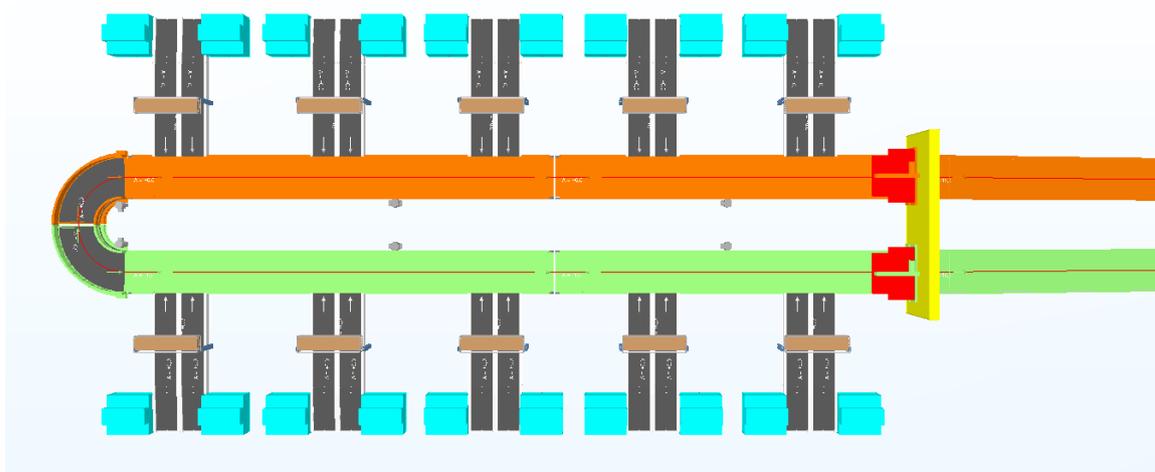


Figure 3.2: Système du nouveau terminal d'arrivées côté ouest [30]

Le BHS est divisé en sous-systèmes en base aux différentes zones et fonctionnalités associées:

- a) **Sous-système d'enregistrement** : Le sous-système d'enregistrement implique les transporteurs d'enregistrement et d'évacuation ou les bagages sont injectés depuis les transporteurs d'enregistrement.

Une île complète d'enregistrement se trouve dans la Figure 3.3



**Figure 3.3: Schéma de distribution des comptoirs [30]**

- b) **Sous-système de distribution de bagages :** Tous les bagages du côté collecteur de la partie est et ouest, finissent par décharger sur la ligne de distribution principale.

La fonctionnalité principale du sous-système de distribution est de transporter les bagages aux lignes d'inspection.

La figure 3.4 montre le schéma d'une ligne de bagage du système



**Figure 3.4 : Vue Générale de la ligne de bagage du système [30]**

- c) **Sous-système d'Inspection :**

- Départs :

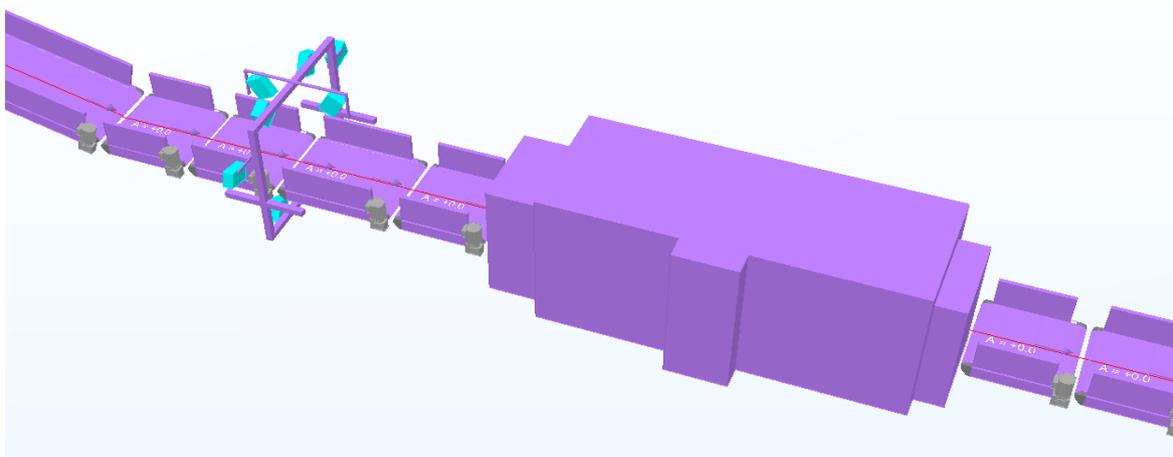
Le concept d'inspection accomplit le standard 3 de la European Civil Aviation Conference's (ECAC) qui a une technologie Dual Energy X-ray + Computed Tomography (CT) dans une

seule image opératrice. Paramètres de qualité d'image, résolution, détection de fils, pénétration d'acier, discrimination organique/non organique.

Avant la machine d'inspection se trouve un ATR (Automatic Tag Reader) pour lire les étiquettes des bagages. C'est la zone où le suivi des bagages commence.

L'image de la machine est envoyée à l'opérateur, le temps de dédouanement est d'environ 10 secondes pour l'évaluation initiale et jusqu'à 110 secondes additionnelles pour la deuxième évaluation détaillée si requise. Le temps dépendra des systèmes d'inspection installés comme machine à rayons-X, serveur matrice, opérateurs disponibles, etc.

La figure ci-dessous montre une ligne d'inspection avec un ATR



**Figure 3.5: Ligne d'inspection de sécurité [30]**

- a- Point de décision :** Une fois un bagage ait été inspecté, le résultat définira la prochaine route à prendre.
- Bagage SAIN : il sera redirigé à la zone de formation
  - Bagage DOUTEUX : il sera redirigé au prochain niveau d'inspection

Les points de décision représentent l'endroit où le bagage a plus d'un chemin possible à être dirigé en fonction du résultat d'inspection. Un de ces points peut être observé dans la figure suivante:

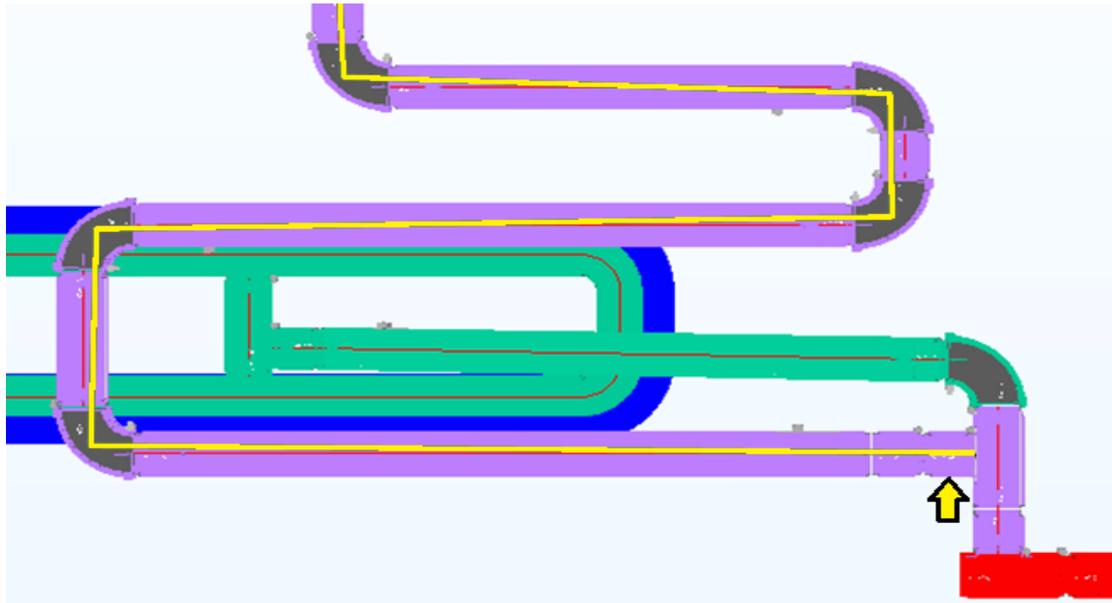


Figure 3.6 : Point de décision à la ligne de départs [30]

- b- Itinéraire de bagages validés :** Après les points de décision un chemin est pris pour les bagages validés afin d'arriver à la zone de formation. Cela est montré dans la figure suivante:

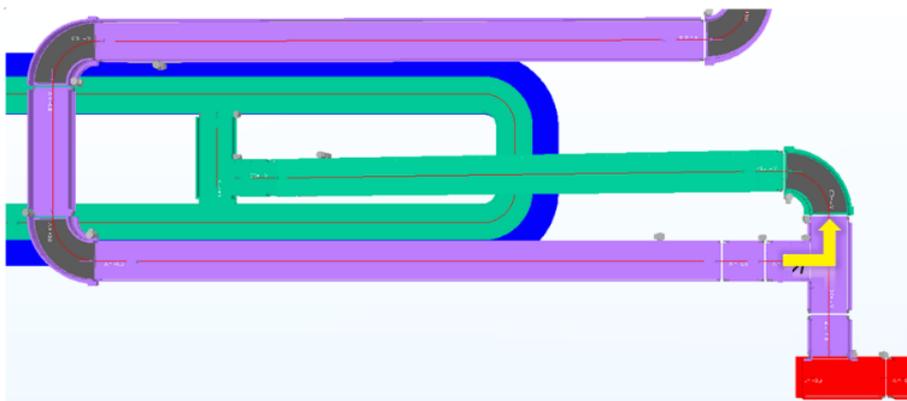


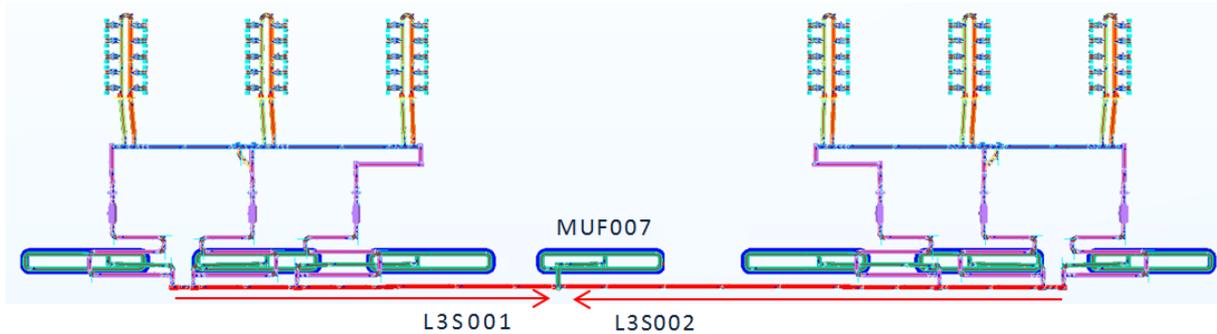
Figure 3.7: Chemin de bagages validés à la ligne de départs [30]

- c- Itinéraire de bagages suspects**

Tous les bagages suspects de tout le système de départs doivent être placés sur le carrousel 7 (MUF007).

L'inspection du bagage de niveau 3 doit être opérée manuellement.

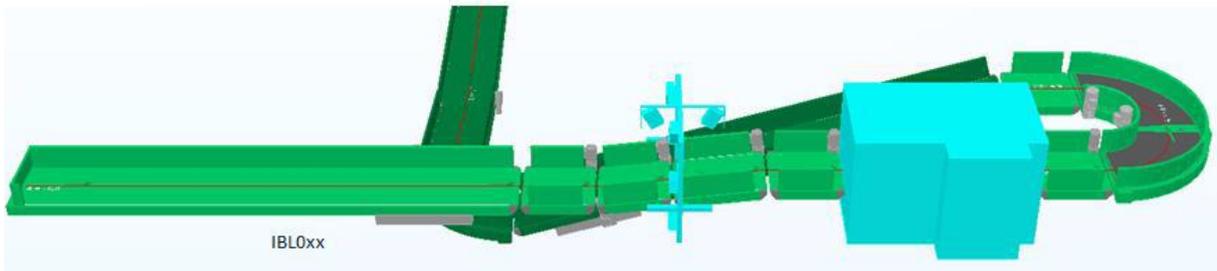
Dans l'image suivante on peut observer le chemin à prendre par les bagages non-validés pour arriver au prochain niveau d'inspection juste après les points de décision pour tout le système de départs.



**Figure 3.8: Chemin de bagages rejetés au système de départs [30]**

- **Arrivées**

Le bagage doit être scanné pour un code IATA avant de rentrer dans la machine d'inspection. Un opérateur doit décider si le bagage est validé ou rejeté.



