



République Islamique de Mauritanie
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Institut Supérieur de Comptabilité et d'Administration des Entreprises
Faculté des Sciences et Techniques



MÉMOIRE DE STAGE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master professionnel en
Informatique appliquée à la Gestion.

Développement d'un système bancaire numérique interopérable

Réalisé par

Mohamed Abdel Wedoud Mohamed Beirouk

IE19283

Encadré par

Dr. Eng. Mohamedou Cheikh Tourad

Réalisé au sein de **Next Technology**

Next
T E C H N O L O G Y

Année Universitaire: 2022 – 2023

Dédicace

J'adresse ce travail avec une tendre pensée :

À mes chers parents Abdelwedoud et Zeinebou, véritables sources d'allégresse, de perspectives lumineuses et de vie qui pulse. Si je devais décrire cet attachement en un seul souffle, il me manquerait de multiples métaphores pour véhiculer tout l'amour, la gratitude et la reconnaissance qui vous sont dus. Votre soutien, dès les premiers pas, est une étoile qui jamais ne s'éteint. Face aux embûches, vous avez brandi l'étendard du courage pour façonner l'essence qui m'anime aujourd'hui.

À mes proches amis, collègues et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments heureux et tristes tout au long de ce parcours.

À tous les membres de ma famille et à mes amis.

À tous mes formateurs et toute l'équipe administrative de Next technologies pour l'aide qu'ils ont toujours portée aux stagiaires.

À toute personne qui de près ou de loin a participé à ma formation.

Remerciements

Je souhaite tout d'abord exprimer ma gratitude envers Allah pour nous avoir accordé la volonté, la patience et la santé nécessaires afin de mener à bien ce modeste travail.

Je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères à :

Dr. Emany Mohamed SIDI, coordinateur de MPIAG,

Dr. Eng. Mohamedou Cheikh Tourad, mon encadrant académique, pour sa disponibilité et ses conseils. Je vous suis infiniment reconnaissant pour le temps que vous m'avez consacré et l'intérêt que vous avez manifesté envers ce travail.

DG. Mohamed Hmeimed, le directeur de l'entreprise Next Technology, pour m'avoir offert cette opportunité exceptionnelle. Je vous suis profondément reconnaissant pour les ressources que vous avez mobilisées pour le bon déroulement de ce stage de 16 mois et la réalisation de ce travail.

Je souhaite également exprimer ma gratitude envers mes professeurs qui m'ont accompagné tout au long de ma formation de deux ans en Informatique de gestion. Leurs conseils précieux et leurs orientations ont été d'une importance capitale.

Ces acteurs ont contribué de manière significative à la réussite de ce travail et à mon parcours académique, et pour cela, je leur adresse mes remerciements les plus sincères.

الخلاصة

يلخص هذا التقرير فترة تدريب عملي الأخيرة للحصول على درجة الماجستير في علوم الكمبيوتر المطبقة على التسيير في المعهد العالي للمحاسبة وإدارة المؤسسات وجامعة نواكشوط العصرية. عملت على نظام مصرفي رقمي. هذا النظام المصرفي الرقمي عبارة عن محفظة إلكترونية متقدمة مع ميزات إدارة الأموال الشاملة، مما يوفر معاملات آمنة وتحويلات مالية وتتبع النفقات ومراقبة الرصيد في الوقت الفعلي. تضمن المشروع الاستفادة من أحدث التقنيات والتصميم الذي يركز على المستخدم لإنشاء حل مبتكر للإدارة المالية الفعالة.

Abstract

This report outlines my final internship for a master's degree in computer science applied on management at ISCAE and UNA.

I worked on a digital banking system called Digi Pay at Next Technology. Digi Pay is an advanced e-wallet with comprehensive money management features, providing secure transactions, fund transfers, expense tracking, and real-time balance monitoring. The project involved leveraging cutting-edge technology and user-centered design to create an innovative solution for efficient financial management.

Résumé

Ce document présente mon stage de fin d'études pour un master en informatique appliquée à la gestion à l'ISCAE et à l'UNA.

J'ai travaillé sur un système bancaire numérique appelé Digi Pay chez Next Technology. Digi Pay est un porte-monnaie électronique avancé avec des fonctionnalités complètes de gestion de l'argent, offrant des transactions sécurisées, des transferts de fonds, un suivi des dépenses et une surveillance du solde en temps réel. Le projet impliquait de tirer parti d'une technologie de pointe et d'une conception centrée sur l'utilisateur pour créer une solution innovante pour une gestion financière efficace.

Table des matières

Table des figures	9
Liste des sigles et acronymes.....	11
Introduction générale	12
Chapitre 1 : Structure d'accueil.....	13
1.1 Introduction :	13
1.2 Présentation de l'entreprise	13
1.3 Les activités et services de l'entreprise	13
1.4 Organigramme	14
Chapitre 2 : Contexte du stage et contribution	15
2.1 Introduction :	15
2.2 Contexte.....	15
2.3 Motivations.....	15
2.4 Problématiques	15
2.5 Contribution.....	16
2.6 Etude de l'existant	17
2.6.1 Introduction	17
2.6.2 Description de l'existant.....	17
2.6.3 Critique de l'existant	17
2.6.4 Solution proposé.....	18
2.7 Conclusion.....	19
Chapitre 3 : Environnement de travail	20
3.1 Infrastructure matérielle.	20
3.2 Système d'exploitation	20
3.3 Conception.....	20
3.3.1 Modélisation	20
3.3.2 Langage de modélisation.....	20
3.3.3 Logiciel de modélisation	20
3.3.4 Motif d'architecture (API Gateway Architecture)	21
3.4 Méthodologie de développement	23
3.4.1 Méthode Agile.....	23
3.4.2 Logiciel de gestion de projet	23

