

Mémoire de fin d'études déposé à l'
Université Mohamed Boudiaf – M'sila
Faculté des mathématiques et de l'informatique
Département de l'informatique



Pour la satisfaction partielle des exigences du diplôme de
Master en Informatique
Réseaux et Technologies de l'Information et de la Communication

Par
Achwaq Belfoul
Ikram Djelloul

Titre du mémoire

Application mobile de Portefeuille électronique

Sous la direction de
Makhlouf Benazi

Composition du jury

Prénom Nom

Makhlouf Benazi

Prénom Nom

Université de M'sila

Université de M'sila

Université de M'sila

Président

Rapporteur

Examineur

Juin, 2026

الملخص

تتناول هذه المذكرة تصميم وتطوير تطبيق محمول للمحفظة الإلكترونية (E-Wallet) يهدف إلى تسهيل إدارة العمليات المالية الرقمية. يتيح التطبيق للمستخدمين إنشاء حسابات، تسجيل الدخول، إضافة الرصيد، إجراء تحويلات مالية، بالإضافة إلى الاطلاع على سجل المعاملات، وذلك من خلال واجهة بسيطة وسهلة الاستخدام. تم تطوير التطبيق باستخدام إطار العمل Flutter، بينما استُخدمت منصة Firebase لإدارة قاعدة البيانات، مصادقة المستخدمين، وتخزين المعلومات بطريقة آمنة. كما تم إنجاز مرحلة تصميم النظام باستعمال عدة مخططات UML بواسطة برنامج StarUML من أجل نمذجة مختلف مكونات ووظائف التطبيق.

أظهرت الاختبارات المنجزة أن التطبيق يعمل بشكل صحيح، ويسمح بتنفيذ العمليات الأساسية للمحفظة الإلكترونية بطريقة سلسلة وآمنة.

الكلمات المفتاحية: المحفظة الإلكترونية؛ Flutter؛ Firebase؛ المعاملات الإلكترونية؛ UML؛ تطبيقات الهاتف المحمول؛ الأمان.

Résumé

Ce mémoire présente le développement d'une application Mobile E-Wallet visant à faciliter la gestion des finances personnelles. L'application permet aux utilisateurs de créer un compte, de se connecter, d'ajouter ou retirer de l'argent et de consulter l'historique des transactions. La base de données SQLite assure la sécurité des informations et la fiabilité des opérations. Le design de l'application offre une interface utilisateur conviviale et intuitive. Les tests effectués démontrent que l'application fonctionne correctement et répond aux besoins des utilisateurs pour la gestion quotidienne de leur argent.

Mots clés : Portefeuille électronique ; Transactions ; Sécurité ; Android ; Base de données

Dédicaces.

***J**e dédie ce mémoire à ma famille pour leur soutien inconditionnel, à mon professeur superviseur pour ses conseils précieux, et à tous mes amis qui m'ont encouragé tout au long de ce projet.*

Ikram Djelloul

Dédicaces.

Je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères à mon cœur...

À mon cher père,

Source de ma fierté et mon soutien dans la vie. Qu'Allah te protège et t'accorde santé et bonheur.

À ma chère mère,

Symbole de l'amour et de la tendresse. Merci pour tes prières et ton soutien qui ont été la clé de ma réussite.

À ma chère famille,

Merci pour votre amour et vos encouragements constants tout au long de mon parcours universitaire.

À mes chères amies,

Merci pour chaque beau moment partagé et pour chaque mot de soutien et d'encouragement.

À ma chère amie Dounia,

Merci d'avoir toujours été à mes côtés et de m'avoir soutenue dans toutes les circonstances. Qu'Allah préserve notre amitié.

À tous ceux qui m'ont soutenue et ont cru en moi,

Je dédie ce travail en témoignage de mon amour, de ma reconnaissance et de ma gratitude.

Achwaq Belfoul

Remercîments

Remerciements Louange à Allah qui nous a guidés et assistés pour achever ce travail.

Nous Lui demandons, à Lui le Tout-Puissant, de l'accepter sincèrement pour Sa noble cause et d'en faire une œuvre utile pour la science et ses étudiants.

Nous adressons nos plus sincères remerciements et notre profonde gratitude à notre professeur encadrant pour ses précieux efforts, ses judicieuses orientations et son suivi continu, qui ont grandement contribué à la réalisation de ce mémoire.

Nous exprimons également nos remerciements et notre reconnaissance à tous les professeurs du Département d'Informatique pour les connaissances qu'ils nous ont transmises tout au long de nos années d'étude, et pour les efforts qu'ils ont déployés pour notre formation scientifique et académique.

Nous n'oublions pas d'adresser nos vifs remerciements aux honorables membres du jury de soutenance pour avoir bien voulu accepter d'évaluer ce travail et de l'enrichir par leurs précieuses remarques et orientations. Nous remercions également tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail, en particulier nos familles et nos amis, pour leur soutien indéfectible et leurs encouragements constants tout au long de notre parcours universitaire.

En conclusion, nous demandons à Allah Tout-Puissant d'accorder à tous la réussite et le succès, et de faire de ce travail une pierre utile dans la voie de la science et du savoir.

Table des matières

Résumé.....	I
Dédicaces.	II
Remercîments	IV
Table des matières	V
Liste des figures	VII
Liste des tableaux.....	VIII
Introduction générale:	1

Chapitre 1: Les portefeuilles électroniques (E-Wallet)

1.1. Introduction aux systèmes de paiement électronique :	3
1.1.1. Définition des paiements électroniques :	3
1.1.3. Rôle de la technologie financière (FinTech) :.....	4
1.2.3. Différences entre portefeuille électronique, portefeuille numérique et portefeuille mobile :	5
1.3. Types de Portefeuilles Électroniques (E-Wallets) :	6
1.4. Architecture des systèmes de portefeuilles électroniques:	6
1.9. Portefeuilles électroniques en Algérie :	15
1.10. Résumé du chapitre :.....	17

Chapitre 2 : Conception du Système avec UML

2.1. Introduction :.....	18
2.2. Présentation générale du système proposé :.....	18
2.3. Spécification des Besoins :	20
2.3.1. Besoins Fonctionnels :	20
2.3.2. Besoins Non Fonctionnels :	21
2.4. Modélisation avec UML:	21
2.5. Diagramme de Cas d'Utilisation (Use Case Diagram) :	22
2.6. Diagrammes de Séquence :	23
2.8. Diagrammes d'Activité :	27
2.9. Conception de la Base de Données :	29

Chapitre 3 : Implémentation et Présentation de l'Application

3.4.1. Relations entre les données:	34
3.5. Implémentation des Fonctionnalités:	34

3.5.1. Authentification:	34
3.5.2. Inscription:	34
3.5.3. Rechargement du portefeuille:	34
3.5.4. Transfert d'argent:	34
3.5.5. Consultation du solde:.....	35
3.5.6. Historique des transactions:	35
3.6. Présentation des Interfaces Graphiques:	35
3.6.1. Interface de connexion et d'inscription:	35
3.6.2. Interface d'accueil (Dashboard):.....	37
3.6.3. Interface d'administration:	38
3.6.4. Interface de transfert d'argent :.....	39
3.6.5. Interface de réception d'argent :	40
3.6.6. Interface de recharge mobile:.....	41
3.6.6. Interface de l'historique des transactions:.....	42
3.7.1. Test d'authentification:	43
3.7.2. Test d'inscription:	43
3.7.3. Test de rechargement du portefeuille:.....	43
3.7.4. Test de transfert d'argent:	43
3.7.5. Test de l'historique des transactions:	43
Conclusion des tests:	44
Conclusion générale :.....	45
Bibliographie	47

Liste des figures

Figure 1. 1: Évolution des paiements.....	4
Figure 1. 2: Modèle Client-Server pour E-Wallet	7
Figure 1. 3: Structure de la base de données.....	8
Figure 1. 4: Processus de traitement d'un paiement dans un système E-Wallet.....	9
Figure 1. 5: Fonctionnalités principales d'un E-Wallet	10
Figure 1. 6: Schéma de la sécurité dans les E-Wallets	11
Figure 1. 7: Croissance des paiements électroniques dans le monde et en Algérie (2017–2023).....	13
Figure 2. 1: Architecture générale du système E-Wallet	19
Figure 2. 2: Diagramme de cas d'utilisation	23
Figure 2. 3: Diagramme de séquence-Rechargement du portefeuille-	24
Figure 2. 4: Diagramme de séquence-Transfert d'argent-	25
Figure 2. 5: Diagramme de séquence-Paiement-(Qr code bus)	26
Figure 2. 6: Diagramme d'activité -Paiement-	27
Figure 2. 7: Diagramme de classe.....	28
Figure 3. 1: Visual studio code	31
Figure 3. 2: Flutter	31
Figure 3. 3: Firebase	31
Figure 3. 4: StarUml	32
Figure 3. 5 : Architecture générale de l'application E-Wallet	32
Figure 3. 6: Structure des données des utilisateurs dans Firebase	33
Figure 3. 7: Structure des données des transactions dans Firebase.....	33
Figure 3. 8: Interface de connexion, Figure 3. 9: Interface d'inscription	36
Figure 3. 10: Interface d'accueil	37
Figure 3. 11: Interface d'administration	38
Figure 3. 12: Interface de transfert, Figure 3. 13: Interface QR code.....	39
Figure 3. 14: Interface de réception d'argent via QR Code.....	40
Figure 3. 15 : Interface de recharge mobile, Figure 3. 16: Interface de confirmation.....	41
Figure 3. 17: Interface d'historique des transactions	42

Liste des tableaux

Tableau 1: Comparaison des portefeuilles électroniques.....	5
Tableau 2: Comparaison des paiements électroniques entre l’Algérie et le monde	16
Tableau 3: Les besoins fonctionnels du système	20

Introduction générale :

L'évolution rapide des technologies numériques et des systèmes de communication a profondément transformé les méthodes traditionnelles de gestion financière. Avec l'essor des smartphones et l'amélioration continue des infrastructures de communication, les services financiers numériques connaissent aujourd'hui une croissance remarquable à travers le monde. Dans ce contexte, les systèmes de paiement électronique et les portefeuilles électroniques, communément appelés *E-Wallets*, occupent une place de plus en plus importante dans la vie quotidienne des utilisateurs.

Les applications E-Wallet représentent une solution moderne permettant de réaliser différentes opérations financières de manière simple, rapide et sécurisée. Elles offrent aux utilisateurs la possibilité de gérer virtuellement leur argent, d'effectuer des paiements électroniques, de transférer des fonds et de consulter l'historique de leurs transactions à partir d'une application mobile accessible à tout moment. Grâce à leur simplicité d'utilisation et à leur rapidité, ces systèmes contribuent fortement à la digitalisation des services financiers et à la réduction de l'utilisation de l'argent liquide.

Le développement des portefeuilles électroniques repose sur plusieurs domaines technologiques tels que le développement mobile, les bases de données, les systèmes distribués ainsi que les technologies de sécurité informatique. La conception de ce type d'application nécessite une organisation rigoureuse des fonctionnalités et une architecture logicielle cohérente permettant d'assurer la fiabilité des opérations, la protection des données et la bonne gestion des transactions.

Dans ce cadre, le présent mémoire porte sur la conception et l'implémentation d'une application mobile E-Wallet permettant de simuler le fonctionnement général d'un portefeuille électronique dans un environnement simplifié. Ce projet vise principalement à développer une application capable d'assurer plusieurs fonctionnalités essentielles, notamment l'inscription des utilisateurs, l'authentification, le rechargement du portefeuille, le transfert d'argent et la consultation de l'historique des transactions.

Afin d'assurer une conception claire et structurée du système, le langage de modélisation UML a été utilisé pour représenter les différents aspects fonctionnels et structurels de

l'application. Cette phase de modélisation permet de mieux comprendre les interactions entre les acteurs et les composants du système avant de passer à l'étape d'implémentation. Par ailleurs, le développement de l'application a été réalisé à l'aide de technologies modernes adaptées au développement mobile et à la gestion des données.

Ce mémoire est organisé en trois chapitres principaux :

- Le premier chapitre, intitulé « *Les portefeuilles électroniques (E-Wallet)* », présente les concepts théoriques liés aux systèmes de paiement électronique, aux portefeuilles numériques ainsi qu'aux technologies et architectures utilisées dans ce domaine. Il aborde également les principales fonctionnalités des E-Wallets, leurs avantages, leurs limites ainsi que leur évolution dans le monde et en Algérie.

- Le deuxième chapitre, intitulé « *Conception du Système avec UML* », est consacré à l'analyse et à la conception du système proposé. Il présente les besoins fonctionnels et non fonctionnels de l'application ainsi que les différents diagrammes UML utilisés pour modéliser le fonctionnement et la structure du système.

- Le troisième chapitre, intitulé « *Implémentation et Présentation de l'Application* », décrit les outils et technologies utilisés pour le développement de l'application mobile, l'architecture générale du système, la conception de la base de données ainsi que les principales interfaces et fonctionnalités implémentées. Ce chapitre présente également les tests réalisés afin de vérifier le bon fonctionnement de l'application.

Ce travail représente ainsi une application pratique des connaissances acquises dans les domaines du génie logiciel, du développement mobile et de la modélisation des systèmes informatiques, tout en offrant une vue globale sur le fonctionnement des applications de paiement électronique modernes

Chapitre 1:

Les portefeuilles électroniques (E-Wallet)

1.1. Introduction aux systèmes de paiement électronique :

1.1.1. Définition des paiements électroniques :

Les paiements électroniques regroupent les différentes opérations financières réalisées à l'aide de moyens numériques, sans utilisation d'argent liquide ni de chèques papier. Ils permettent d'effectuer des transferts d'argent entre utilisateurs grâce à des outils électroniques tels que les smartphones, les ordinateurs, les cartes bancaires ou les terminaux de paiement.

Le fonctionnement des paiements électroniques repose sur plusieurs technologies informatiques et réseaux de communication permettant le traitement et la sécurisation des transactions financières. Ces systèmes assurent également l'enregistrement et la validation des opérations effectuées entre les différents utilisateurs.

Avec le développement des technologies numériques et d'Internet, les paiements électroniques occupent aujourd'hui une place importante dans le commerce électronique et les services financiers modernes. Ils offrent plusieurs avantages tels que la rapidité des transactions, la facilité d'utilisation ainsi qu'une meilleure traçabilité des opérations financières.

1.1.2. Évolution des paiements :

Les systèmes de paiement ont connu une évolution progressive au cours du temps. Au début, les échanges commerciaux reposaient principalement sur le troc avant l'apparition des pièces et des billets comme moyens de paiement traditionnels. Par la suite, le développement des banques a introduit de nouveaux instruments financiers tels que les chèques et les virements bancaires afin de simplifier les transactions.

L'apparition des cartes bancaires a ensuite marqué une étape importante dans la modernisation des systèmes de paiement. Plus récemment, l'évolution des technologies numériques et des appareils mobiles a favorisé le développement rapide des paiements électroniques. Ces nouvelles solutions permettent aujourd'hui d'effectuer des transactions plus rapides, plus sécurisées et plus faciles à tracer [4].