**Figure 3.9: Chemin des bagages d'arrivée [30]**

**a- Point de décision :** Une fois un bagage ait été inspecté, le résultat définira la prochaine route à prendre.

- Bagage SAIN : il sera redirigé à la zone de formation
- Bagage DOUTEUX : il sera redirigé au prochain niveau d'inspection

Les points de décision représentent l'endroit où le bagage a plus d'un chemin possible à être dirigé en fonction du résultat d'inspection. Un de ces points peut être observé dans la figure suivante:

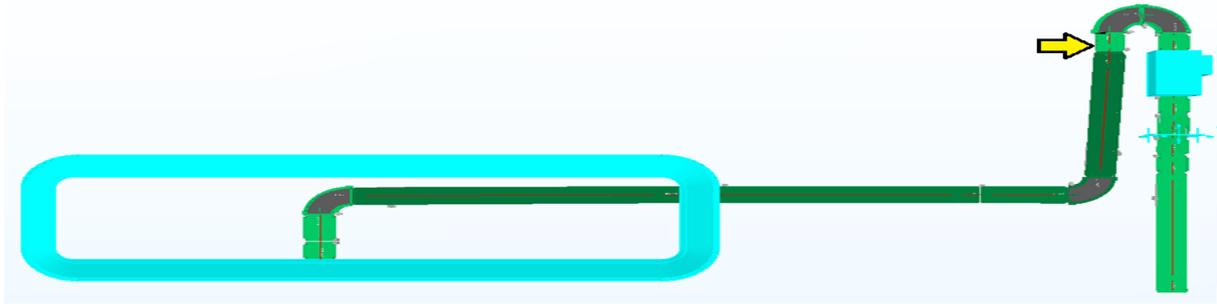


Figure 3.10: Point de décision sur la ligne d'arrivée [30]

b- **Itinéraire de bagages validés** : Après le point de décision il y a un chemin ou procédure qui indique qu'ils doivent continuer à la zone de formation. Cela se montre dans la figure suivante :



Figure 3.11: Chemin de bagages validés sur la ligne d'arrivée [30]

c- **Itinéraire de bagages rejetés** : Dans le système d'arrivée, si un bagage est rejeté à la d'inspection, il sera arrêté après la machine d'inspection montré dans la figure suivante.

Le bagage demeurera arrêté au point de décision attendant l'opérateur de sécurité à procéder avec les actions manuelles requises.

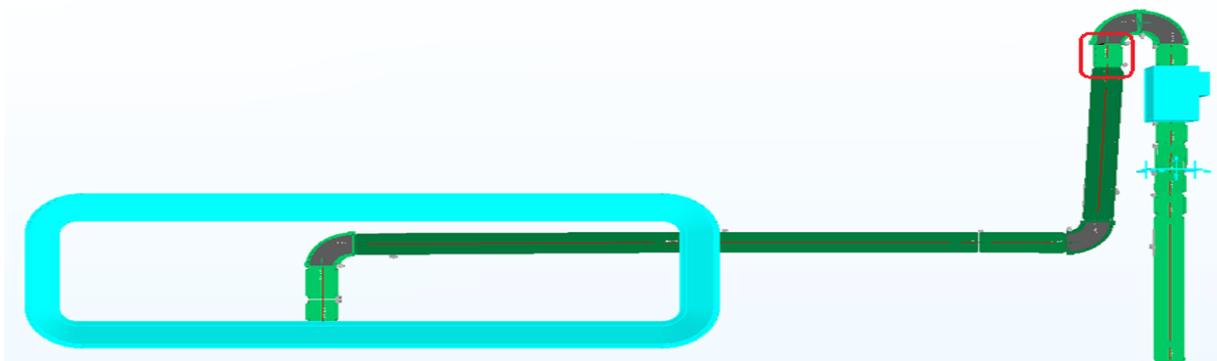


Figure 3.12: Convoyeur d'arrêt de bagages rejetés aux arrivées [30]

### **III.1.4.3 Suivi de bagages**

La fonction de suivi de bagages est employée quand une valise s'introduit dans la machine d'inspection. Pour faire le suivi des bagages, chaque transporteur impliqué avec le suivi sera associé avec un encodeur et un capteur au bout arrière. L'encodeur génère une fenêtre virtuelle pendant que le transporteur se déplace en avant.

- Quand un bagage entre dans la machine d'inspection, le convoyeur assigne un Index de bagage pour cette valise. L'index de bagage est le numéro de suivi interne pour le sous-système. L'intervalle de l'index de bagages est du 1 au 999.

- L'information du bagage est suivie par le transporteur précédent à la machine d'inspection et se transfère à celle-ci. Le système transmettra le code à 10 chiffres vers la machine d'inspection pour tous les bagages.

- La position de chaque bagage sera actualisée et corrigée chaque fois que le bagage passe d'un transporteur au prochain, ou aux points prédéterminés d'actualisation au long des transporteurs.

#### **a) Bagage errants**

- Si un bagage active un capteur d'actualisation mais le modèle de suivi ne possède pas de numéro ID pour celle-ci dans la fenêtre de glissement, ce bagage sera un bagage errant.

- le système assignera un nouveau numéro ID au bagage pour faire le suivi avec ce numéro à partir de ce point jusqu'à que la valise puisse être re-identifiée à nouveau à la station manuelle d'encodage.

- Si un bagage errant est détecté, la valise sera automatiquement déplacée vers le prochain niveau d'inspection.

#### **b) Bagages perdus**

- Si un bagage au modèle de suivi n'apparaît pas à une actualisation de capteur dans la fenêtre de glissement, il sera identifié comme bagage perdu.

- Quand un bagage perdu est détecté, il sera automatiquement déplacé vers le prochain niveau d'inspection [30].

En somme, ce que nous retenons de négatif est que le système BHS de l'aéroport d'Alger est un système sans conteneur ce qui induit beaucoup de blocage (bourrage) dans les deux sous systèmes (départ- arrivée) où en 1 heure auprès de l'opérateur nous avons constaté plus de 5 interventions des agents de maintenance pour dégager le blocage.

### ***Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)***

Aussi nous avons remarqué que le système manquait d'un EBS, comme vu à l'aéroport de Malpensa, qui est un système qui gère et stocke les bagages de transfert en toute sécurité jusqu'à l'ouverture de ce vol, alors qu'à l'aéroport d'Alger le bagage de transfert est mis sur des chariots spéciaux dans la partie tri des bagages et ce jusqu' à l'ouverture du vol.

#### **III.2 Air Algérie**

Air Algérie (code IATA : AH, code OACI : DAH), est une société par actions (S.P.A), créée en 1947 avec un réseau principalement orienté vers l'Europe, elle tire son expérience de son ancêtre la CGT (Compagnie Générale de Transport). Plus de 3 millions de passagers sur ses lignes régulières, et plus de 14 000 tonnes de fret sont transportées chaque année par la compagnie aussi bien à travers le réseau international que le réseau domestique. Autres activités: des charters Omra et Hadj pour les pèlerins.

Le réseau couvert par AIR ALGERIE est de 96400 km, plus de 3000.000 passagers et près de 20000 tonnes de fret sont transportés par la compagnie chaque année. Le réseau international, dense de 45 villes desservies dans 30 pays en Europe, Moyen-Orient, Maghreb, Afrique et Amérique (canada) [31].

##### **III.2.1 Les objectifs de la compagnie**

Ils sont connus selon les principaux points suivants :

- Satisfaire de manière ponctuelle et régulière la demande de la clientèle.
- Augmenter les parts de marché.
- Améliorer la qualité de service (confort, sécurité, hygiène).
- Fidéliser la clientèle.
- Améliorer l'image de la compagnie.
- Favoriser la mobilité sociale à travers le territoire national en mettant l'avion à la portée de tout le monde [31].

Notre travail est focalisé sur le passager et son bagage, donc sur le service escale d'Air Algérie qui est gère par la DOS (Direction des Opérations Sol)

##### **III.2.2 Présentation de la DOS**

Elle fait partie de la division de l'exploitation aérienne ;

### ***Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)***

C'est une direction responsable des activités en exploitation et de la gestion des risques pour la sécurité et des menaces de sureté pouvant survenir; et rend compte au PDG sur tout ce qui a trait à la sécurité/sureté au niveau des opérations au sol. Elle assure que les opérations d'assistance au sol sont conduites conformément aux spécifications de l'AOC, aux réglementations applicables et aux standards de la compagnie. Elle supervise et contrôle les organes placés sous son autorité et coordonne leurs activités et conclut les contrats et accords avec les clients, fournisseurs et sous-traitants. Elle comprend [31] :

- Sous-Direction système handling.
- Sous-Direction gestion des escales.
- Sous-Direction administration et finances.
- Sous-Direction qualité et sécurité aérienne.
- Centre d'exploitation d'Alger.
- Cellule juridique.

Et c'est d'elle que dépendent les agents responsables du maniement des bagages de passagers

#### **III.2.3 Le système de gestion des passager/bagages**

La compagnie aérienne Air Algérie a récemment conclu un accord avec le groupe Amadeus IT, spécialisé dans la gestion, la distribution et la vente de services de voyages. Le système précédent de réservations, Mercator, a été remplacé par le nouveau système proposé par Amadeus, appelé PSS (Services passagers intégrés). Ce nouveau système prend en charge diverses fonctionnalités telles que la réservation et le paiement en ligne, la gestion de la billetterie, les places et les sièges, la tarification, la fidélisation grâce au programme Air Algérie Plus, ainsi que l'enregistrement en ligne des passagers.

Au total, 156 points de vente d'Air Algérie, 31 aéroports domestiques et 18 escales internationales ont migré vers le nouveau système. Cette transition a nécessité la formation de plus de 1 600 agents.

Amadeus IT est une société par actions comptant plus de 14 000 employés. Ses actionnaires comprennent entre autres Air France, Lufthansa, le Fonds d'investissement du gouvernement de Singapour et BNP Paribas [32].

Ce qui nous intéresse chez Amadeus IT est leur système de gestion de bagage Amadeus BRS (Baggage Reconciliation System)

### **III.2.4 Amadeus BRS :**

C'est une solution innovante de conciliation qui associe les données en temps réel des passagers, des vols et des bagages. Amadeus BRS prend en charge à la fois les bagages au départ et à l'arrivée dans le cadre des fonctionnalités standard du produit. Le système de conciliation des bagages Amadeus permet aux compagnies aériennes d'économiser des millions de dollars en indemnisation et en coûts opérationnels, tout en offrant aux agents au sol les outils nécessaires pour se démarquer véritablement dans la prestation de leurs services. Amadeus BRS utilise des données en temps réel pour suivre les bagages simultanément avec les mouvements des passagers et des vols, en stockant toutes les données requises pour être pleinement conforme à la norme R753. Amadeus BRS convient à tous les clients : compagnies aériennes, agents au sol et aéroports.

#### **III.2.4.1 Le parcours des bagages :**

Lorsque les bagages entrent dans la phase de préparation de leur parcours, Amadeus BRS scanne chaque bagage pour confirmer son arrivée et enregistrer son départ conformément aux exigences de la dernière résolution de l'industrie, la R753. Amadeus BRS suit le bagage et sa dernière localisation connue lorsqu'il est chargé dans l'avion ou lors de l'arrivée.

#### **III.2.4.2 Réduction significative des coûts opérationnels :**

Une solution hébergée de manière centralisée et facile à gérer. Un avantage clé pour les clients d'Altéa est qu'il n'est plus nécessaire d'envoyer des messages TTY pour communiquer l'état et l'emplacement des bagages. À mesure que la norme R753 devient effective, le nombre de messages augmentera pour améliorer le suivi des bagages. L'intégration entre le système de contrôle des départs Altéa (Altéa DCS) et Amadeus BRS élimine les préoccupations liées à l'augmentation des coûts due aux messages. Au lieu de cela, les compagnies aériennes réaliseront d'importantes économies opérationnelles. Enfin, avec moins d'interventions nécessaires pour envoyer et répondre aux messages, l'autorisation de chargement de l'avion peut être accordée plus rapidement, ce qui permet des rotations de vol plus rapides. Moins de retards permettent des départs plus rentables et des passagers satisfaits.

#### **III.2.4.3 Pourquoi choisir Amadeus BRS ?**

Conciliation à 100 % grâce à une source de données unique partagée : Altéa DCS.

Solution hébergée de manière centralisée qui remplace la nécessité d'une infrastructure informatique sur site complexe et coûteuse.

### ***Chapitre III : L'étude de l'existant (l'aéroport d'Alger et la compagnie Air Algérie)***

Efficacité des coûts grâce à l'élimination des messages TTY (pour les clients Altéa) et à une meilleure ponctualité des départs.

Conformité totale aux normes de l'industrie, y compris la norme R753.

Réduction significative des coûts opérationnels et des retards, ce qui permet des départs plus rentables et des passagers satisfaits.

Amadeus BRS est conçu pour améliorer l'efficacité et la qualité des services bagages, tout en offrant des économies substantielles aux compagnies aériennes et aux agents au sol. En centralisant les données et en automatisant les processus de suivi des bagages, Amadeus BRS facilite la gestion des opérations et réduit les risques d'erreurs ou de pertes de bagages.