3.5 Développement	23
3.5.1 Backend.....	23
3.5.1.1 Framework de backend	24
3.5.1.2 Système de gestion de base de données	24
3.5.2 Front.....	24
3.5.3 Ide.....	24
3.5.4 Gestionnaire des versions.....	25
3.6 Déploiement.....	25
3.7 Rédaction.....	25
3.7.1 Rapport	25
3.7.2 Présentation	25
Chapitre 4 : Conception de l'application.....	26
4.1 Introduction	26
4.2 Rappel sur le besoin.....	26
4.3 Diagramme de cas d'utilisation	26
4.4 Diagramme de classe.....	30
Chapitre 5 : Les outils utilisés et technologies.....	32
5.1 Python.....	32
5.2 Django	32
5.3 Java.....	32
5.4 Spring Boot.....	32
5.5 FastApi	33
5.6 Dart.....	33
5.7 Flutter	33
5.8 Vs Code	33
5.9 Android Studio	33
5.10 IntelliJ IDEA.....	34
5.11 Figma.....	34
5.12 Postman	34
5.13 Draw IO	34
5.14 Win SCP.....	34
5.15 Google cloud VM.....	35
5.16 Git.....	35
5.17 Bitbucket	35
5.18 PostgreSQL	35
5.19 Javax.Crypto.....	35
Chapitre 6 : Réalisation de l'application.....	37
Conclusion générale.....	58
Références.....	59

Table des figures

Figure 1 organigramme	14
Figure 2 Gant diagram.....	16
Figure 3 images des qr code	18
Figure 4 workflow apiGateWay	22
Figure 5 workflow api gate way 2	22
Figure 6 diagramme de cas d'utilisation client 1	27
Figure 7 diagramme de cas d'utilisation client 2	27
Figure 8 diagramme de cas d'utilisation client 3	28
Figure 9 diagramme de cas d'utilisation commerçant 1	28
Figure 10 diagramme de cas d'utilisation commerçant 2	29
Figure 11 diagramme de cas d'utilisation commerçant 3	29
Figure 12 diagramme de cas d'utilisation administrateur	30
Figure 13 diagramme de classe digiPay	31
Figure 14 on boarding 1	37
Figure 15 on boarding 2	37
Figure 16 page choisir langue.....	38
Figure 17 page choisir le pays	38
Figure 18 page login page 1	39
Figure 19 page login page 2	39
Figure 20 inscription partie 1	40
Figure 21 inscription partie 2	40
Figure 22 inscription partie 3	41
Figure 23 inscription partie 4	41
Figure 24 inscription mauritanie partie 1	42
Figure 25 inscription mauritanie partie 2	42
Figure 26 inscription mauritanie partie 3	43
Figure 27 page home nouveau client	43
Figure 28 page home principale	44
Figure 29 menu des fonctionnalités	44
Figure 30 categories des factures	45
Figure 31 fournisseuses d'électricité.....	45
Figure 32 page paiement somelec partie 1	46
Figure 33 page paiement somelec partie 2	46
Figure 34 page paiement somelec partie 3	47
Figure 35 page paiement somelec partie 4	47
Figure 36 page paiement 1	48
Figure 37 page paiement 2	48
Figure 38 page paiement 3	49
Figure 39 page paiement 4	49
Figure 40 page paiement 5	50
Figure 41 page paiement 6	50
Figure 42 page paiement 7	51
Figure 43 page paiement 8	51
Figure 44 page recharge téléphoniques 1	52
Figure 45 page recharge téléphoniques 2	52

Figure 46 page recharge téléphoniques 3	53
Figure 47 page recharge téléphoniques 4	53
Figure 48 page recharge téléphoniques 5	54
Figure 49 page recharge téléphoniques 6	54
Figure 50 page recharge et retrait	55
Figure 51 transfert 1	55
Figure 52 transfert 2	56
Figure 53 transfert 3	56
Figure 54 transfert 4	57
Figure 55 transfert 5	57

Liste des sigles et acronymes

DRF	Django Rest Framework
Wallet	Application bancaire numérique
FinTech	Finance technologies
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
UML	Unified Modeling Language

Introduction générale

Au cours de mon stage de 16 mois au sein de Next Technology, une entreprise spécialisée en FIN TECH, j'ai eu l'opportunité de développer plusieurs services web et mobile et aussi de contribuer de manière significative au développement d'un projet majeur, Digipay. Cette plateforme révolutionnaire marque une avancée sans précédent dans le domaine des systèmes bancaires numériques en Mauritanie, étant la première du genre à être entièrement conçue et développée par des talents mauritaniens, pour les Mauritaniens.

Pendant mon parcours au sein de Next Technology, j'ai occupé un rôle central dans le développement de l'application mobile et web pour BCI Bank, ainsi que dans la coordination technique lors de la création de leur système bancaire numérique, BCI Pay. J'ai eu la responsabilité de concevoir et développer à la fois les aspects frontend et backend de l'application, assurant ainsi une expérience utilisateur fluide et performante. En parallèle, j'ai travaillé en étroite collaboration avec les équipes techniques de BCI Bank pour garantir une mise en œuvre sans faille du système.