Figure 1. 1: Évolution des paiements

1.1.3. Rôle de la technologie financière (FinTech) :

La technologie financière, connue sous le nom de FinTech, représente l'utilisation des technologies numériques afin d'améliorer les services financiers traditionnels. Elle contribue à rendre les opérations financières plus rapides, plus accessibles et plus efficaces grâce à l'intégration des solutions informatiques modernes dans le secteur bancaire et financier.

Le développement de la FinTech a permis l'apparition de nombreuses innovations telles que les paiements mobiles, les plateformes bancaires en ligne, les services de transfert d'argent ainsi que les portefeuilles électroniques. Ces nouvelles solutions facilitent l'accès aux services financiers et favorisent l'inclusion financière de différentes catégories de la population [5].

1.2. Définition et concept du portefeuille électronique :

1.2.1. Définition de E-Wallet (Portefeuille électronique) :

Un portefeuille électronique, ou E-Wallet, est une application numérique permettant aux utilisateurs de stocker des fonds et d'effectuer différentes opérations financières à travers des appareils électroniques tels que les smartphones, les tablettes ou les ordinateurs.

Les E-Wallets permettent de réaliser des paiements électroniques, d'envoyer et de recevoir de l'argent ainsi que de gérer différentes informations financières de manière simple et sécurisée. Avec l'évolution des technologies numériques et du commerce électronique, ces systèmes sont devenus largement utilisés dans les services financiers modernes.

Certaines applications de portefeuille électronique offrent également des fonctionnalités supplémentaires telles que l'historique des transactions, les paiements par QR code et l'intégration de plusieurs cartes bancaires dans une seule interface [6].

1.2.2. Caractéristiques principales d'un E-Wallet :

Un portefeuille électronique se distingue par plusieurs caractéristiques essentielles qui expliquent son utilisation croissante dans les systèmes de paiement numériques. Tout d'abord, il permet le stockage numérique de l'argent, ce qui offre aux utilisateurs la possibilité de conserver des fonds sous forme électronique afin de réaliser différentes transactions.

De plus, les e-wallets garantissent des paiements rapides et sécurisés, en facilitant les transactions instantanées sans recours à l'argent liquide ou aux cartes bancaires physiques. Ces opérations sont souvent protégées par différents mécanismes de sécurité tels que le code PIN, le mot de passe à usage unique (OTP) ou encore la biométrie.

Par ailleurs, ces systèmes permettent également les transferts d'argent entre utilisateurs, même à distance, ce qui renforce leur flexibilité et leur utilité dans les échanges financiers modernes. Ils offrent aussi une gestion de l'historique des transactions, permettant à l'utilisateur de suivre et consulter de manière détaillée l'ensemble de ses opérations.

Enfin, les portefeuilles électroniques peuvent être intégrés à d'autres services financiers, tels que les cartes bancaires ou les comptes bancaires, ce qui améliore leur interopérabilité et leur flexibilité dans l'écosystème des paiements numériques. [4]

1.2.3. Différences entre portefeuille électronique, portefeuille numérique et portefeuille mobile :

Type	Description	Exemple
E-wallet	Application ou service numérique permettant de stocker de l'argent et d'effectuer des paiements électroniques de manière sécurisée.	PayPal, Google Pay
Digital Wallet	Concept plus large qui inclut le stockage électronique de différentes informations comme les cartes bancaires, cartes de fidélité et coupons.	Apple Wallet
Mobile Wallet	Type spécifique de portefeuille électronique utilisé uniquement sur smartphone pour effectuer des paiements mobiles via NFC ou QR code.	Samsung Pay, Paylib Mobile

Tableau 1: Comparaison des portefeuilles électroniques

1.3. Types de Portefeuilles Électroniques (E-Wallets) :

Les portefeuilles électroniques (E-Wallets) se déclinent en plusieurs types selon leur mode d'utilisation et les services qu'ils offrent. Parmi ces types, on distingue tout d'abord le portefeuille fermé (Closed E-Wallet), qui est uniquement utilisable pour effectuer des paiements auprès de l'entreprise ayant émis le portefeuille. Dans ce cas, l'utilisateur ne peut ni retirer de l'argent ni l'utiliser en dehors de cette plateforme. Un exemple typique est celui d'une carte cadeau utilisée dans une boutique en ligne spécifique.

Ensuite, on trouve le portefeuille semi-fermé (Semi-Closed E-Wallet), qui permet d'effectuer des paiements auprès de plusieurs commerçants partenaires. Cependant, il ne permet pas le retrait d'argent en espèces. Ce type de portefeuille est largement utilisé dans les applications de commerce en ligne et les services de paiement mobile. Parmi les exemples connus, on peut citer Paytm et certaines utilisations de PayPal.

Enfin, le portefeuille ouvert (Open E-Wallet) offre une plus grande flexibilité, puisqu'il permet non seulement d'effectuer des paiements, mais aussi d'envoyer et de retirer de l'argent en espèces via des guichets automatiques. Il fonctionne de manière similaire à un compte bancaire digital. Des exemples courants incluent les versions complètes de PayPal ainsi que Google Pay lorsqu'il est lié à un compte bancaire. [7]

1.4. Architecture des systèmes de portefeuilles électroniques:

L'architecture d'un système E-Wallet repose sur plusieurs composants techniques permettant d'assurer le fonctionnement sécurisé des transactions.

1.4.1. Architecture client–serveur :

Le système fonctionne généralement selon un modèle client–serveur. Le client représente l'application utilisée par l'utilisateur (mobile ou web), tandis que le serveur traite les demandes, assure le traitement des transactions et communique avec la base de données [8].



Figure 1. 2: Modèle Client-Server pour E-Wallet

1.4.2. Portefeuilles mobiles et web :

Les portefeuilles électroniques (E-Wallets) peuvent fonctionner de deux manières principales selon la plateforme utilisée. Ils peuvent être basés sur mobile, c'est-à-dire sous forme d'application installée sur un smartphone ou une tablette, ce qui permet à l'utilisateur d'accéder facilement à ses services à tout moment.

Ils peuvent également être basés sur le web, donc accessibles directement via un navigateur internet sans installation d'application. Dans les deux cas, l'objectif reste le même : permettre à l'utilisateur de gérer son compte, effectuer des paiements électroniques et réaliser des transferts d'argent de manière simple et sécurisée.

1.4.3. Structure de la base de données :

La base de données d'un système de portefeuille électronique stocke les données des utilisateurs, les soldes des comptes, l'historique des transactions ainsi que les informations liées à la sécurité. Elle assure la confidentialité, l'intégrité et la fiabilité des données afin de garantir le bon fonctionnement du système.

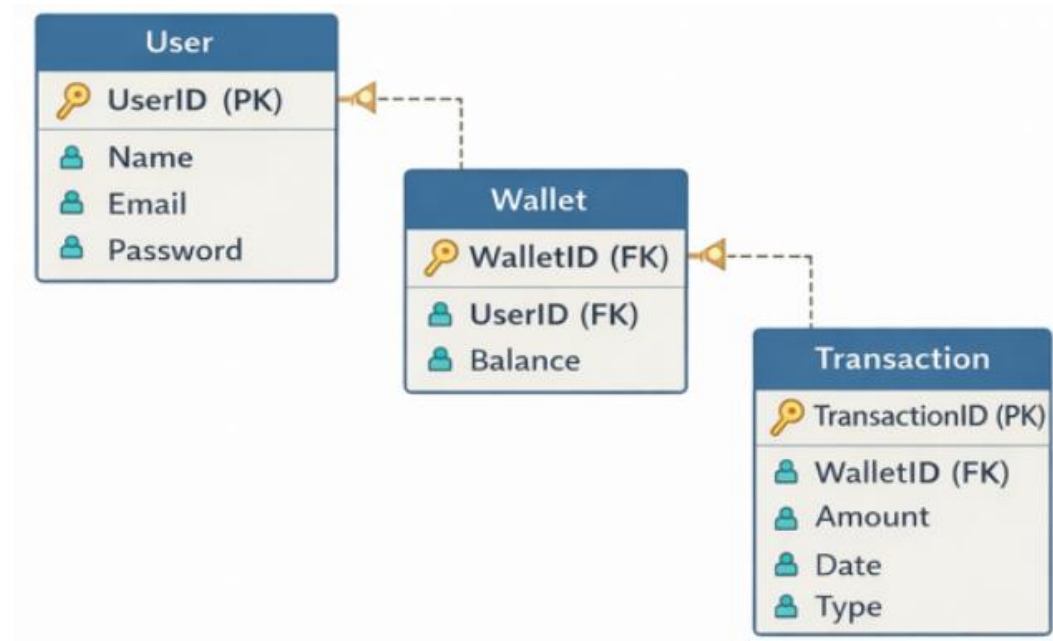


Figure 1. 3: Structure de la base de données

1.4.4. Intégration avec les systèmes bancaires et les passerelles de paiement :

Le système E-Wallet est conçu pour s'intégrer avec les systèmes bancaires ainsi qu'avec les passerelles de paiement afin d'assurer le bon déroulement des opérations financières. Cette intégration permet la communication avec les systèmes bancaires pour la réalisation des dépôts et des retraits, garantissant ainsi la liaison entre le portefeuille électronique et les comptes bancaires traditionnels.

Par ailleurs, le système utilise des passerelles de paiement pour le traitement des transactions en ligne, ce qui facilite les échanges financiers entre les différents utilisateurs et services. Cette intégration joue un rôle essentiel dans la validation, l'autorisation et la sécurisation des opérations, en assurant un traitement fiable et sécurisé des transactions électroniques [2].



Figure 1. 4: Processus de traitement d'un paiement dans un système E-Wallet

Ce schéma illustre le processus de traitement d'un paiement dans un système de portefeuille électronique. L'utilisateur initie la transaction via l'application mobile, qui envoie la demande au serveur. Le serveur traite la requête et communique avec le système bancaire ou la passerelle de paiement afin de valider l'opération. Une fois la transaction confirmée, une réponse est renvoyée à l'utilisateur pour indiquer le succès ou l'échec du paiement.

1.5. Fonctionnalités principales d'un E-Wallet :

Les portefeuilles électroniques (E-Wallets) offrent plusieurs fonctionnalités permettant aux utilisateurs de gérer leurs opérations financières de manière simple, rapide et sécurisée. Parmi les fonctionnalités principales figure l'inscription de l'utilisateur, qui permet la création d'un compte à travers la saisie d'informations personnelles telles que le nom, l'adresse email ou le numéro de téléphone. Cette étape constitue le premier accès aux services du portefeuille électronique.

L'authentification représente également une fonctionnalité essentielle. Avant d'accéder à son compte, l'utilisateur doit confirmer son identité à l'aide de différents mécanismes de sécurité tels que le mot de passe, les codes OTP ou les technologies biométriques. Cette procédure permet de renforcer la sécurité des comptes et de limiter les accès non autorisés.

Les systèmes E-Wallet permettent aussi la gestion du solde, notamment la consultation du montant disponible, l'ajout d'argent au portefeuille ainsi que le transfert de fonds entre utilisateurs. Ces fonctionnalités facilitent la gestion quotidienne des opérations financières.

Le transfert d'argent constitue l'une des fonctions les plus importantes des portefeuilles électroniques. Il permet aux utilisateurs d'envoyer des fonds rapidement à d'autres comptes ou utilisateurs, parfois en temps réel selon les caractéristiques du système utilisé.

Par ailleurs, les E-Wallets facilitent le paiement de biens et services auprès des commerçants et des plateformes en ligne. Ces opérations sont généralement réalisées de manière rapide et sécurisée grâce aux technologies numériques intégrées dans le système.

Enfin, les applications de portefeuille électronique offrent une fonctionnalité d'historique des transactions permettant aux utilisateurs de consulter les différentes opérations effectuées, telles que les transferts, les paiements ou les ajouts de solde. Cette fonctionnalité améliore la traçabilité et la transparence des opérations financières [4].



Figure 1. 5: Fonctionnalités principales d'un E-Wallet

1.6. Sécurité et confidentialité dans les systèmes de portefeuilles électroniques:

La sécurité et la confidentialité jouent un rôle essentiel dans les systèmes de portefeuilles électroniques, car ces applications manipulent des informations sensibles liées aux utilisateurs et aux transactions financières. Pour cette raison, plusieurs mécanismes de protection sont utilisés afin de garantir un niveau élevé de sécurité.

Le cryptage des données constitue l'une des principales techniques utilisées pour protéger les informations personnelles et financières. Les données échangées entre les utilisateurs et le système sont chiffrées afin d'empêcher tout accès non autorisé ou toute tentative d'interception.

Les systèmes E-Wallet utilisent également différentes méthodes d'authentification pour vérifier l'identité des utilisateurs avant l'accès à leurs comptes. Parmi les méthodes les plus utilisées figurent les mots de passe, les codes OTP envoyés par SMS ou par email ainsi que les technologies biométriques telles que l'empreinte digitale et la reconnaissance faciale.

Afin de limiter les risques de fraude, plusieurs mécanismes de surveillance peuvent être intégrés dans le système. Ces mécanismes permettent de détecter certaines activités inhabituelles et de renforcer la protection des transactions financières.

Par ailleurs, la protection de la vie privée représente un aspect important dans les applications de paiement électronique. Les systèmes doivent assurer la confidentialité des données personnelles et respecter les réglementations relatives à la protection des informations des utilisateurs. De plus, la sensibilisation aux bonnes pratiques de sécurité reste essentielle afin de réduire les risques liés à l'utilisation des services numériques [2].

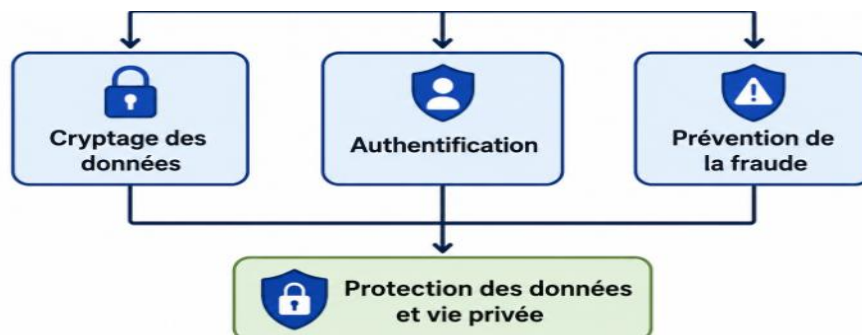


Figure 1. 6: Schéma de la sécurité dans les E-Wallets

1.7. Avantages et limites des systèmes de portefeuilles électroniques :

Les systèmes de portefeuilles électroniques présentent plusieurs avantages aussi bien pour les utilisateurs que pour les entreprises, mais ils comportent également certaines limites et défis techniques et réglementaires.

1.7.1. Avantages pour les utilisateurs :

Pour les utilisateurs, les e-wallets offrent des transactions rapides et pratiques accessibles à tout moment et depuis différents dispositifs tels que les smartphones ou les ordinateurs. Ils permettent également de réduire l'utilisation de l'argent liquide tout en améliorant la sécurité des paiements. De plus, ces systèmes facilitent le suivi des dépenses grâce à l'historique des transactions, ce qui permet une meilleure gestion financière.