#### **III.2.4.4 Architecture d'Amadeus BRS :**

Conciliation à 100 % avec partage de données en temps réel. Amadeus BRS est unique : les agents d'enregistrement, de porte, de rampe, de bagages et de chargement peuvent partager des données en temps réel. Cette « source de données unique » garantit que les informations les plus récentes concernant le chargement, le suivi et la gestion des bagages, des passagers et des vols sont centralisées et peuvent être mises à jour et consultées à la demande. Une telle intégration étroite des données permet de garantir l'exactitude des bagages, en conciliant les passagers avec leurs bagages à 100 % du temps, de sorte qu'aucun vol ne décolle sans que la personne et le bagage soient à bord [33].

Donc en intégrant notre application au système d'Amadeus BRS on pourra avoir les informations sur le bagage en temps réel, ceci permettra au passager de suivre son bagage et à la compagnie de s'enrichir un peu plus.

# **Chapitre IV : Code de programmation et application**

## **Chapitre IV : Code de programmation et application**

Notre travail consiste en une simulation du système de gestion des passagers et bagages au niveau de l'aéroport, puisque nous avons commencé par la création d'une interface qui va gérer l'enregistrement du client et de son bagage (check-in), nous avons aussi une application qui fait le travail du bagagiste et son lecteur de code-barres de scan du bagage aux différents points clé de l'aéroport.

Enfin nous avons notre application principale qui sera téléchargée par le passager et qui lui permettra de connaître la position de son bagage et le suivre lors de son voyage.

### **IV.1 Logiciels de programmation**

Pour faire ce travail, nous nous sommes aidés des logiciels de programmations DJANGO (le serveur) et FLUTTER que nous décrivons ainsi :

#### **IV.1.1 Django c'est quoi ?**

Django, un framework open-source en Python, est spécialement conçu pour le développement web 2.0, 'il est orienté vers les développeurs ayant besoin de produire rapidement des projets solides, sans surprises. Django propose une base de projet solide. En tant que boîte à outils, Django aide et guide les développeurs dans la construction de leurs projets.

Il a vu le jour en 2003 et a été publié sous licence BSD en juillet 2005.

#### **IV.1.2 La structure de Django**

Django est basé sur le modèle MVT (Model-View-Template), ce qui signifie que la structure du framework sépare les données (modèles) des traitements (contrôleurs) qui sont à leur tour séparés de la vue (templates). Cette approche encourage la bonne pratique du codage et garantit une structure cohérente, favorisant ainsi le travail collaboratif et la communication entre différents projets.

Le moteur de template de base de Django est simple, efficace, souple et facile à prendre en main. Un routeur permet de rediriger les actions en fonction des URL, et une API permet de fournir des informations sur votre projet sans avoir à utiliser directement des requêtes SQL.

Chaque projet Django propose un serveur web intégré qui permet d'effectuer pratiquement toutes les tâches nécessaires dans un environnement de test.

L'un des concepts les plus intelligents de Django est la présence d'un espace d'administration préconfiguré dans ses contributions. Une fois que les modèles sont créés (la structure du projet), on a accès à une interface web CRUD (Create, Read, Update, Delete) en quelques minutes, ce qui est vraiment impressionnant [34].

### **IV.1.3 Pourquoi utiliser Django ?**

#### **a) C'est rapide et simple**

L'un des principaux objectifs de Django est de simplifier le travail des développeurs. Pour ce faire, le framework Django utilise :

- Les principes du développement rapide, ce qui signifie que les développeurs peuvent effectuer plusieurs itérations à la fois sans recommencer tout le planning depuis le début ;
- La philosophie DRY - Don't Repeat Yourself (Ne vous répétez pas), ce qui signifie que les développeurs peuvent réutiliser du code existant et se concentrer sur ce qui est unique.

Résultat : il faut beaucoup moins de temps pour mettre le projet sur le marché.

#### **b) C'est sécurisé**

La sécurité est également une priorité majeure pour Django. Il dispose d'un des meilleurs systèmes de sécurité intégrés et aide les développeurs à éviter les problèmes de sécurité courants, tels que :

- Le clickjacking,
- Les attaques de type cross-site scripting,
- Les injections SQL.

Django publie rapidement de nouveaux correctifs de sécurité. Il est généralement le premier à réagir aux vulnérabilités et à alerter les autres frameworks.

#### **c) Il convient à tout projet d'application web**

Avec Django, vous pouvez vous attaquer à des projets de toutes tailles et capacités, qu'il s'agisse d'un simple site web ou d'une application web à fort trafic. Aussi :

- Il est entièrement équipé de fonctionnalités supplémentaires et scalable, vous permettant de créer des applications capables de gérer un trafic intense et de grandes quantités d'informations ;
- Il est multiplateforme, ce qui signifie que votre projet peut être basé sur Mac, Linux ou PC ;
- Il fonctionne avec la plupart des principales bases de données et permet d'utiliser la base de données la mieux adaptée à un projet donné, voire plusieurs bases de données en même temps.

#### **d) Il est bien établi**

Django est très performant pour le développement web. Il a été testé dans le temps et par la communauté. Il bénéficie d'une grande communauté de soutien accessible via de nombreux forums, canaux et sites web dédiés. Il est facile de trouver de l'aide en cas de problème avec

## **Chapitre IV : Code de programmation et application**

une fonction du code, et de trouver des développeurs si votre entreprise souhaite baser le prochain projet sur Django.

Django a commencé avec une excellente documentation, la meilleure parmi tous les autres frameworks open source. Et il est toujours maintenu à un niveau élevé, mis à jour avec les nouvelles fonctions et corrections, ce qui vous permet de vous adapter facilement aux changements [35].

Django est apprécié également des grandes entreprises telles que **Pinterest, Instagram, Libération, 20 minutes, Mozilla**, etc...

Continuons avec Flutter

### **IV.1.4 Qu'est-ce que Flutter ?**

Flutter est un framework de développement d'applications multiplateformes conçu par Google. Sa première version a été publiée en tant que projet open-source à la fin de l'année 2018. Flutter offre une large gamme de bibliothèques d'éléments d'interface utilisateur (IU) standard pour Android et iOS.

Il est également adapté au développement d'applications web de bureau traditionnelles. Les applications développées avec Flutter ont l'apparence d'applications natives sur les systèmes respectifs et se comportent de manière similaire, sans que vous, en tant que développeur, ayez besoin de vous en préoccuper.

Largement utilisé pour le développement d'applications Android et iOS, puisqu'il permet de créer une seule base de code qui fonctionne sur ces deux systèmes, malgré leurs différences majeures. Ainsi, les applications mobiles se comportent de manière native sur différents appareils.

Les applications Flutter sont compilées spécifiquement pour chaque plateforme avant leur publication, ce qui signifie qu'elles ne nécessitent ni un module d'exécution supplémentaire ni un navigateur pour fonctionner. [36]

### **IV.1.5 Pourquoi utiliser Flutter ?**

#### **a) Une base de code unique pour toutes les plateformes :**

Il n'est pas nécessaire de créer des bases de code distinctes lors du développement d'applications pour les appareils iOS et Android. Flutter permet aux développeurs de construire une base de code unique et de l'utiliser pour plusieurs plateformes telles que le web, le bureau et le mobile. Cela permet un lancement d'application plus rapide et est rentable.

### **b) Réduction du temps de développement :**

Les exigences pour le développement d'applications Flutter sont bien moindres. Ainsi, il n'y a pas de frais supplémentaires de maintenance. Flutter permet de créer des applications plus importantes qui utilisent des fonctionnalités uniques.

### **c) Augmentation de la vitesse de mise sur le marché :**

Le framework de développement Flutter est plus réactif que d'autres solutions. Sa rapidité de mise sur le marché est l'un de ses principaux avantages. Il est souvent difficile de prévoir si les versions iOS ou Android pourront fournir un produit à temps. C'est là que Flutter intervient, car il permet une utilisation multiplateforme.

### **d) Moteur de rendu propre :**

Le problème avec certaines solutions multiplateformes est qu'elles sont très similaires sur iOS et Android. C'est pourquoi Flutter est la meilleure option, car il se compose de packages qui contiennent un ensemble de widgets uniques pour les deux systèmes d'exploitation.

### **e) Fonctionnalité de rechargement à chaud :**

La capacité de rechargement à chaud est l'un des principaux avantages de l'utilisation de Flutter. Cela permet un développement multiplateforme efficace et complète la nature de Flutter. Cette fonctionnalité accélère le développement d'applications.

### **f) Sécurité de Flutter :**

La sécurité nulle est prise en charge au niveau de la syntaxe. Le code UI de Flutter est mono-threadé et les threads de calcul sont exécutés dans des environnements isolés, ce qui signifie qu'il n'y a aucun partage de ressources ou de ressources non sécurisées.

Google utilise Flutter pour plusieurs modules de l'assistant Google et pour l'interface utilisateur du Google Home Hub, parmi d'autres utilisations. Par ailleurs, des acteurs du commerce en ligne tels qu'eBay, Groupon et le groupe Alibaba utilisent également Flutter pour donner à leurs applications web et mobiles une apparence et des fonctionnalités cohérentes [37].

## **IV.2 Le code de l'application**

Notre code de programmation se présente comme suit :

### **a) Enregistrement de l'utilisateur**

Cette fonction récupère la liste des clients et recherche l'identifiant de vol de l'utilisateur fourni dans l'écran de connexion.

## Chapitre IV : Code de programmation et application

Si l'utilisateur existe dans la base de données, l'application extrait les données de l'utilisateur et les stocke localement.

```
1 class AuthRepository {
2     Future login(String flightId) async {
3         try {
4             http.Response response = await http.get(
5                 Repos.client(flightId),
6                 headers: {},
7             );
8             final data = jsonDecode(response.body.toString());
9             final statusCode = response.statusCode;
10
11             if (statusCode == 200) {
12                 Hive.registerAdapter(ClientAdapter());
13             }
14         } catch (e) {
15             rethrow;
16         }
17     }
18 }
```

Figure 4.1 : recherche des clients

### b) Obtenir les bagages du client

Cette fonction récupère la liste des bagages et recherche les éléments correspondants avec l'identifiant de vol de l'utilisateur

```
1 Future getBaggage(flightId) async {
2     try {
3         http.Response response = await http.get(Repos.baggage(flightId));
4         final data = jsonDecode(response.body.toString());
5
6         return data;
7     } catch (e) {
8         rethrow;
9     }
10 }
```

Figure 4.2 : Récupération de la liste des bagages

### c) Connexion au serveur

Ensuite notre code va avoir un endroit où tous les points d'extrémité du serveur sont stockés. Ils seront utilisés pour se connecter au serveur et effectuer des manipulations de données.

### d) Notifications et websocket

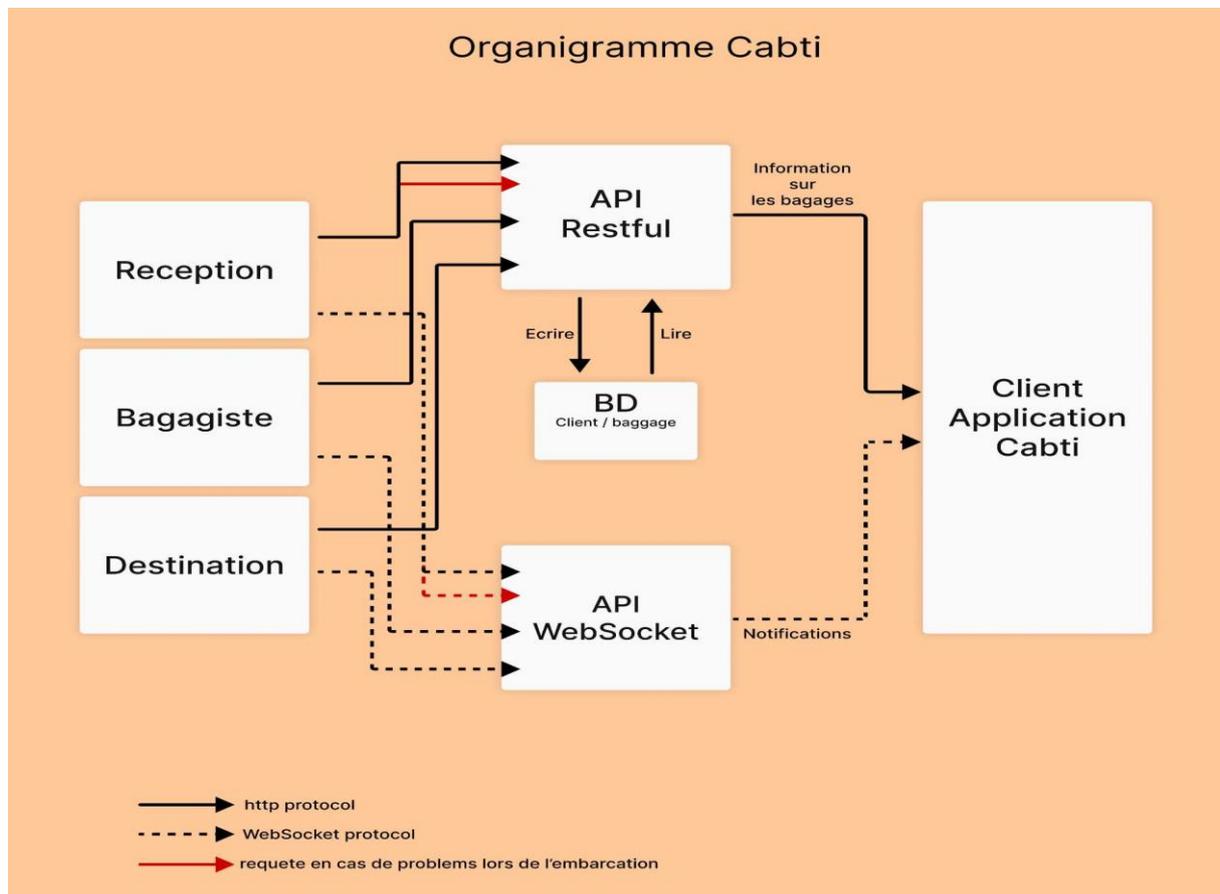
Les requêtes HTTP que nous utilisons pour obtenir les données des clients et les informations sur les bagages doivent être envoyées depuis l'application vers le serveur, nous ne pouvons

## Chapitre IV : Code de programmation et application

donc pas les utiliser pour mettre en œuvre le système de notification qui devrait être envoyé du serveur vers l'application. À la place, nous utilisons le websocket

### IV.3 L'organigramme de la conception de l'application

La figure ci-dessous montre l'organigramme de conception de notre application



**Figure 4.3 : Organigramme de conception**

Dans le cote gauche nous avons les différents intervenants qui vont envoyer des requêtes soit HTTP vers l'API Restful soit WebSocket vers l'API WebSocket.

