République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Mémoire de Master

Présenté à l'Université de Tébessa
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie

Département de : **Mathématiques et Informatique**
Filière : Informatique
Spécialité : **Systèmes d'Information**

Par :
BRADJI Rayen

Automatisation de tri de courrier

JURY

Mr, BENNOUR Akram	Dr Université Larbi Tebess	Président
Mr, Souahi M. Saleh	Dr Université Larbi Tebessi	Examinateur
Mr, Mekhazneya Tahe	Dr Université Larbi Tebessi	Encadreur

Date : 2023/2024

Remerciements :

Avant toute chose je remercion le bon Dieu, le tout Puissant, le Miséricordieux, qui je a donné l'opportunité de mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mr MEKHAZNIA Taher pour son formidable soutien et son aide dans la réalisation de mon projet, sa responsabilité et sa patience qui m'ont encouragé dans cette recherche

Je tiens également à remercier sincèrement les membres du jury qui me font l'honneur d'évaluer ce travail.

Je remercie également ma famille pour leur soutien permanent qui m'a été bien utile.

Table matières

Résumé.....viii
ملخص.....ix
Abstract.....x
CONTEXTE DU PROJET.....9
I Introduction.....9
II Contexte.....9
III Problématiques.....9
IV OBJECTIFS.....10
V PLAN DU MÉMOIRE.....10
Chapitre1: Introduction Général.....11
I Introduction.....11
II Tri du courier.....11
II.1 Definition.....11
II.2 Principe.....11
II.3 Importance et Fonctionnalités dans la Logistique Postale.....11
II.4 Types d'envoi.....12
III Définition du suivi de colis.....13
III.1 Le Suivi (Tracking).....13
III.2 Le Numéro de suivi (Tracknumber).....14
IV Mécanisme de traitement du courrier.....14
V Les outils de géolocalisation et les techniques de tracking.....16
VIII Conclusion.....21
Chapitre2 : état de l'art.....22
I Introduction.....22
II Historique.....22

II.1 Les pigeons voyageurs 22
II.2 Le courrier dans le temps moderne 23
III Courrier Postal 24
III.1 Définition d'un système de tri 24
III.2 Systèmes de Tri Manuel 24
III.3 Systèmes de Tri Automatisé 26
IV Équipements de traitement du courier 27
V Méthodes de Suivi des Envois 29
V.1 Code Barre Colis 29
V.2 RFID (Radio Frequency Identification) 30
VII Fonctionnement d'un système d'identification de colis 31
VII.1 La reconnaissance optique de caractères (OCR) 31
VII.2 OCR dans le contexte de l'automatisation 31
VII.3 Rôle de l'OCR dans le Traitement du Courrier 31
VII.4 Fonctionnement de l'OCR 32
VII.5 Reconnaissance d'images 33
VII.6 Rôle de l'RDI dans le traitement de colis 33
VIII Conclusion 34
Chapitre 3 : Spécification et analyse des besoins 35
I Introduction 35
II Besoins fonctionnels 35
II.1 Identification des acteurs 35
II.2 Besoins 35
II.3 Besoins non fonctionnels 36
III Diagramme des cas d'utilisation 36
III.1 Descriptions des cas d'utilisations 37
III.1.1 Description du cas d'utilisation « S'authentifier » 37
III.1.2 Description du cas d'utilisation « recherche package » 38
III.1.3 Description du cas d'utilisation « Gestion package » 38
III.1.4 Description du cas d'utilisation « ajouter colis » 39
IV Diagrammes de séquence 39
IV.1 Diagramme de séquence du cas d'utilisation « S'authentifier » 39
IV.2 Diagramme de séquence du cas d'utilisation « ajouter colis » 40

IV.3 Diagramme de séquence du cas d'utilisation « ajouter colis » 41
VII Diagramme de classe 42
VIII Conclusion 43
Chapitre 4: Réalisation 44
I Introduction 44
II Environnement et technologie logicielles 44
III Interfaces Hommes-Machines 47
III.1 Interface d'authentification 48
III.2 Interface d'inscription 49
III.3 Interface de suivi (tracking) 50
III.4 Interface user information 51
III.5 Interface commerçante 52
III.6 Interface tracking 53
III.7 Interface mise-à-jour de l'état 54
III.8 Interface ajouter colis 55
IV Conclusion 56
Conclusion Générale 57
Reference Bibliographie 58

Table figure

Figure 1: Paquet postal international....12
Figure 2 : Colis postal....13
Figure 3: exemple de numéro de suivi de USPS....14
Figure 4: Chaîne de traitement du courrier....15
Figure 5: représente un pigeon voyageur et une lettre ou carte postale avec ancien timbre....23
Figure 6 : machines de tri....23
Figure 7: schéma d'un système de tri de colis....24
Figure8:schéma le processus d'un système de tri manuel....25
Figure 9 : système de tri manuelle....25
Figure10 : machine de tri automatisé....26
Figure11 : machines de mise sous pli DS-85i....27
Figure12 : schéma de trieuse de colis automatisée....28
Figure13 : schéma de scanners de codes-barres....29
Figure14 : code à barre....30
Figure15 : machine RFID....31
Figure16 : Diagramme de cas d'utilisation....37
Figure17 : Diagramme de séquence « S'authentifier »....40
Figure18 : Diagramme de séquence « ajouter package »....41
Figure19 : diagramme de séquence « recherche package »....42
Figure20 : Diagramme de classe....43
Figure26:Capture de la collection bureau....45
Figure22 : Capture de la collection package....46
Figure23 : Capture de la collection user....46
Figure24 : interface d'accueil....47
Figure25 : Interface d'authentification....48
Figure26 : Interface d'inscription....49
Figure27 : Interface tracking user....50
Figure28 : Interface user information....51
Figure29 : interface commerçante....52
Figure30 : interface tracking....53
Figure31 : interface update stats....54
Figure32 interface ajouter colis....55

Liste de tableau

Tableau 1: Description du cas d'utilisation « S'authentifier » 37
Tableau 2 : Description du cas d'utilisation « recherche package » 38
Tableau 3 : Description du cas d'utilisation « Gestion de colis » 38
Tableau 4: Description du cas d'utilisation « ajouter colis » 39

Résumé

Dans le domaine du transport, de nombreuses entreprises proposent leur propre application de suivi de colis. Cependant, une application mobile "All-in-One" capable de suivre les colis de différentes entreprises serait plus avantageuse. Notre projet s'inscrit dans ce domaine en développant une application mobile permettant de suivre les envois de plusieurs entreprises de transport. L'objectif est de créer une plateforme centralisée offrant une expérience de suivi simplifiée et efficace pour les utilisateurs, tout en configurant notre propre API pour intégrer les données de suivi de différentes entreprises de transport.

Mots-clés : Suivi, package postaux, api, poste, Application web

ملخص

في قطاع النقل، تقدم العديد من الشركات تطبيقًا خاصًا بها لتتبع الطرود. ومع ذلك، فإن تطبيق الهاتف المحمول "الكل في واحد" القادر على تتبع الحزم من شركات مختلفة سيكون أكثر فائدة. يتناسب مشروعنا مع هذا المجال من خلال تطوير تطبيق هاتف لتتبع الشحنات من العديد من شركات النقل. الهدف هو إنشاء منصة مركزية توفر تجربة تتبع مبسطة وفعالة للمستخدمين، مع تكوين واجهة برمجة التطبيقات الخاصة بنا لدمج بيانات التتبع من شركات النقل المختلفة.

الكلمات المفتاحية: التتبع، الطرود البريدية، API، النشر، تطبيق الويب .

Abstract

In the transportation sector, many companies offer their own package tracking application. However, an "All-in-One" mobile application capable of tracking packages from different companies would be more beneficial. Our project fits into this area by developing a mobile application to track shipments from several transport companies. The goal is to create a centralized platform providing a simplified and efficient tracking experience for users, while configuring our own API to integrate tracking data from different transportation companies.

Keywords: Tracking, postal packages, API, post, Web application

CONTEXTE DU PROJET

I. Introduction

Le courrier est un élément clé de toute organisation, et sa gestion est cruciale pour les entreprises. Cependant, le traitement manuel du courrier peut être fastidieux et chronophage, surtout lorsque les organisations traitent de grandes quantités de courrier chaque jour. Pour remédier à cela, de nombreuses entreprises recherchent des solutions numériques efficaces pour améliorer ce processus.

Dans ce contexte, la mise en place d'une application de gestion du courrier s'avère être une solution idéale. L'informatique, devenue indispensable grâce à son efficacité et à son utilité, joue un rôle crucial dans cette transformation. En automatisant le traitement de l'information, l'informatique englobe l'ensemble des sciences et techniques liées à cette tâche. Son utilisation s'étend désormais à tous les domaines d'activité, y compris la gestion du courrier, qui est le thème de notre étude.

II. Contexte

L'automatisation du tri du courrier constitue un défi majeur pour de nombreuses entreprises et organisations, en particulier celles confrontées à des volumes considérables de courrier au quotidien. On prend par exemple une entreprise de logistique qui doit gérer des milliers de colis chaque jour, ou un bureau de poste chargé de trier et de distribuer des centaines de lettres et de paquets. Dans ce cadre, l'automatisation du tri du courrier offre des avantages significatifs en termes d'efficacité, de précision et de rapidité. C'est dans cette optique que nous avons envisagé la création d'une application web dédiée à l'automatisation du tri du courrier.

III. Problématiques

Le tri des colis demeure largement manuel, nécessitant souvent aux travailleurs de trier manuellement les paquets selon leur destination, leur taille et leur poids. Cette méthode est lente, fastidieuse et sujette à des erreurs telles que des étiquetages incorrects, des tris inappropriés, des traitements défectueux, ainsi que des saisies de données erronées et une reconnaissance inexacte des paquets. Ces erreurs peuvent entraîner des retards de livraison, la perte ou l'endommagement des colis, ce qui entraîne une insatisfaction client. Les difficultés liées aux différentes tailles et formes des colis compliquent encore plus cette tâche.
Pour améliorer ce processus, des investissements dans des technologies avancées comme la robotique et l'intelligence artificielle sont nécessaires pour un tri plus rapide et plus précis. En outre, l'harmonisation des normes d'emballage et d'étiquetage peut simplifier le tri, réduisant ainsi les erreurs et les retards.

IV. OBJECTIFS

L'objectif principal de notre système d'automatisation du tri du courrier est de fournir aux utilisateurs une plateforme intuitive et efficace pour gérer tous les aspects liés à la gestion du courrier.

V. PLAN DU MÉMOIRE

Notre mémoire est structuré en quatre chapitres distincts pour une exploration complète du projet. Tout d'abord, le premier chapitre constitue une introduction générale où nous exposons le contexte du projet et mettons en lumière l'importance cruciale de l'automatisation du tri du courrier. Dans le deuxième chapitre, nous plongeons dans l'état de l'art et l'histoire de ce domaine, offrant ainsi un aperçu des développements passés et des pratiques actuelles. Le troisième chapitre est consacré à notre approche spécifique, où nous décrivons en détail nos méthodes, nos algorithmes et notre processus de conception. Enfin, le quatrième chapitre présente la partie pratique de notre travail, comprenant les expérimentations, les résultats obtenus et les implications pratiques de notre projet. En conclusion, nous résumons notre travail dans une conclusion générale, tout en discutant des perspectives pour de futurs travaux dans ce domaine.

Chapitre1: Introduction Général

I. Introduction:

Ce chapitre aborde les concepts fondamentaux et les pratiques courantes dans la gestion du courrier et du suivi des colis. Nous commencerons par définir le tri du courrier, ses principes et son importance, puis examinerons les différents types d'envois postaux, les mécanismes de suivi des colis et les technologies de géolocalisation. Nous terminerons par une présentation de quelques entreprises postales majeures et une conclusion synthétique.

II. Tri du courier:

II.1 Definition:

Le tri du courrier est le processus qui permet d'acheminer le courrier postal vers le bon destinataire. Il s'agit d'une étape cruciale dans la chaîne logistique postale, qui garantit que chaque lettre et colis arrive à sa destination finale. [1]

III

II.2 Principe:

Le principe du tri du courrier repose sur l'identification des caractéristiques clés de chaque élément du courrier, telles que l'expéditeur, le destinataire, l'urgence, le type de document, etc. Ces caractéristiques sont ensuite utilisées pour diriger le courrier vers la bonne destination ou pour déterminer son traitement ultérieur.

II.3 Importance et Fonctionnalités dans la Logistique Postale :

Le tri du courrier occupe une place centrale dans le domaine postal et logistique en raison de plusieurs raisons essentielles :

- **Distribution efficace :** Il assure une attribution précise de chaque envoi à son destinataire approprié, garantissant ainsi une distribution rapide et précise du courrier.
- **Optimisation des ressources :** En évitant les retards et les erreurs de distribution, le tri permet une meilleure utilisation des ressources matérielles et humaines impliquées dans le processus postal.
- **Gestion des flux :** En organisant les envois selon divers critères comme la destination, le format et l'urgence, le tri facilite la gestion des flux de courrier, permettant ainsi une répartition efficace de la charge de travail.
- **Respect des délais :** En assurant une distribution rapide et précise, le tri du courrier permet de respecter les délais de livraison, répondant ainsi aux attentes tant des expéditeurs que des destinataires.

- **Réduction des coûts :** En minimisant les erreurs et en optimisant les processus, le tri contribue à réduire les coûts associés à la gestion postale, ce qui est avantageux aussi bien pour les entreprises que pour les services postaux.

II.4 Types d'envoi:

Un envoi postal peut se présenter sous la forme d'un pli, d'un paquet ou d'un colis, chacun ayant ses propres caractéristiques :

- **Pli postal (courriers, lettres, documents, petits objets) :**

- Les plis sont généralement utilisés pour l'envoi de correspondance personnelle ou professionnelle, tels que des lettres, des factures, des relevés bancaires, des contrats, des documents administratifs, etc. [2]

- **Paquet postal :**

-Les paquets postaux sont utilisés pour l'envoi de marchandises légères ou de petits articles qui ne sont pas considérés comme des colis.

- Les paquets sont généralement soumis à des restrictions de poids et de taille pour des raisons de coût et de logistique.



Figure 1: Paquet postal international**.**

- **Colis postal :**

- Les colis postaux sont utilisés pour l'envoi d'articles plus volumineux et plus lourds qui ne peuvent pas être expédiés dans un pli ou un paquet.

- Les colis sont généralement soumis à des frais d'expédition plus élevés en raison de leur poids et de leur taille, et peuvent être soumis à des exigences spécifiques en matière d'emballage et de sécurité pour assurer une livraison sûre.



Figure 2 : Colis postal.

III. Définition du suivi de colis

Le suivi de colis, également connu sous le nom de "tracking" dans le domaine de la logistique, est le processus qui permet aux expéditeurs et aux destinataires de suivre en temps réel le parcours d'un colis, depuis son point d'expédition jusqu'à sa destination finale. Ce système repose sur l'utilisation d'un numéro de suivi, également appelé numéro de colis, attribué de manière unique à chaque paquet lors de son envoi. Ce numéro permet d'accéder à toutes les informations relatives à la livraison du colis, notamment les différentes étapes de son cheminement, les éventuels retards, les confirmations de livraison, et bien d'autres détails. [3]

III.1. Le Suivi (Tracking):

Le suivi, également connu sous le nom de tracking, englobe l'observation et la surveillance des personnes ou des objets en mouvement, fournissant ainsi des données de localisation chronologiques. Dans le contexte des envois, il permet de suivre les colis ou les courriers à différentes étapes du processus, du tri à la livraison. Ce processus consiste à localiser les conteneurs d'expédition, le courrier et les colis à différents stades de leur traitement, permettant de vérifier leur origine et de faciliter leur livraison. Historiquement, le suivi des envois s'est développé pour répondre aux besoins des clients en matière d'information sur l'acheminement de leurs envois, réduisant ainsi les risques de perte ou de retard.