1.7.2. Avantages pour les entreprises :

Du côté des entreprises, les portefeuilles électroniques contribuent à la réduction des coûts liés à la manipulation de l'argent liquide. Ils permettent également d'assurer des paiements instantanés avec une traçabilité complète des opérations, ce qui améliore la gestion financière et le contrôle des transactions. En outre, ces systèmes offrent la possibilité d'atteindre un plus grand nombre de clients grâce aux plateformes numériques.

1.7.3. Défis techniques et réglementaires :

Cependant, malgré ces avantages, les systèmes de portefeuilles électroniques font face à plusieurs défis techniques et réglementaires. Ils nécessitent une infrastructure sécurisée et fiable comprenant des serveurs, des bases de données et des interfaces de programmation (APIs). Ils sont également exposés à des risques de sécurité tels que la fraude, le piratage et le vol de données. Enfin, ces systèmes doivent respecter les lois locales et internationales relatives à la protection des données et aux paiements électroniques.

1.8. Adoption des portefeuilles électroniques dans le monde:



Figure 1. 7: Croissance des paiements électroniques dans le monde et en Algérie

(2017–2023)

1.8.1. Croissance mondiale des paiements numériques :

Les paiements numériques connaissent une croissance importante grâce à la généralisation des smartphones et à l'amélioration de l'accès à Internet. Cette évolution est également favorisée par la digitalisation progressive des services financiers et l'utilisation croissante des technologies mobiles dans les opérations quotidiennes.

D'après les rapports publiés par la Banque mondiale, les transactions numériques enregistrent une augmentation continue dans plusieurs pays, ce qui démontre l'expansion rapide des systèmes de paiement électronique à l'échelle internationale [1].

1.8.2. Principales plateformes internationales de portefeuille électronique :

Les principales plateformes internationales de portefeuilles électroniques jouent un rôle important dans le développement des paiements numériques à travers le monde. Parmi les plus populaires, on trouve PayPal, Apple Pay, Google Pay, Alipay et WeChat Pay, qui sont largement utilisés dans différents pays et secteurs.

Ces services offrent une gamme variée de fonctionnalités permettant de faciliter les transactions financières. Ils permettent notamment d'effectuer des transferts d'argent, de

réaliser des paiements en ligne sur des sites marchands, ainsi que de payer directement en magasin via des solutions mobiles sécurisées et rapides.

1.8.3. Facteurs influençant l'adoption globale :

L'adoption des portefeuilles électroniques dépend de plusieurs facteurs importants. Tout d'abord, l'accessibilité à Internet et aux smartphones joue un rôle essentiel, car elle permet aux utilisateurs d'accéder facilement aux services numériques à tout moment. Ensuite, la confiance des utilisateurs dans la sécurité des transactions constitue un élément déterminant, puisque les personnes ne peuvent utiliser ces systèmes que si elles estiment que leurs données et leurs paiements sont bien protégés.

Par ailleurs, les incitations financières telles que les promotions, les réductions et le cashback encouragent fortement l'utilisation des portefeuilles électroniques en rendant les transactions plus avantageuses. Enfin, une réglementation favorable ainsi qu'une infrastructure bancaire solide contribuent également au développement de ces services, en garantissant un cadre fiable et bien structuré pour les opérations financières.

1.8.4. Défis dans les pays en développement et développés :

L'adoption des portefeuilles électroniques varie selon le niveau de développement des pays. Dans les pays développés, cette adoption est généralement rapide grâce à la maturité du marché numérique et à l'utilisation massive des technologies. Cependant, ces pays font face à une forte concurrence entre les différentes plateformes de paiement, ainsi qu'à une réglementation stricte visant à renforcer la sécurité des transactions et la protection des utilisateurs.

En revanche, dans les pays en développement, l'adoption des portefeuilles électroniques est plus lente. Cela s'explique par plusieurs défis, notamment les limites des infrastructures technologiques, un accès parfois insuffisant à Internet, ainsi qu'un niveau d'éducation numérique encore en progression. De plus, la confiance des utilisateurs dans les solutions de paiement numériques reste un facteur important qui influence directement leur utilisation.

1.9. Portefeuilles électroniques en Algérie :

1.9.1. Aperçu de l'infrastructure des paiements numériques en Algérie:

L'infrastructure des paiements numériques en Algérie connaît une évolution progressive au cours des dernières années. Le développement des services bancaires ainsi que l'amélioration des réseaux de télécommunication ont contribué à l'introduction des solutions de paiement électronique dans différents secteurs. Cette évolution participe à la modernisation des services financiers et encourage l'utilisation des technologies numériques dans les opérations quotidiennes.

L'augmentation de l'accès à Internet et l'utilisation croissante des smartphones facilitent également l'adoption des applications de paiement numérique et des portefeuilles électroniques par les utilisateurs algériens [3].

1.9.2. Cadre réglementaire:

Les autorités algériennes, notamment la Banque d'Algérie, travaillent progressivement à la mise en place d'un cadre réglementaire destiné à encadrer les services de paiement électronique. Ces réglementations visent principalement à assurer la sécurité des transactions financières et la protection des utilisateurs.

Toutefois, ce domaine reste en constante évolution afin de suivre les changements rapides des technologies financières et des services numériques modernes.

1.9.3. Solutions existantes de portefeuille électronique :

Plusieurs solutions de portefeuille électronique commencent à apparaître en Algérie. Parmi les services les plus connus figure BaridiMob proposé par Algérie Poste, en plus de certaines applications bancaires mobiles permettant d'effectuer des opérations financières similaires aux e-wallets.

Malgré ces initiatives, les services proposés restent encore limités comparativement aux solutions disponibles dans d'autres pays, notamment en matière de fonctionnalités et de diversité des services numériques.

1.9.4. Niveau d'adoption et défis :

L'utilisation des portefeuilles électroniques en Algérie demeure encore limitée, avec une adoption plus importante dans les zones urbaines. Plusieurs facteurs expliquent cette situation, tels que le manque de sensibilisation aux services numériques, certaines limites de l'infrastructure bancaire ainsi qu'un niveau de confiance encore faible envers les paiements électroniques.

D'autres défis concernent également les fonctionnalités réduites de certaines applications et l'évolution encore progressive des services numériques.

1.9.5. Perspectives futures :

Les perspectives de développement des portefeuilles électroniques en Algérie restent encourageantes. L'amélioration continue de l'infrastructure numérique et la modernisation du secteur bancaire pourraient contribuer à une adoption plus large des solutions de paiement électronique dans les prochaines années.

Le développement des technologies FinTech, le renforcement du cadre réglementaire ainsi que les partenariats avec des acteurs spécialisés représentent également des facteurs importants pour soutenir cette évolution [3].

Critère	Algérie	Monde
Adoption	Faible à moyenne	Élevée
Infrastructure	Moyenne	Très développée
Utilisation	Limitée	Très répandue
Innovation	En développement	Avancée

Tableau 2: Comparaison des paiements électroniques entre l'Algérie et le monde

1.10. Résumé du chapitre :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les notions fondamentales liées aux paiements électroniques et aux portefeuilles électroniques (E-Wallet). Nous avons défini les paiements électroniques comme des transactions réalisées via des moyens numériques, sans utilisation d'espèces, en soulignant leur importance croissante dans le commerce électronique et les services financiers modernes.

Nous avons ensuite introduit le concept de portefeuille électronique, qui permet de stocker de l'argent et d'effectuer diverses opérations telles que les paiements, les transferts et la consultation du solde. Les principaux types d'E-Wallet ont également été abordés, notamment les portefeuilles fermés, semi-fermés et ouverts.

Enfin, nous avons présenté les principales fonctionnalités et le fonctionnement général des portefeuilles électroniques, ainsi que leur intégration avec les systèmes bancaires et les passerelles de paiement. Les aspects liés à la sécurité et à la confidentialité ont également été évoqués, notamment le cryptage des données et l'authentification des utilisateurs.

Ce chapitre a ainsi permis de poser les bases théoriques nécessaires à la compréhension du système étudié dans notre mémoire.

Chapitre 2:

Conception du Système avec UML :

2.1. Introduction :

La phase de conception constitue une étape essentielle dans le cycle de vie du développement logiciel. Elle permet de transformer les besoins exprimés par les utilisateurs en une représentation structurée du système à développer. Une conception bien élaborée facilite la compréhension globale du système, améliore son organisation fonctionnelle et réduit les risques d'erreurs lors de la phase d'implémentation. Elle contribue également à assurer la maintenance et l'évolution future de l'application en fournissant une base claire et cohérente pour les développeurs.

Dans ce contexte, le langage de modélisation UML (Unified Modeling Language) est largement utilisé pour représenter les différents aspects des systèmes logiciels. Grâce à ses diagrammes standardisés, UML permet de visualiser, spécifier et documenter les composants du système ainsi que les interactions entre eux. Sa simplicité et sa capacité à modéliser des systèmes complexes en font un outil incontournable dans le domaine du génie logiciel, notamment pour la conception des applications de paiement électronique et des systèmes mobiles.

Ce chapitre est consacré à la conception du système E-Wallet proposé. À travers les différents diagrammes UML, nous présenterons les fonctionnalités principales de l'application, les interactions entre les acteurs du système ainsi que l'organisation des données. Cette étape de modélisation permet de définir une architecture claire du système avant de passer à la phase d'implémentation et de développement.

2.2. Présentation générale du système proposé :

Le système proposé est une application mobile E-Wallet conçue pour offrir des services financiers numériques de base dans un environnement simplifié. Cette partie se concentre sur la conception concrète d'un système permettant de gérer les comptes utilisateurs et d'effectuer des transactions électroniques.

L'application a pour objectif d'illustrer le fonctionnement général d'un portefeuille électronique à travers une architecture simple et organisée. Elle permet principalement la gestion des utilisateurs, la consultation du solde, le transfert d'argent et l'accès à l'historique des transactions.

Le périmètre du projet reste volontairement limité afin de garantir la simplicité de la conception. Les fonctionnalités avancées, telles que l'intégration bancaire réelle ou les services externes, ne sont pas prises en charge dans cette version.

Le système implique principalement deux acteurs : l'utilisateur, qui interagit avec l'application pour effectuer les différentes opérations, et l'administrateur, chargé de la gestion et de la supervision du système. Ces acteurs seront représentés dans les différents diagrammes UML présentés dans ce chapitre.

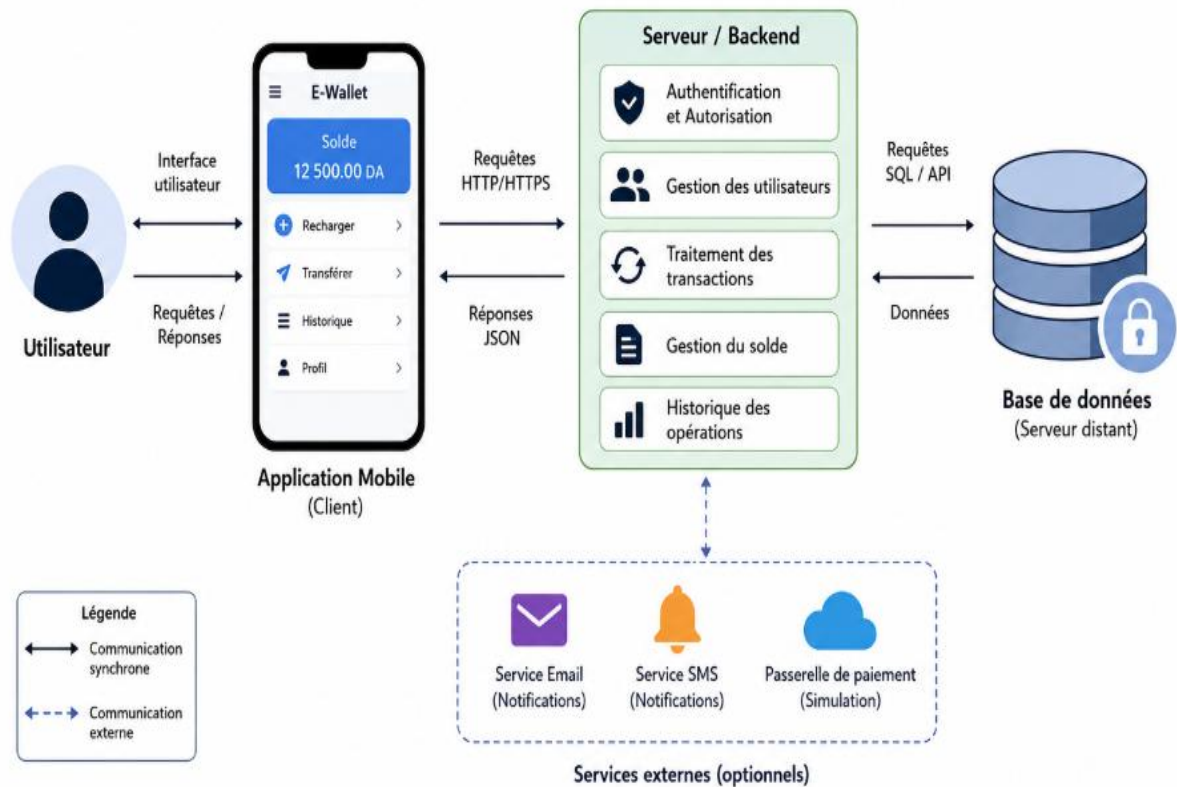


Figure 2. 1: Architecture générale du système E-Wallet

Cette architecture illustre le fonctionnement général du système E-Wallet proposé. L'utilisateur interagit avec l'application mobile, qui communique avec un serveur chargé du traitement des requêtes et de la gestion des transactions. Le serveur assure également la communication avec la base de données afin de stocker et récupérer les informations liées aux utilisateurs et aux opérations effectuées.

2.3. Spécification des Besoins :

La spécification des besoins constitue une étape essentielle dans la conception du système. Elle permet d'identifier et de définir les fonctionnalités que l'application doit offrir afin de répondre aux attentes des utilisateurs. Dans ce projet, l'accent est mis sur les besoins fonctionnels correspondant aux principales opérations d'un e-wallet simple.

2.3.1. Besoins Fonctionnels :

Les besoins fonctionnels décrivent les services que le système doit fournir ainsi que les interactions possibles avec les utilisateurs.

Fonction	Description
Inscription	Permet à un nouvel utilisateur de créer un compte dans l'application.
Authentification	Permet à l'utilisateur de se connecter de manière sécurisée.
Gestion du profil	Permet de consulter et modifier les informations personnelles.
Ajout de solde	Permet d'alimenter virtuellement le portefeuille électronique afin.
Consultation du solde	Permet d'afficher le solde disponible du portefeuille.
Transfert d'argent	Permet d'envoyer de l'argent à un autre utilisateur.
Paieement	Permet d'effectuer des paiements électroniques.
Historique des transactions	Permet de consulter toutes les opérations effectuées.
Notifications	Informe l'utilisateur des opérations réalisées avec succès ou en cas d'erreur.
Gestion des utilisateurs (Admin)	Permet à l'administrateur de gérer les comptes utilisateurs.