De plus, j'ai réalisé un exploit majeur en concevant et en mettant en place un web service interopérable entre les différents wallets électroniques en Mauritanie, non seulement pour BCI Bank mais aussi BimBank. Cette service web a permis aux wallets de différentes banques, y compris BCI Bank, Chinguitty Bank et BimBank, d'effectuer des transactions interopérables entre eux ainsi qu'avec d'autres wallets nationaux. Cette avancée a significativement renforcé l'efficacité et la fluidité des échanges financiers pour l'ensemble des citoyens mauritaniens.

Dans ce contexte, l'interopérabilité entre les différents portefeuilles électroniques des banques a été une fonctionnalité cruciale de Digipay. En effet, la capacité de Digipay à interagir harmonieusement avec les wallets des différentes institutions, dont Chinguitty Bank et BimBank, a renforcé sa position en tant qu'élément unificateur au sein du paysage financier mauritanien.

En tant que développeur full-stack et devops au sein de Next Technology, j'ai apporté une contribution significative à l'intégration réussie de Digipay, en mettant en avant l'interconnectivité des services financiers et en créant un écosystème financier plus accessible et efficace pour l'ensemble de la population mauritanienne.

Au fil de mon stage, j'ai exercé en tant que développeur full-stack et devops, tout en assurant une coordination technique étroite avec les clients. Le fruit de ces efforts a été intégré avec succès au sein de plusieurs institutions financières majeures.

Dans les sections à venir de ce rapport, je détaillerai en profondeur les éléments techniques, conceptuels et opérationnels qui ont contribué à la conception, au développement et au déploiement réussi de Digipay. L'objectif est de fournir une vue d'ensemble complète de l'impact de cette réalisation sur le secteur des services financiers en Mauritanie, ainsi que sur les différentes dimensions de mon rôle et de mes contributions au sein de ce projet innovant.

Chapitre 1 : Structure d'accueil

1.1 Introduction :

Dans ce chapitre consacré à la structure d'accueil, nous allons examiner en profondeur l'entreprise Next Technology, qui a servi de cadre à notre stage. Nous allons présenter en détail les informations clés concernant l'entreprise, notamment son domaine d'activité, ses missions et ses objectifs. De plus, nous allons mettre en lumière les projets qui ont été menés à bien par Next Technology, illustrant ainsi son expertise et sa réussite dans le domaine. Par la suite, nous allons analyser de manière approfondie le déroulement de notre stage au sein de cette entreprise. Nous allons décrire en détail les différentes étapes que nous avons franchies, les tâches qui nous ont été confiées ainsi que les responsabilités que nous avons assumées.

1.2 Présentation de l'entreprise

NEXT Technologie est une société IT spécialisée dans les fintechs et la cybersécurité dont le but premier est d'accompagner la transformation digitale. De la Mauritanie, elle propose d'autres services, comme Développez des applications de haute qualité en utilisant les dernières technologies disponibles. Elle est particulièrement impliquée dans la réalisation de projets de digitalisation des processus Développement de systèmes administratifs et innovants de paiement électronique.

1.3 Les activités et services de l'entreprise

NEXT Technologie fournissent à ses clients des solutions logicielles de haute qualité pour répondre à leurs besoins. Leurs produits sont conçus avec une vision d'utilisation future et en tenant compte des tendances stratégiques du secteur financier. Leur objectif est de participer au positionnement de l'Afrique comme un acteur clé du futur de la technique financière. Depuis sa création sur le marché mauritanien, Next technologie a réalisé plusieurs projets pour de grands comptes en Mauritanie grâce à une large gamme de services.

1. DIGIPay : Système wallet fait en Mauritanie Elle comprend toutes les fonctions permettant de stocker, de dépenser et de transférer de l'argent.
2. Next-Connect : Actuellement déployé au niveau du Gimtel sous le nom GimtelConnect, NexConnect vise à simplifier les processus de paiement entre les banques et les facturiers. Grâce à ce produit, nous facilitons les échanges financiers et rendons les transactions plus fluides pour tous les acteurs du secteur.
3. Sedad Bank : Sedad Bank est la première application Wallet développée en Mauritanie et lancée par une banque mauritanienne. Conçue pour la Banque Mauritanienne de l'Investissement, cette application intègre toutes les fonctionnalités nécessaires pour stocker, dépenser et transférer de l'argent de manière sécurisée et pratique.
4. Bim Bank : Bim Bank est une application Wallet développée en Mauritanie par une banque mauritanienne, offrant une plateforme complète pour gérer les opérations financières en toute sécurité et de manière pratique. Grâce à cette solution novatrice, Bim Bank facilite la transformation numérique du secteur bancaire mauritanien en offrant une expérience bancaire moderne et personnalisée à ses clients.
5. FastPay : Une plateforme qui intègre des solutions de paiement marchand avec des systèmes innovants pour

le e-commerce.

6. DVS31 : Des solutions de gestion de trésorerie pour les entreprises qui sont pratiquement conçues pour le marché africain.

7. Flow - Plateforme d'intégration de solutions de paiement pour les commerçants : Flow offre aux commerçants un système innovant pour le e-commerce, facilitant les transactions en ligne et fournissant des solutions de paiement adaptées à leurs besoins.