III.2. Le Numéro de suivi (Tracknumber) :

Le numéro de suivi est une combinaison de chiffres ou de lettres attribuée à un envoi, permettant son identification unique. Ce numéro est généralement représenté sous forme de code-barres sur l'étiquette d'expédition, facilitant sa lecture par les services de transport à l'aide d'un lecteur de code-barres. Il sert de référence pour localiser l'envoi à différents points de transit et fournit des informations pratiques au destinataire final sur le délai de livraison estimé et l'état de l'envoi.

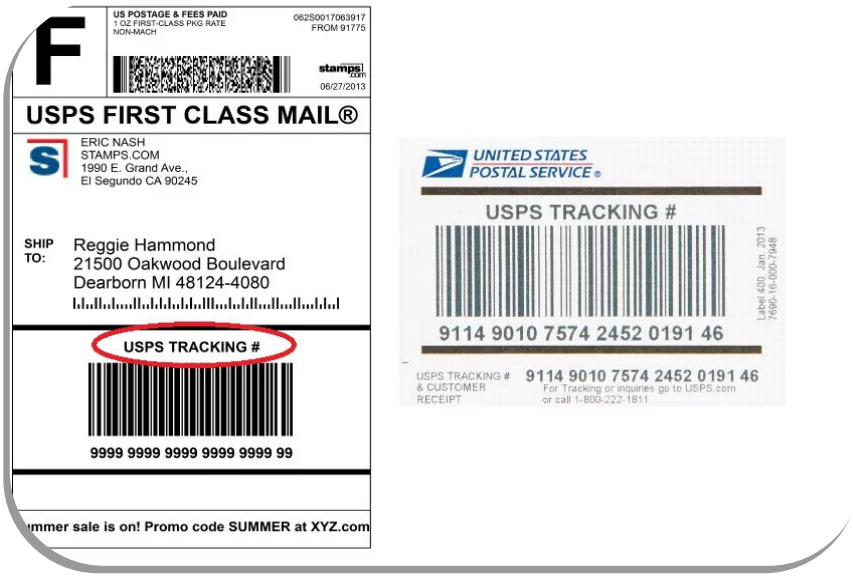


Figure 3: exemple de numéro de suivi de USPS.

IV. Mécanisme de traitement du courrier :

Le traitement du courrier administratif est une tâche importante qui nécessite organisation et rigueur. Une bonne gestion du courrier permet de ne rater aucune information importante ni aucune échéance.

- **Réception et Tri Initial** : À son arrivée, le courrier est trié manuellement en fonction de critères prédéfinis tels que l'expéditeur, le destinataire, ou l'urgence.
- **Numérisation et Reconnaissance Automatique :** Les avancées technologiques, comme la reconnaissance optique des caractères (OCR), permettent une extraction automatique des informations des documents numérisés, accélérant ainsi le processus de tri et garantissant une application cohérente des règles établies.
- **Contrôle et Acheminement :** Les documents triés sont ensuite vérifiés et acheminés vers les destinataires appropriés, en veillant à préserver la confidentialité des informations sensibles.
- **Archivage :** Une fois les informations pertinentes extraites, les documents sont correctement archivés, que ce soit de manière physique ou numérique, pour une consultation ultérieure si nécessaire.

L'intégration de technologies telles que l'OCR offre de multiples avantages, notamment un gain de temps, une réduction des erreurs et une augmentation de l'efficacité globale du processus de traitement du courrier. En adoptant ces solutions d'optimisation, les

entreprises peuvent améliorer leur productivité, leur précision et la sécurité des informations échangées. [4]

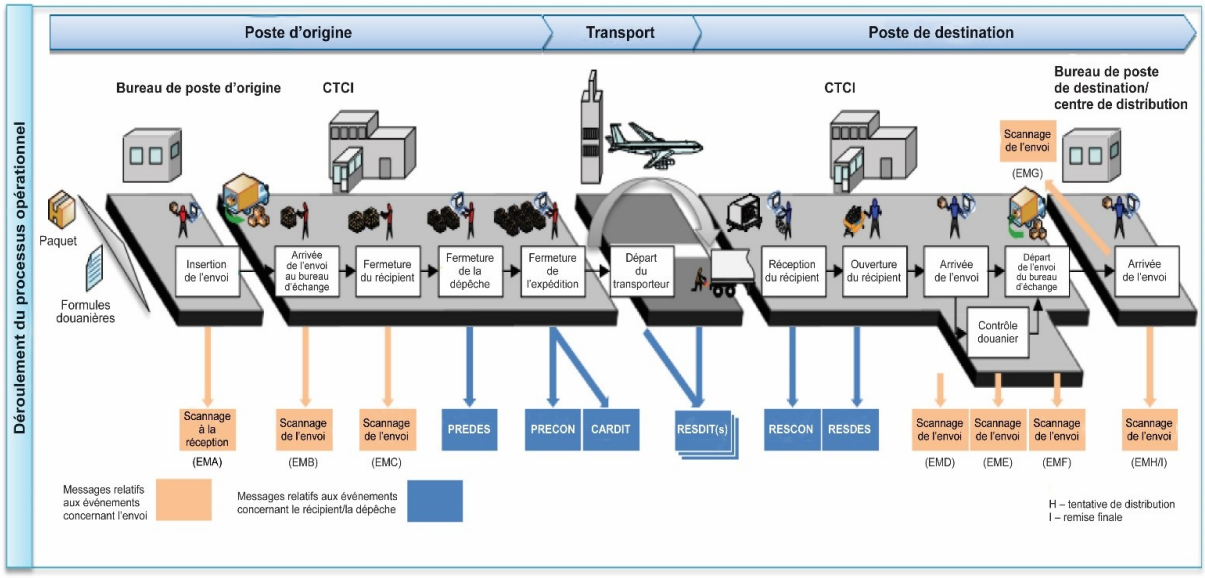


Figure 4: Chaîne de traitement du courrier.

V. Les outils de géolocalisation et les techniques de tracking :

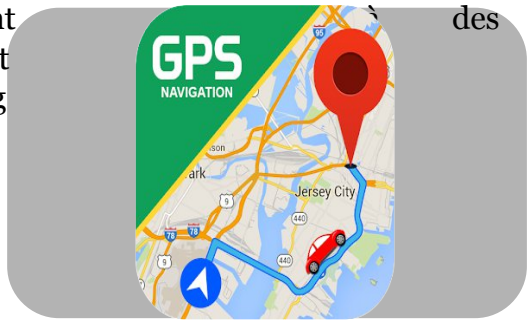
- **Google Map API :** Il s'agit d'une application de cartographie largement utilisée, offrant des vues de carte variées, telles que classiques, les images satellites et les plans en relief. Les utilisateurs peuvent intégrer ces cartes interactives à leurs propres applications en utilisant une clé d'API spécifique à leur domaine d'utilisation.



- **Traçabilité :** La traçabilité consiste à retracer l'historique, l'utilisation ou la localisation d'un article ou d'une activité grâce à une identification enregistrée. Elle est cruciale dans le suivi des activités et des colis tout au long d'un processus.



- **Géolocalisation :** La géolocalisation est un processus visant à déterminer la position géographique d'un objet en se référant à des coordonnées sur une carte. Traditionnellement associée au système GPS (Global Positioning System) pour suivre les déplacements des dispositifs mobiles, cette technologie est désormais largement utilisée dans la gestion de flottes et la sécurité des véhicules.



Selon la définition du CNIL, la géolocalisation permet aux employeurs, qu'ils soient privés ou publics, de suivre en temps réel la position géographique de leurs employés, que ce soit par le biais d'objets tels que des badges ou des téléphones mobiles, ou des véhicules qui leur sont assignés.

Cette technologie utilise des logiciels spécialisés pour assurer la traçabilité des biens, des marchandises, des équipements ou des véhicules, ainsi que des individus. Elle s'appuie sur des méthodes d'identification telles que les codes-barres, la RFID et le GPS, et transmet les informations recueillies en temps réel.

VI. Quelques Entreprises postaux:

- **Algeria Post** : Algeria Post, l'opérateur postal national de l'Algérie, a été établi comme établissement public à caractère industriel [illegible] avec son siège social situé à Alger, en Algérie. Bien que [illegible] détails sur l'effectif actuel ne soient pas disponibles, Algeria Post emploie probablement un nombre significatif de personnes à travers le pays pour gérer ses opérations postales. L'entreprise exploite un vaste réseau de bureaux de poste répartis dans tout le territoire algérien, offrant des services postaux à la fois dans les zones urbaines et rurales. Bien que les chiffres exacts sur le nombre de colis traités par Algeria Post chaque année ou chaque mois ne soient pas immédiatement disponibles, en tant qu'opérateur postal national, il gère un volume important de colis et de courrier sur une base régulière.



- **China Post :** China Post Group Corporation, basée en République populaire de Chine, a été officiellement restructurée en China Post Group Corporation Limited en décembre 2019, conformément au droit des sociétés de l'État. Cette entreprise d'État, approuvée par le Conseil d'État, opère sous la supervision du ministère des Finances, agissant au nom du gouvernement. [illegible] dans diverses activités postales, China Post Group fournit des services universels, spéciaux et commerciaux, conformément aux lois nationales. Ses activités couvrent la distribution de lettres, de colis, la logistique, les services financiers, le commerce électronique rural, et d'autres services définis par l'État. Grâce à des années de développement continu, China Post Group s'est transformée en un conglomérat diversifié, améliorant sa compétitivité, sa rentabilité et son influence sociale. En 2019, China Post Group Corporation Limited a été classée 101e parmi les sociétés du Fortune 500 et 2e parmi les sociétés postales dans le monde, témoignant de sa position solide sur le marché mondial. [5]



-

- **Singapore Post :** Pendant plus de 160 ans, Singapore Post (SingPost) a été le pilier des services postaux à Singapour, fournissant des services de confiance aux particuliers et aux entreprises. Aujourd'hui, SingPost est à la pointe de la logistique du commerce électronique, proposant des solutions novatrices de courrier et de logistique à Singapour et à l'échelle mondiale, avec une présence sur 19 marchés. Grâce à ses services postaux nationaux et internationaux de confiance, SingPost se distingue par ses solutions de messagerie électronique intégrées. La gamme de solutions logistiques de SingPost pour le commerce électronique comprend la gestion des commandes en ligne, le stockage et l'exécution, la livraison du dernier kilomètre et le transit international de fret. [6]
-
- **EMS :** EMS, abréviation pour Express Mail Service, est un service postal express international proposé par les opérateurs postaux de l'Union postale universelle (UPU), reliant plus de 180 pays et territoires à travers le monde. Il se distingue par sa priorité par rapport aux autres s... ...press rapide et efficace. Le résea... ...ial EMS dispose du plus grand nombre de points d'accès clien... au monde, reposant sur les guichets postaux, ce qui le rend extrêmement pratique pour les expéditeurs. De plus, les opérateurs postaux EMS bénéficient de la plus grande couverture de livraison au dernier kilomètre au monde, grâce à un réseau de distribution postale étendu, ce qui leur permet d'atteindre toutes les entreprises et tous les citoyens du monde. [7]



- **USPS** : Le service postal des États-Unis (USPS) trouve ses origines dans l'époque de Benjamin Franklin et du deuxième Congrès continental en 1775. Suite à l'adoption de la Post Office Act de 1792, il devient une institution gouvernementale permanente, garantissant la liberté de la presse et la confidentialité des correspondances personnelles. Malgré l'avènement des médias numériques, le courrier postal demeure un mode de communication sûr et fiable pour les Américains. L'USPS dispose de la plus grande infrastructure physique et logistique parmi les institutions gouvernementales non militaires, jouant un rôle crucial dans la fourniture de services postaux et le soutien au commerce en ligne. Sa mission est de maintenir une infrastructure robuste pour servir le peuple américain, en assurant des communications fiables entre le gouvernement, les entreprises et les citoyens, et en s'adaptant aux évolutions technologiques tout en respectant ses valeurs et ses employés. [8]

VII. Quelques entreprises de courrier international :

- **Aramex** : Aramex s'est rapidement établie comme une marque mondiale, renommée pour ses services sur mesure et ses produits innovants. Côtée à la bourse de Dubaï (DFM) et ayant son siège aux Émirats arabes unis, Aramex bénéficie d'une position stratégique entre l'Orient et l'Occident, ce qui nous permet d'offrir efficacement des solutions logistiques adaptées à travers le monde et de toucher un large éventail d'entreprises et de consommateurs à l'échelle régionale et mondiale. Nous nous engageons fermement à améliorer constamment nos opérations dans toute la région tout en explorant de nouvelles opportunités de croissance commerciale sur les marchés émergents à l'étranger. Cette approche est au cœur de notre stratégie de développement durable et de notre mission de faciliter un commerce mondial plus inclusif dans un environnement en constante évolution. [9]

- **TNT** : TNT compte des collaborateurs dans plus de 60 pays. En général, chaque pays, entreprise ou unité opérationnelle est responsable de ses propres processus de recrutement. Nous offrons des opportunités à long terme dans divers domaines tels que la manutention, la sécurité, les finances, le marketing et les ventes, les
- ressources humaines, les
- communications, le service client, ainsi que le
- droit et la fiscalité. [10]



- **UPS** : L'histoire d'UPS, la plus grande entreprise mondiale de livraison de colis, débute il y a plus d'un siècle avec un prêt de 100 dollars qui a permis de créer un modeste service de messagerie. Notre évolution vers une multinationale de plusieurs milliards de dollars témoigne des
- changements dans les transports, le commerce
- international, la logistique et les services financiers. Aujourd'hui, UPS est une entreprise axée sur le service, les individus et l'innovation. Avec une équipe de plus de 495 000 employés, nous assurons la liaison entre plus de 220 pays et territoires grâce à différents modes de transport. En tant que leader du secteur, notre engagement envers un service de qualité et la préservation de l'environnement demeure inébranlable. Notre objectif est de continuer à connecter les régions du monde tout en maintenant notre engagement envers l'excellence opérationnelle et la durabilité environnementale. [11]



- **FedEx** : FedEx Corporation, basée à Memphis, Tennessee, est une entreprise américaine renommée dans le domaine du transport international de fret. Son histoire remonte à 1973, année où elle a été fondée sous le nom de Federal Express. Depuis lors, elle s'est rapidement développée pour devenir l'une des principales entreprises de logistique et de transport au monde. FedEx offre une gamme complète de services de livraison express, de gestion de la chaîne d'approvisionnement et de solutions logistiques personnalisées à ses clients dans plus de 220 pays et territoires à travers le monde. Avec son réseau mondial de transport aérien, terrestre et maritime, FedEx est reconnue pour son efficacité, sa fiabilité et son engagement envers l'innovation dans l'industrie du transport. [12]



- **DHL** : DHL International GmbH, fondée aux États-Unis, appartient à la Deutsche Post, leader mondial de la logistique, opérant dans pays et territoires et transportant 1,3 milliard de colis annuellement. Créée en 1969, l'entreprise s'est développée mondialement à la fin des années 1970. Sous le nom de DHL Air Cargo, elle a opéré des vols entre les îles d'Hawaï avec succès jusqu'à la faillite en 1983. Initialement axée sur les livraisons internationales, elle a étendu ses services aux États-Unis à partir de 1983, inspirée par le succès de FedEx.

  En 1998, la Deutsche Post a commencé à acquérir des parts de DHL, prenant le contrôle total en 2002. DHL est alors devenue sa division express, étendant l'utilisation de la marque DHL à d'autres divisions. Les résultats financiers de DHL Express sont inclus dans les rapports annuels de la Deutsche Post. En 2019, son chiffre d'affaires a augmenté de 5,9 % pour atteindre 17,101 milliards d'euros, avec des bénéfices avant intérêts et taxes en hausse de 4,2 % à 2,039 milliards d'euros. [13]

VIII. Conclusion

En conclusion, le premier chapitre de notre étude a posé les bases essentielles pour comprendre l'importance de la gestion du courrier et du suivi des colis dans le contexte actuel. Ce chapitre établit ainsi une base solide pour approfondir notre analyse dans les chapitres suivants, où nous explorerons plus en détail les défis et les opportunités liés à l'automatisation du tri du courrier

Chapitre2 : état de l'art

I. Introduction:

Dans le chapitre précédent, nous avons mis en évidence l'importance vitale de l'automatisation du tri du courrier. Ce deuxième chapitre se concentre sur la fourniture d'un aperçu détaillé des méthodes et des technologies utilisées dans la gestion moderne du courrier, en mettant en lumière les tendances émergentes et les défis à relever. En examinant à la fois les systèmes traditionnels de gestion du courrier et les dernières innovations en matière d'automatisation et d'intelligence artificielle, nous aspirons à fournir une analyse complète de l'état de l'art dans ce domaine crucial.