Tableau 3: Les besoins fonctionnels du système

2.3.2. Besoins Non Fonctionnels :

Les besoins non fonctionnels définissent les contraintes et les qualités que le système doit respecter afin d'assurer un bon fonctionnement et une expérience utilisateur satisfaisante.

- **Sécurité** : Le système doit garantir la protection des données des utilisateurs ainsi que la confidentialité des transactions. Les informations sensibles doivent être protégées contre tout accès non autorisé.
- **Performance** : L'application doit répondre rapidement aux actions de l'utilisateur, notamment lors des opérations de connexion, de transfert d'argent et de consultation des données.
- **Facilité d'utilisation** : offrir une interface simple, intuitive et facile à utiliser, permettant aux utilisateurs d'effectuer leurs opérations sans difficulté.
- **Fiabilité** : assurer un fonctionnement stable et continu, avec un minimum d'erreurs, afin de garantir la disponibilité des services à tout moment

2.4. Modélisation avec UML:

La modélisation constitue une étape essentielle dans la conception des systèmes logiciels, car elle permet de représenter de manière claire et structurée les composants du système ainsi que les interactions entre eux. Dans le domaine du génie logiciel, le langage UML (Unified Modeling Language) est largement utilisé pour faciliter l'analyse et la conception des applications.

2.4.1. Définition et objectifs de UML :

UML est un langage de modélisation standardisé permettant de visualiser, spécifier et documenter les systèmes logiciels avant leur implémentation. Grâce à ses différentes représentations graphiques, il facilite la compréhension du fonctionnement global du système et améliore la communication entre les développeurs. Il contribue également à organiser les fonctionnalités et à mieux structurer la conception de l'application.

2.4.2. Types de diagrammes utilisés dans le projet :

Dans le cadre de ce projet, plusieurs diagrammes UML ont été utilisés afin de représenter les différents aspects du système E-Wallet. Le diagramme de cas d'utilisation permet

d'identifier les interactions entre les acteurs et le système. Le diagramme de classes représente la structure statique de l'application ainsi que les relations entre les différentes classes. Le diagramme de séquence illustre le déroulement chronologique des interactions entre les composants, tandis que le diagramme d'activité décrit les différents processus exécutés dans le système.

2.5. Diagramme de Cas d'Utilisation (Use Case Diagram) :

Le diagramme de cas d'utilisation permet de représenter les interactions entre les acteurs et le système. Il offre une vue globale des différentes fonctionnalités proposées par l'application E-Wallet du point de vue des utilisateurs, sans détailler les aspects techniques de l'implémentation.

Dans ce projet, deux acteurs principaux sont identifiés. L'utilisateur représente l'acteur principal qui interagit directement avec l'application afin d'effectuer différentes opérations financières. L'administrateur représente un acteur secondaire chargé de la gestion et de la supervision du système.

Les principaux cas d'utilisation associés à l'utilisateur sont les suivants :

- S'inscrire (Créer un compte) ;
- Se connecter (Authentification) ;
- Recharger le portefeuille ;
- Transférer de l'argent ;
- Consulter l'historique des transactions.

L'administrateur dispose également de plusieurs fonctionnalités de gestion, notamment :

- Ajouter un Merchant ;
- Ajouter un Bus ;
- Gérer les opérations en attente ;
- Consulter les transactions ;
- Consulter les utilisateurs.

Le diagramme de cas d'utilisation présenté ci-dessous illustre les interactions entre les différents acteurs et les principales fonctionnalités offertes par le système E-Wallet:

Ce diagramme montre que l'utilisateur peut accéder aux principales fonctionnalités de l'application après authentification. Chaque cas d'utilisation représente une opération essentielle assurant le fonctionnement global du portefeuille électronique.

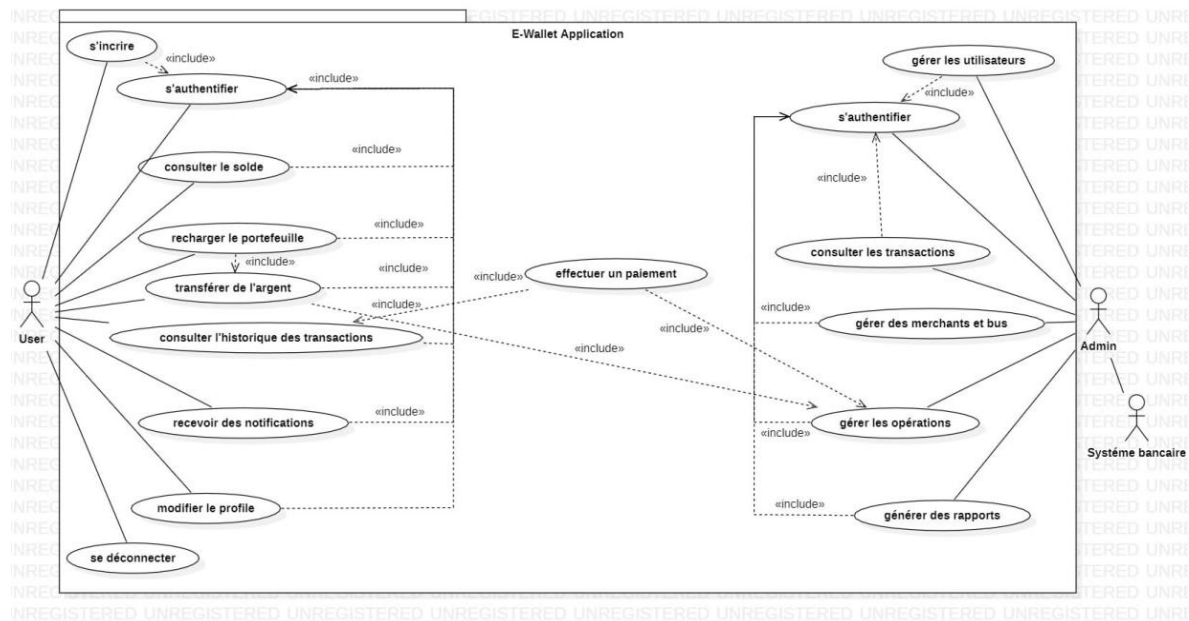


Figure 2. 2: Diagramme de cas d'utilisation

2.6. Diagrammes de Séquence :

Les diagrammes de séquence permettent de représenter l'enchaînement des interactions entre les différents éléments du système au cours du temps.

Dans ce projet, plusieurs scénarios sont modélisés. Le processus de connexion montre les échanges entre l'utilisateur et le système pour vérifier les informations d'authentification. Le processus de transfert d'argent illustre les étapes nécessaires pour effectuer une transaction entre deux utilisateurs. Le processus d'ajout de solde décrit comment le système met à jour le portefeuille après une opération de dépôt.

Ce diagramme de séquence décrit le processus de rechargement du portefeuille électronique. Il illustre les interactions entre l'utilisateur, l'application et le serveur afin de mettre à jour le solde du compte.

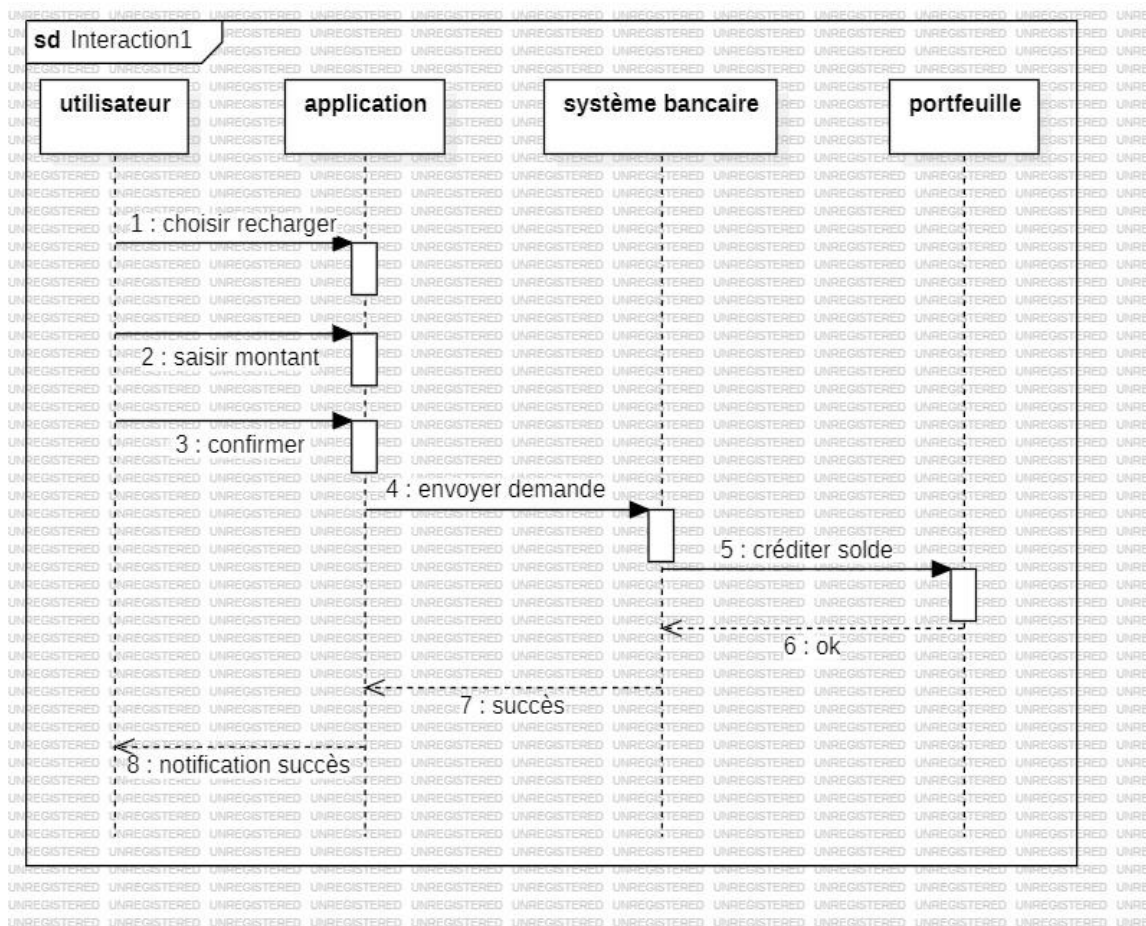


Figure 2. 3: Diagramme de séquence-Rechargement du portefeuille-

L'utilisateur choisit l'option « Recharger » dans l'application, puis saisit le montant souhaité et confirme l'opération. Ensuite, le système envoie la demande à la passerelle bancaire pour traitement. La banque valide l'opération avec succès, ce qui permet de créditer le solde du portefeuille. Enfin, une notification est envoyée à l'utilisateur pour l'informer que le rechargement a été effectué avec succès.

Après la validation du rechargement du portefeuille, le système permet à l'utilisateur d'effectuer d'autres opérations financières, notamment le transfert d'argent vers d'autres utilisateurs:

Le diagramme de séquence suivant présente le processus de transfert d'argent entre deux utilisateurs. Il met en évidence les étapes de vérification du solde, de validation de la transaction et de mise à jour des comptes concernés:

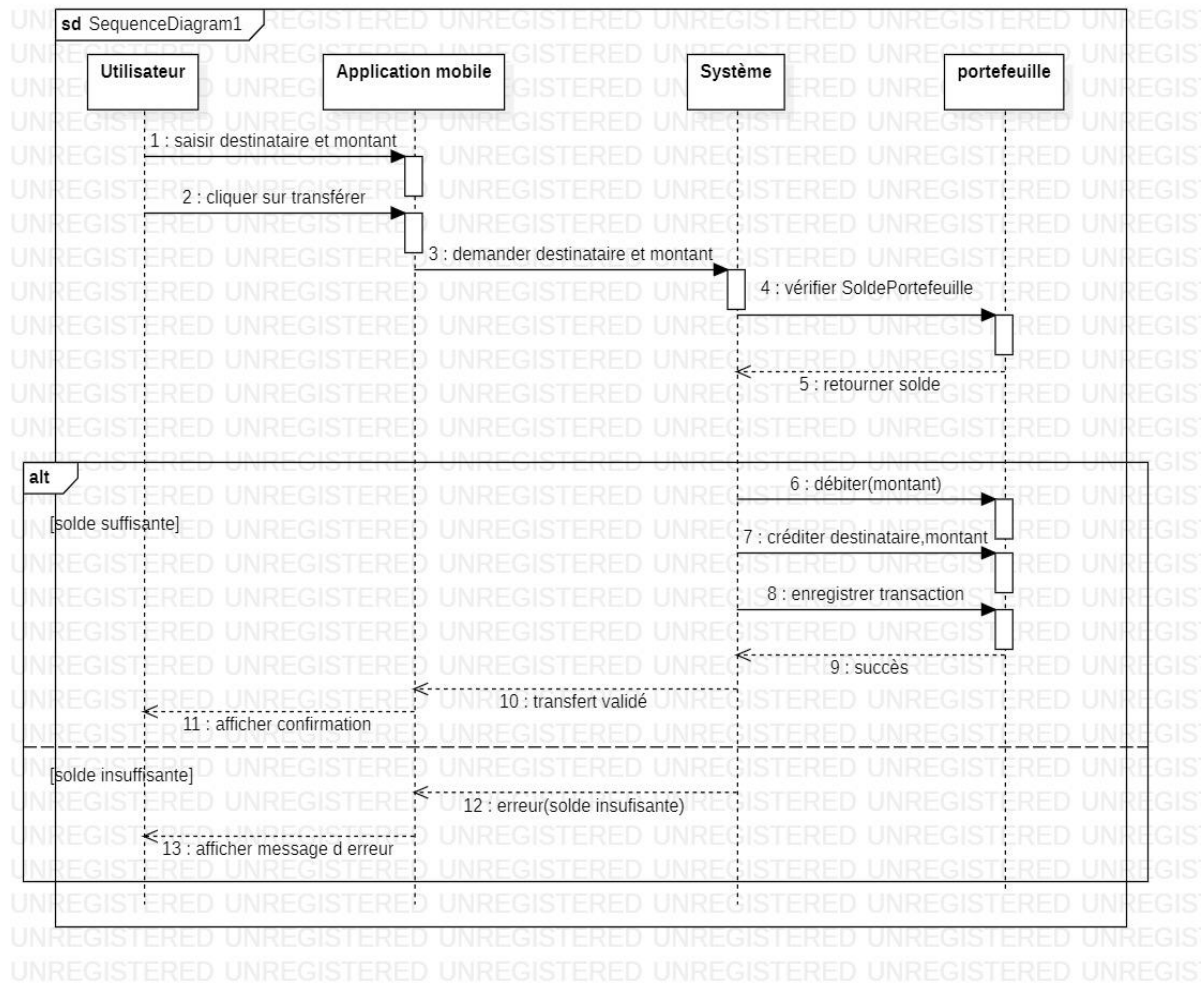


Figure 2. 4: Diagramme de séquence-Transfert d'argent-

Le processus commence par la saisie des informations du destinataire et du montant, suivie de l'envoi de la demande de transfert au système. Ce dernier vérifie le solde du portefeuille afin de s'assurer de la disponibilité des fonds.