La différence entre les deux requêtes, la première gère la base de données client/bagage et la deuxième, on l'utilise pour avoir la notification instantanée, après quoi l'API Restful envoie les informations de vol et de bagage à l'application « Cabti » et le WebSocket envoie une notification dès qu'il y a un changement à cette même application

### IV.4 L'application « Cabti »

Nous allons commencer par créer le serveur local (du moment que notre application est au niveau prototype), et pour se faire on doit :

### a) Ouvrir CMD dans le fichier API

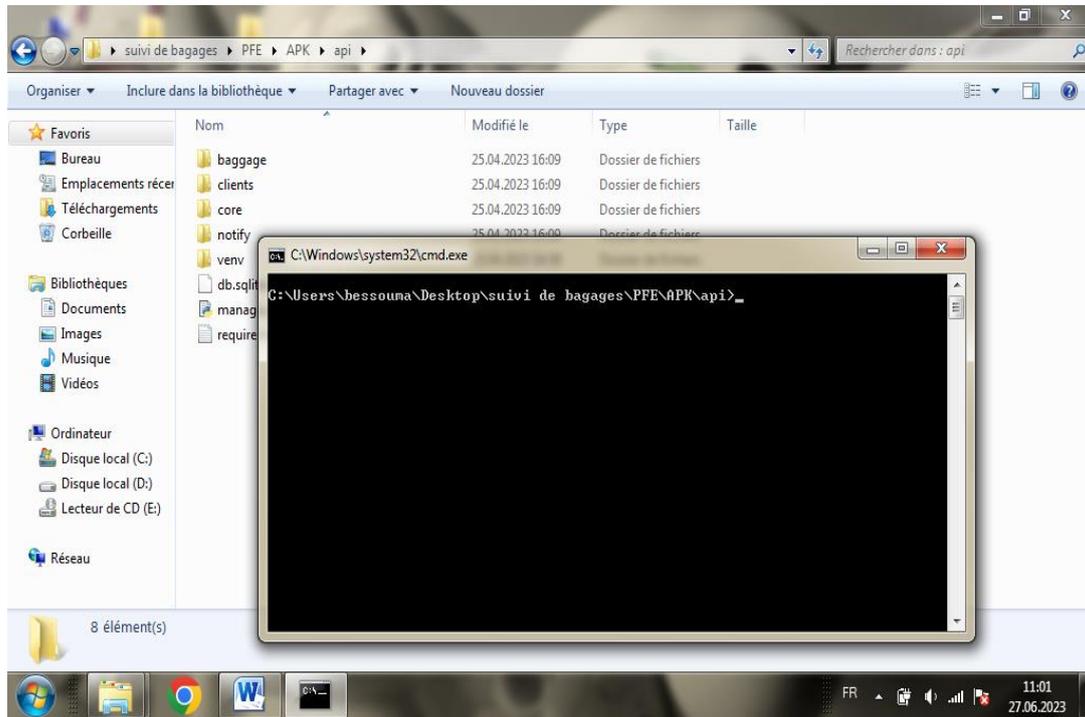


Figure 4.4 : Le fichier de CMD

### b) Créer l'environnement virtuel avec la commande : python -m venv venv

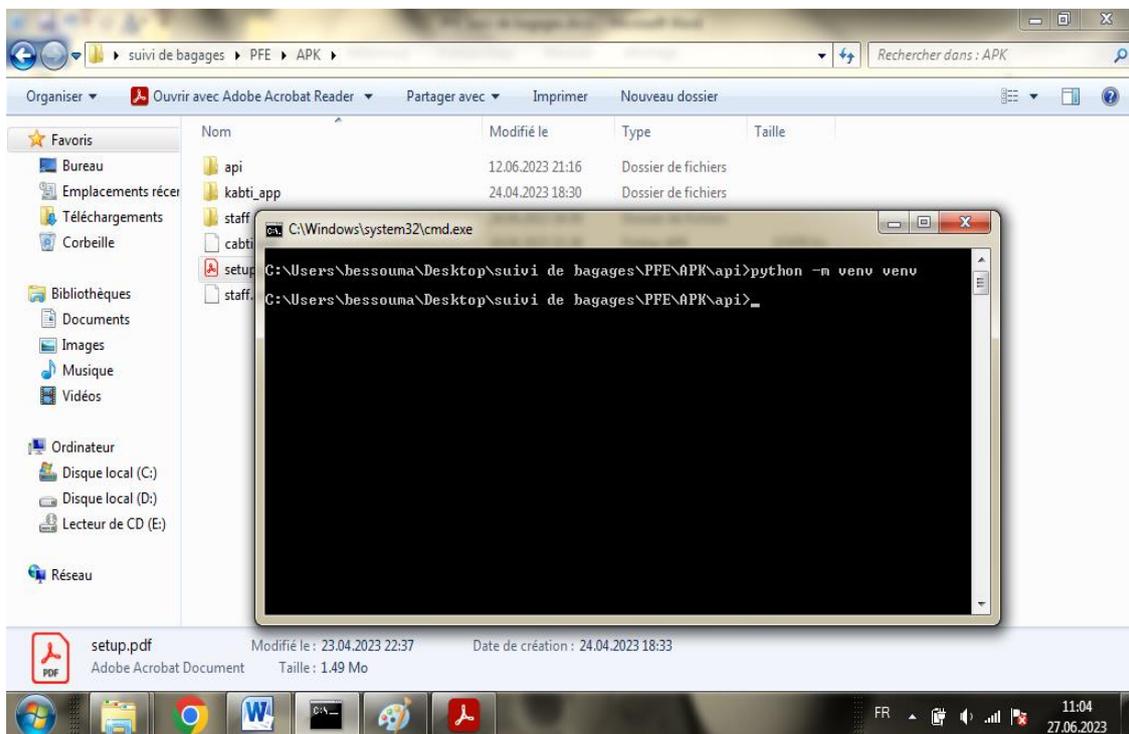


Figure 4.5 : Création de l'environnement virtuel

c) Activer l'environnement virtuel avec la commande : `venv\Scripts\activate.bat`

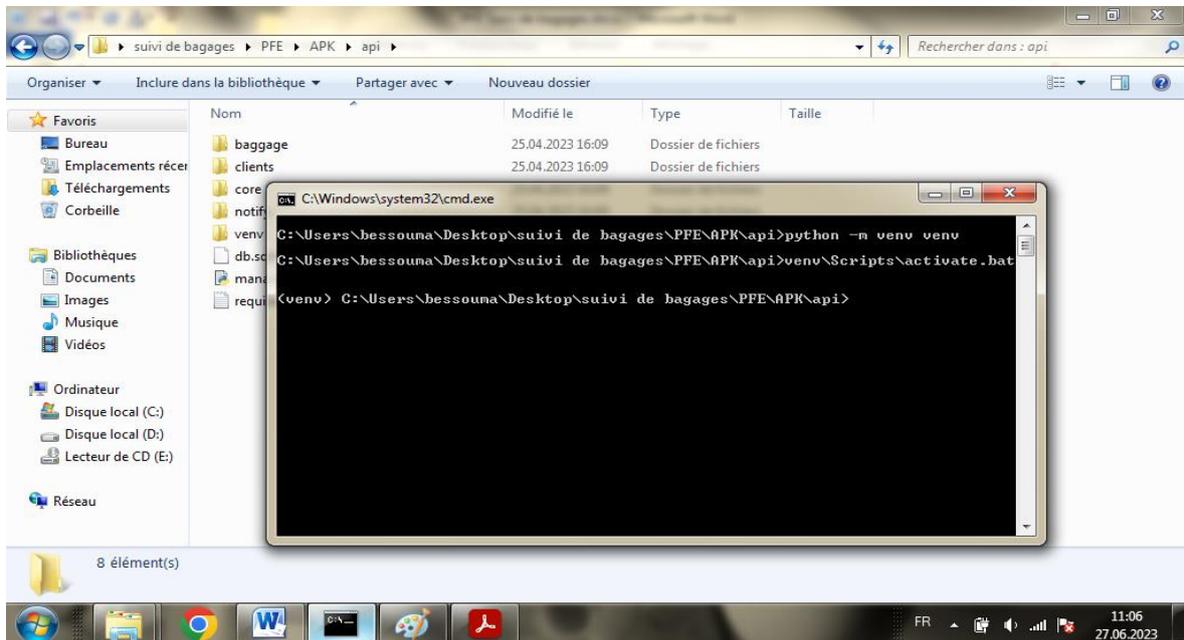


Figure 4.6 : Activation de l'environnement virtuel

d) Et finalement exécuter le serveur avec la commande : `python manage.py runserver 0.0.0.0:8000`