II. Historique:

L'acte d'envoyer et de recevoir des colis est aussi ancien que le concept de communication à distance. Depuis l'époque des pigeons voyageurs jusqu'à la révolution industrielle, les méthodes d'expédition ont constamment évolué. Cependant, ces dernières décennies ont vu une transformation sans précédent dans la manière dont nous expédions et recevons des marchandises. Vivant dans une ère numérique et mondialisée, l'envoi et la réception de colis se sont démocratisés, touchant quasiment chaque coin du globe. Que ce soit pour les particuliers commandant des articles de l'autre côté du monde, ou pour les entreprises expédiant en masse, la capacité de suivre ces envois en temps réel est devenue une nécessité plutôt qu'un luxe. [14]

II.1 Les pigeons voyageurs:

Les services postaux ont beaucoup évolué à l'ère moderne avec l'avancée technologique. Au début, les lettres étaient écrites sur du papier et envoyées avec des timbres, et leur distribution se faisait à travers divers moyens tels que les chevaux, les vélos et les trains.

Les pigeons voyageurs étaient largement utilisés autrefois pour transporter des messages sur de longues distances en raison de leur capacité naturelle à revenir à leur domicile. La vitesse atteinte était de 40 à 50 milles à l'heure. Le premier usage militaire des pigeons voyageurs a été lors du règne de l'empereur romain Octavien, qui les a utilisés pour échanger des nouvelles et des plans militaires avec son commandant Proetus lorsqu'il a été assiégé par les forces de Marc Antoine dans la ville de Vodlia. Par la suite, les pharaons, les Perses et les Arabes ont utilisé les pigeons voyageurs pour communiquer. [15]





Figure 5 : représente un pigeon voyageur et une lettre ou carte postale avec ancien timbre

II.2 Le courrier dans le temps moderne :

En temps modernes les avions sont apparus comme moyen de transport du courrier en 1910, suivis par le service postal aérien dans de nombreux pays. Dans les années trente du XXe siècle, le système d'envoi de lettres a connu une grande évolution avec l'utilisation du télégraphe et l'apparition du fax comme moyen moins coûteux de transférer des documents, des images et des textes. Les services postaux ont évolué au fil des ans pour inclure le transport de colis, de télégrammes, de transferts d'argent et de documents officiels. Avec l'avancement de la technologie, le monde postal est entré dans l'ère numérique, où la technologie et l'Internet sont devenus largement utilisés, entraînant un changement et un développement des moyens de communication, y compris l'utilisation du courrier électronique pour la première fois.[16

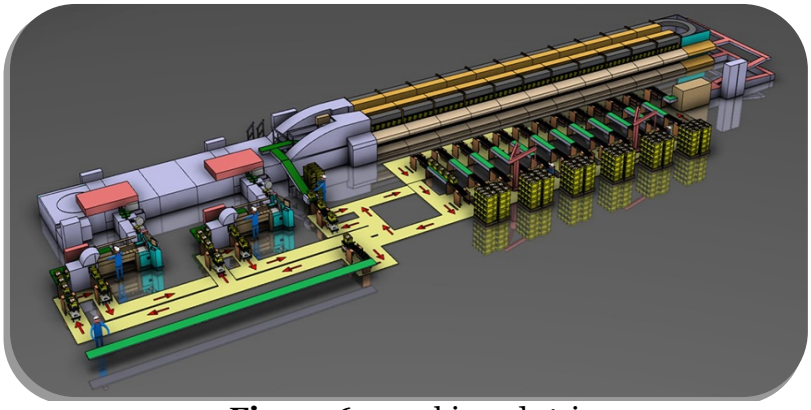


Figure 6 : machines de tri.

III. Courrier Postal:

Dans cette section, nous explorons les développements les plus récents et les technologies les plus avancées dans le domaine du courrier postal. Cela comprend non seulement les systèmes automatisés, mais également les systèmes de tri manuel, qui jouent un rôle important dans certaines opérations logistiques.

III.1 Définition d'un système de tri ?

Les systèmes de tri sont des dispositifs conçus pour séparer, classer et acheminer les flux de biens et de marchandises entrant dans les entrepôts et les centres de distribution.

L'objectif fondamental de ce processus de manipulation délicat est de préparer les articles pour le traitement des commandes et leur expédition ultérieure.[17]

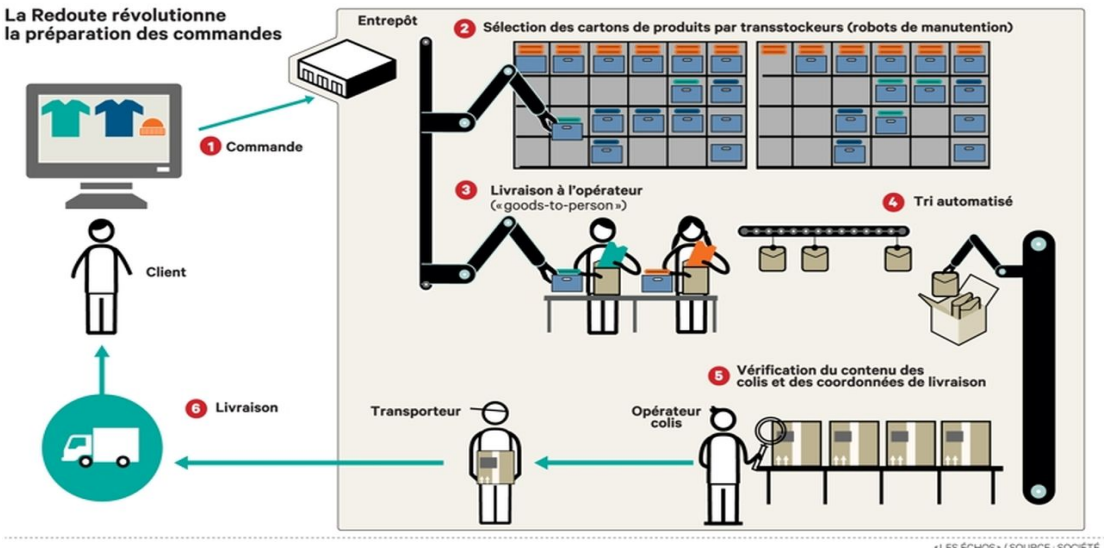


Figure 7: schéma d'un système de tri de colis.

III.2 Systèmes de Tri Manuel :

Un système de tri manuel implique le processus de tri, de classification et de répartition des articles ou des colis par des opérateurs humains plutôt que par des machines automatisées. Dans ce système, les opérateurs examinent visuellement les articles ou les colis et les dirigent vers leur destination en fonction de critères préétablis comme leur destination finale, leur taille, leur poids ou d'autres caractéristiques spécifiques.
Généralement, dans un système de tri manuel, les opérateurs travaillent sur des tables ou des convoyeurs où les articles sont acheminés vers eux. Ils inspectent ensuite chaque article et le placent dans le conteneur ou le bac approprié en fonction de sa destination. Ce processus est couramment utilisé dans divers environnements logistiques, tels que les centres de tri de courrier, les entrepôts de distribution, les centres de traitement des colis et les installations de messagerie.

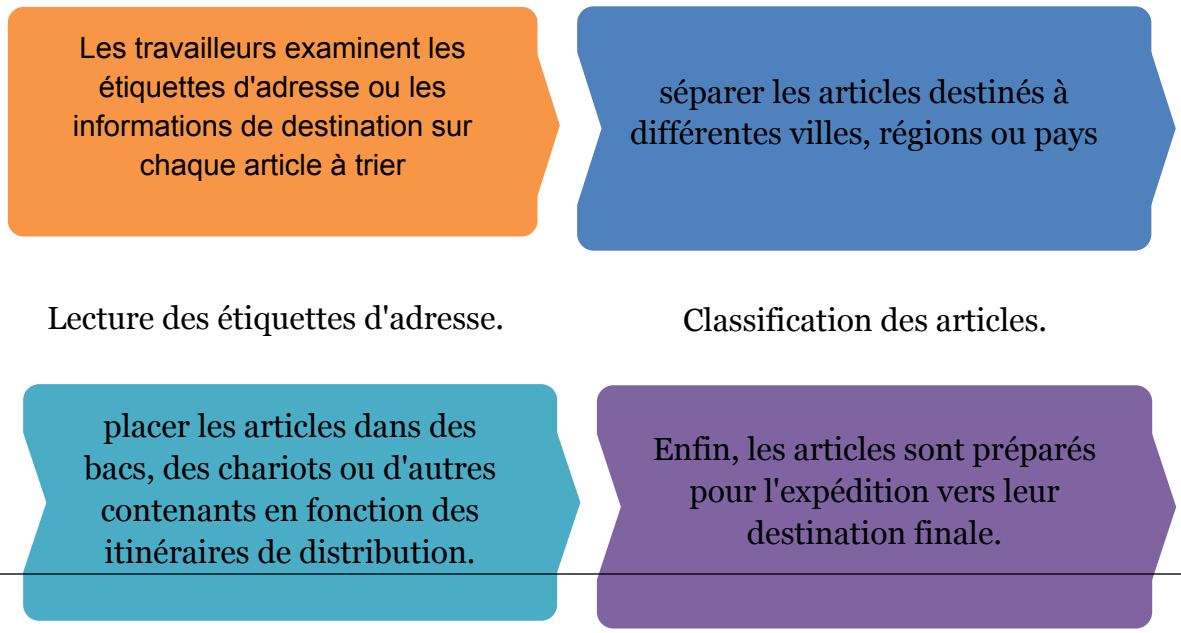


Figure8 : schéma le processus d'un système de tri manuel

Bien que les systèmes de tri automatisés gagnent en popularité en raison de leur efficacité et de leur précision, les systèmes de tri manuel conservent leur utilité dans certaines situations où la variabilité des articles ou des colis rend difficile leur traitement par des machines. De plus, dans certaines circonstances, les systèmes de tri manuel peuvent être plus économiques pour les petites installations ou pour des tâches à faible volume. [18]

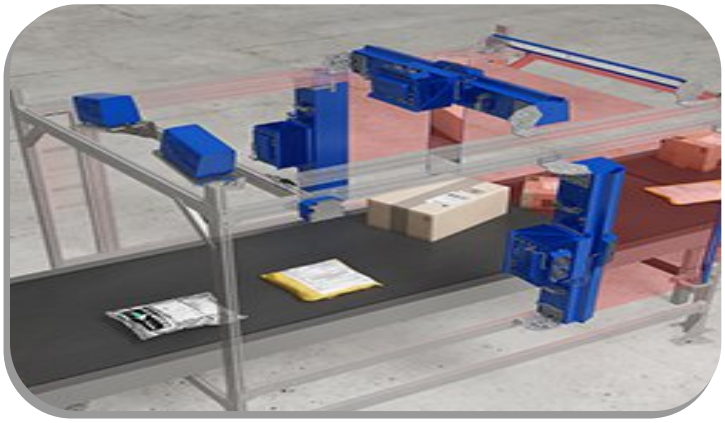


Figure 9 : système de tri manuelle**.**

III.3 Systèmes de Tri Automatisé:

Les systèmes de tri automatisé représentent une avancée majeure dans la gestion logistique contemporaine, visant à remplacer les processus manuels de tri, de catégorisation et de distribution. Ces systèmes exploitent des technologies comme la reconnaissance optique de caractères (OCR), la lecture de codes-barres, voire des algorithmes d'intelligence artificielle pour trier efficacement le courrier. Leur déploiement devient crucial dans les entrepôts et centres de distribution, particulièrement lorsque le volume des commandes dépasse les capacités humaines de traitement.

Diverses solutions automatisées sont disponibles, parmi lesquelles le système de tri automatisé par convoyeur à bande (Belt Conveyor Sorting System), le système de tri automatisé par trieur à taquets (Pop-up Sortation System) et le système de tri automatisé par trieur à inclinaison (Tilt-tray Sortation System). Chacune de ces solutions propose des avantages spécifiques en fonction des besoins particuliers des entreprises.

Le système par convoyeur à bande utilise des convoyeurs pour transporter les articles à trier vers différentes destinations, avec des dispositifs de déviation automatisés. Il est

largement utilisé dans les centres de distribution pour gérer les volumes élevés de commandes.
Le système par trieur à taquets, quant à lui, guide les articles vers les sorties appropriées grâce à des taquets mobiles, offrant une solution rapide et précise pour le tri de divers articles dans les centres de tri de colis.
Enfin, le système par trieur à inclinaison dirige les articles vers des bacs de tri correspondants à l'aide de plateaux inclinés pivotants, une solution courante dans les centres de tri de colis et les installations de messagerie. [19]

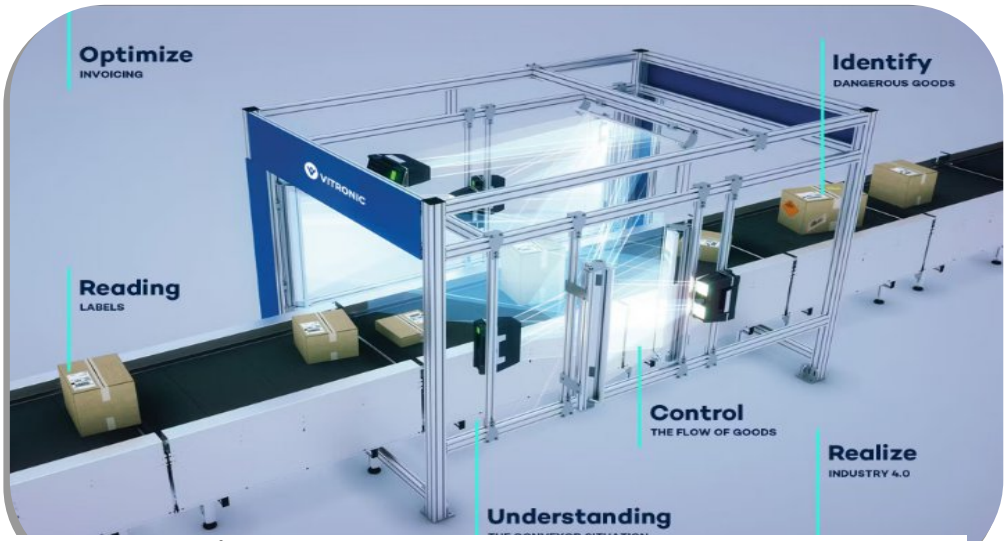


Figure10 : machine de tri automatisé.

IV. Éq

Les équipements de traitement du courrier représentent une composante essentielle des opérations logistiques modernes. Ces équipements sont continuellement améliorés pour augmenter l'efficacité et réduire les coûts tout en maintenant des niveaux élevés de précision et de fiabilité. De nouvelles technologies sont constamment intégrées pour répondre aux exigences croissantes du marché et aux attentes des clients en matière de rapidité et de qualité de service.

Parmi ces technologies, on trouve les machines de mise sous pli haute vitesse, qui sont conçues pour automatiser le processus fastidieux de mise sous pli de grandes quantités de documents. Ces machines peuvent plier, insérer et sceller les enveloppes à une vitesse impressionnante, réduisant ainsi le temps nécessaire pour préparer les envois postaux. On Prenons par exemple la "DS-85i" de Neopost.est une machine de traitement de courrier rapide et polyvalente. Avec une capacité de traitement allant jusqu'à 5 400 enveloppes par heure et jusqu'à 8 stations d'alimentation pour les documents, elle offre une efficacité élevée dans le traitement des envois. Dotée de systèmes de détection de doubles feuilles et de contrôle de l'épaisseur, elle garantit la précision et la fiabilité du processus d'insertion. Son interface utilisateur intuitive et son écran tactile simplifient la programmation des tâches et son utilisation quotidienne. De plus, sa connectivité à un

système de gestion de courrier permet une automatisation complète du processus d'envoi, améliorant ainsi la gestion des flux de travail.