Deux scénarios sont possibles :

- Si le solde est suffisant, le système débite le compte de l'expéditeur, crédite le compte du destinataire et enregistre la transaction dans la base de données, puis confirme la réussite de l'opération.
- Si le solde est insuffisant, le système refuse l'opération et affiche un message d'erreur à l'utilisateur.

Ce dernier diagramme de séquence décrit le processus de paiement d'un titre de transport (bus) via QR Code:

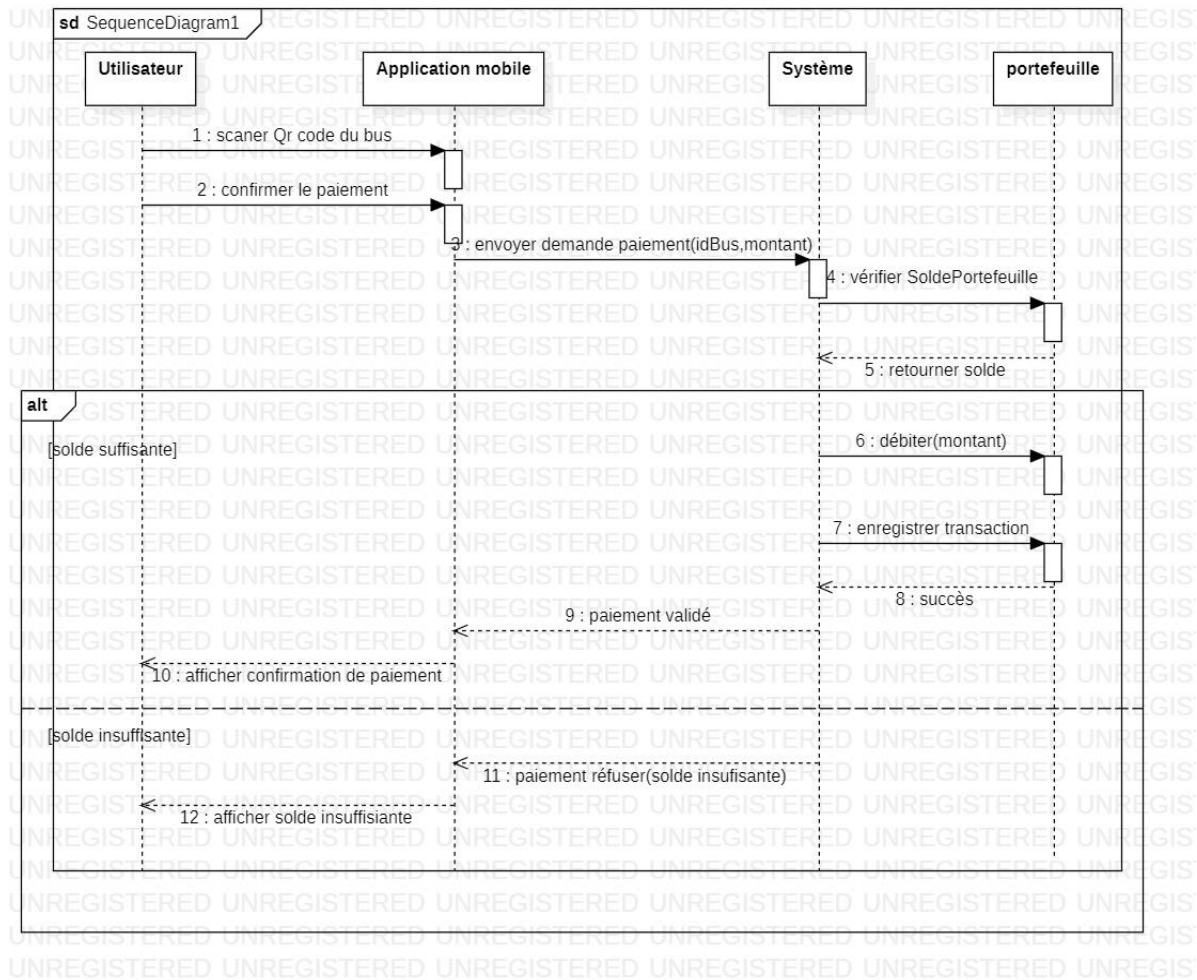


Figure 2. 5: Diagramme de séquence-Paiement-(Qr code bus)

L'utilisateur commence par scanner le QR Code affiché dans le bus, puis confirme le paiement via l'application mobile. La demande est ensuite envoyée au système E-Wallet afin de vérifier le solde du portefeuille.

Deux cas sont possibles :

- Si le solde est suffisant, le système débite le montant correspondant au trajet, enregistre la transaction de type "Paiement" et valide l'opération.
- Si le solde est insuffisant, le paiement est (refusé) et un message d'erreur est affiché à l'utilisateur.

Ces diagrammes facilitent la compréhension du comportement dynamique du système.

2.7. Diagrammes d'Activité :

Le diagramme d'activité permet de modéliser les flux de travail et les différentes étapes d'un processus.

Dans cette application, il est utilisé pour représenter le processus d'inscription de l'utilisateur ainsi que le déroulement d'une transaction. Il met en évidence les différentes actions, les décisions possibles et l'ordre d'exécution des opérations.

Ce type de diagramme aide à visualiser le fonctionnement global du système de manière simple et logique.

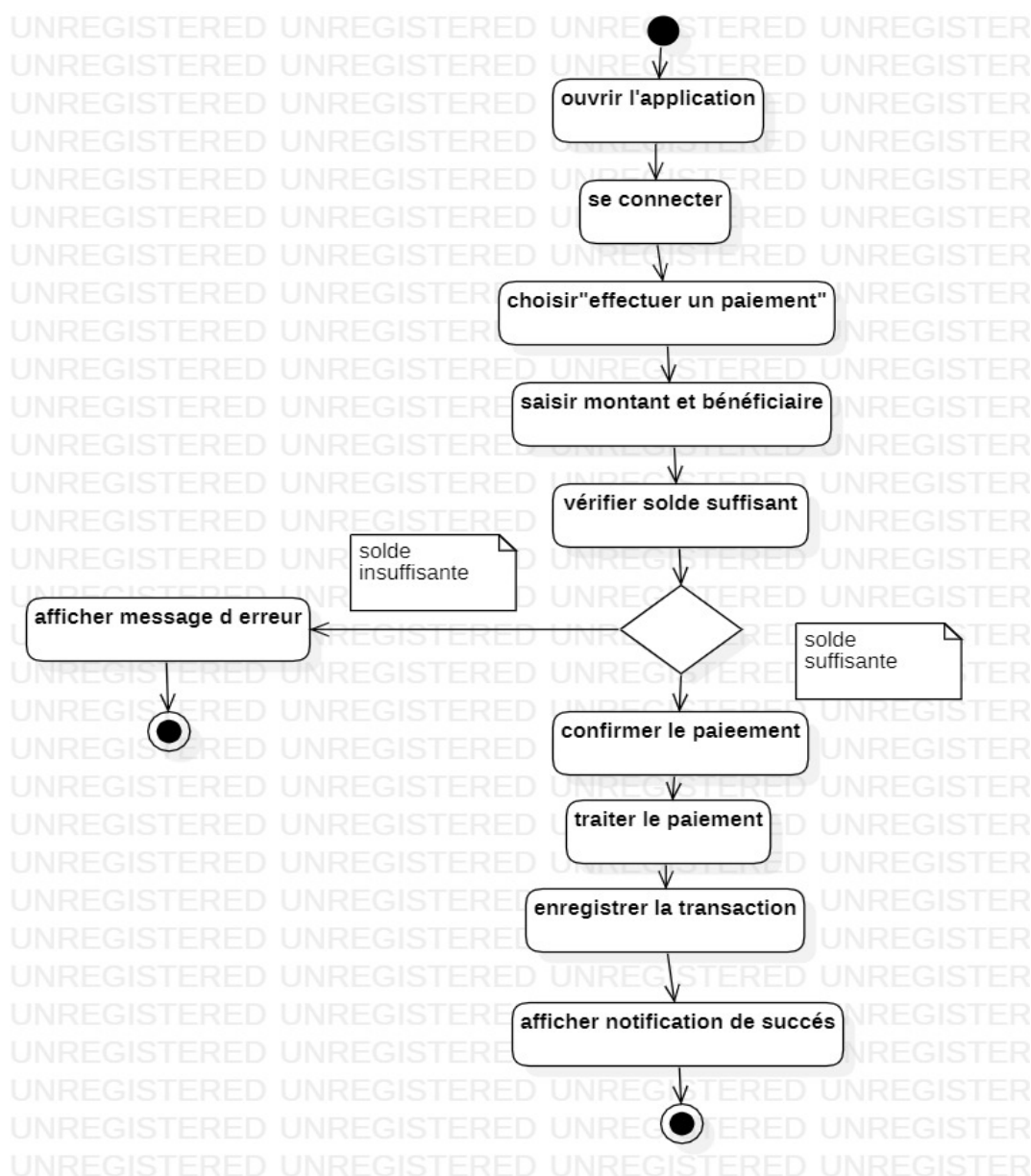


Figure 2. 6: Diagramme d'activité -Paiement-

2.8. Diagramme de Classes :

Le diagramme de classes représente la structure statique du système. Il décrit les différentes classes, leurs attributs, leurs méthodes ainsi que les relations entre elles.

Dans ce système, les classes principales incluent la classe Utilisateur, qui contient les informations liées au compte, la classe Wallet qui gère le solde, et la classe Transaction qui enregistre les opérations effectuées. Une classe Administrateur peut également être définie pour gérer certaines fonctions spécifiques.

Les relations entre ces classes sont généralement des associations. Par exemple, un utilisateur possède un portefeuille, et un portefeuille est associé à plusieurs transactions. Ce diagramme permet de structurer les données et de préparer la phase d'implémentation.

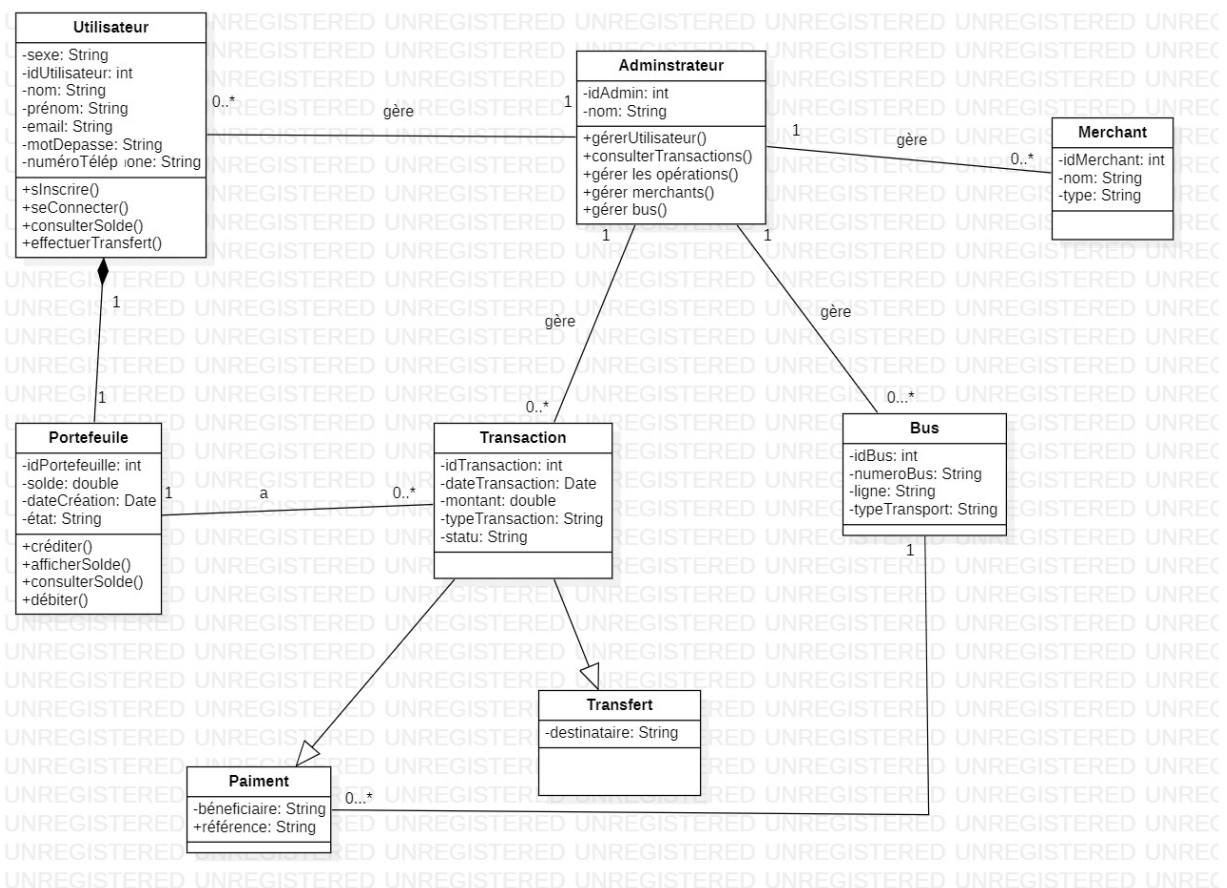


Figure 2. 7: Diagramme de classe

2.9. Conception de la Base de Données :

La conception de la base de données permet de définir la structure de stockage des informations du système.

Elle repose sur l'identification des entités principales telles que l'utilisateur, le portefeuille et les transactions. Chaque entité est représentée sous forme de table contenant des attributs spécifiques. Des relations sont établies entre ces tables à l'aide de clés primaires et étrangères afin d'assurer l'intégrité des données.

Cette étape est essentielle pour garantir une gestion efficace et cohérente des informations au sein du système.

2.10. Résumé du chapitre :

Dans ce chapitre, nous avons présenté la phase de conception du système E-Wallet proposé. Cette étape a permis de définir les besoins fonctionnels et non fonctionnels de l'application afin d'assurer une meilleure organisation des fonctionnalités et une conception cohérente du système.

Nous avons également étudié l'architecture générale de l'application ainsi que les principaux acteurs interagissant avec le système. Par la suite, plusieurs diagrammes UML ont été réalisés afin de représenter les différents aspects fonctionnels et structurels de l'application. Le diagramme de cas d'utilisation a permis d'identifier les interactions entre les utilisateurs et le système, tandis que les diagrammes de séquence et d'activité ont servi à illustrer le déroulement des différentes opérations. Enfin, le diagramme de classes a permis de représenter la structure générale des données et les relations entre les différentes classes du système.

Cette phase de modélisation constitue une étape essentielle avant l'implémentation, car elle permet de mieux comprendre le fonctionnement global de l'application et de préparer une base solide pour le développement présenté dans le chapitre suivant.

Chapitre 3 :

Implémentation et Présentation de l'Application

3.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons la phase d'implémentation de l'application mobile E-Wallet ainsi que les différentes technologies utilisées pour sa réalisation. Après avoir étudié et modélisé le système dans le chapitre précédent à l'aide des diagrammes UML, cette partie est consacrée à la mise en œuvre concrète de l'application.