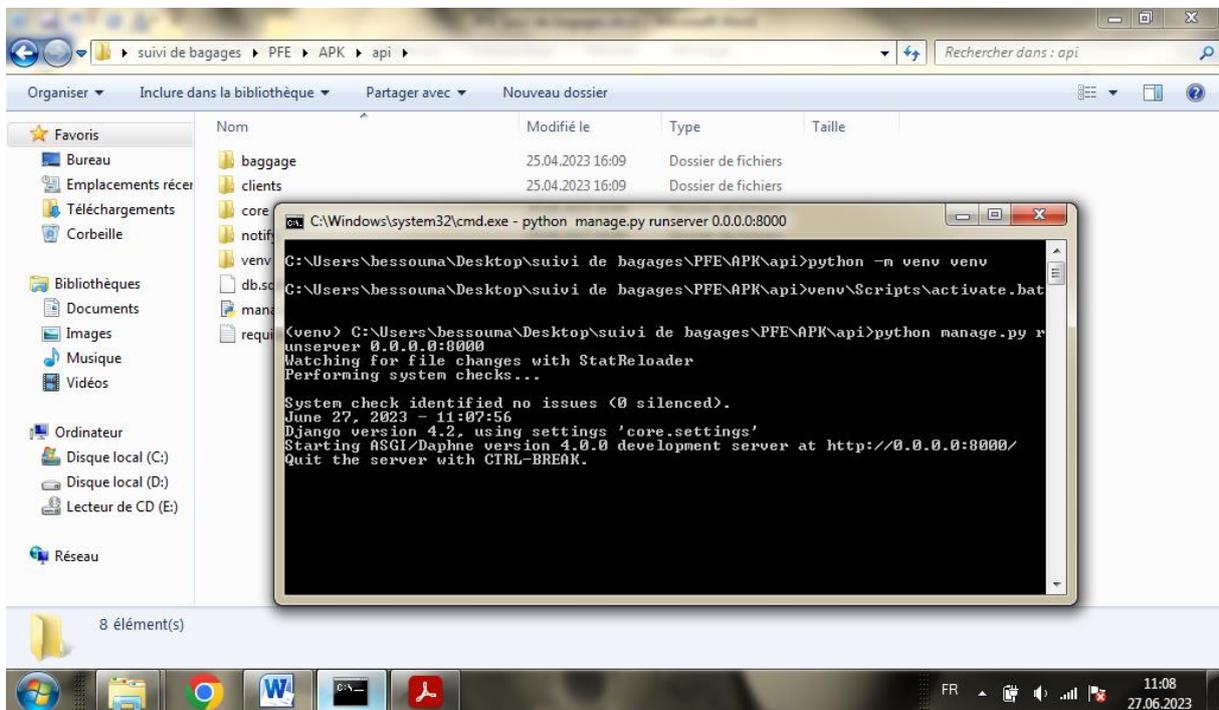
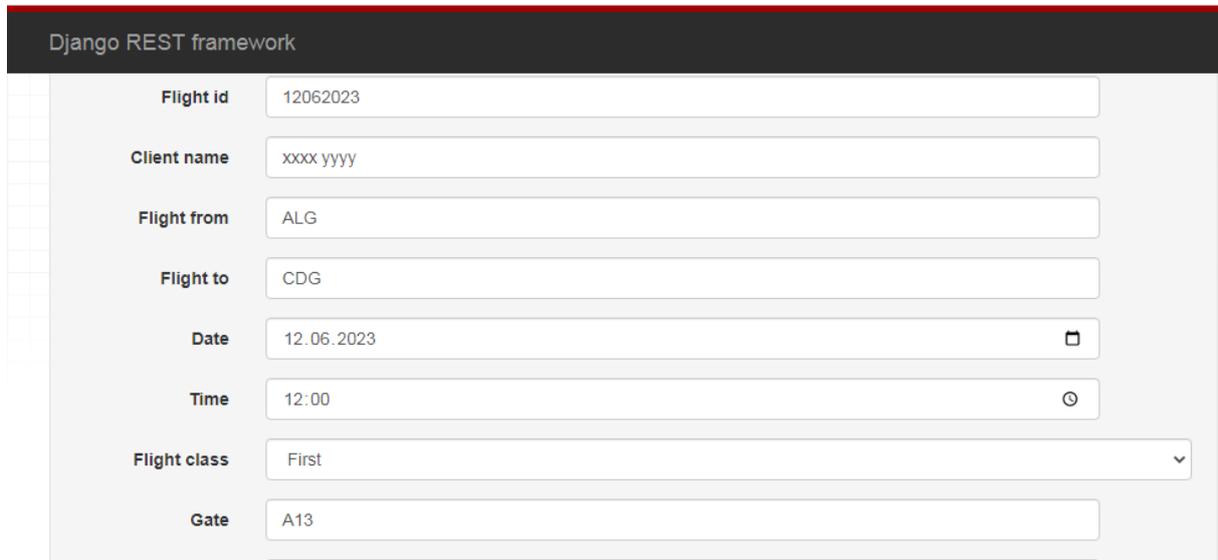


Figure 4.7 : Exécution du serveur

### IV.5 L'exécution de l'application

Enregistrer un nouveau passager :

En remplissant toutes les informations concernant son vol à savoir (le numéro de vol, le nom, le départ et la destination, le jour et la date de départ...)

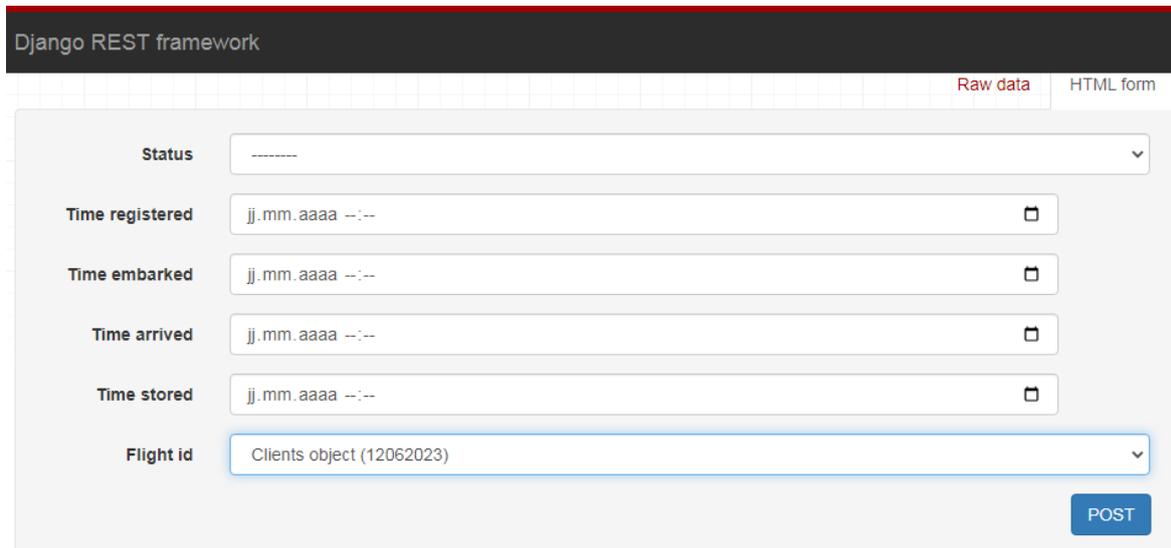


The screenshot shows a Django REST framework form titled "Django REST framework". The form contains the following fields:

- Flight id: 12062023
- Client name: xxxx yyyy
- Flight from: ALG
- Flight to: CDG
- Date: 12.06.2023
- Time: 12:00
- Flight class: First
- Gate: A13

Figure 4.8 : Enregistrement du nouveau passager

Après quoi, on enregistre son bagage avec le même numéro de vol



The screenshot shows a Django REST framework form titled "Django REST framework". The form contains the following fields:

- Status: -----
- Time registered: jj.mm.aaaa --:--
- Time embarked: jj.mm.aaaa --:--
- Time arrived: jj.mm.aaaa --:--
- Time stored: jj.mm.aaaa --:--
- Flight id: Clients object (12062023)

There are tabs for "Raw data" and "HTML form" at the top right. A "POST" button is located at the bottom right.

Figure 4.9 : Enregistrement du bagage du passager

Le passager télécharge l'application « Cabti » l'ouvre et introduit le numéro de vol, en appuyant sur login il verra la page sur laquelle toutes les informations concernant son vol sont

## Chapitre IV : Code de programmation et application

mentionnées et en appuyant sur le logo de valise (en bas à droite) il passera à la page qui concerne son bagage indiquant que celui-ci est enregistré (ID avec le numéro de vol).

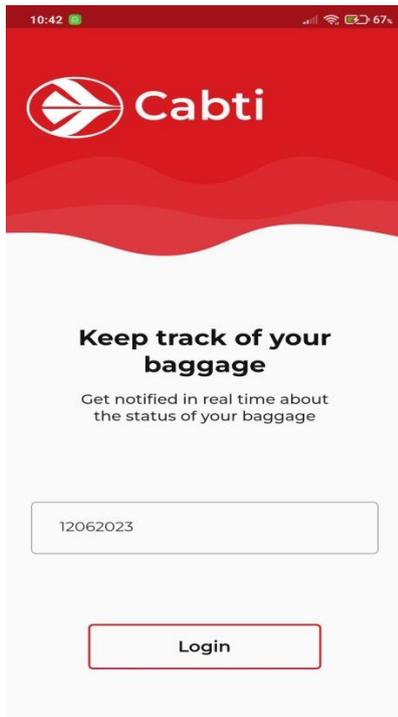


Figure 4.10a : Interface principale



Figure 4.10b : Interface informations de vol

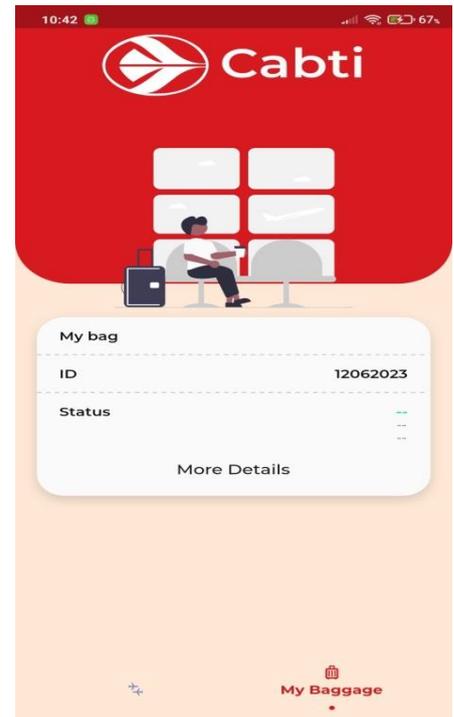


Figure 4.10c : Interface bagage

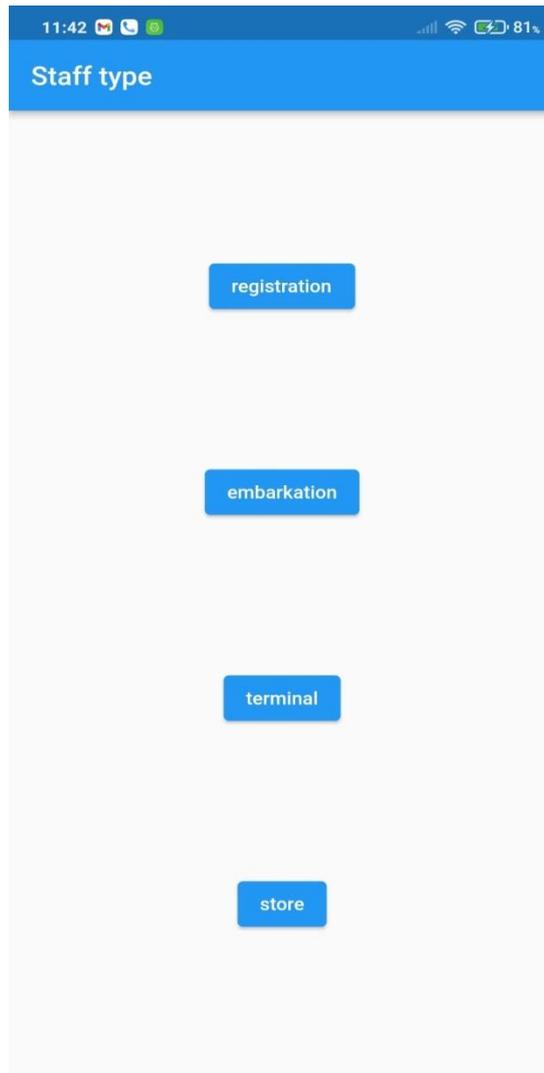
Ici vient le travail du bagagiste qui va scanner le bagage à différents points clé :

- Au check-in (bagage ne sera pas scanné par le bagagiste mais plutôt enregistré dans le système par l'hôtesse de la compagnie).

- Avant de charger le bagage sur les chariots.
- Au chargement du bagage en soute de l'avion.
- A l'arrivée et au moment de décharger le bagage de l'avion.
- A l'arrivée au BHS de l'aéroport de destination

Ici nous avons simulé le scan du bagage par une application appelée « Staff » qui fera office de lecteur de code-barres et qui aura l'interface suivante :

- Registration. Pour le check-in
- Embarkation : qui simule le scan lorsque le bagage est au pied de l'avion
- Terminal : représente le scan du bagage à l'aéroport d'arrivée.
- Store : c'est le scan au cas où il y aurait un problème avec le bagage et qu'il ne peut pas être embarqué à bord du vol du passager.



**Figure 4.11 : Interface application « Staff »**

a) Commençons pour les vols en départ (le processus sortant) de l'aéroport

La figure 4.12 illustre les principaux flux de bagages du processus sortants. Dans le flux standard , les bagages sont transférés de la salle d'entrée à la BHS, puis de la salle de sortie à l'aire de stationnement, ici le superviseur reçoit une notification que tous les bagages vont être chargés sur le chariot et que y a pas eu de problème.

Ensuite, les bagages sont chargés sur des chariots et transférés à l'aire de stationnement par des cavaliers à leur arrivée aux portes de l'avion le passager reçoit en notification un message décrivant le chargement de son bagage à bord de l'avion comme décrit dans les figures 4.13a et b.