1.4 Organigramme

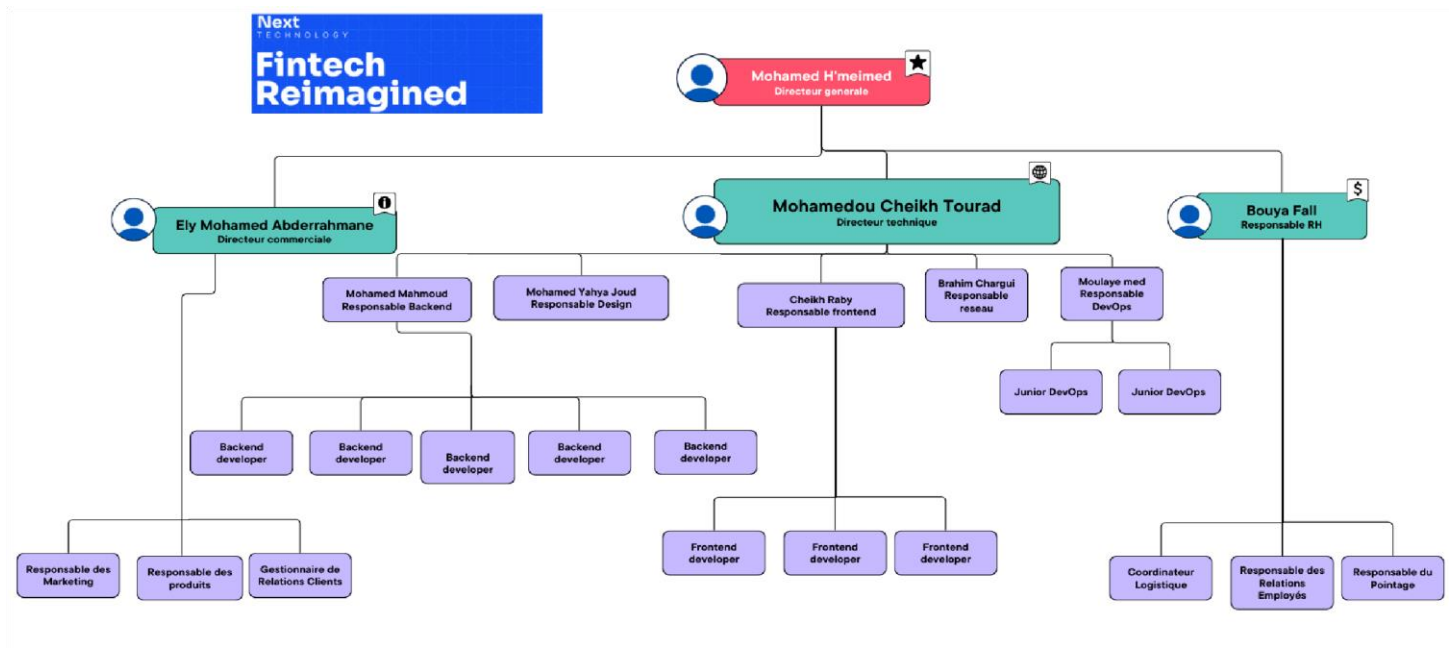


Figure 1 organigramme

Chapitre 2 : Contexte du stage et contribution

2.1 Introduction :

À l'ère de l'innovation technologique, les systèmes bancaires numériques ont émergé comme une révolution majeure dans la manière dont les transactions financières sont gérées et effectuées. Dans ce contexte, le présent rapport explore en détail le projet de développement du système bancaire numérique pionnier en Mauritanie, nommé "DigiPay." Pendant une période de 16 mois, au sein de Next Technology, une entreprise de premier plan spécialisée en FIN TECH, j'ai eu l'occasion de contribuer activement au façonnement et à la réalisation de ce système novateur. Ce projet ambitieux répond à un ensemble de besoins cruciaux dans le domaine bancaire numérique, en introduisant une plateforme complète et polyvalente qui transcende les méthodes traditionnelles de gestion financière.

2.2 Contexte

Dans le paysage bancaire mauritanien, les services financiers ont évolué de manière significative avec l'introduction de DigiPay. En effet, DigiPay revendique fièrement le titre de premier portefeuille numérique (wallet) du pays. Ce système avant-gardiste a réussi à combler des lacunes importantes qui existaient dans la gestion traditionnelle des transactions financières. Avant l'avènement de DigiPay, les transferts d'argent étaient en grande partie un processus classique, exigeant du temps et des efforts considérables. Aujourd'hui, grâce à DigiPay, ces transactions sont facilitées et accélérées par les technologies téléphoniques et Internet, prenant désormais seulement 10 secondes. Les avantages de cette transformation sont nombreux, et ce rapport abordera les implications profondes de ces avancées dans le secteur financier mauritanien.

2.3 Motivations

Le développement de DigiPay découle de diverses motivations clés. En introduisant plus de 100 fonctionnalités essentielles, DigiPay offre aux utilisateurs une expérience bancaire complète et rationalisée, transcendant ainsi les limites des méthodes traditionnelles. Avant l'arrivée de DigiPay, la lenteur et la complexité des transactions financières constituaient un frein majeur pour les échanges économiques fluides. L'accessibilité limitée aux services bancaires et les contraintes de temps étaient autant de défis auxquels les Mauritaniens étaient confrontés. Ce rapport explorera en détail comment DigiPay a surmonté ces obstacles, en mettant en lumière la manière dont il a élevé le secteur bancaire local vers de nouveaux sommets d'efficacité et de praticité.