Figure11 : machines de mise sous pli DS-85i.

Les trieuses de colis automatisées sont un autre exemple d'équipements de traitement du courrier qui ont révolutionné les opérations logistiques. Ces machines sont capables de trier des centaines de colis par heure en utilisant des techniques de lecture optique et des algorithmes de tri avancés. Elles peuvent identifier rapidement la destination de chaque colis et les diriger automatiquement vers les convoyeurs appropriés pour une livraison rapide et efficace. Par exemple concret de trieuse de colis automatisée est le système de tri automatisé par convoyeur à bande. Dans ce système, les colis sont placés sur un convoyeur à bande et passent devant des scanners ou des caméras qui lisent les étiquettes d'adresse ou les codes-barres. Les informations lues sont ensuite analysées par des logiciels spécialisés qui déterminent la destination de chaque colis. En fonction de cette destination, des dispositifs de déviation automatisés orientent chaque colis vers le bon convoyeur ou la bonne rampe de chargement pour son expédition finale.

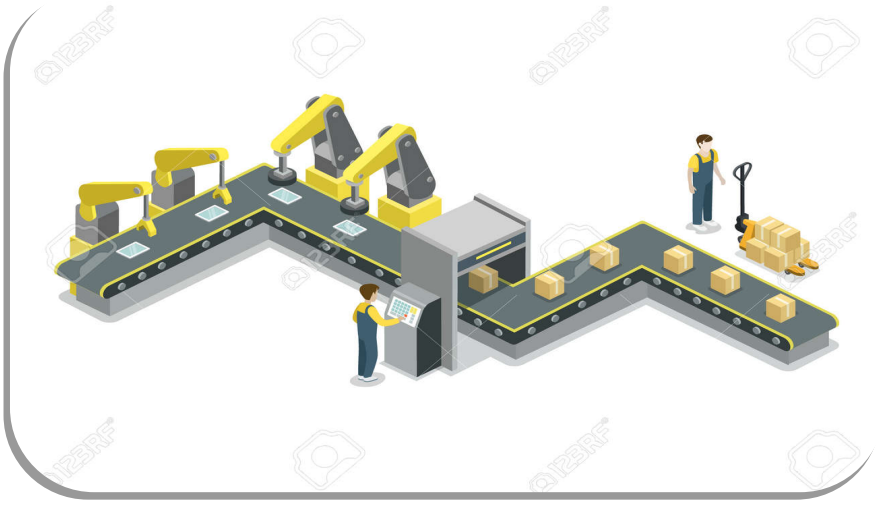


Figure12 : schéma de trieuse de colis automatisée.

Les scanners de haute précision jouent également un rôle crucial dans le traitement du courrier. Ces scanners sont capables de lire rapidement et avec précision les codes-barres et les étiquettes d'adresse sur les colis et les enveloppes, ce qui permet de suivre et de tracer chaque envoi tout au long de son parcours. Cela garantit une visibilité totale sur le flux de courrier et permet aux entreprises de fournir un service de suivi en temps réel à leurs clients. Concret de scanners de haute précision est le système de lecture de codes-barres automatisé utilisé dans les centres de traitement du courrier des transporteurs internationaux tels que FedEx, UPS et DHL. Ces systèmes intègrent des scanners haute précision capables de lire les codes-barres et les étiquettes d'adresse sur les colis avec une grande fiabilité et rapidité.

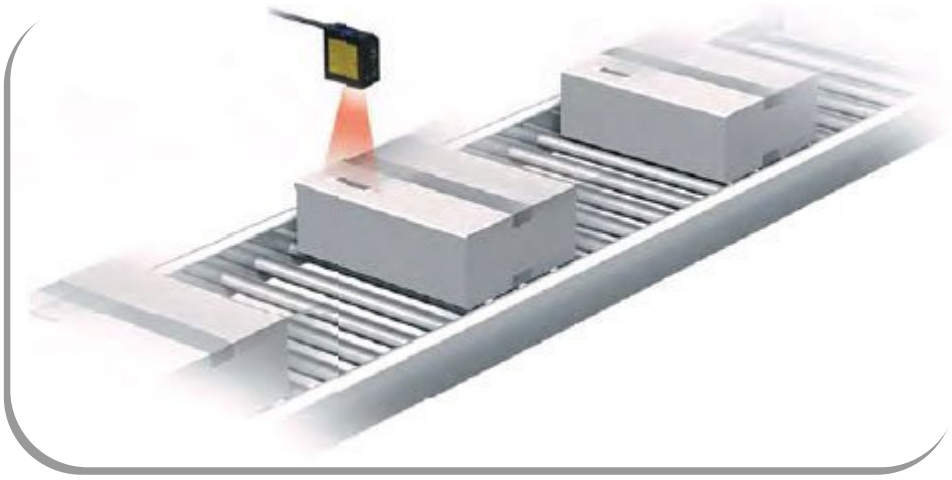


Figure13 : schéma de scanners de codes-barres.

V. Méthodes de Suivi des Envois :

Le suivi des envois est devenu une fonctionnalité essentielle dans l'industrie postale, offrant aux expéditeurs et aux destinataires une visibilité en temps réel sur le statut et la localisation de leurs envois. Les systèmes de suivi utilisent une variété de technologies pour assurer cette fonctionnalité. Deux des méthodes les plus couramment utilisées sont les suivantes :

III
IV
V

V.1 Code Barre Colis:

Le code-barres est indispensable pour assurer le suivi du colis. Chaque envoi se voit attribuer un numéro unique, représenté par un code-barres imprimé sur une étiquette d'envoi. Cette étiquette est généralement placée sur le dessus du paquet, utilisant un adhésif transparent pour garantir que les informations ne sont pas cachées et que l'étiquette n'est pas pliée. L'expéditeur doit veiller à ce que l'étiquette soit correctement positionnée pour assurer la lisibilité du code-barres tout au long du processus d'acheminement.

Pour les envois internationaux, l'étiquette d'envoi doit être placée dans une pochette plastique transparente collée sur le paquet, conformément aux réglementations d'importation de chaque pays. Le code-barres de l'étiquette est scanné à plusieurs reprises tout au long du processus d'acheminement, de la prise en charge à la distribution, assurant ainsi un suivi précis de l'envoi à chaque étape.



Figure14 : code à barre.

V.2 RFID (Radio Frequency Identification):

Le RFID est une technologie d'identification émergente qui gagne en popularité dans le monde industriel pour assurer la traçabilité des produits. Cette technologie utilise des tags ou puces électroniques sans alimentation électrique, capables d'être détectés, écrits et lus par un transpondeur via des ondes radio.

L'une des caractéristiques principales du RFID par rapport au code-barres est sa capacité à stocker des informations supplémentaires dans les tags, en plus de l'identité du produit. Cette fonctionnalité ouvre

de nouvelles possibilités dans la traçabilité des produits, permettant par exemple à un réfrigérateur équipé de la technologie RFID de détecter les produits qu'il contient et d'alerter l'utilisateur en cas de péremption imminente, ou même de suggérer des recettes en fonction des produits disponibles.
Le RFID (Radio Frequency Identification) est devenu un outil essentiel dans le domaine postal pour améliorer la traçabilité et la gestion des colis. Les tags RFID sont intégrés aux colis et aux enveloppes, leur permettant de stocker des informations telles que l'adresse du destinataire, le statut de l'envoi et d'autres détails pertinents. Ces tags peuvent être lus à distance à l'aide de lecteurs RFID, ce qui permet aux entreprises postales de suivre efficacement le mouvement des colis tout au long de leur cheminement, depuis le centre de tri jusqu'à la livraison finale.

L'utilisation du RFID dans le courrier offre plusieurs avantages. Elle permet un suivi en temps réel des colis, ce qui réduit les risques de perte ou de retard. Les entreprises postales peuvent facilement localiser les envois à tout moment, ce qui améliore la satisfaction des clients et renforce la confiance dans le service postal. le RFID facilite l'automatisation du processus de tri du courrier. Les lecteurs RFID peuvent rapidement identifier les colis et les orienter vers les bonnes destinations sans nécessiter d'intervention humaine. Cela accélère le traitement du courrier et réduit les erreurs de tri, ce qui permet d'optimiser l'efficacité opérationnelle.



Figure15 : machine RFID.

VII Fonctionnement d'un système d'identification de colis :

VII.1 La reconnaissance optique de caractères (OCR) :

La reconnaissance optique de caractères (OCR) est une technologie qui aide les utilisateurs à extraire le texte d'images ou de documents numérisés et à convertir ce texte dans un format lisible par ordinateur. Le traitement manuel des documents peut être réduit en utilisant un logiciel OCR pour reconnaître les caractères, les mots, les lignes, les phrases et les modèles.

Par exemple, si vous numérisez un formulaire ou un reçu, votre ordinateur enregistrera la numérisation sous forme de fichier image. [20]

VII.2 OCR dans le contexte de l'automatisation ?

La reconnaissance optique de caractères (OCR) est une technologie qui aide les utilisateurs à extraire le texte d'images ou de documents numérisés et à convertir ce texte dans un format lisible par ordinateur. Le traitement manuel des documents peut être réduit en utilisant un logiciel OCR pour reconnaître les caractères, les mots, les lignes, les phrases et les modèles. Par exemple, si vous numérisez un formulaire ou un reçu, votre ordinateur enregistrera la numérisation sous forme de fichier image.

VII.3 Rôle de l'OCR dans le Traitement du Courrier :

L'OCR joue un rôle crucial dans le traitement efficace et rapide du courrier, en particulier dans les environnements postaux et logistiques où des volumes élevés de documents doivent être traités en peu de temps. Mais pourquoi utilisons-nous l'OCR et comment cela facilite-t-il le traitement du courrier ?

Tout d'abord, l'utilisation de l'OCR permet une automatisation significative du processus de traitement du courrier. En convertissant automatiquement les documents physiques en texte lisible par ordinateur, l'OCR élimine le besoin d'une saisie manuelle fastidieuse des informations. Cela réduit considérablement les erreurs humaines et accélère le flux de travail global, ce qui se traduit par des délais de traitement plus courts et une efficacité accrue.

Améliore la précision et la fiabilité du traitement du courrier. En reconnaissant les caractères et les mots avec une grande précision, même dans des documents présentant des variations de police ou de qualité d'impression, l'OCR garantit que les données extraites sont correctes et exploitables. Cela permet une distribution plus précise des envois postaux et réduit les risques d'erreurs ou de retards dans la livraison.

Offre une plus grande flexibilité dans le traitement de divers types de documents. Que ce soit des lettres, des colis, des formulaires ou des factures, l'OCR peut extraire des informations à partir d'une gamme variée de supports physiques, offrant ainsi une solution polyvalente pour les opérations postales et logistiques.

VII.4 Fonctionnement de l'OCR?

- **Prétraitement** :

  Avant de pouvoir reconnaître les caractères, l'image doit être prétraitée pour améliorer la qualité de la reconnaissance. Cela peut inclure le réalignement pour corriger

l'orientation, le déparasitage pour éliminer les taches, la binarisation pour convertir l'image en noir et blanc, la suppression des lignes indésirables, l'analyse de mise en page pour identifier les zones de texte, la détection de lignes et de mots, et la reconnaissance du script pour identifier la langue.

- **Segmentation :**

Une fois que l'image est prétraitée, elle est segmentée en caractères individuels. Cela implique de séparer les caractères liés et de diviser les mots si nécessaire.

- **Reconnaissance des caractères :**

Chaque caractère segmenté est ensuite comparé à une base de données de formes de caractères pour déterminer sa correspondance. Des algorithmes complexes sont utilisés pour analyser les caractéristiques visuelles des caractères et les comparer à des modèles préétablis.

- **Post-traitement :**

Après la reconnaissance des caractères, un post-traitement peut être effectué pour améliorer la précision. Cela peut inclure la correction d'erreurs, la vérification de la cohérence du texte et la reconstruction de mots mal reconnus. [21]

VII.5 Reconnaissance d'images

La reconnaissance d'images occupe une place cruciale dans l'automatisation du courrier, apportant des bénéfices substantiels aux processus de tri, de suivi et de livraison. En effet, cette technologie permet une accélération significative du tri postal en identifiant rapidement et précisément les informations pertinentes telles que les adresses et les codes postaux sur les enveloppes et les colis. Cette automatisation réduit considérablement le temps requis pour le tri manuel du courrier, améliorant ainsi l'efficacité globale du processus.

I.

II.

III.

IV.

V.

I.6

II.6

III.6

IV.6

V.6

VI

VII

VII.1

VII.2

VII.3

VII.4

VII.5

VII.6 Rôle de l'RDI dans le traitement de colis :

La reconnaissance d'images facilite le suivi des envois en identifiant les numéros de suivi et en les associant aux destinataires correspondants. Cette fonctionnalité permet aux entreprises postales de fournir des services de suivi en temps réel, offrant aux clients la possibilité de suivre leurs colis de manière transparente tout au long de leur cheminement, de l'expédition à la livraison. Alors que contribue à une livraison efficace du courrier en identifiant automatiquement les destinations finales et en optimisant les itinéraires de livraison. Grâce à l'analyse des adresses et des informations de localisation, les systèmes automatisés peuvent planifier des trajets de livraison optimisés, réduisant ainsi les délais de livraison et améliorant la satisfaction des clients.

VIII. Conclusion:

En conclusion, ce chapitre a mis en lumière l'évolution remarquable du secteur postal, depuis les méthodes ancestrales de transport de messages jusqu'aux technologies de pointe de gestion du courrier. Nous avons examiné en détail les systèmes traditionnels de

gestion du courrier, ainsi que les dernières innovations en matière d'automatisation, d'intelligence artificielle et de suivi des envois.

Chapitre 3 : Spécification et analyse des besoins

I. Introduction:

Ce chapitre marque le début de la phase d'analyse des besoins de notre projet. Nous commencerons par identifier les différents acteurs qui interagiront avec notre système de suivi des colis, puis nous détaillerons les besoins fonctionnels et non fonctionnels du système, ainsi que les contraintes auxquelles il est soumis. Enfin, nous utiliserons ces informations pour modéliser le diagramme de cas d'utilisation du système.

II. Besoins fonctionnels:

Les besoins fonctionnels représentent les actions et les fonctionnalités que le système doit fournir pour répondre aux besoins des utilisateurs. Nous détaillerons ces besoins, en nous concentrant sur les principales fonctionnalités attendues telles que la recherche et le suivi des colis, la création de comptes utilisateurs, la gestion des numéros de suivi, etc.

II.1 Identification des acteurs:

Un acteur représente les éléments externes qui interagissent avec le système. Cet élément peut être un utilisateur ou un système tiers (autres ordinateurs, autres programmes, bases de données). Tous les éléments extérieurs qui stimulent le système et tous les éléments extérieurs qui sont utilisés par le système sont représentés par des acteurs. Dans notre système, nous pouvons identifier 3 acteurs :

- **Client :** joue le rôle d'une personne qui sera le client final d'un commerçant.
- **Commerçant :** joue le rôle d'une personne qui est dans le domaine du commerce qui souhaite faire livrer ses colis à travers notre système.
- **Administrateur :** Joue le rôle d'une personne faisant partie de l'entreprise et qui peut être le chef d'entrepôt, il gère les colis, les utilisateurs, les livraisons afin d'assurer le bon fonctionnement du système.

II.2 Besoins

Afin de mettre en évidence les différentes informations accessibles selon le rôle, nous avons décidé de les regrouper par acteur.

- **Client :** Doit avoir la possibilité de consulter son colis à travers un code qu'il recevra dans son site d'achat, ainsi qu'avoir la possibilité de s'inscrire si cet utilisateur est un commerçant.
- **Commerçant :** Doit avoir un accès à son espace membre grâce à un nom d'utilisateur et un mot de passe, afin de voir, ajouter, modifier ou supprimer des colis qui seront validés et livrés par l'entreprise.
- **Administrateur :** Doit avoir un accès à un espace admin grâce à un nom d'utilisateur et un mot de passe, ou il pourra gérer tous les colis et leurs validations, les

utilisateurs (Clients), les livraisons. Il pourra ainsi voir les statistiques de l'entreprise afin de toujours améliorer la méthode de travail.