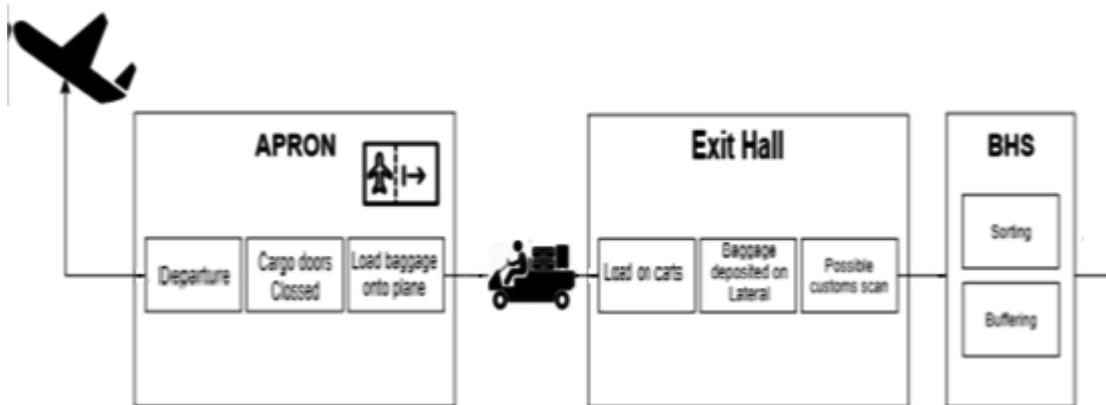


Figure 4.12 : Processus sortant [38]

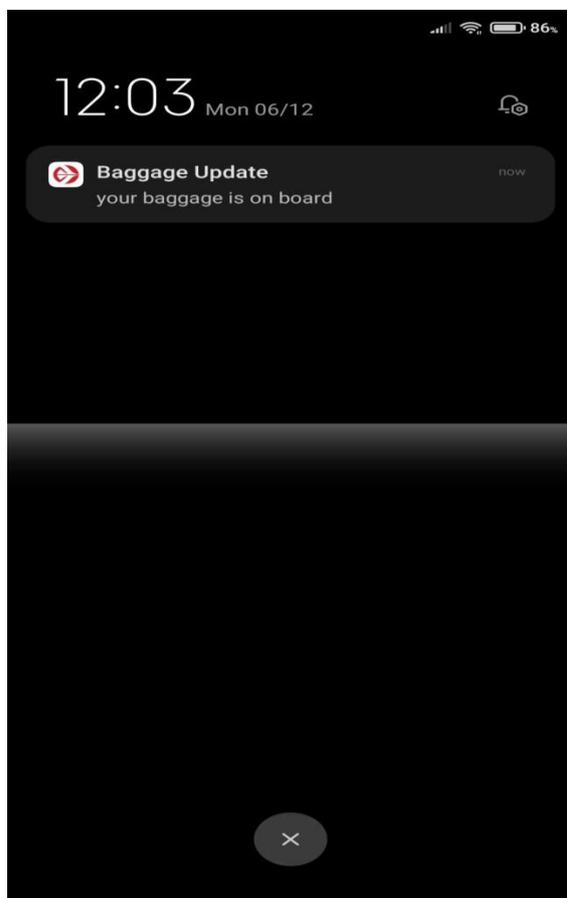


Figure 4.13a : Message de notification

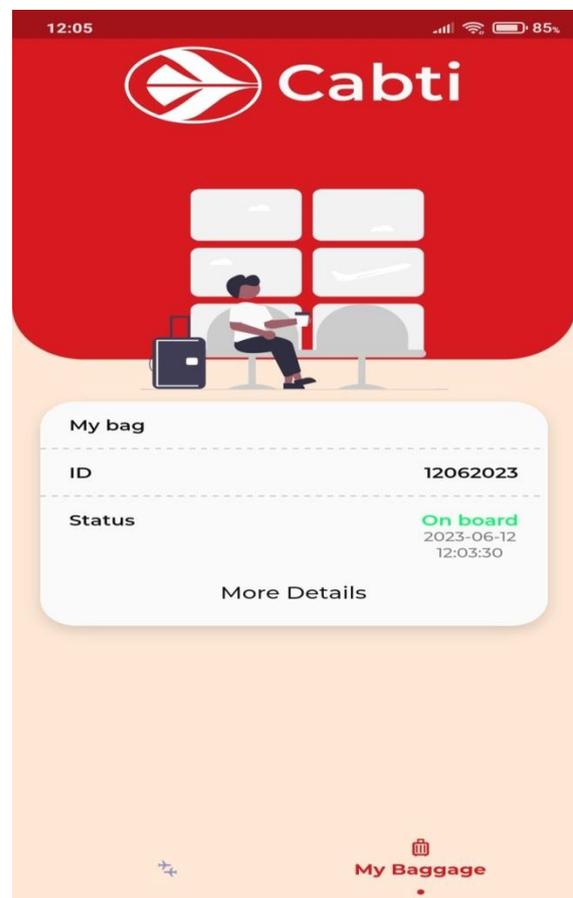


Figure 4.13b : Notification dans l'application

## Chapitre IV : Code de programmation et application

Si toutefois, il y a un problème et que le bagage ne peut être suivi par son propriétaire sur le vol, alors le passager recevra un message lui indiquant que son bagage va être envoyé sur un autre vol comme montré dans les figures 4.14a et b.

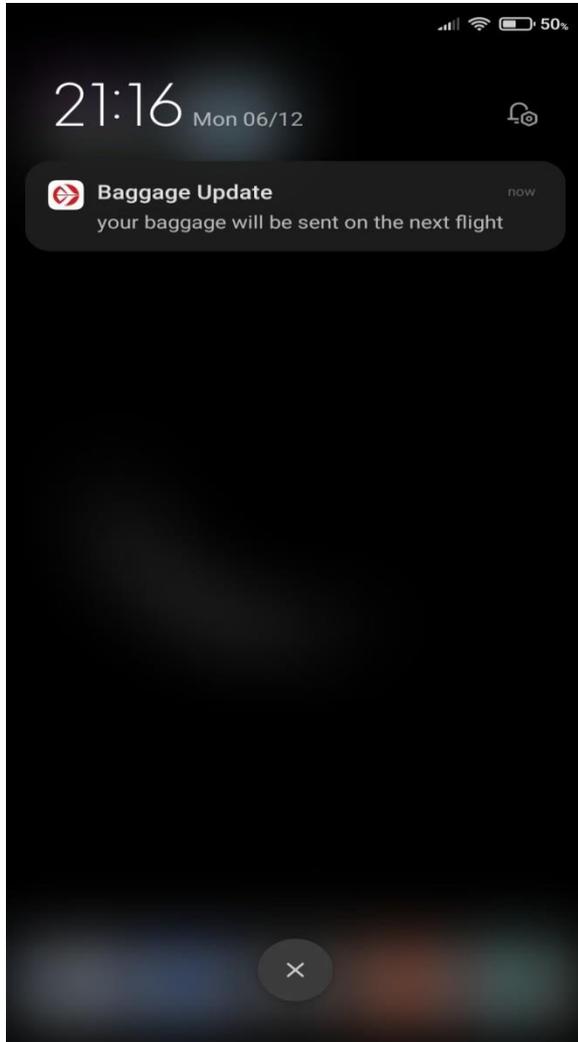


Figure 4.14a : Message de notification

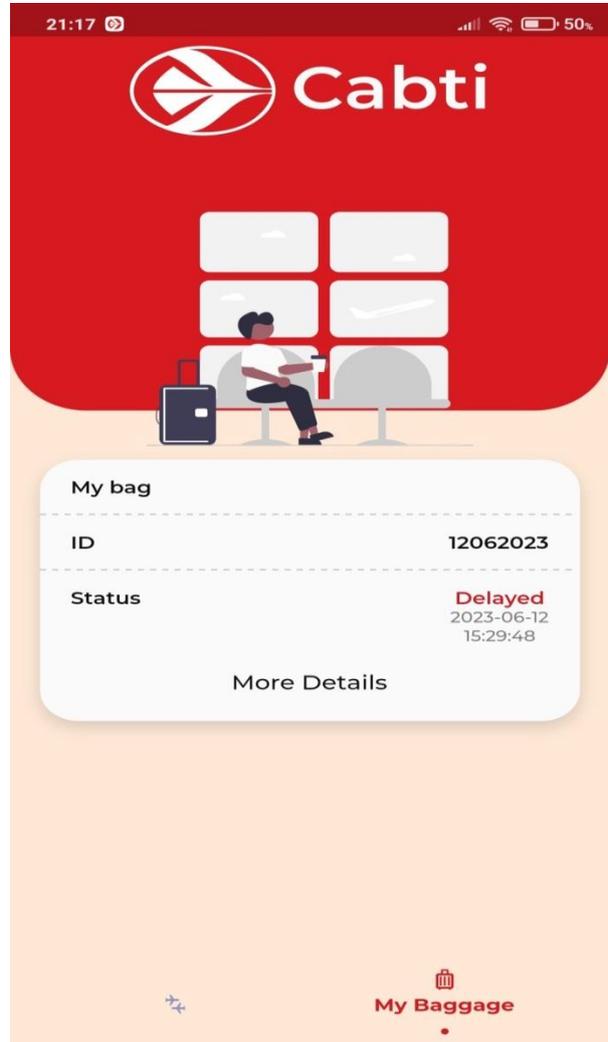


Figure 4.14b : Notification dans l'application

b) Finissons avec les vols d'arrivée (le processus entrant) à l'aéroport

La figure 4.15 montre une vue détaillée du processus entrant. Après l'atterrissage, l'avion arrive sur les aires de stationnement, où les avions sont garés, (dé)chargés, ravitaillés ou embarqués. Les services d'aéroport commencent à décharger les bagages à cet instant le superviseur reçoit une notification sur tous les bagages arrivés, ainsi il pourra intervenir si toutefois il y a un problème sur un bagage donné.

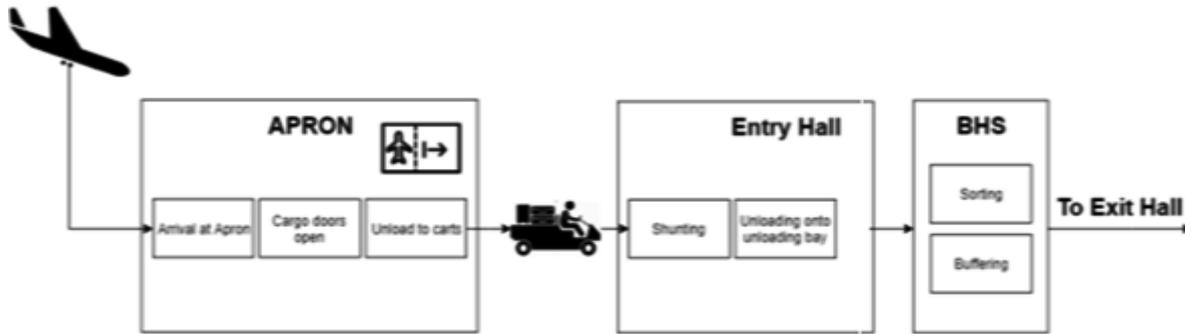


Figure 4.15 : Processus entrant [38]

Ensuite, les services de bagages chargent les bagages sur des chariots séparés en fonction de la destination du flux de bagages de l'aéroport et les déchargent à la salle d'entrée, ici le passager recevra une notification disant que son bagage est arrivé et va être distribué, comme décrit dans les figures 4.16a et b.