2.4 Problématiques

Le passage à une solution bancaire numérique n'est pas exempt de défis. Sans un système comme DigiPay, la Mauritanie aurait continué à faire face à plusieurs problématiques majeures, dont certaines incluent :

- Retards et complexités dans les transferts d'argent, affectant les échanges économiques et les paiements rapides.

- Accès limité aux services bancaires pour les populations éloignées des centres urbains.
- Manque de traçabilité et de suivi dans les transactions financières, engendrant des pertes potentielles.
- Complexités administratives dans les paiements de factures et de taxes, entraînant des retards et des erreurs.

2.5 Contribution

L'objectif majeur de mon implication était de répondre de manière novatrice aux exigences grandissantes du secteur financier en matière de solutions bancaires numériques. Mon rôle s'est centré sur ma contribution substantielle au développement et à la mise en œuvre de Digipay, une initiative révolutionnaire dans le domaine des systèmes bancaires numériques.

En tant que stagiaire au sein de Next Technology, j'ai eu le privilège de collaborer étroitement avec une équipe multidisciplinaire, contribuant ainsi à la conception et à la réalisation de Digipay. Une partie essentielle de ma mission a été la mise en place de services web pour assurer l'interopérabilité entre notre wallet, utilisé par sept banques, et d'autres wallets en Mauritanie. Cette interopérabilité a impliqué une coopération étroite avec des acteurs clés tels que Gimtel et S2M, ainsi qu'avec BIM Bank. J'ai œuvré à réinventer les fonctionnalités de base telles que les transactions d'envoi, de réception, les paiements aux commerçants, le cash-in et le cash-out, afin de les adapter aux transactions interopérables à l'échelle nationale. J'ai également intégré des mécanismes de cryptage symétrique et asymétrique pour renforcer la sécurité des transactions.

Mon rôle a également englobé une coordination technique rapprochée avec Gimtel, S2M et Chinguitty Bank, ainsi que le déploiement réussi de plusieurs services web. J'ai contribué à l'implémentation des fonctionnalités du core banking au sein de Digipay, tout en optimisant certains aspects, notamment dans les paiements de masse. En qualité de responsable des interfaces de programmation (API) d'intégration de Digipay avec des applications tierces, j'ai œuvré à garantir une parfaite harmonie et une interaction fluide entre différents systèmes.

En somme, ma contribution a eu un impact significatif sur l'essor des solutions de services financiers numériques chez Next Technology. Mon engagement dans le développement de Digipay a permis de renforcer davantage l'expertise de l'entreprise dans la création de systèmes bancaires numériques innovants. Mon rôle dans l'établissement de l'interopérabilité entre les wallets et l'optimisation de fonctionnalités clés a contribué à façonner un environnement bancaire numérique plus sûr, fluide et connecté, répondant aux besoins en constante évolution des clients et contribuant ainsi à l'évolution du paysage financier en Mauritanie.

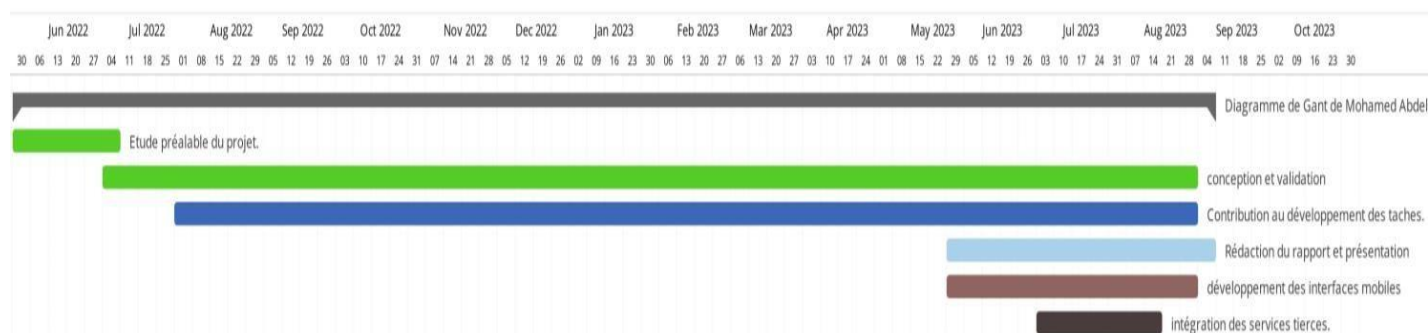


Figure 2 Gant diagram

2.6 Etude de l'existant

2.6.1 Introduction

Le paysage financier mauritanien a été profondément influencé par l'émergence de solutions novatrices visant à simplifier et à améliorer la gestion financière au quotidien. Parmi ces solutions, Digipay se distingue en tant que premier système bancaire numérique développé localement en Mauritanie. Cette plateforme polyvalente offre une gamme exhaustive de fonctionnalités visant à faciliter les opérations financières, du suivi en temps réel des transactions à la gestion des comptes bancaires, en passant par les paiements chez les commerçants et les règlements des taxes étatiques.