- **Colis :** produit ou article deposé par le commerçant et livré au client
- **Bureau :** lieu de dépôt du colis au cours de son acheminement vers le client

II.2
III.2

II.3 Besoins non fonctionnels

Tous les systèmes d'information à un certain point dans leur cycle de vie doivent considérer des besoins non-fonctionnels et leurs tests. Pour certains projets ces besoins demanderont un travail très important et pour d'autres un contrôle rapide sera suffisant [22].

La liste qui va suivre représente les besoins non fonctionnels de notre application :

- **Performance** : l'application doit assurer un temps de réponse minime, tout en répondant aux exigences de l'utilisateur.
- **Sécurité** : Les données recueillies par l'application ne doivent être accessibles que par le personnel autorisé.
- **Ergonomie** : Les interfaces doivent être doivent être ergonomiques et simples à utiliser, les informations doivent être lisibles et facilement interprétables. Les actions critiques doivent toujours être confirmées avant leurs exécutions et le système ne doit pas nécessiter une formation longue durée pour être utilisé, il doit offrir une prise en main rapide et facile sans beaucoup d'efforts.
- **Modularité du code :** Le système doit être extensible pour ça le code doit être bien structuré et lisible afin de simplifier la maintenance.

III. Diagramme des cas d'utilisation

Les diagrammes de cas d'utilisation servent à décrire un ensemble d'actions (cas d'utilisation) que certains systèmes devraient ou peuvent exécuter en collaboration avec un ou plusieurs utilisateurs externes du système (acteurs).

Nous allons ici donner sur la figure 1 le diagramme de cas d'utilisation des 3 acteurs du système pour avoir une vue globale de ce dernier

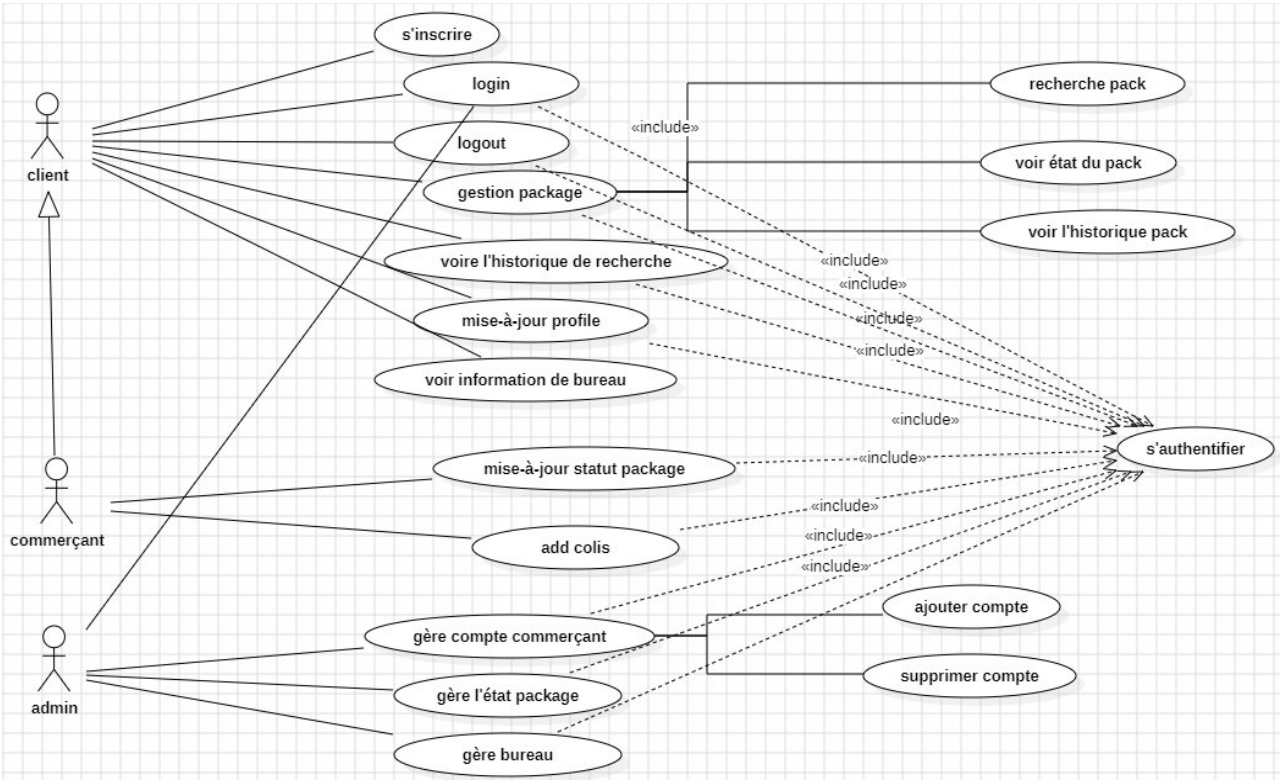


Figure16 : Diagramme de cas d'utilisation.

III.1 Descriptions des cas d'utilisations:

Les cas d'utilisations représentent non seulement les interactions avec les acteurs, mais également les prés et post conditions ainsi que les enchaînements alternatifs. Dans cette section nous décrirons les cas d'utilisations des différents acteurs.

III.1.1 Description du cas d'utilisation « S'authentifier » :

Cas d'utilisations « S'authentifier »	
Acteur	Client, Commerçant, Administrateur
Précondition	Aucune
Scénario nominal	1- L'utilisateur saisit le login et le mot de passe 2- Le système affiche l'espace privé d'utilisateur
Enchaînement alternatif	Le code saisi est incorrect : 1- L'authentification n'a pas réussi, le système affiche un message d'erreur. 2. Le cas d'utilisation reprend de l'étape 1 du scénario nominal.

Tableau 1: Description du cas d'utilisation « S'authentifier »

III

III.1.1

III.1.2 Description du cas d'utilisation « recherche package » :

Cas d'utilisations « recherche package »	
Acteur	Client, commerçant.
Précondition	L'utilisateur doit être authentifié
Scénario nominal	1- L'utilisateur clique sur le lien « recherche » 2- Le système affiche le formulaire 3- l'utilisateur saisit une ou plusieurs informations concernant le package et valide 4- Le système affiche le package correspond à cette recherche.
Enchaînement alternatif	Les identifiants saisis par l'acteur sont incorrects : 1- Aucun package ne correspond à cette recherche. 2. Le cas d'utilisation reprend de l'étape 1 du scénario nominal.

Tableau 2 : Description du cas d'utilisation « recherche package »

III.1.3 Description du cas d'utilisation « Gestion package » :

Cas d'utilisations « Gestion package »	
Acteur	Client, Commerçant
Précondition	Être authentifié.
Scénario nominal	1. Le système affiche un espace pour saisir le code du package 2. L'utilisateur entre le code. 3. Le système vérifie la validité du code et le recherche. 4. Le système affiche l'état du package et ses détails et affiche un ensemble d'instructions sur la mise à jour de l'état du package.
Enchaînement alternatif	Les informations saisis par l'acteur sont incorrectes : 1. Le système affiche un message d'erreur pour signaler que les informations sont incorrectes. 2. Le système demande à l'utilisateur de corriger les erreurs ou de revenir à l'étape précédente.

Tableau 3 : Description du cas d'utilisation « Gestion de colis »

III.1.4 Description du cas d'utilisation « ajouter colis » :

Cas d'utilisations « ajouter colis »

Acteur	Commerçant, Administrateur
Précondition	- L'utilisateur doit être authentifié - Le package doit être numérisé.
Scénario nominal	1-L'utilisateur clique sur le lien « ajouter » 2- Le système affiche le formulaire d'ajout 3-L'utilisateur rempli et valide 4- Le système enregistre les données
Enchaînement alternatif	-L'ajout n'a pas réussi, le système affiche un message d'erreur. - L'utilisateur décide de quitter l'ajout

Tableau 4: Description du cas d'utilisation « ajouter colis »

IV Diagrammes de séquence

Les diagrammes de séquence [23] sont la représentation graphique des interactions entre les acteurs et un ensemble d'objets selon un ordre chronologique. Ces objets sont des instances des trois types de classes (dialogues, contrôles et entités).

Dans cette partie nous allons modéliser et présenter pour chaque acteur un diagramme séquence d'un cas d'utilisation, tout en respectant les règles d'interaction suivantes :

- Les acteurs ne peuvent interagir (envoyer des messages) qu'avec les dialogues.
- Les dialogues peuvent interagir avec les contrôles.
- Les contrôles peuvent interagir avec les dialogues, les entités, ou d'autres contrôles.
- Les entités ne peuvent interagir qu'entre elles.

IV.1Diagramme de séquence du cas d'utilisation « S'authentifier »

Pour s'authentifier, le client accède vers l'interface d'authentification où il saisit son nom d'utilisateur et son mot de passe. Si l'un des champs est vide, le client devra saisir à nouveau ces derniers. Le contrôleur « ctrAuthentification » vérifiera si les informations sont identiques, si la vérification aboutit le client se voit autoriser l'accès et sera redirigé vers le tableau de bord, dans le cas contraire un message d'erreur sera affiché.

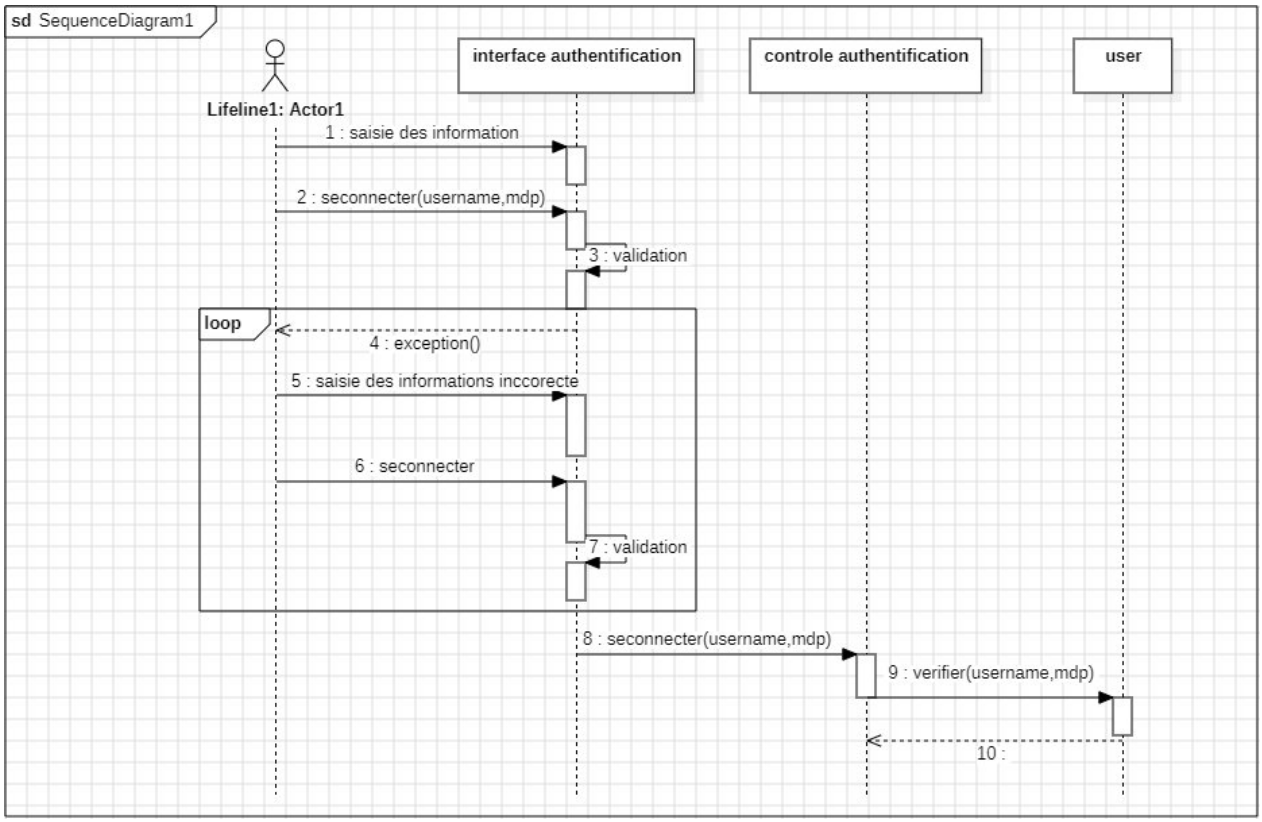


Figure17 : Diagramme de séquence « S'authentifier »

IV.2 Diagramme de séquence du cas d'utilisation « ajouter colis »

Pour consulter la liste des colis et les valider, l'administrateur devra s'authentifier, une fois cette étape effectuée il pourra changer le statut des colis à travers l'interface « InterfaceColis ». Si la validation est interrompue, le contrôleur « ctrColis » affichera un message d'erreur, dans le cas contraire la mise à jour du statut sera effectuée et les données de l'interface seront actualisées.

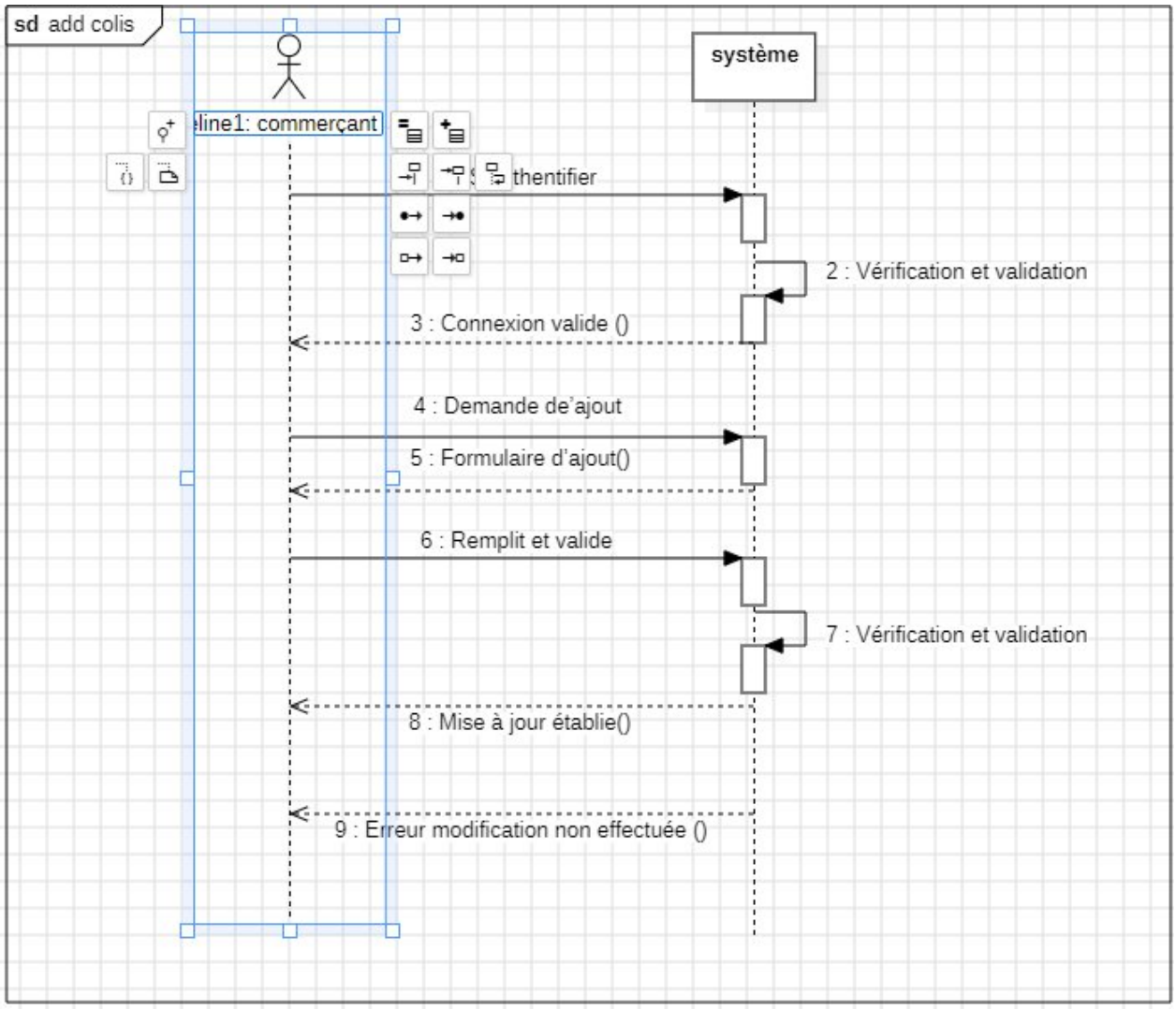


Figure18 : Diagramme de séquence « ajouter package ».