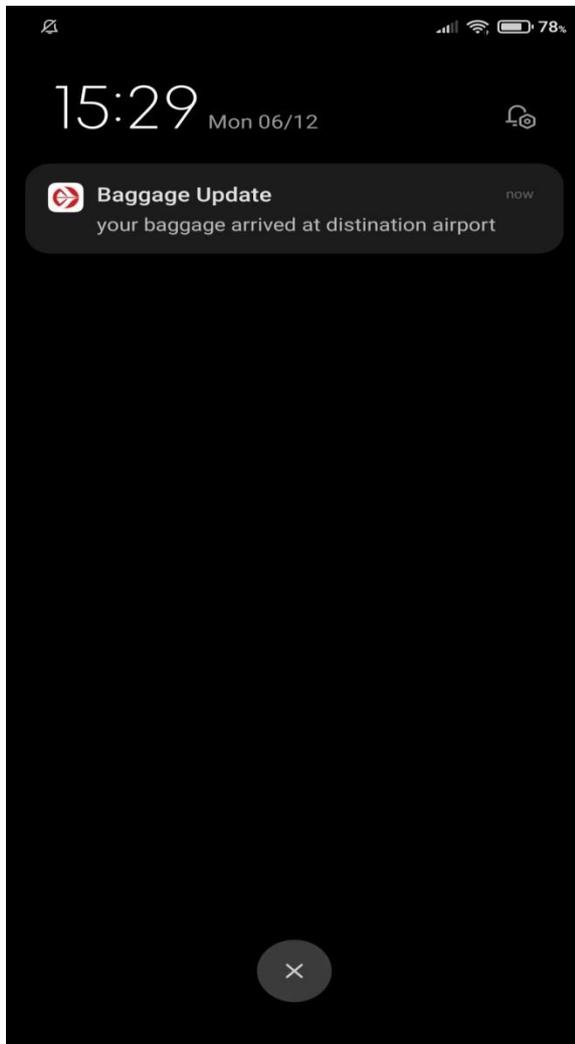


Figure 4.16a : Message de notification

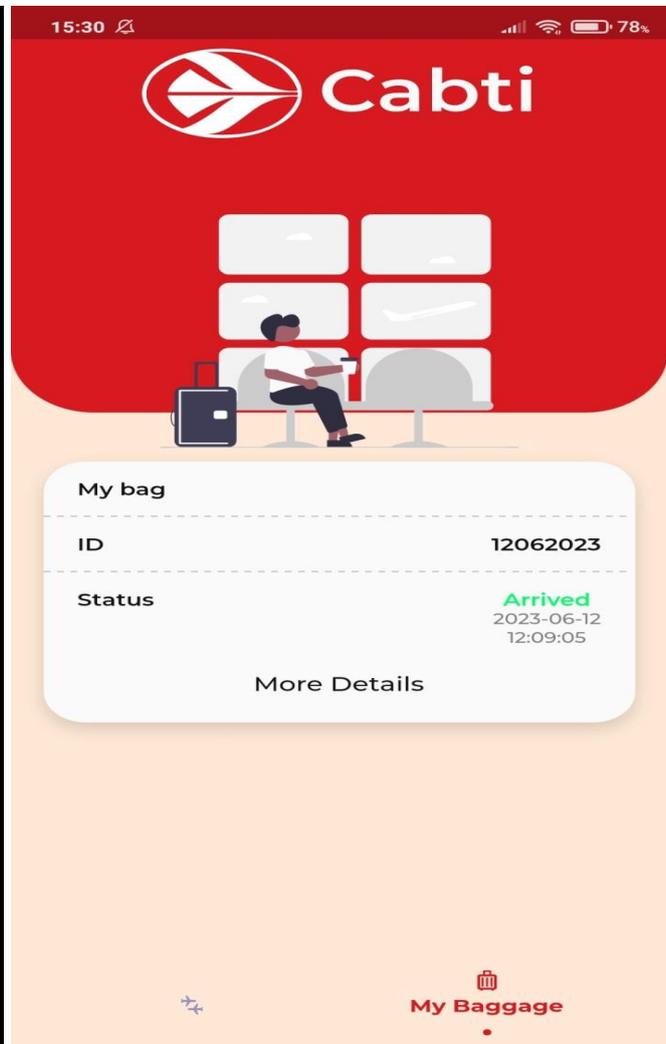


Figure 4.16b : Notification dans l'application

### **Conclusion Générale**

L'objectif primaire de notre travail était d'informer le passager aérien sur la situation de son bagage, ainsi nous avons développé une application mobile qui allait permettre à ce même passager de suivre sa valise tout au long de son voyage.

Nous avons commencé par décrire le bagage et avons fait le tour de ses systèmes de traitement, de comment le suivi s'opère et des différentes méthodes de tracking en tenant compte de ce qui pourrait se faire en Algérie à moindre coût (le suivi avec le système de code-barres en premier lieu)

Pour ce projet nous avons choisi l'aéroport d'Alger et la compagnie aérienne Air Algérie. Aussi, nous avons étudié le BHS de celui-là et pris connaissance du système de gestion des passagers/bagage de celle-ci.

Lors du développement de notre application nous avons opté pour le programme Django pour le serveur et le programme flutter pour l'application que nous trouvons les mieux adaptés par leurs caractéristiques et facilité d'utilisation.

Cette application développée va permettre :

- D'informer le passager sur la situation de son bagage
- De lui permettre de suivre son bagage en temps réel grâce aux notifications reçues
- De donner plus de visibilité à la compagnie aérienne et augmenter ses gains étant donné qu'elle sera privilégiée par ce même passager.

Pour les perspectives on pourrait dans un futur proche :

- Passer de l'ancien système des codes-barres à celui des RFID qui est plus rentable et plus efficace vu qu'on minimisera l'interaction des bagagistes avec les valises des passagers pour bien après passer à un système automatisé.
- Développer le service qu'on octroie au passager en ajoutant par exemple le WrapBag (plastification et emballage du bagage) qui sera gratuit pour les passagers adhérents.
- Ajouter des cartes des aéroports à l'application (ceci permettra au passager de ne pas se perdre et de profiter des publicités (promotions, soldes) dont on va munir les maps installées avec.

# Annexe : BMC et fiche technique



# Business Model Canvas - BMC

Porteurs de projet:

- 1- Bouakkaz Rachid
- 2- Guechoud Youcef

Promoteurs :

- P- Mme Hamlati Zineb
- CO-P- Mr Lebsir Abdekaderl

Code de projet:

05\_16\_3417

Projet Startup : Suivi des bagages à l'aéroport

Partenaires clés :	Activités Clés :	Propositions de valeur :	Relation Client :	Clients :
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les compagnies aériennes.</li> </ul>	<p>Une application de suivi de bagage qui donnera au passager la position de sa valise en temps quasi-réel</p>	<p>On offre la tranquillité et moins de stress au passager vis à vis de son bagage, vu qu'il saura où est sa valise en temps quasi réel, donc un voyage plus agréable, ce qui augmentera la confiance (passager-compagnie- aéroport) Ce qui se répercutera positivement sur les gains des compagnies partenaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer au passager un service en temps quasi-réel.</li> <li>• Présenter un service client à l'écoute et de qualité (le guichet)</li> <li>• Assurer une prise en main rapide grâce à une interface d'application</li> </ul>	<p>Toute personne désirant prendre l'avion</p>
	<p><b>Ressources clés :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les ressources humaines et matérielles des compagnies partenaires (bagagistes, système informatique)</li> <li>• Les salariés</li> </ul>		<p><b>Canaux :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Panneaux publicitaires dans les agences de vente de billet des compagnies partenaires.</li> <li>• Publicité dans les sites internet et les applications des compagnies partenaires</li> </ul>	
<b>Coûts :</b>			<b>Revenus :</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les journées de formation des salariés (bagagistes, superviseurs et guichetiers).</li> <li>• Les frais publicitaires dans les agences, dans l'application et le site des compagnies partenaires</li> <li>• Le développement de l'application et son intégration dans le système des compagnies partenaires.</li> <li>• Les salaires, le matériel informatique (hardware et software), le local.</li> </ul>			<p>Les revenus seront déduits des prix de billet d'avion (pack suivi de bagage) qui seront plus élevés par rapport à un billet normal, vu que le service de suivi sera payant.</p>	

## **Premier axe : présentation du projet**

### **2.1 L'idée de projet (solution proposée) :**

L'idée du projet nous est venue, d'une vidéo partagée sur les réseaux sociaux ou une femme qui a fait le voyage (Montréal-Casablanca) à bord d'un vol royal Air Maroc et qu'elle s'est plainte de ne pas réceptionner son bagage au terme de son voyage et où elle a crié haut et fort que son bagage a été volé à son arrivée (aéroport Marocain)

Il s'est arrivé que son bagage est resté à l'aéroport de Montréal et qu'il n'a pas été chargé à bord du vol.

Le calvaire vécu par cette marocaine est ce qui pourrait arriver à chacun d'entre nous (Algériens), quand nous voyageons

Ainsi est née notre idée du Suivi de bagage à l'aéroport, et qui permettra à tout voyageur de connaître la position de son bagage le long de son voyage et comme ça il sera serein.

Cela se fait par le développement d'une application mobile qui sera téléchargée par le client, en l'occurrence le passager de la compagnie aérienne partenaire, et qui lui permettra de suivre son bagage grâce à des notifications en temps réel.

En premier lieu, on a choisi l'aéroport d'Alger et à titre d'exemple la compagnie nationale «Air Algérie »

### **2.2 Les valeurs proposées**

Les valeurs proposées ou livrées aux clients peuvent être identifiées conformément aux éléments suivants :

- La modernité : notre service est nouveau et innovant, il n'existe pas d'offres similaires dans le marché algérien.
- La performance : notre but est de satisfaire notre client (le passager), grâce à un service performant qui répondra à l'attente du passager en matière d'information, ce qui lui permettra de ne pas être dans le flou total concernant son bagage lors de son voyage.
- La flexibilité : vu que notre invention est une application, elle sera adaptée aux besoins du passager et sera régulièrement mise à jour pour apporter plus et suivra les attentes du client.
- Accomplissement de tâches : les tâches du client seront simplifiées, ainsi tout passager, muni d'un smartphone, pourra utiliser notre application.

## **Annexe : BMC et fiche technique**

✂

- La conception : l'application aura une interface simple et ludique qui répondra aux attentes du client sans l'encombrer avec trop d'informations.
- Réduire les coûts : le cout de la perte de bagage coute énormément et pour le passager avec un cout émotionnel (le voyage gâché par la perte de bagage sans parler du stress et du tracas de perdre des affaires qui lui sont intimes) et qui devra se passer de ses affaires et en acheter d'autres ainsi que toutes les procédures qui viendront après pour tenter de le récupérer. Pour ce qui est de la compagnie il faut savoir que le cout d'un bagage perdu s'élève à 20 euro/kg [39].
- Réduction des risques : avec notre application, le passager aura moins de risque de perte de son bagage ce qui lui procurera un confort et une tranquillité lors de son voyage.
- Accessibilité : notre application mettra des informations concernant le bagage à nos clients qui n'y avaient pas accès auparavant
- Facilité d'utilisation : comme dit auparavant, notre application sera simple d'utilisation, il suffira d'avoir un smartphone et le tour est joué.

### **2.3 Équipe de travail**

L'équipe du projet est composée des membres suivants :

- L'étudiant 1 (Bouakkaz Rachid) a suivi ses études dans le domaine aéronautique, son rôle est de diriger le projet, les études de marché et le marketing
- L'étudiant 2 (Guechoud Youcef) a suivi ses études dans le domaine aéronautique, son rôle touche à tout ce qui est administratif.
- L'étudiant 3 (Ahmed Merdoukh Karim) a suivi ses études dans le domaine informatique, son rôle sera le développement et la maintenance informatique

### **2.4 Objectifs du projet**

Notre objectif est d'implanter notre application et de l'intégrer aux systèmes de gestion de passagers/ bagages des compagnies aériennes partenaires, en commençant par l'aéroport d'Alger pour s'étendre au réseau national et international, ainsi tout passager qui voyagera avec les compagnies partenaires aura la chance de pouvoir suivre son bagage et ce a travers tout le réseau aérien que desserve les compagnies aériennes partenaires.

Pour la part du marché, nous sommes les seuls à proposer ce service, on compte tout rafler.

## **2.5 Calendrier de réalisation du projet**

Notre application prototype est prête ce qu'il nous faut pour mettre notre projet sur les rails, c'est :

- En prenant exemple d'Air Algérie, nous aurons besoin que notre équipe de développeur (aujourd'hui nous avons un développeur mais on en aura plus, chacun selon sa spécialité) sur le système de gestion passager/bagage (Amadeus BRS) de pratiquement 2 mois, aussi nous auront besoin d'intégrer notre application à l'application mère d'Air Algérie (ce qui lui donnera plus de visibilité vu qu'elle sera téléchargée beaucoup plus), ainsi elle sera intégrée comme une fonction « bagage by Cabti ».
- Une formation des bagagistes d'une semaine (pour les responsabiliser encore plus et mettre des chefs d'équipes appelés superviseurs qui seront responsables des bagages), on commencera avec les bagagistes de l'aéroport d'Alger.
- La formation des vendeurs de billets au niveau des agences d'Air Algérie d'une semaine et ce pour mieux vendre l'application.

### **Deuxième axe : Aspects innovants**

#### **3.1 Nature des innovations**

L'innovation dans notre projet consiste en l'information donnée au passager sur son bagage, vu qu'auparavant le passager était dans le flou et ne savait rien sur son bagage ni sur la position de celui-ci dans l'aéroport ce qui lui créait un certain stress et un certain malaise par rapport au fait de trouver son bagage à son arrivée ou non.

Dans l'ensemble notre innovation peut inclure les domaines suivants :

- Nouveaux processus : du moment que le passager va être tenu au courant de la position de son bagage tout au long du voyage, ceci va se faire avec un nouveau processus d'information et de notification

## **Annexe : BMC et fiche technique**

- Nouvelles fonctionnalités : notre application est une nouvelle fonctionnalité qui aidera le passager à être au courant de ce qui se passe et ce vis-à-vis de son bagage
- Nouveaux clients : nous visons tous les clients de la compagnie aérienne partenaire
- Nouvelles offres : notre offre est innovante en soi, vu que ce qu'on apporte n'existe pas sur le marché
- Nouveaux modèles : avec notre projet l'application de la compagnie aérienne partenaire aura comme une nouvelle vie, vu qu'elle sera téléchargée et utilisée beaucoup plus que maintenant du fait de l'intérêt que porte le passager à son bagage.

### **Troisième axe : Analyse stratégique du marché**

Le marché potentiel : nos clients sont toute personne désirant prendre l'avion avec la compagnie aérienne partenaire, il faut soulignée ici que cette compagnie sera privilégiée par les passagers vu l'intérêt qu'ils donnent à leurs bagage.

Selon une enquête faite par IATA en 2018 auprès de 10 408 répondants de 145 pays [40] :

Les trois éléments prioritaires mentionnés par les passagers une fois la réservation complétée sont : l'information sur le statut du vol (82 %), sur les bagages (49 %) et sur les temps d'attente aux points de contrôles de sûreté et d'immigration (46 %).

Le suivi des bagages en temps réel tout au long du trajet est considéré comme essentiel par 56 % des passagers.