2.6.2 Description de l'existant

Aujourd'hui, la Mauritanie connaît une évolution significative dans son paysage financier avec l'émergence de plusieurs systèmes bancaires numériques. Parmi ces systèmes, on retrouve des noms bien connus tels que Bankily, Masravi, Click Amanty, et Sedad BimBank. Cette révolution dans les services financiers numériques a pris un tournant marquant au cours des trois dernières années, témoignant de la transition rapide vers des solutions bancaires modernes et accessibles pour les Mauritaniens. Ces plateformes offrent une gamme diversifiée de services, allant de la gestion de compte en temps réel aux paiements chez les commerçants, en passant par la possibilité de régler les taxes étatiques en quelques clics. Cette diversité de choix témoigne de l'engagement du pays envers la modernisation du secteur bancaire et de sa volonté de rendre les services financiers plus accessibles que jamais.

2.6.3 Critique de l'existant

Les autres systèmes présents sur le marché présentent des défis significatifs en termes d'interface utilisateur et de gamme de fonctionnalités. Plusieurs de ces systèmes ont été développés à l'étranger, ce qui peut entraîner des problèmes de communication et de maintenance. Les différences de fuseaux horaires rendent difficile la résolution rapide des problèmes et le support technique pour les utilisateurs locaux. De plus, la plupart de ces systèmes manquent d'interopérabilité, ce qui signifie qu'ils ne peuvent pas facilement communiquer avec les wallets d'autres banques ou institutions financières. Cela oblige les utilisateurs à jongler entre plusieurs applications pour effectuer des opérations financières, ce qui peut être frustrant et peu pratique.

En ce qui concerne les fonctionnalités, de nombreux systèmes sur le marché offrent une gamme limitée de services. Par exemple, ils peuvent permettre des paiements de base, mais manquent d'options avancées telles que l'exportation des transactions en format PDF à long terme. De plus, l'intégration avec les API de core banking est souvent limitée, ce qui restreint la possibilité de gérer de manière complète les comptes bancaires depuis la wallet. Dans l'ensemble, ces limitations réduisent l'efficacité et la polyvalence de ces systèmes, laissant les utilisateurs avec des options limitées pour gérer leurs finances de manière optimale.



Figure 3 images des qr code

2.6.4 Solution proposé

Digipay se démarque nettement de ses concurrents grâce à une gamme de fonctionnalités clés qui simplifient la gestion des transactions financières.

Cette plateforme offre la possibilité unique de visualiser les transactions à long terme, d'effectuer des transferts d'argent en toute simplicité, et de suivre en temps réel les soldes.

De plus, Digipay intègre un système de core banking associé aux comptes bancaires, prend en charge les cartes bancaires, et simplifie le paiement des taxes étatiques, y compris l'électricité, l'eau, et le wifi.

L'interopérabilité est l'un des points forts de Digipay, lui permettant d'interagir harmonieusement avec les portefeuilles électroniques d'autres banques, unifiant ainsi le paysage financier mauritanien.

Digipay bénéficie d'une maintenance aisée et économique grâce à son développement local. L'un des avantages distinctifs majeurs de Digipay réside dans sa capacité à offrir une coordination technique fluide, grâce à sa proximité géographique avec d'autres acteurs locaux.

Cette proximité favorise également une variété de fonctionnalités telles que les paiements chez les commerçants et les règlements de taxes étatiques, ce qui lui confère un avantage concurrentiel solide.

En outre, l'interface utilisateur de Digipay, conçue avec soin à l'aide de l'outil de conception Figma, offre une expérience intuitive, esthétiquement plaisante, et ergonomique. Elle garantit une navigation fluide, une organisation logique des fonctionnalités, et une convivialité globale pour les utilisateurs, contribuant ainsi à une expérience utilisateur positive et productive.

2.7 Conclusion

En résumé, Digipay émerge en tant que pionnier et leader du secteur des systèmes bancaires numériques en Mauritanie. Ses fonctionnalités variées, son interopérabilité avec d'autres portefeuilles électroniques locaux et ses avantages distinctifs positionnent Digipay comme une solution complète et essentielle dans le paysage financier mauritanien, contribuant à l'amélioration de la gestion financière quotidienne et à l'unification du système bancaire.

Chapitre 3 : Environnement de travail

Ce chapitre se concentre sur l'environnement de travail et les outils utilisés tout au long de la réalisation de ce mémoire, couvrant ses différentes phases

3.1 Infrastructure matérielle.

L'infrastructure matérielle de l'appareil utilisé lors du stage est composée des éléments suivants :

- Processeur : Intel(R) Core(TM) i7-10750H CPU @ 2.60GHz
- Mémoire RAM installée : 16,0 Go (10,8 Go utilisable)
- Type du système : Système d'exploitation 64 bits, processeur x64

3.2 Système d'exploitation

Le système d'exploitation de l'appareil utilisé lors du stage est Windows 11 home. Voici quelques détails supplémentaires :

- Version : 81Y4
- Date d'installation : 21/04/2022
- Numéro de build : 19045.2965

3.3 Conception

Dans cette section, nous abordons les différents outils utilisés pour réaliser les différents types de modélisations de notre application.

3.3.1 Modélisation

Dans cette section, nous décrivons le langage de modélisation que nous avons utilisé pour concevoir l'application. Ensuite, nous présentons le logiciel que nous avons utilisé pour réaliser les différents diagrammes.

3.3.2 Langage de modélisation

Le langage de modélisation que nous avons utilisé est UML. Il fournit une modélisation orientée objet, à base de diagrammes, permettant une représentation schématique de l'application sous différentes perspectives. Nous avons utilisé le diagramme de cas d'utilisation. Ce diagramme aide à concevoir les exigences fonctionnelles de l'application.