IV.3 Diagramme de séquence du cas d'utilisation « ajouter colis »

Pour rechercher une package, l'utilisateur devra s'authentifier, une fois cette étape effectuée il pourra clique sur le lien « recherche ». Le système lui affiche le formulaire, L'utilisateur doit remplir le formulaire et valide puis Le système affiche le courrier correspond aux informations saisies.

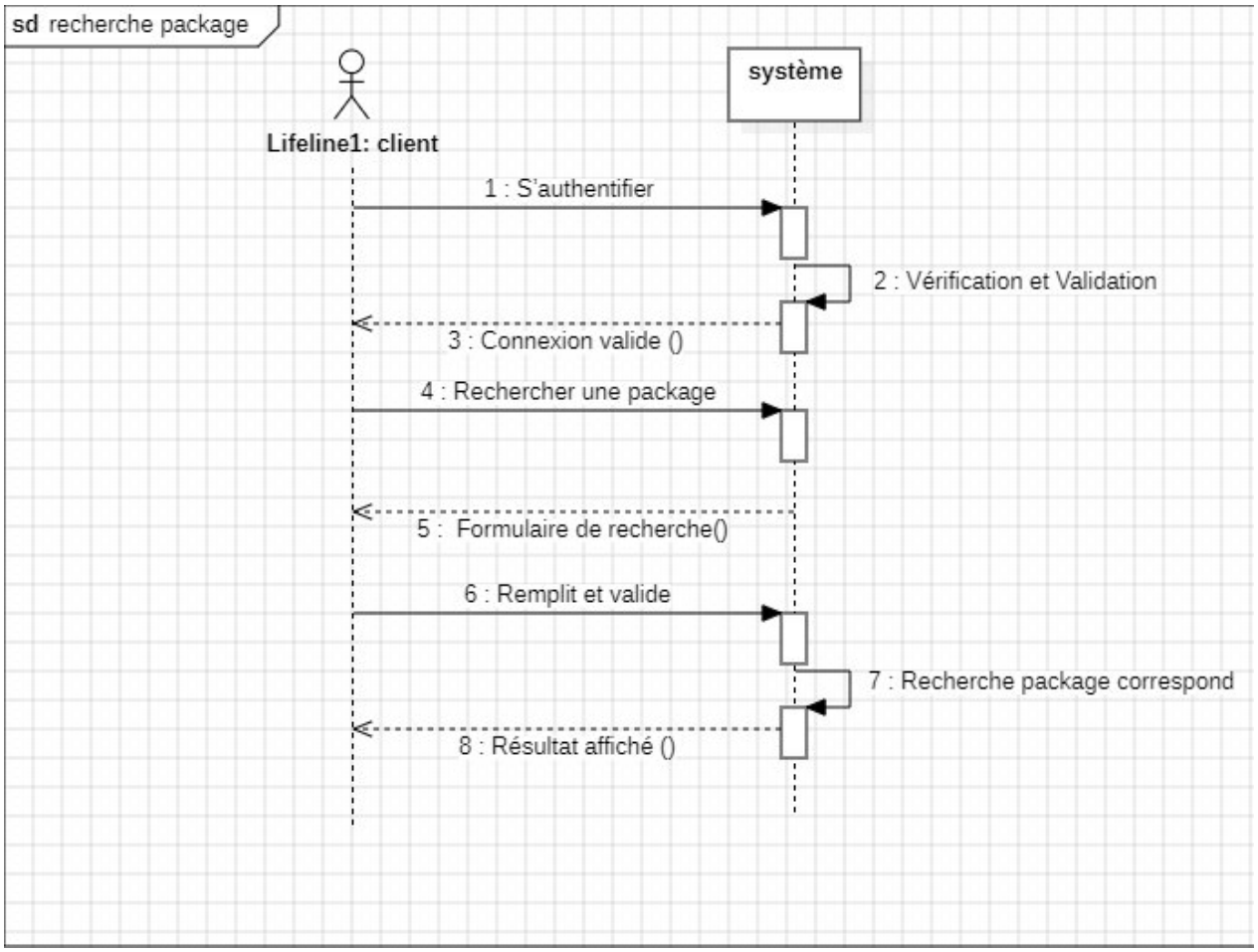


Figure19 : diagramme de séquence « recherche package ».

VII. Diagramme de classe

Les diagrammes de classes expriment de manière générale la structure statique d'un système, en termes de classes et de relations entre ces classes. Une classe permet de décrire un ensemble d'objets (attributs et comportement), tandis qu'une relation ou association permet de faire apparaître des liens entre ces objets [24].

Le diagramme de classes présenté dans la figure 5 illustre les différents types d'utilisateurs(user), chacun possédant des caractéristiques distinctes. Les utilisateurs peuvent rechercher le package souhaité et consulter l'historique des recherches(tracking). Le diagramme affiche également la localisation actuelle du package(location), ainsi que la liste des sites traversés (location historique) et les bureaux où des actions spécifiques ont été effectuées (bureau).

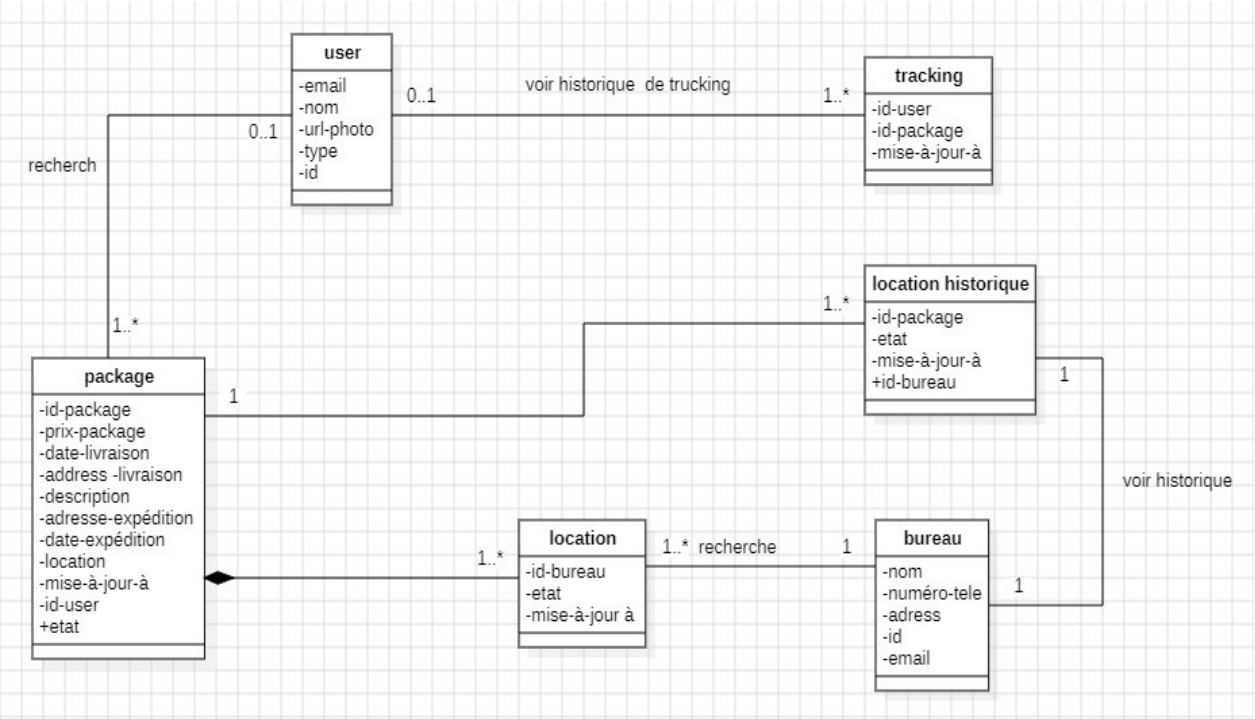


Figure20 : Diagramme de classe

VIII. Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'exprimer et d'analyser les besoins permettant de décrire les fonctionnalités du système de manière globale. Nous avons alors identifié les acteurs, les besoins fonctionnels et non fonctionnels du système, et nous avons réalisé un diagramme des cas d'utilisation et modélisé les diagrammes de séquences qui nous ont donné une vue approfondie sur les interactions entre les objets et cela nous a permis de réaliser le diagramme de classe. Dans le prochain chapitre nous allons passer à la réalisation de notre application

Chapitre 4: Réalisation

I. Introduction:

Ce chapitre sera divisé en trois sections, sur la première section nous allons exposer l'environnement de développement que l'on a utilisé pour réaliser l'application. La section suivante présente l'application web des deux côtés serveur et client, ou nous allons parler des langages, librairies et Framework et bases de données utiliser et nous présenterons quelques interfaces réalisées. Puis sur la prochaine section nous présenterons l'application mobile avec les langages et librairies utilisés et nous présenterons aussi quelques interfaces que nous avons mises en place.

II. Environnement et technologie logicielles:

Android Studio



Est un environnement de développement pour développer des applications mobiles Android. Il est basé sur IntelliJ IDEA et utilise le moteur de production Gradle. Il peut être téléchargé sous les systèmes d'exploitation Windows, macOS et Linux. [25]

Visual Studio Code



Visual Studio Code, développé par Microsoft en JavaScript via Electron.JS, fonctionne sur différents systèmes d'exploitation. Il prend en charge de nombreux langages de programmation, peut être étendu avec des extensions communautaires, et intègre IntelliSense pour l'analyse et l'autocomplétion du code. [26]

Flutter



Flutter est un kit de développement logiciel (SDK) d'interface utilisateur open source créé par Google. Il est utilisé pour développer des applications pour Android, iOS, Linux, Mac, Windows, Google Fuchsia et le web à partir d'une seule base de code. [27]

GitHub



GitHub est une plate-forme de développement qui propose un hébergement Web pour le système de contrôle de version. Il prend en charge Git prêt à l'emploi. GitHub est largement utilisé par le développement de logiciels commerciaux et open source. [28]

Firebase

Firebase est un ensemble de services d'hébergement pour n'importe quel type d'application (Android, iOS, Javascript, Node.js, Java, PHP, C++ ...). Il propose d'héberger en NoSQL et en temps réel des bases de données. [29]

Microsoft office Word

Figma

Est une application Web pour la conception graphique et l'interface utilisateur, accessible directement depuis un navigateur. Elle offre une grande flexibilité pour créer divers éléments graphiques sans nécessiter d'installation de logiciels supplémentaires. [30]

II.2 Langage utilisé

Dart

Est un langage de programmation optimisé pour les applications sur plusieurs plateformes. Il est développé par Google et est utilisé pour créer des applications mobiles, de bureau, de serveur et web. Dart est un langage orienté objet à rassmasse-miettes avec une syntaxe de type C++. [31].
Nous allons créer une base de données pour l'application qui contient 3 collections