L'objectif principal de cette étape est de développer une application mobile simple permettant aux utilisateurs d'effectuer des opérations financières de base telles que l'authentification, la consultation du solde, le rechargement du portefeuille électronique, le transfert d'argent ainsi que la consultation de l'historique des transactions.

Ce chapitre présente également l'environnement de développement et les outils utilisés durant la réalisation du projet, notamment Visual Studio Code, Flutter, le langage Dart ainsi que Firebase pour la gestion de la base de données et des services de l'application., ainsi que XML pour la conception des interfaces graphiques.

Enfin, nous présenterons les différentes interfaces de l'application afin d'illustrer le fonctionnement global du système et les principales fonctionnalités implémentées dans cette application mobile E-Wallet.

3.2. Environnement de Développement :

Dans le cadre de la réalisation de l'application mobile E-Wallet, plusieurs outils et technologies ont été utilisés afin d'assurer le développement, la conception et la gestion des différentes fonctionnalités du système. Ces outils permettent de faciliter le développement de l'application et d'améliorer son fonctionnement global.

3.2.1. Visual Studio Code : est l'environnement de développement utilisé pour la réalisation de l'application.



Figure 3. 1: Visual studio code

3.2.2. Flutter : est le Framework principal utilisé pour développer l'application, repose sur le langage Dart et offre une grande flexibilité dans la conception des interfaces graphiques.



Figure 3. 2: Flutter

3.2.3. Firebase: est la plateforme utilisée pour la gestion de la base de données et certains services de l'application, fournit une base de données en temps réel permettant de stocker et synchroniser les informations des utilisateurs et des transactions.



Figure 3. 3: Firebase

3.2.4. StarUML: est l'outil utilisé pour la conception et la modélisation du système à l'aide des diagrammes UML.



Figure 3. 4: StarUml

3.3. Architecture de l'Application :

L'application mobile E-Wallet repose sur une architecture simple composée de: l'interface utilisateur, la logique métier et la base de données.

L'interface utilisateur permet à l'utilisateur d'interagir avec l'application à travers les différentes interfaces développées avec Flutter. La logique métier assure le traitement des opérations telles que l'authentification, le transfert d'argent et la gestion du solde. Enfin, Firebase est utilisé comme base de données pour stocker les informations des utilisateurs et des transactions.

Cette architecture permet d'assurer une bonne organisation du système et facilite le développement de l'application.

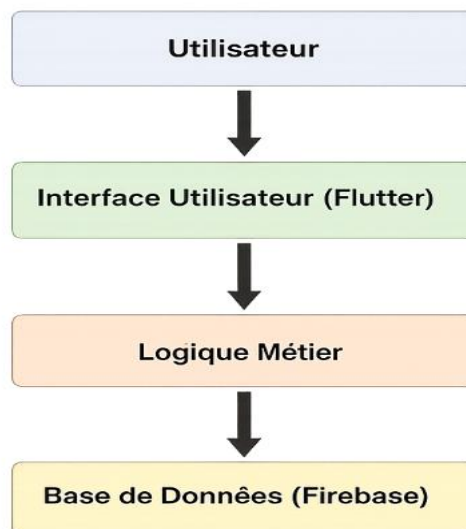


Figure 3. 5 : Architecture générale de l'application E-Wallet

3.4. Conception de la Base de Données :

La conception de la base de données constitue une étape importante dans le développement de l'application E-Wallet. Elle permet d'assurer le stockage et la gestion des informations nécessaires au fonctionnement du système.

Dans ce projet, Firebase est utilisé comme système de gestion de base de données. Cette solution permet de stocker les données des utilisateurs ainsi que les différentes transactions effectuées dans l'application.

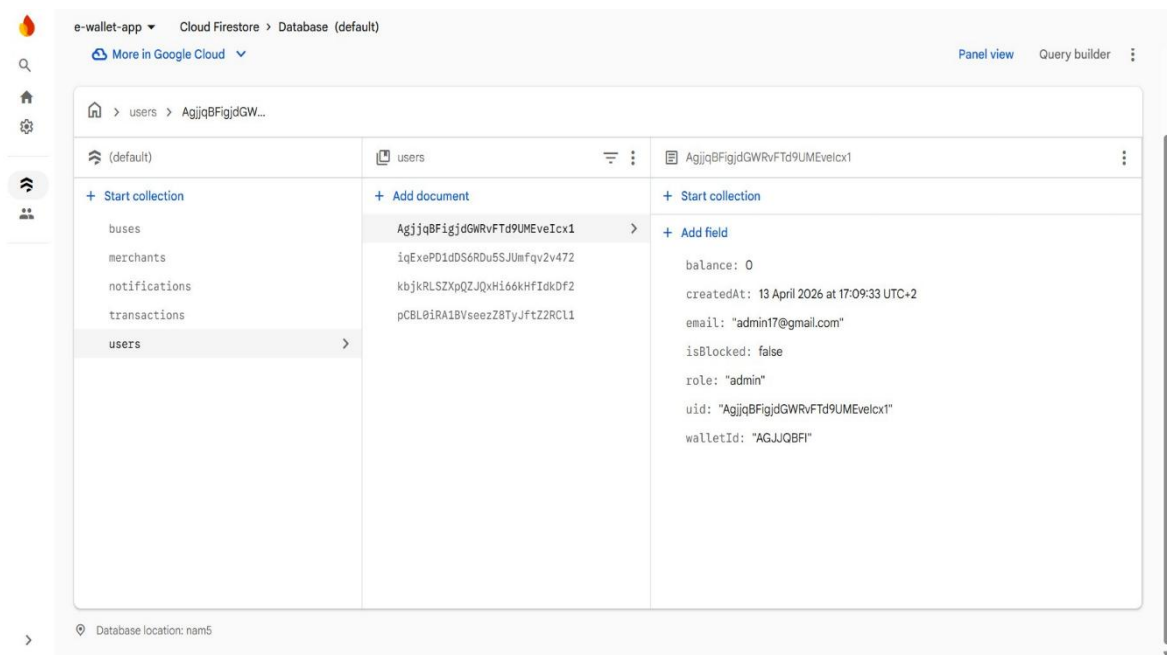


Figure 3. 6: Structure des données des utilisateurs dans Firebase

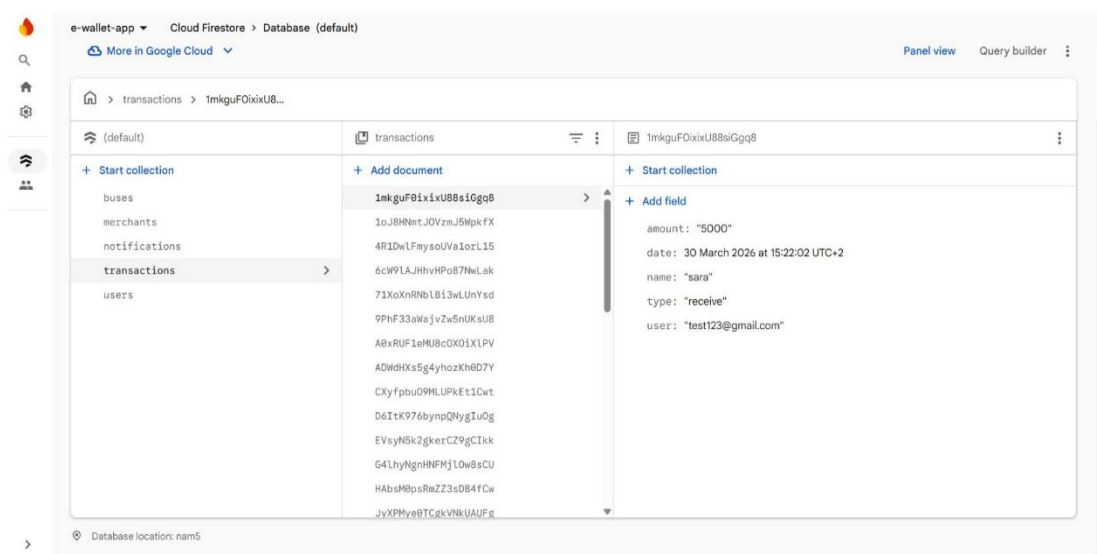


Figure 3. 7: Structure des données des transactions dans Firebase

3.4.1. Relations entre les données:

Chaque utilisateur peut effectuer plusieurs transactions. Les informations des transactions sont associées aux utilisateurs afin d'assurer le suivi et l'historique des opérations réalisées dans l'application.

Cette organisation permet d'assurer une gestion simple, cohérente et efficace des données au sein du système E-Wallet.

3.5. Implémentation des Fonctionnalités:

Cette section présente les principales fonctionnalités implémentées dans l'application, Chaque fonctionnalité correspond à une opération essentielle permettant à l'utilisateur d'interagir avec son portefeuille électronique de manière simple et sécurisée.

3.5.1. Authentification:

L'authentification permet à l'utilisateur d'accéder à son compte personnel en saisissant ses identifiants (email et mot de passe). Le système vérifie les informations fournies et autorise l'accès uniquement si les données sont correctes.

3.5.2. Inscription:

L'inscription permet à un nouvel utilisateur de créer un compte dans l'application. Il doit renseigner des informations de base telles que le nom, l'email et le mot de passe. Ces données sont ensuite enregistrées dans la base de données Firebase.

3.5.3. Rechargement du portefeuille:

Cette fonctionnalité permet à l'utilisateur d'ajouter un montant à son portefeuille électronique. Une fois l'opération validée, le solde est automatiquement mis à jour dans la base de données.

3.5.4. Transfert d'argent:

Le transfert d'argent permet à un utilisateur d'envoyer un montant vers un autre utilisateur de l'application. Le système vérifie d'abord le solde disponible avant d'effectuer l'opération, afin d'assurer la validité de la transaction.

3.5.5. Consultation du solde:

Cette fonctionnalité permet à l'utilisateur de consulter en temps réel le solde disponible dans son portefeuille électronique. Les données sont récupérées directement depuis Firebase.

3.5.6. Historique des transactions:

L'historique des transactions affiche l'ensemble des opérations effectuées par l'utilisateur (recharges, transferts, etc.). Cela permet d'assurer la traçabilité et le suivi des opérations financières.

3.6. Présentation des Interfaces Graphiques:

Cette section présente les différentes interfaces graphiques développées dans notre application. Ces interfaces permettent à l'utilisateur d'interagir facilement avec le système et d'accéder aux principales fonctionnalités de l'application.

L'application a été conçue avec Flutter, ce qui permet d'offrir une interface simple, moderne et intuitive.

3.6.1. Interface de connexion et d'inscription:

- Connexion ; Cette interface permet à l'utilisateur de s'authentifier en saisissant son email et son mot de passe. L'accès à l'application est autorisé uniquement si les informations sont correctes.
- D'inscription : Cette interface permet à un nouvel utilisateur de créer un compte en renseignant ses informations personnelles (nom, email, mot de passe).

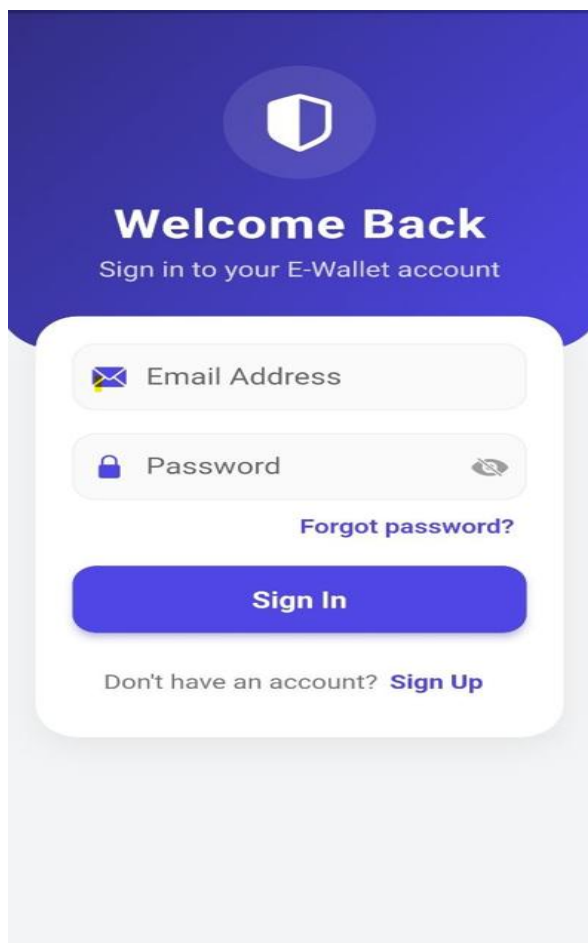


Figure 3. 8: Interface de connexion

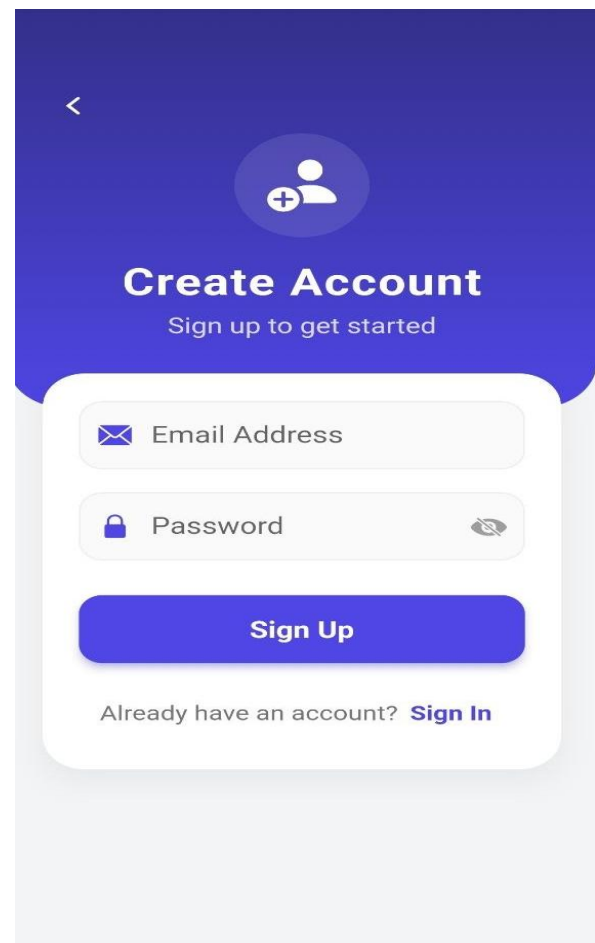


Figure 3. 9: Interface d'inscription

3.6.2. Interface d'accueil (Dashboard):

C'est l'interface principale de l'application. Elle affiche le solde du portefeuille ainsi que les différentes fonctionnalités disponibles (rechargement, transfert, historique..).