3.3.3 Logiciel de modélisation

Le logiciel de modélisation que nous avons utilisé est Draw.io. Draw.io est une application en ligne qui permet de créer des diagrammes de manière intuitive et facile. Il offre une large gamme de fonctionnalités pour la création de différents types de diagrammes, y compris les diagrammes UML, les diagrammes de flux, les diagrammes de réseau, les organigrammes, etc.

3.3.4 Motif d'architecture (API Gateway Architecture):

Une architecture basée sur un API Gateway est un modèle de conception où un composant centralisé, appelé "API Gateway," joue un rôle crucial dans la gestion et la distribution des API (Interfaces de Programmation d'Application). Voici une description détaillée de cette architecture :

APIs : Au cœur de cette architecture, il y a un ensemble d'API qui exposent les fonctionnalités et les données de votre application. Ces APIs peuvent être internes (destinées à être utilisées par d'autres composants de votre système) ou externes (destinées à être utilisées par des clients externes, tels que des applications mobiles ou des services tiers).

API Gateway : L'API Gateway est un composant centralisé qui agit comme une porte d'entrée principale pour toutes les requêtes API entrantes et sortantes. Il joue plusieurs rôles essentiels :

Gestion des Requêtes : L'API Gateway traite les requêtes entrantes, vérifie leur validité et les achemine vers les services appropriés en fonction des routes et des règles de routage définies.

Sécurité : Il assure la sécurité des API en gérant l'authentification des utilisateurs, l'autorisation d'accès aux ressources, la vérification des jetons, etc.

Transformation des Données : L'API Gateway peut convertir les données entre différents formats, par exemple en transformant les données JSON en XML ou vice versa.

Mise en Cache : Pour améliorer les performances, il peut mettre en cache les réponses des API pour éviter de traiter la même requête fréquemment.

Monitoring : Il collecte des données de surveillance sur les performances et l'utilisation des API, ce qui peut être utile pour le dépannage et l'optimisation.

Gestion des Versions : Il peut gérer différentes versions d'API pour assurer la compatibilité descendante tout en permettant l'évolution des API.

Clients : Les clients de l'architecture basée sur un API Gateway sont les utilisateurs des API, qu'ils soient internes (comme d'autres composants de l'application) ou externes (comme des applications tierces). Les clients envoient des requêtes API à l'API Gateway pour accéder aux fonctionnalités de l'application.

Services Internes : Ces services constituent la logique métier de l'application. L'API Gateway achemine les requêtes des clients vers les services internes appropriés en fonction des routes définies. Ces services effectuent le traitement réel des données et renvoient des réponses à l'API Gateway.

Services Tiers : Vous pouvez également utiliser l'API Gateway pour consommer des services tiers, tels que des API de fournisseurs externes. L'API Gateway gère la communication avec ces services et simplifie leur intégration dans votre application.

En résumé, une architecture basée sur un API Gateway offre une gestion centralisée, une sécurité renforcée, une gestion des versions, et une facilité d'intégration des API dans votre application. Elle est particulièrement adaptée pour les applications distribuées, où la gestion des API est complexe et nécessite un contrôle centralisé.