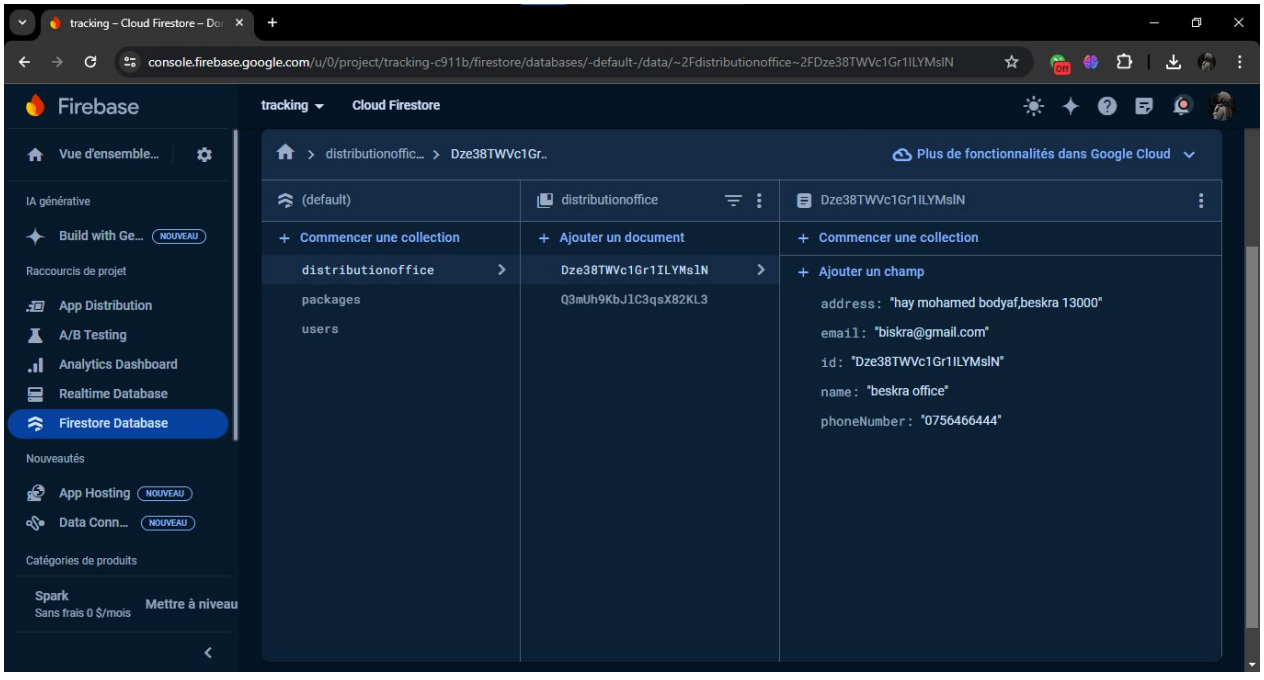


Figure25:Capture de la collection bureau

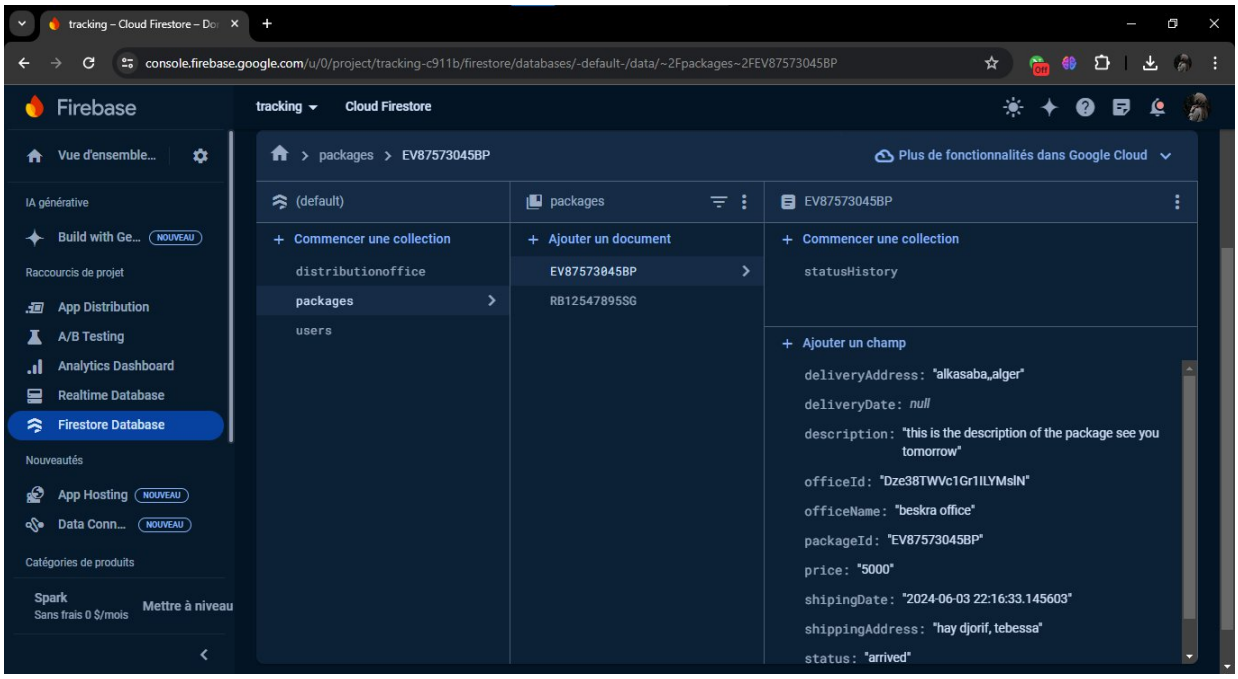


Figure22 : Capture de la collection package

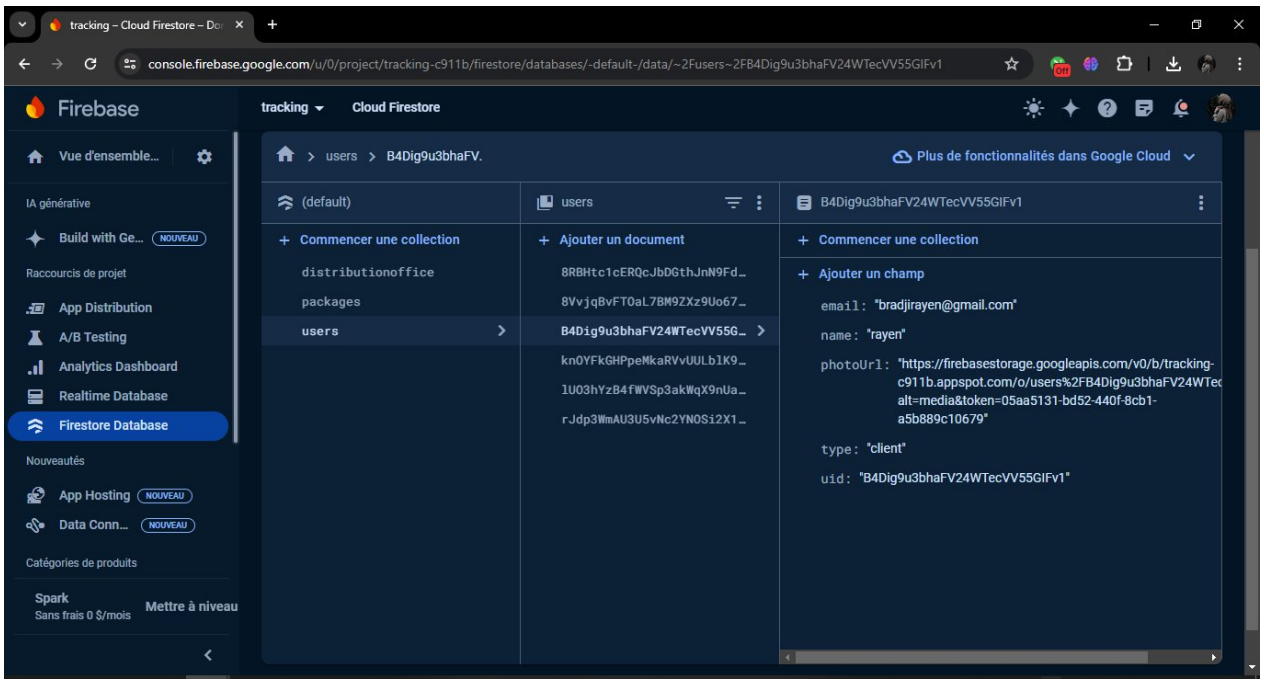


Figure23 : Capture de la collection user

III. Interfaces Hommes-Machines :

Dans cette partie on va présenter notre version concrète du notre application représenté via plusieurs interfaces :

Interface d'accueil :

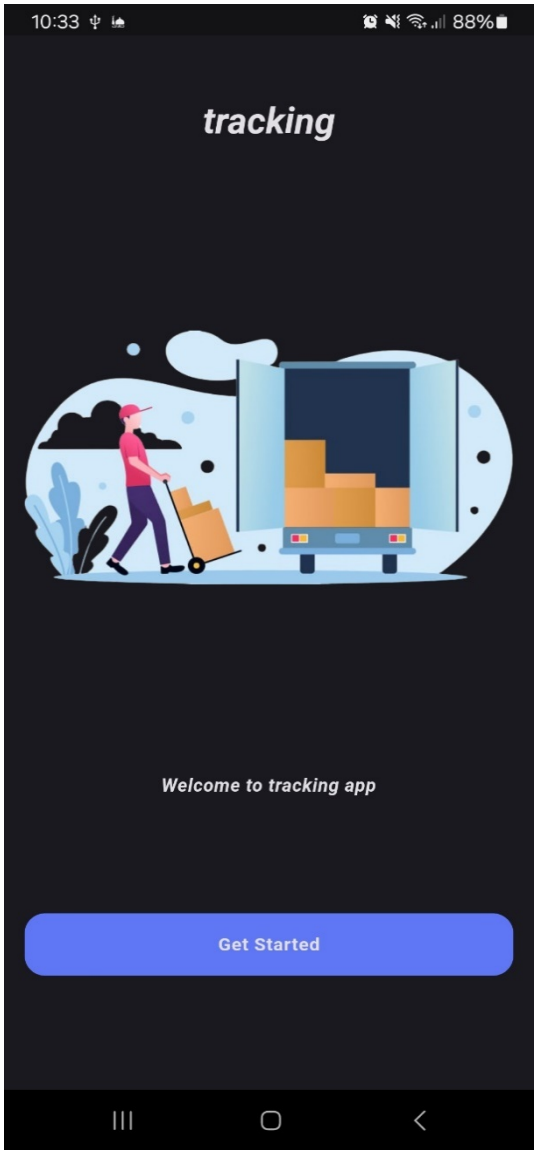


Figure24 : interface d'accueil

III.1 Interface d'authentification:

Si l'utilisateur a déjà un compte utilisateur, alors il va saisi son email et son mot de passe pour avoir accès aux fonctionnalités de système. Si l'utilisateur a oublié son mot de passe. Il peut cliquer sur Réinitialiser le mot de passe et entrer son email, il recevra un email

Avec un lien pour réinitialiser son mot de passe. Il clique sur le lien de réinitialisation et saisit son nouveau mot de passe.

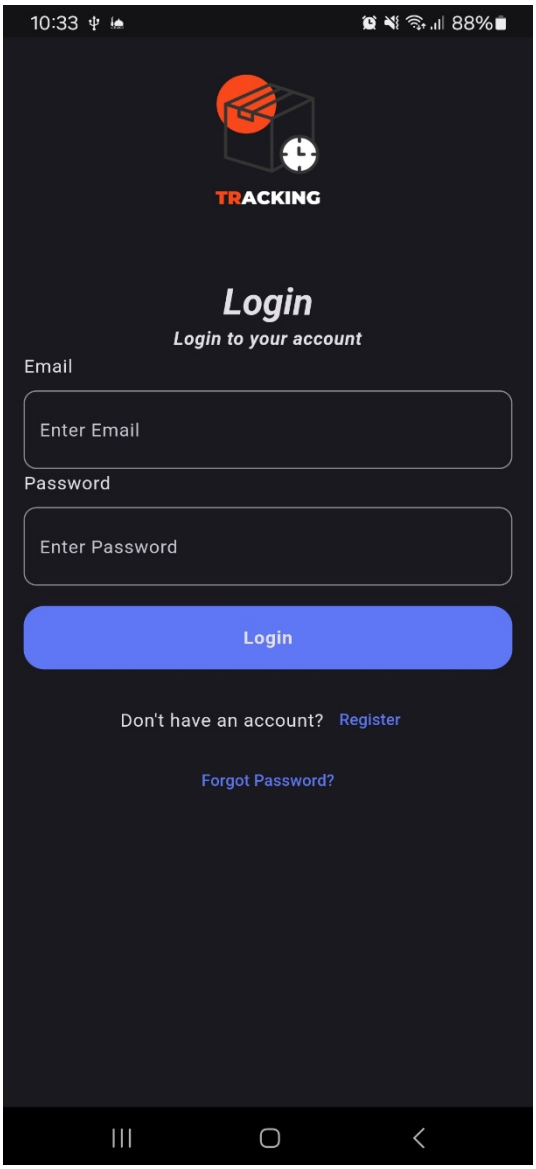


Figure25 : Interface d'authentification

III.2 Interface d'inscription:

L'interface d'inscription permet aux nouveaux utilisateurs de créer un compte en fournissant des informations telles que leur nom, adresse e-mail et mot de passe. Une fois les informations soumises, l'utilisateur reçoit un e-mail de confirmation pour valider son compte.

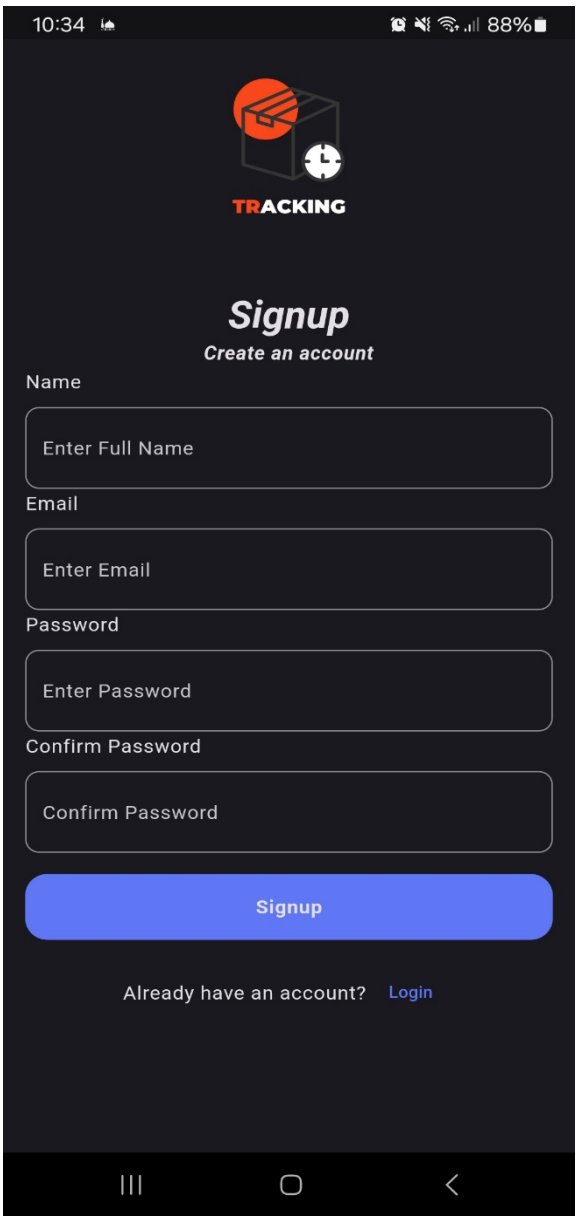


Figure26 : Interface d'inscription

III.3 Interface de suivi (tracking):

Cette interface permet à client de saisir numéro de suivi de package souhaité

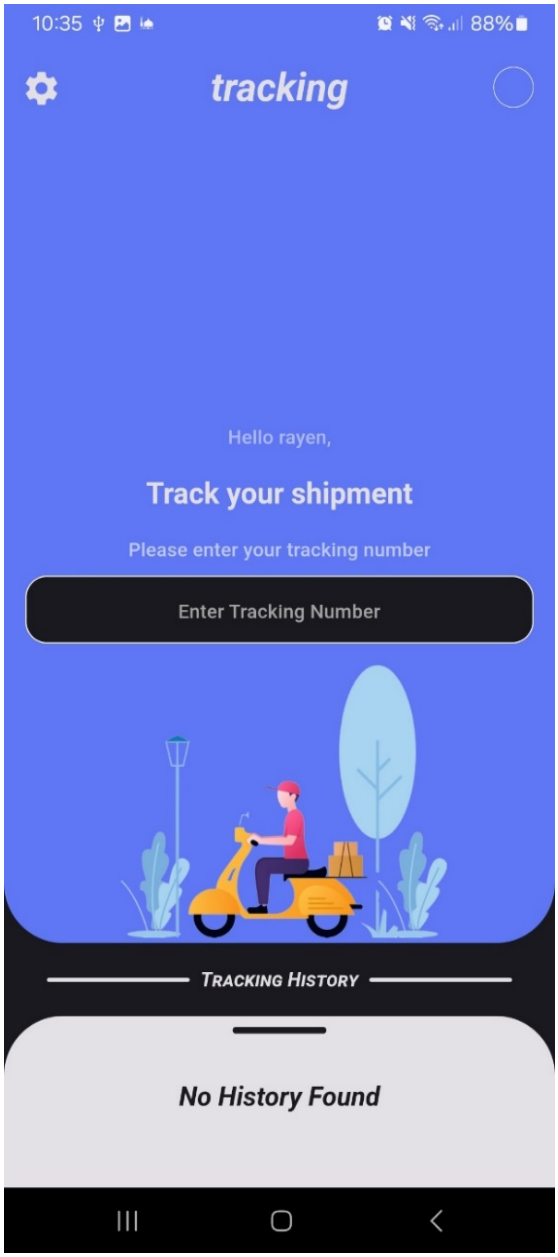
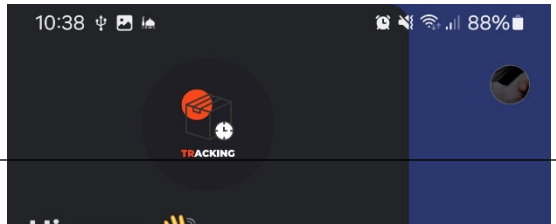


Figure27 : Interface tracking user

III.4 Interface user information:



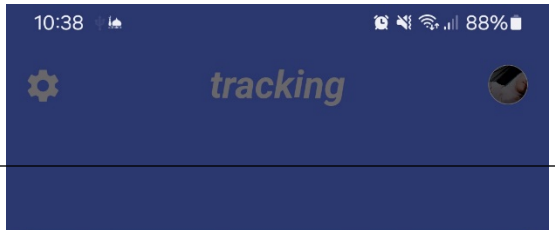


Figure28 : Interface user information

III.5 Interface commerçante:

Dans la même interface, le commerçant saisit ses informations pour pouvoir accéder aux fonctions du système