Les appareils personnels sont l'option préférée des passagers pour la réception d'information sur les bagages et autres aspects du voyage. Recevoir des renseignements par SMS ou au moyen d'une application pour téléphone intelligent est l'option préférée de 73 % des passagers.

Ceci montre le grand intérêt que les compagnies aériennes ont pour développer, offrir et promouvoir le suivi de bagage et tenir informer le passager de ce qui se passe autour de son bagage.

Aussi cela montre le grand marché qui s'ouvre à nous et le grand manque à gagner.

Pour finir quel passager voudrait voir ses affaires personnelles perdues pour cause d'un bagage retardé, perdu ou même volé ; quel passager ne serait-il pas tranquille de savoir la

## ***Annexe : BMC et fiche technique***

position de son bagage le long de son voyage. Le marché est énorme et ne demande pas beaucoup, à nous de le saisir.

Pour ce qui est de la concurrence, elle est inexistante, notre projet est innovant et ne demande qu'à être exploité.

### **4.1 La stratégie marketing**

Pour la stratégie marketing, nous avons besoin de panneaux publicitaires dans les agences de la compagnie aérienne partenaire, aussi nous devons munir l'application et le site internet de notre partenaire de publicité attractive au passager, nous pouvons même aller jusqu'à faire de la publicité pour la compagnie partenaire en se focalisant sur cette nouvelle fonctionnalité qui aidera le passager à voir plus clair concernant son bagage

Aussi nous devons faire une formation aux vendeurs de billets pour bien vendre notre fonctionnalité et pour encourager la performance, nous proposerons une prime au plus vendant

Et enfin, nous devons faire notre travail et bien le faire en se focalisant sur le travail des bagagistes (les former, sensibiliser et les responsabiliser) car notre stratégie devrait être notre travail bien fait.

### **Quatrième axe : Plan de production et d'organisation**

Pour permettre à une bonne compréhension de notre plan de production et d'organisation nous avons simulé :

- La procédure d'enregistrement du passager ainsi que son bagage
- Le scan du bagage par le lecteur de code-barres des bagagistes à différents points clé de l'aéroport

Notre projet sera établi comme suit :

On commence par le développement du code source qui suivra les étapes décrites dans le chapitre 4/Ssection I et qui s'énumèrent ainsi :

- a) Enregistrement de l'utilisateur
- b) Obtenir les bagages du client
- c) Connexion au serveur
- d) Notifications et websocket

## Annexe : BMC et fiche technique

Aussi nous avons simulé l'intégration et la connexion au serveur de gestion des passagers/bagages qui nous permettra d'enregistrer le passager et son bagage dans notre serveur comme illustré dans les figures 4.7 et 4.8 du Chapitre 4/Section I.

Une fois le passager et son bagage enregistré, ce dernier va être scanné par le bagagiste (simulé dans notre application « Staff » : figure 4.10) à différents points de l'aéroport, après chaque scan le passager reçoit une notification sur son téléphone (L'application « Cabti ») lui indiquant la position de son bagage à l'instant t.

Pour ce qui est de la main d'œuvre nous aurons besoin de :

- Bagagistes qualifiés qui ont le sens du devoir et de la responsabilité et à la tête de chaque équipe de bagagiste un superviseur qui chapotera leur travail.
- De vendeurs qualifiés qui sauront promouvoir notre produit et bien le vendre.
- De développeurs et informaticiens pour le développement de l'application et les mises à jour ainsi que pour la maintenance du système.

### Cinquième axe : Plan financier

Notre plan financier se résume à l'étude des coûts et revenus de notre projet ainsi que les prévisions à moyen terme (5 ans).

Commençons par les coûts :

**Tableau : coûts estimés**

Les coûts	1 <sup>ère</sup> année (En milliers DZD)	2 <sup>ème</sup> année (En milliersDZD)	5 <sup>ème</sup> année (En milliers DZD)
<b>Droit au bail</b>	1000	1500	5000
<b>Enseigne et éléments de communication</b>	1000	1500	3500
<b>Travaux et aménagements</b>	500	1000	2500
<b>Modernisation du système</b>	3000	/	60000
<b>Logiciels, formations</b>	2000	1000	2000
<b>Développement et maintenance</b>	/	1000	2500
<b>Matériel informatique</b>	700	/	3000
<b>Matériel de bureau</b>	300	/	1000
<b>Salaires et primes</b>	3000	4000	7500
<b>Total</b>	<b>11500</b>	<b>10000</b>	<b>87000</b>

## **Annexe : BMC et fiche technique**

Pour ce qui est des revenus, ils seront déduits des prix des billets d'avions qui seront plus élevés que le prix normal et ce à raison de 5%.

Il faut mentionner que selon AFRAA (African Airlines Association) le nombre de passagers d'Air Algérie pour 2019 a dépassé les 6.6 millions avec plus de 4.5 million pour le réseau international de la compagnie et plus de 2 millions pour son réseau domestique [41].

### **Pour le réseau national**

A titre indicatif, tablons le nombre de ses passagers à 2 millions et prenons le prix du billet moyen dans le réseau national à 7 milles DA.

Aussi, prenons que 10% des passagers de Air Algérie prennent le pack « Suivi de bagages » nous aurons pour la **première année** :

$$200000 \times 7000 \times 0.05 = \mathbf{70 \text{ millions DA}}$$

Pour la deuxième année on va tabler sur 30% de passagers qui vont nous faire confiance et prendre le pack

Ce qui nous donnera pour la **deuxième année** une estimation de **210 millions DA**

Ainsi après 5 ans on projette à investir tout le réseau national d'Air Algérie qui s'élève à plus de 2 millions de passagers ce qui nous fera une estimation pour la **cinquième année** d'environ :

$$2000000 \times 7000 \times 0.05 = \mathbf{700 \text{ millions DA}}$$

### **Pour le réseau international :**

A titre indicatif, nous prenons le nombre de ses passagers à **4.5 millions** et prenons le prix du billet moyen dans le réseau international à **30000 milles DA**.

Aussi, supposons que **10%** des passagers d'Air Algérie prennent le pack « Suivi de bagages » nous aurons pour la **première année** :

$$450000 \times 30000 \times 0.05 = \mathbf{675 \text{ millions DA}}$$

## Annexe : BMC et fiche technique

Pour la deuxième année on va tabler sur 30% de passagers qui vont nous faire confiance et prendre le pack

Ce qui nous donnera pour **la deuxième année** une estimation de **plus de 2 milliards DA**

Ainsi après 5 ans on projette à investir tout le réseau international d'Air Algérie qui s'élève à plus de 4.5 millions de passagers ce qui nous fera une estimation pour la **cinquième année** d'environ : **6,75 milliards DA**

**Tableau : revenus estimés**

Revenus	1 <sup>ère</sup> année (10%)	2 <sup>ème</sup> année (30%)	5 <sup>ème</sup> année (100%)
(en 100 millions DA)			
Réseau national	<b>0.7</b>	<b>2.1</b>	<b>7</b>
Réseau international	<b>6.75</b>	<b>20</b>	<b>67.5</b>
<b>Total</b>	<b>7,45</b>	<b>22.1</b>	<b>74.5</b>

### **Sixième Axe : Prototype expérimental**

Notre prototype expérimental est notre application « Cabti » qui sera téléchargée par le passager et qui lui permettra de suivre et connaître la position de son bagage aux différents points clé de l'aéroport tout au long de son voyage et ceci en temps quasi-réel, comme décrit et expliqué dans le Chapitre 4/ Section I.

**Références bibliographiques :**

- [1]: Aasher Feroz, « airport operations: baggage handling system »
- [2]: <https://urlr.me/7YwjL> (consulté en février 2023)
- [3]: Convention pour l'unification de certaines règles relatives au Transport aérien international, signé à Varsovie, le 12 Octobre 1929 (Convention de Varsovie)
- [4] : <https://urlr.me/2DJgq> (consulté en février 2023)
- [5]: a-ice.aero, « How IATA Resoluion 753 is enhancing the customer experience »
- [6]: <https://urlr.me/NDtM9> (consulté en fevrier 2023)
- [7]: <https://www.vanderlande.com/fr/aeroports/des-systemes-innovants/> (consulté en fevrier 2023)
- [8]: <http://urlr.me/3w9kS> (consulté en février 2023)
- [9] : <https://www.headmind.com/fr/tracking-bagages/> (consulté en février 2023)
- [10]: <https://www.mandaley.fr/dans-ma-valise/valise-connectee-voyages> (consulté en mars 2023)
- [11]: International Airport Review, May 2022 edition
- [12]: <https://www.ma-valise-vacances.fr/puce-gps-de-valise-pour-ne-plus-perdre-sa-valise/> (consulté en mars 2023)
- [13]: <https://urlr.me/41WGR> (consulté en février 2023)
- [14]: <https://urlr.me/YGWmX> (consulté en mars 2023)
- [15] : <https://urlr.me/w1Bpv> (consulté en février 2023)
- [16] : <https://urlr.me/kJsRF> (consulté en février 2023)
- [17] : <https://urlr.me/3m2t8> (consulté en mars 2023)
- [18] : <https://urlr.me/3Y982> (consulté en mars 2023)
- [19] : <https://urlr.me/2w1WR> (consulté en mars 2023)

## Références bibliographiques

- [20]: [http://igm.univmlv.fr/~dr/XPOSE2012/RFID\\_Modbus/RFID/histoire.html](http://igm.univmlv.fr/~dr/XPOSE2012/RFID_Modbus/RFID/histoire.html) (consulté en mars 2023)
- [21] : <https://www.eeweb.com/wireless-power-transfer/> (consulté en mars 2023)
- [22] : <https://urlr.me/qYtVm> (consulté en mars 2023)
- [23] : Alili Thanina, Mémoire « Gestion des commandes par les Tags RFID », 2014
- [24] : Dyhia Soualah , Mémoire « Commande par Automate Schneider M-340 et IHM d'un système de production en utilisant la technologie RFID », 2015
- [25] : <https://www.timcod.fr/salon-digital/comment-choisir-une-etiquette-ou-un-tag-rfid> (consulté en mars 2023)
- [26] : <https://www.assetinfinity.com/blog/rfid-vs-barcodes-better-asset-tracking> (consulté en mars 2023)
- [27] : <https://www.iata.org/en/services/certification/operations-safety-security/baggage-tracking/> (consulté en mars 2023)
- [28] : SITA, « Baggage IT Insights », 2022
- [29]: SGSIA, « Presentation S G S I A / Aéroport d'Alger», 2020
- [30] : Beumer Group, «système de traitement de bagages, spécification du design fonctionnel, système de contrôle de transporteur», 2018
- [31] : Addi Dihya, Mémoire « Mise en place d'une direction HSE au sein d' Air Algérie », 2019
- [32] : <https://urlr.me/Fgjmn> (consulté en mars 2023)
- [33]: Aeroexpo catalogue, « Amadeus BRS »
- [34] : <https://python.doctor/page-django-introduction-python> (consulté en mai 2023)
- [35] : <https://easypartner.fr/blog/quest-ce-que-le-framework-django-avantage-et-inconvenient/> (consulté en mai 2023)
- [36]: <https://www.ionos.fr/digitalguide/sites-internet/developpement-web/flutter-cest-quoi/> (consulté en mai 2023)

## ***Références bibliographiques***

☞ [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) [7](#) [8](#) [9](#) [10](#) [11](#) [12](#) [13](#) [14](#) [15](#) [16](#) [17](#) [18](#) [19](#) [20](#) [21](#) [22](#) [23](#) [24](#) [25](#) [26](#) [27](#) [28](#) [29](#) [30](#) [31](#) [32](#) [33](#) [34](#) [35](#) [36](#) [37](#) [38](#) [39](#) [40](#) [41](#) [42](#) [43](#) [44](#) [45](#) [46](#) [47](#) [48](#) [49](#) [50](#) [51](#) [52](#) [53](#) [54](#) [55](#) [56](#) [57](#) [58](#) [59](#) [60](#) [61](#) [62](#) [63](#) [64](#) [65](#) [66](#) [67](#) [68](#) [69](#) [70](#) [71](#) [72](#) [73](#) [74](#) [75](#) [76](#) [77](#) [78](#) [79](#) [80](#) [81](#) [82](#) [83](#) [84](#) [85](#) [86](#) [87](#) [88](#) [89](#) [90](#) [91](#) [92](#) [93](#) [94](#) [95](#) [96](#) [97](#) [98](#) [99](#) [100](#)

[37]: <https://mobiskill.fr/blog/conseils-emploi-tech/pourquoi-utiliser-flutter-en-2022/>  
(consulté en mai 2023)

[38]: Herbert Van Leeuwen, « Lost and Found: Predicting Airline Baggage At-risk of Being Mishandled », 2020

[39] : <https://retardvol.fr/bagage-perdu> (consulté en mai 2023)

[40] : IATA, « enquête mondiale sur les passagers et leur Bagage », 2018

[41] : AFRAA, « Annual Report », 2020