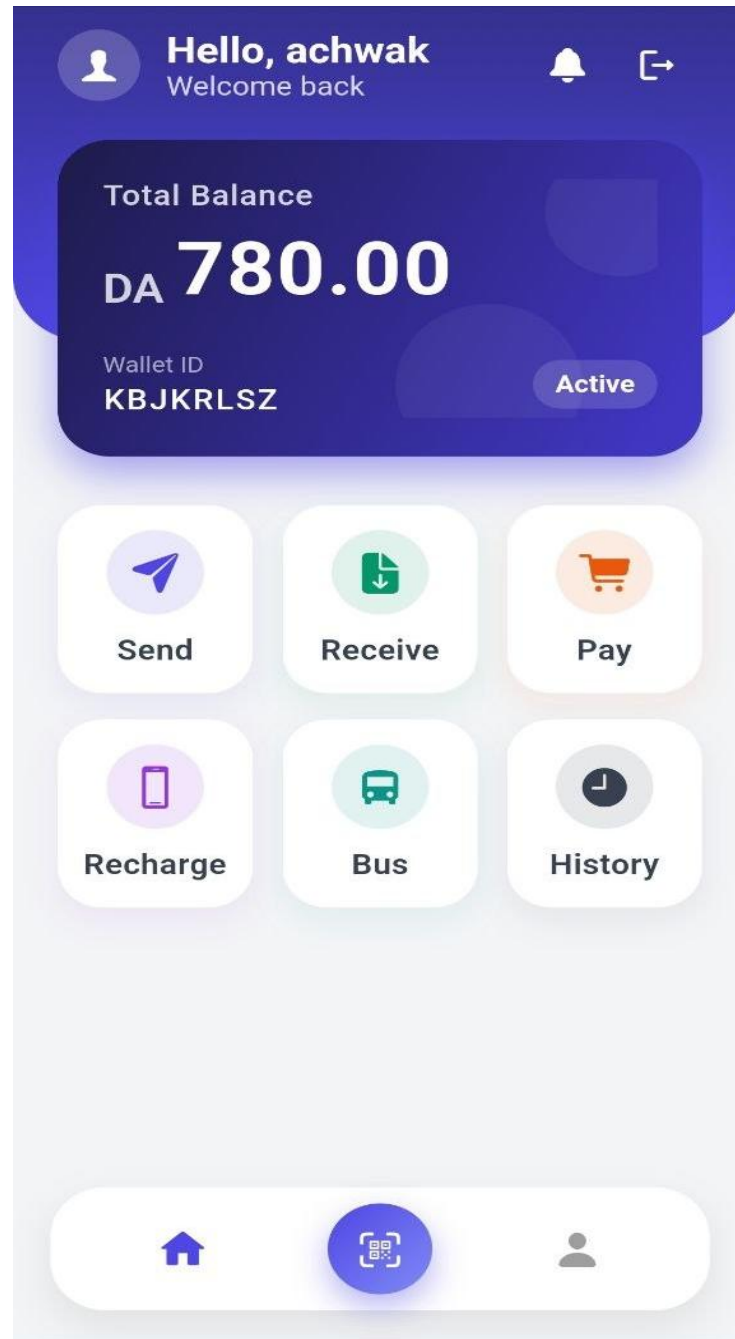


Figure 3. 10: Interface d'accueil

3.6.3. Interface d'administration:

Cette interface permet à l'administrateur de consulter et gérer les informations des utilisateurs enregistrés dans le système.

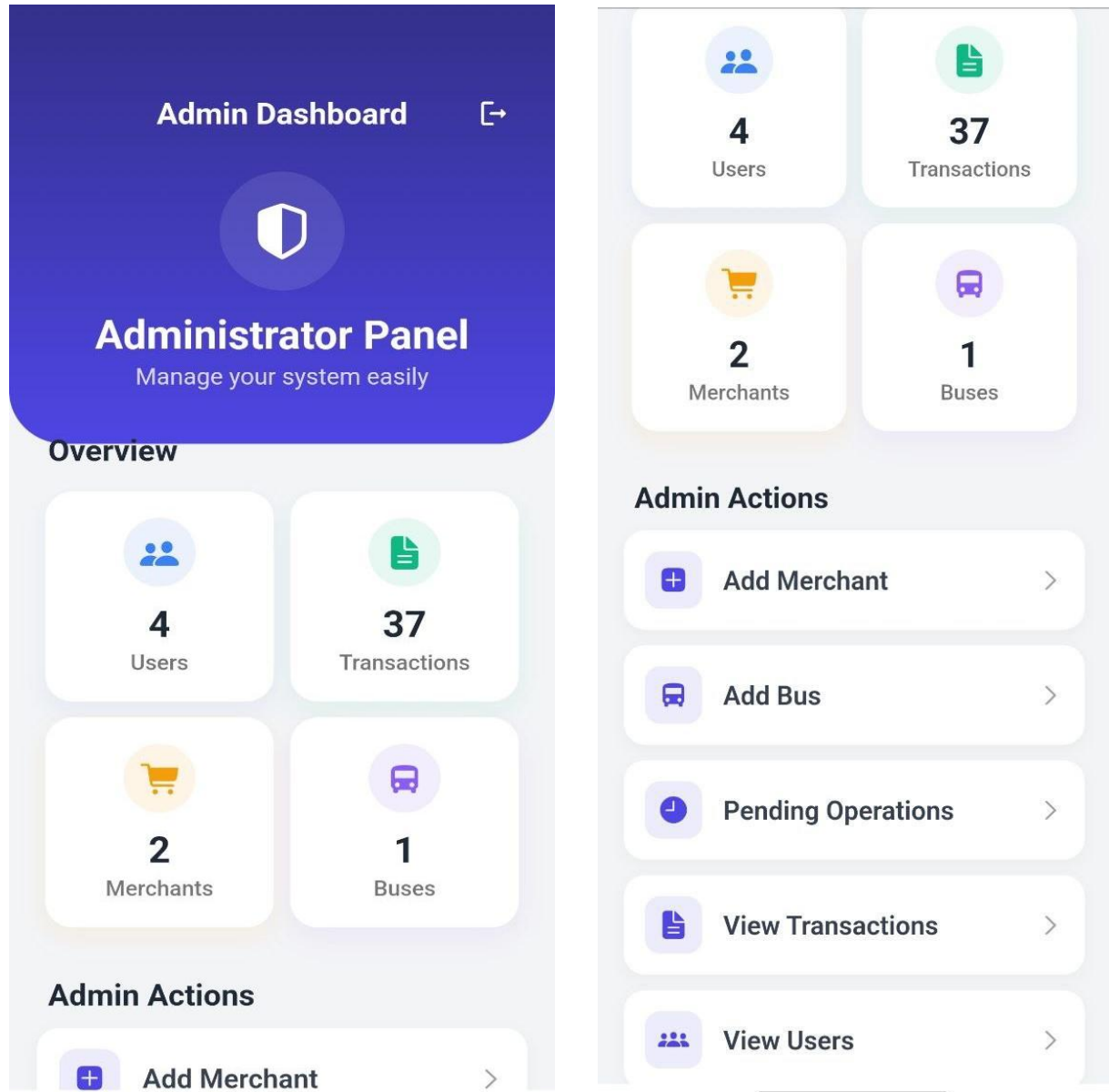


Figure 3. 11: Interface d'administration

3.6.4. Interface de transfert d'argent :

Cette interface permet d'envoyer de l'argent à un autre utilisateur en saisissant son identifiant et le montant à transférer.

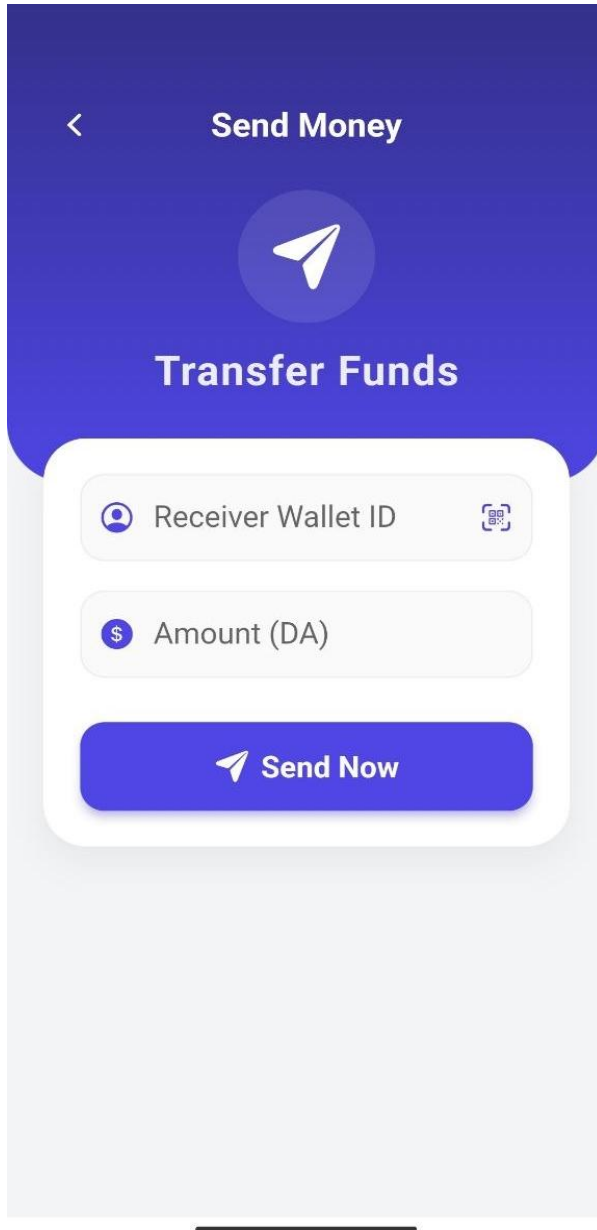


Figure 3. 12: Interface de transfert

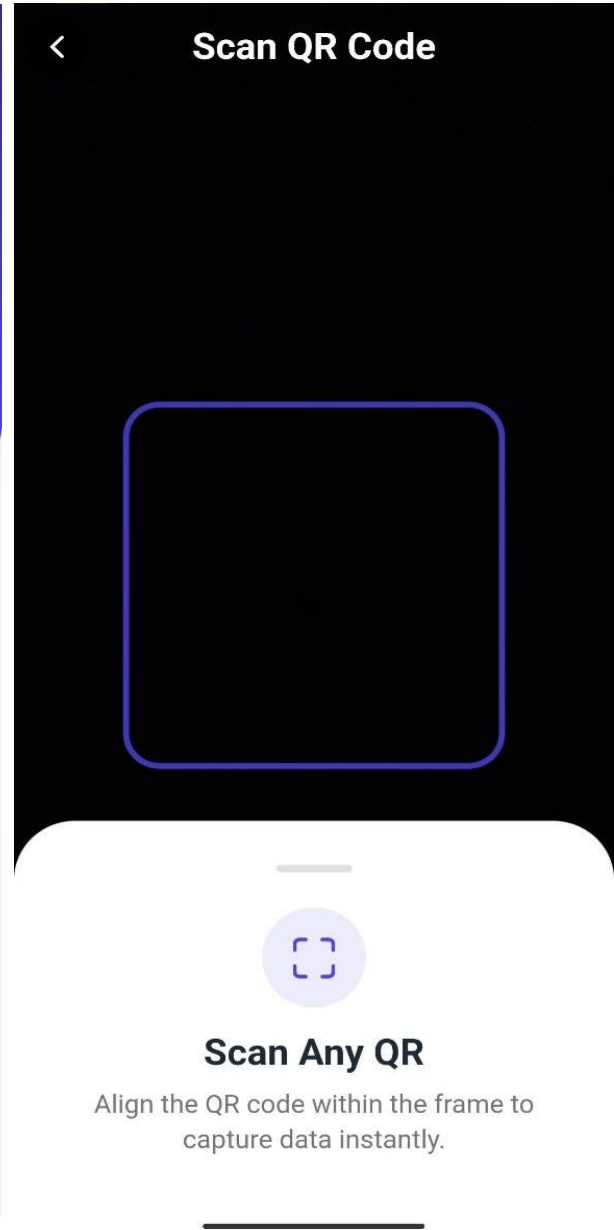


Figure 3. 13: Interface QR code

3.6.5. Interface de réception d'argent :

Cette interface permet à l'utilisateur de recevoir de l'argent à travers un QR Code ou un identifiant unique (ID). Le système génère automatiquement un QR Code associé au portefeuille électronique de l'utilisateur afin de faciliter les opérations de transfert. Les autres utilisateurs peuvent scanner ce code ou utiliser l'identifiant affiché pour envoyer de l'argent de manière rapide, simple et sécurisée. Cette fonctionnalité améliore la rapidité des transactions et réduit les erreurs liées à la saisie manuelle des informations.

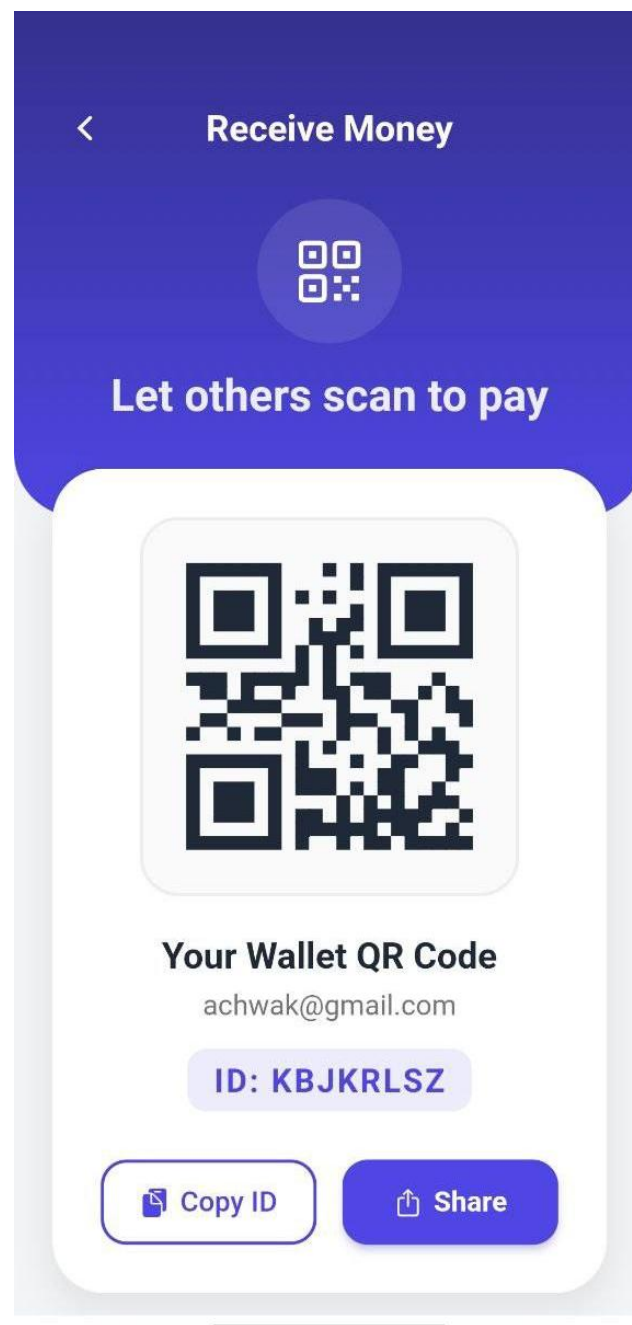
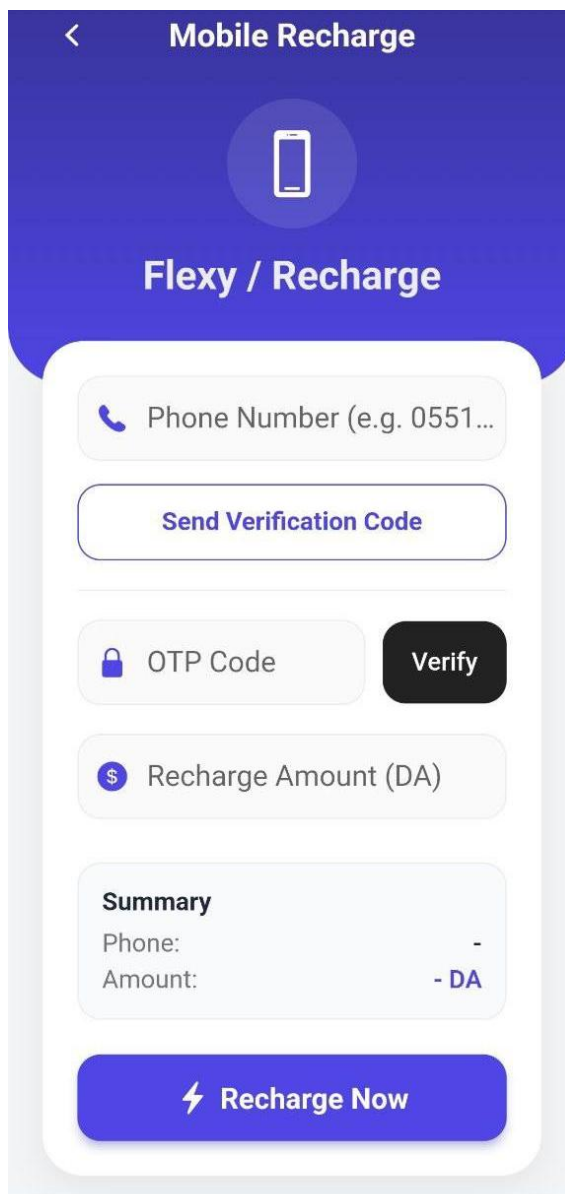