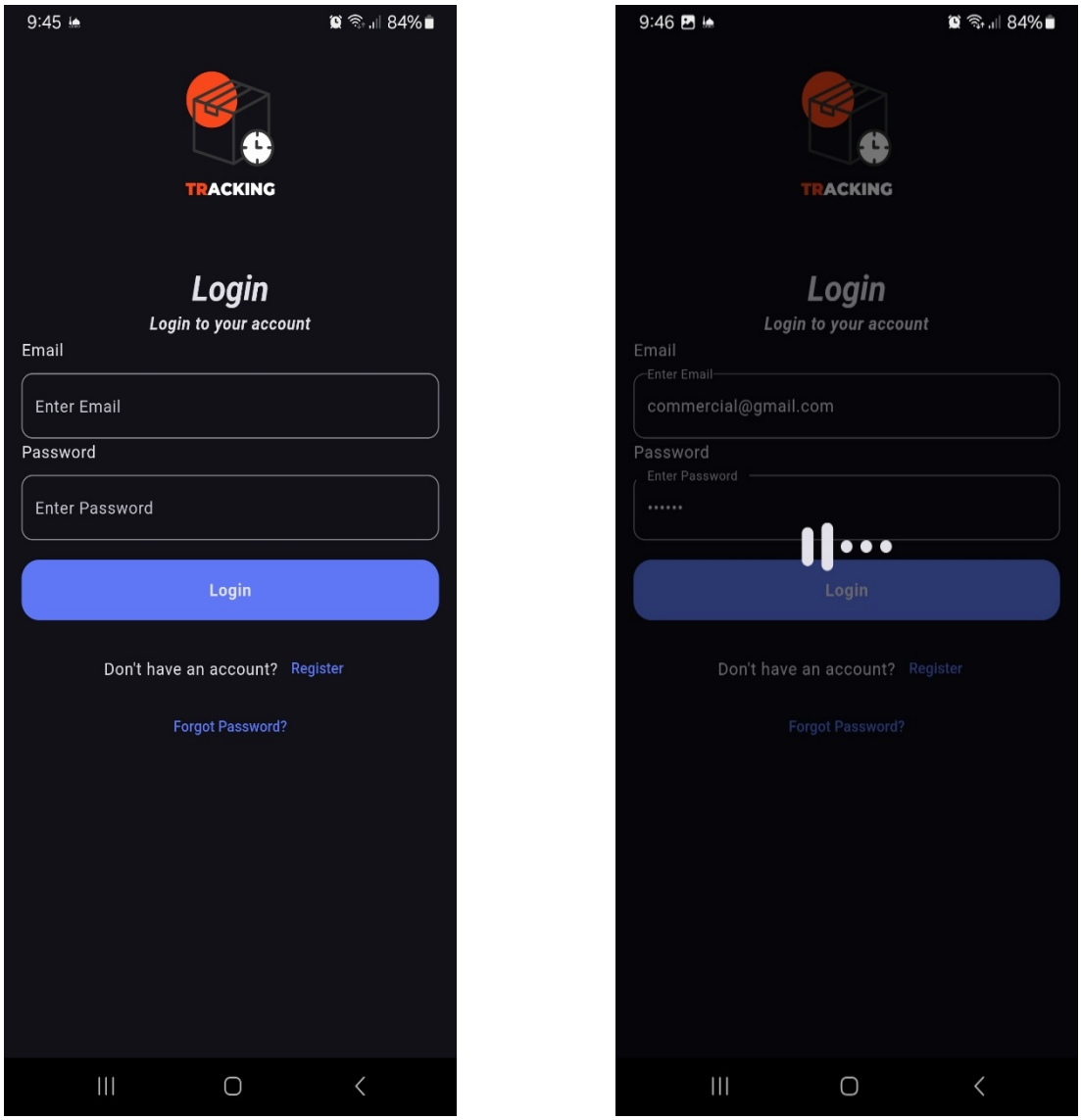


Figure29 : interface commerçante

III.6 Interface tracking:

Cette interface permet à commerçant de saisir des informations sur le package souhaité ou d'ajouter un nouveau package

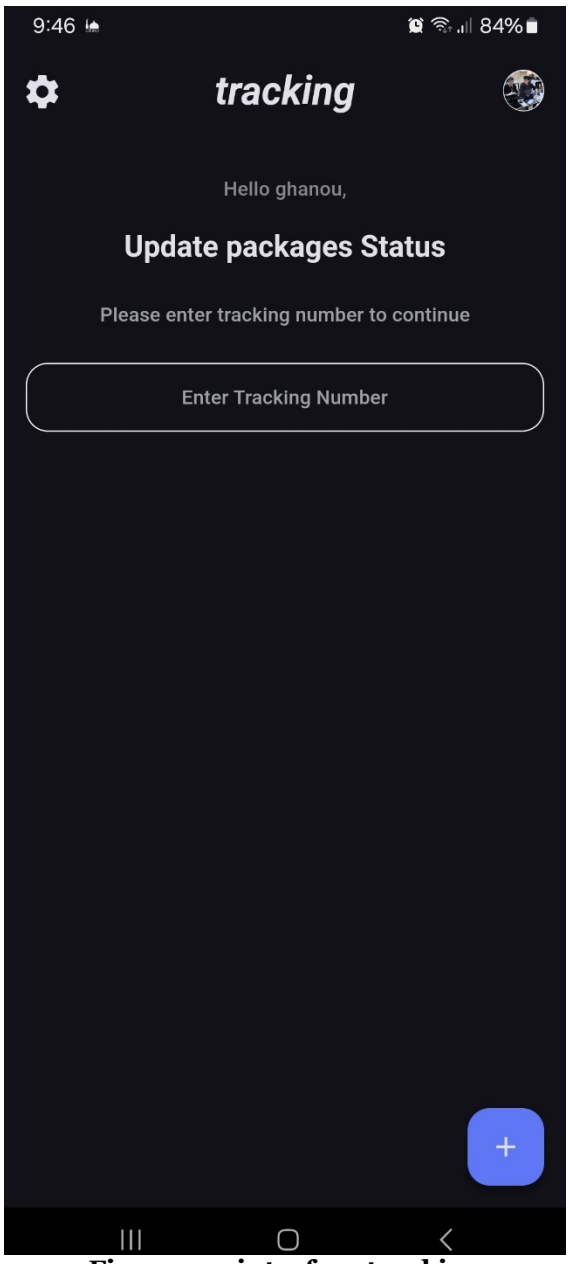


Figure30 : interface tracking

III.7 Interface mise-à-jour de l'état

Cette interface permet au client d'accéder au statut du package et de changer son statut et voir le bureau dans lequel il se trouve.

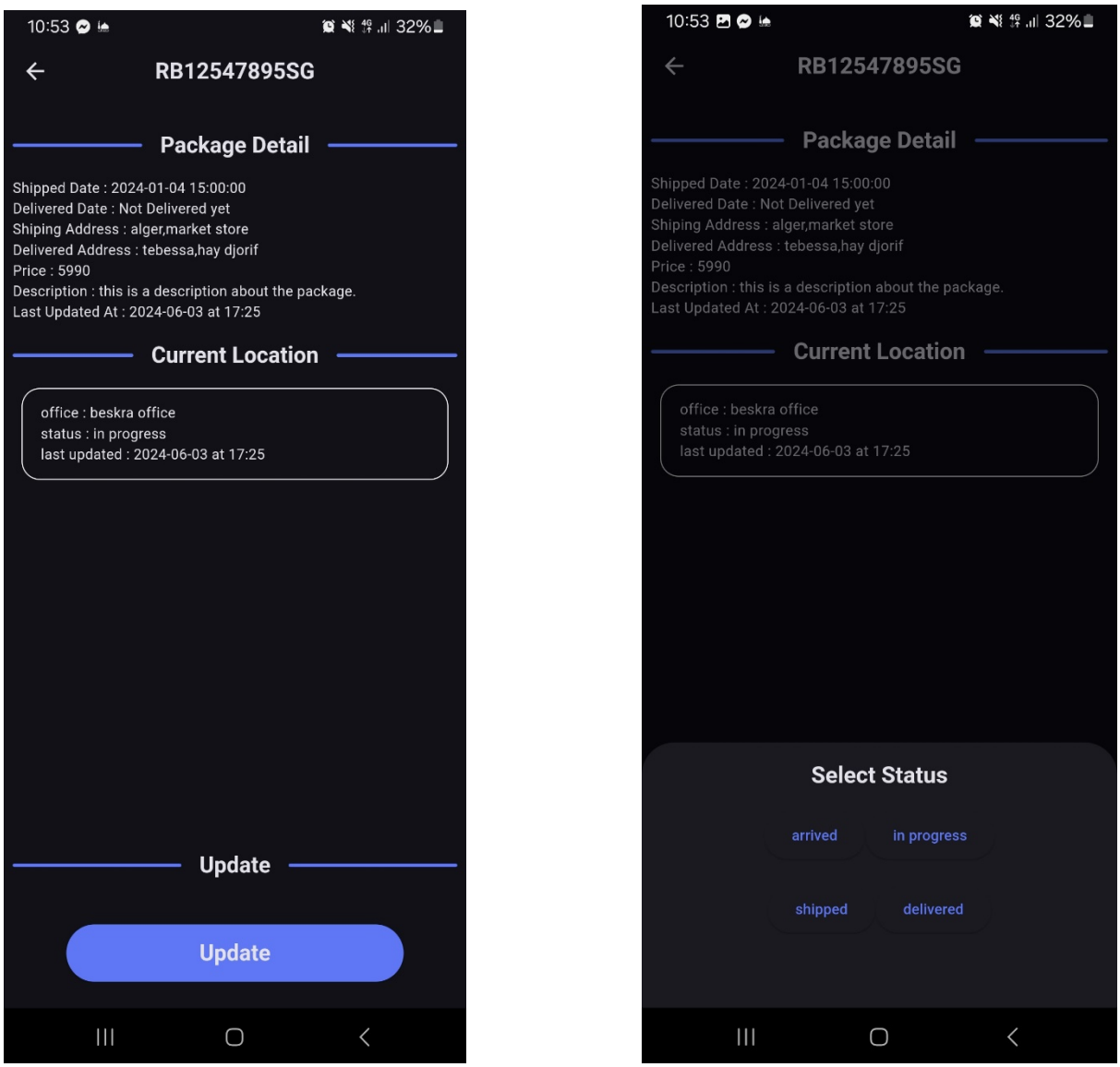


Figure31 : interface update stats

III.8 Interface ajouter colis:

Cette interface permet d'ajouter un nouveau colis, où le représentant doit saisir les informations nécessaires (adresse d'expédition, adresse de livraison, prix et description).

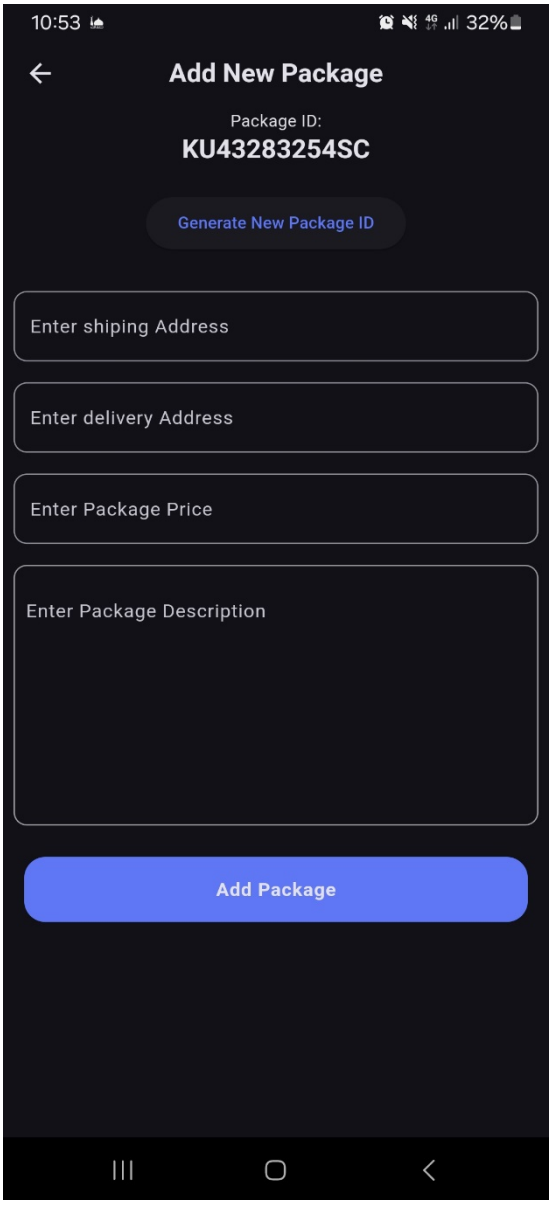


Figure32 interface ajouter colis

IV. Conclusion :

Dans ce dernier chapitre, nous avons présenté l'environnement de développement et les logiciels utilisés et ses composants afin d'avoir une idée de comment le module fonctionne. Nous avons par la suite présenté tous les langages, librairies et Framework utilisés sur la

partie web et mobile de l'application. Enfin nous avons clos le chapitre en présentant quelques tests que nous avons pu réaliser tout au long du développement de l'application.

Conclusion Générale

Le suivi des colis, connu sous le terme de tracking, est devenu un service crucial pour les consommateurs, surtout à l'ère du commerce électronique en pleine expansion. Cette importance croissante est due au besoin des clients d'obtenir des informations précises et en temps réel sur l'acheminement de leurs envois. Le tracking offre ainsi une transparence et une tranquillité d'esprit, permettant aux clients de savoir exactement où se trouvent leurs colis et quand ils peuvent s'attendre à les recevoir.

Ainsi, notre projet répond à un besoin réel des consommateurs modernes, en leur fournissant un outil efficace pour gérer et suivre leurs envois de manière plus intégrée et simplifiée. Cette avancée ne se contente pas de faciliter la vie des utilisateurs, elle améliore également leur satisfaction globale en offrant une solution plus cohérente et accessible pour le suivi des colis.

Reference Bibliographie

[1]https://konfuzio.com/fr/traitement-du-courrier/

[2] https://waytome.com/types-envoi-pli/

[3] https://www.2htransports.com/blog/2023/09/12/quest-ce-que-le-suivi-colis/

[4] **Christopher, M. (2016).** *Logistics and Supply Chain Management*. Pearson Education.

[5] **Smith, R. (2021).** *Mail and Package Processing Technology*. Routledge.

[6] **Doe, J. (2019).** *Parcel Delivery and Tracking*. Wiley.

[7] **International Postal Corporation. (n.d.).** Retrieved from IPC website

[8] **Google Maps API Documentation.** Retrieved from Google Maps API

[9] aramex, https://www.aramex.com/us/en/about/about-aramex

[10] tnt, https://www.tnt.com/express/fr_dz/site/societe/carriere.html

[11] https://www.ups.com/dz/fr/Home.page

[12] https://www.fedex.com/fr-fr/home.html

[13]-wikipedia, https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=DHL&oldid=172709289

[14]-dspace.univ-tlemcen , http://dspace.univtlemcen.dz/bitstream/112/9302/1/Contribution_a_la_realisation_dune_plate_forme_de_suiv i_de_colis.pdf

[15]-https://www.shorouknews.com/news/view.aspx?cdate=09102018&id=38759517-3fa4-46af-a65c-3c41a13d53c6

[16] -27415article-البريد-من-الحمام-الزاجل-إلى-البريد-االلكتروني/net.annajah.www://http, a

[17]-https://www.datalogic.com/fra/secteurs-dactivite-applications/transport-logistique/solutions-de-codes-barres-pour-le-commerce-electronique/systemes-de-tri-ia-172.html#:~:text=Les%20syst%C3%A8mes%20de%20tri%20divisent,syst%C3%A8mes%20de%20gestion%20d'entrep%C3%B4t.

[18]-https://www.i-manuel.fr/SP_AD1TGA/SP_AD1TGAdocfic14.htm

[19]- Kumar, A. (2021). *Image Recognition in Postal Sorting Systems*. Computer Vision and Image Analysis Journal, 16(3), 153-167.

[20] - https://www.blueprism.com/fr/resources/blog/rpa-and-ocr/#:~:text=En%20mati%C3%A8re%20d'automatisation%2C%20l,de%20saisir%20manuellement%20les%20donn%C3%A9es.

[21]-https://larevueia.fr/quest-ce-que-locr-optical-character-recognition/

[22]-Joseph Gabay David Gabay. UML 2 Analyse et Conception. DUNOD, 2008.

[23]-Diagramme de classe - UML SysML. https://www.uml-sysml.org/diagrammes-uml-etsysml/diagramme-uml/diagramme-de-classe/

[24]-Pascal Roques. UML 2 Modéliser une Application Web. EYROLLES, 2008, 4ème édition.

[24]-https://www.blogdumoderateur.com/tools/linux/

[25]-https://developer.android.com

[26] Visual Studio Code - Code Editing. Redefined. https://code.visualstudio.com/

[27] Flutter: Beautiful native apps in record time. https://flutter.dev/

[28] Learn Git- Git tutorials, workflows and commands. https://www.atlassian.com/git

[29] https://firebase.google.com/

[30] What is Figma? (And How to Use Figma for Beginners). https://www.themejunkie.com/what-is-figma/

[31]-Dart programming language.https://dart.