Figure 3. 14: Interface de réception d'argent via QR Code

3.6.6. Interface de recharge mobile:

Cette fonctionnalité permet à l'utilisateur d'effectuer une recharge mobile directement depuis l'application E-Wallet. L'utilisateur saisit d'abord le numéro de téléphone puis demande l'envoi d'un code de vérification (OTP). Après la saisie du code reçu, il peut confirmer l'opération et effectuer la recharge du montant souhaité. Une fois la transaction terminée, le système affiche un message de confirmation indiquant le succès de l'opération. Cette fonctionnalité renforce la sécurité grâce à la vérification OTP et facilite les services de recharge mobile de manière rapide et pratique.



The interface for mobile recharge is displayed on a mobile device screen. At the top, there is a blue header with a back arrow, the title "Mobile Recharge", and a mobile phone icon. Below the header, the text "Flexy / Recharge" is shown. The main form contains several input fields and buttons: a "Phone Number (e.g. 0551...)" field with a phone icon, a "Send Verification Code" button, an "OTP Code" field with a lock icon, a "Verify" button, a "Recharge Amount (DA)" field with a dollar sign icon, a "Summary" section showing "Phone: -" and "Amount: - DA", and a large blue "Recharge Now" button with a lightning bolt icon.

Figure 3. 15 : Interface de recharge mobile

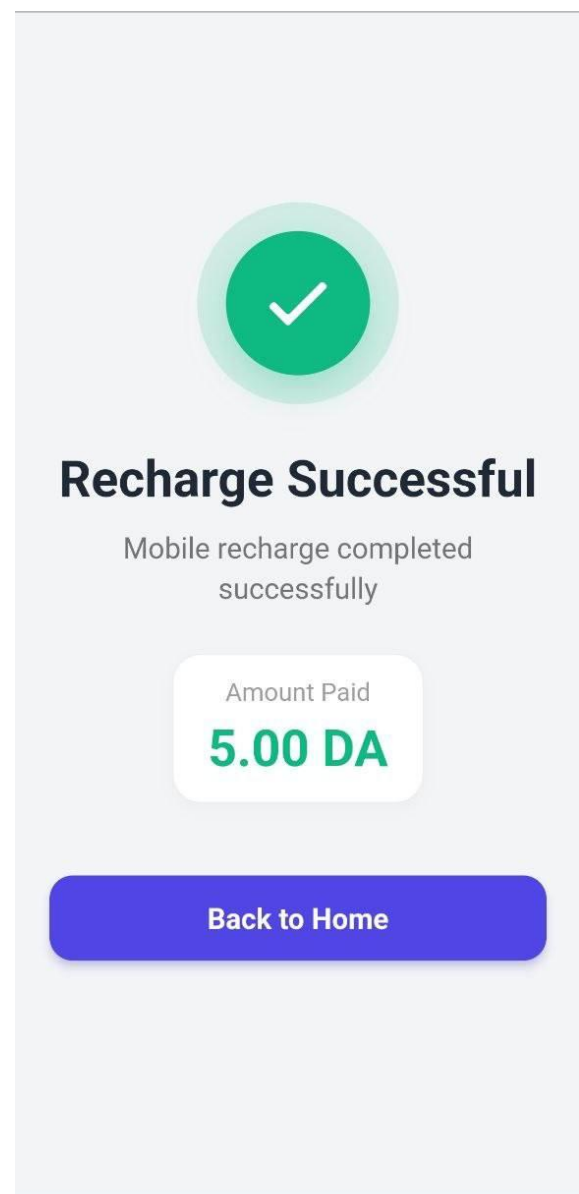


Figure 3. 16: Interface de confirmation succès de la recharge mobile

3.6.6. Interface de l'historique des transactions:

Cette interface affiche toutes les opérations effectuées par l'utilisateur (recharges, transferts, etc.), permettant ainsi de suivre l'historique des mouvements du compte.

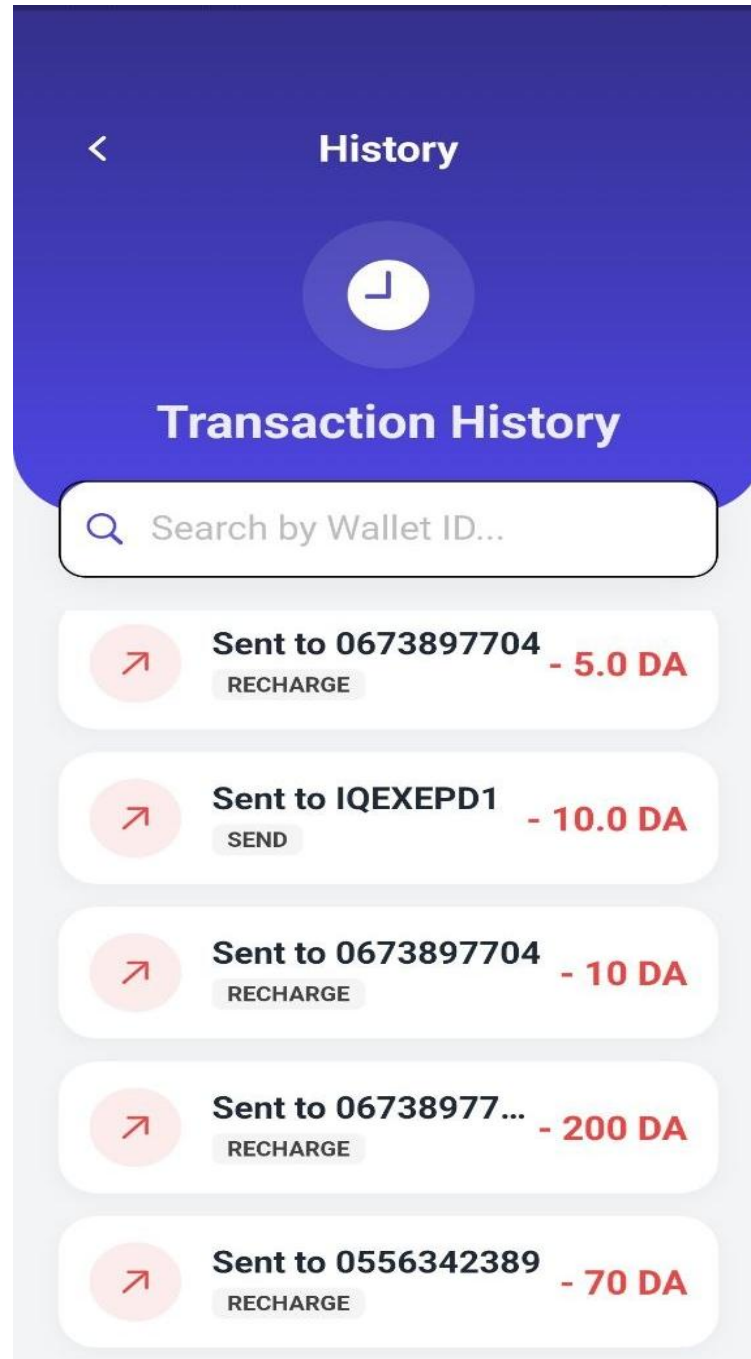


Figure 3. 17: Interface d'historique des transactions

3.7. Tests et Résultats:

Cette section présente les différents tests effectués sur l'application afin de vérifier son bon fonctionnement et de s'assurer que toutes les fonctionnalités implémentées répondent correctement aux besoins définis.

Les tests réalisés concernent principalement les fonctionnalités essentielles du système.

3.7.1. Test d'authentification:

Ce test permet de vérifier le bon fonctionnement du processus de connexion. L'utilisateur saisit ses informations (email et mot de passe) et le système vérifie leur validité.

Résultat : accès autorisé uniquement si les informations sont correctes.

3.7.2. Test d'inscription:

Ce test consiste à créer un nouveau compte utilisateur en saisissant les informations requises.

Résultat : le compte est créé avec succès et enregistré dans la base de données.

3.7.3. Test de rechargement du portefeuille:

Ce test permet de vérifier l'ajout d'un montant au portefeuille électronique.

Résultat : le solde est mis à jour correctement dans Firebase après validation de l'opération.

3.7.4. Test de transfert d'argent:

Ce test vérifie l'envoi d'argent entre deux utilisateurs.

Résultat : le montant est correctement débité du compte de l'expéditeur et crédité au compte du destinataire.

3.7.5. Test de l'historique des transactions:

Ce test permet de vérifier l'affichage des opérations effectuées par l'utilisateur.

Résultat : toutes les transactions sont affichées correctement avec leurs détails (type, montant, date).

Conclusion des tests:

Les résultats obtenus montrent que l'application E-Wallet fonctionne correctement pour les principales fonctionnalités implémentées. Les tests réalisés confirment la fiabilité du système ainsi que la bonne gestion des opérations financières.

3.8. Résumé du chapitre:

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'implémentation de l'application mobile E-Wallet ainsi que les différents outils et technologies utilisés pour son développement. L'environnement de travail basé sur Flutter, Visual Studio Code et Firebase a permis de réaliser une application simple, fonctionnelle et adaptée aux besoins définis dans la phase de conception.

Nous avons également décrit l'architecture générale du système, la structure de la base de données ainsi que les principales fonctionnalités implémentées, notamment l'authentification, le rechargement du portefeuille, le transfert d'argent et la consultation de l'historique des transactions.

Enfin, la présentation des interfaces graphiques a permis d'illustrer le fonctionnement global de l'application à travers les différents écrans développés. Les tests effectués ont confirmé le bon fonctionnement des fonctionnalités principales et la cohérence du système.

Ce chapitre clôt la partie réalisation du projet et prépare la transition vers la conclusion générale du mémoire.

Conclusion générale :

Au terme de ce travail, nous avons réalisé la conception et l'implémentation d'une application mobile E-Wallet permettant de simuler le fonctionnement d'un portefeuille électronique dans un environnement simplifié. Ce projet avait pour principal objectif de développer une application capable d'assurer plusieurs services financiers numériques de base, notamment l'authentification des utilisateurs, le rechargement du portefeuille, le transfert d'argent ainsi que la consultation de l'historique des transactions.

Dans un premier temps, une étude théorique a été menée afin de comprendre les concepts fondamentaux liés aux systèmes de paiement électronique et aux portefeuilles numériques. Cette étude a permis de présenter les principales architectures des systèmes E-Wallet, leurs fonctionnalités essentielles, les mécanismes de sécurité utilisés ainsi que les défis liés à leur adoption à travers le monde et en Algérie.

Ensuite, une phase de conception a été réalisée à l'aide du langage UML afin de modéliser les différents aspects fonctionnels et structurels du système. Les diagrammes élaborés ont permis de représenter les interactions entre les acteurs, les différentes opérations du système ainsi que l'organisation des données. Cette étape a constitué une base essentielle pour assurer une implémentation cohérente et structurée de l'application.

Enfin, la phase d'implémentation a permis de développer une application mobile fonctionnelle en utilisant Flutter pour le développement de l'interface utilisateur et Firebase pour la gestion des données et de l'authentification. Les différentes fonctionnalités prévues ont été mises en œuvre avec succès et les tests réalisés ont confirmé le bon fonctionnement global du système ainsi que la cohérence des opérations effectuées.

Malgré les résultats obtenus, ce projet reste une simulation académique présentant uniquement les fonctionnalités essentielles d'un portefeuille électronique. Plusieurs améliorations peuvent être envisagées dans le futur, telles que l'intégration de véritables systèmes bancaires, l'ajout de services de paiement avancés, l'utilisation de mécanismes de sécurité plus évolués ou encore le développement d'une version multiplateforme plus complète.

En conclusion, ce travail nous a permis d'approfondir nos connaissances dans les domaines du développement mobile, des bases de données, de la modélisation UML et du génie logiciel. Il nous a également offert une expérience pratique dans la conception et la réalisation d'une application mobile inspirée des systèmes modernes de paiement électronique.

Bibliographie

- [1] World Bank. (2021). *Global Findex Database 2021: Measuring Financial Inclusion and Digital Payments*. Washington, DC: World Bank. <https://www.worldbank.org>

- [2] Laudon, K. C., & Traver, C. G. (2021). *E-Commerce: Business, Technology, Society* (17th ed.). Pearson.

- [3] Bank of Algeria. (2022). *Digital Payment Systems and Financial Inclusion in Algeria*. Algiers: Bank of Algeria.

- [4] Turban, E., King, D., Lee, J., Liang, T. P., & Turban, D. (2015). *Electronic Commerce: A Managerial and Social Networks Perspective* (8th ed.). Springer.

- [5] Schueffel, P. (2016). Taming the Beast: A Scientific Definition of FinTech. *Journal of Innovation Management*, 4(4), 32–54.

- [6] Dahlberg, T., Guo, J., & Ondrus, J. (2015). A Critical Review of Mobile Payment Research. *Electronic Commerce Research and Applications*, 14(5), 265–284.

- [7] Chandra, S., Srivastava, S. C., & Theng, Y. L. (2010). Evaluating the Role of Trust in Consumer Adoption of Mobile Payment Systems. *Communications of the Association for Information Systems*, 27(1), 561–588.

- [8] Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.). McGraw-Hill.