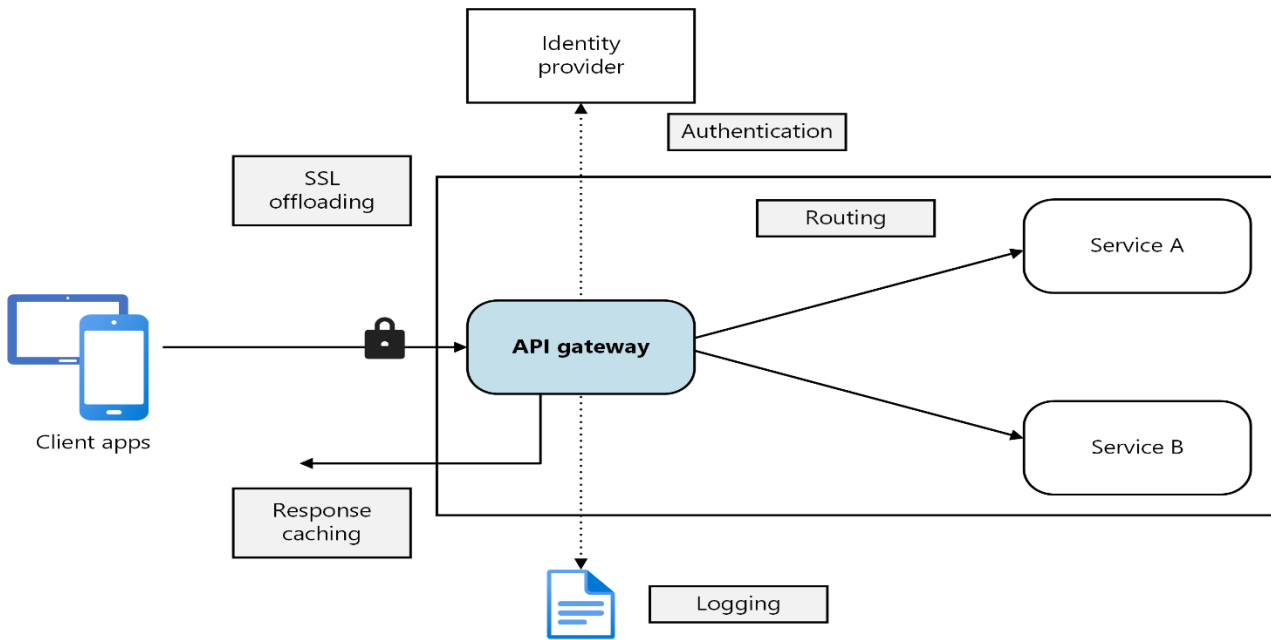


Figure 4 workflow apiGateWay

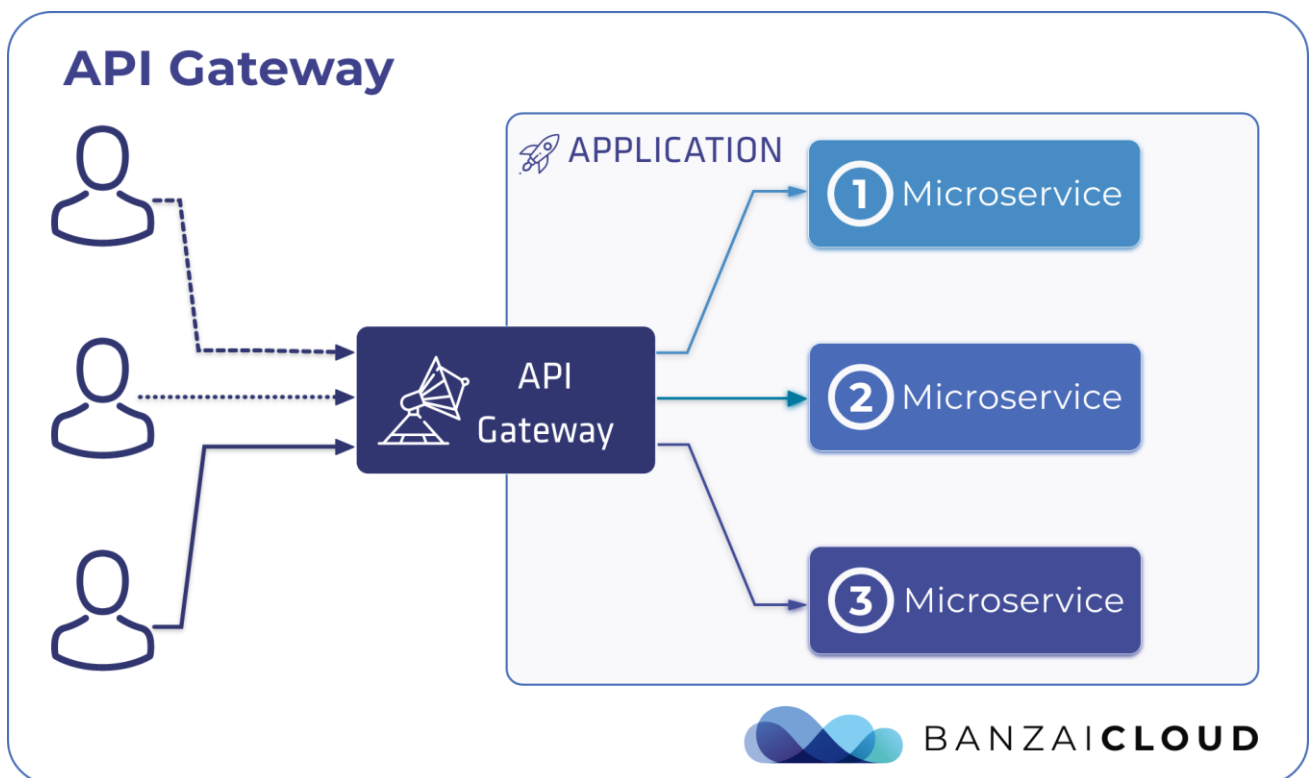


Figure 5 workfow api gate way 2

3.4 Méthodologie de développement

3.4.1 Méthode Agile

Pour le développement de notre projet, nous avons adopté la méthode agile Scrum. Scrum est une approche itérative qui favorise la flexibilité, la transparence et la livraison continue de fonctionnalités. Nous avons organisé notre travail en sprints, avec des réunions de planification, des Daily Scrums et une gestion du backlog des produits. Grâce à Scrum, nous avons bénéficié d'une meilleure visibilité, d'une gestion des priorités plus efficace et d'une flexibilité accrue. Scrum a été un cadre de travail efficace pour développer notre projet de manière itérative et incrémentale.

3.4.2 Logiciel de gestion de projet

Pour mener à bien notre méthode Scrum et suivre notre progression, nous avons utilisé le logiciel Jira, un outil populaire de gestion de projet agile. Jira nous a fourni plusieurs fonctionnalités essentielles pour notre travail, notamment la création et la gestion des tâches, le suivi des problèmes et des bugs, ainsi que la visualisation de notre flux de travail. Grâce à Jira, nous avons pu maintenir une trace précise de nos activités, identifier et résoudre rapidement les problèmes, et prendre des décisions éclairées pour mener à bien notre projet dans les délais prévus.

3.5 Développement

Cette section met l'accent sur les outils et les technologies que nous avons utilisés pour créer notre application. Nous avons soigneusement sélectionné ces outils pour garantir un développement efficace, une performance optimale et une expérience utilisateur de qualité.

3.5.1 Backend

Dans cette sous-section, nous allons aborder les différents outils et technologies que nous avons utilisés pour le développement de notre backend.

3.5.1.1 Framework de backend

3.5.1.1.1 Django

Dans le développement de notre backend, nous avons utilisé le framework Django, qui est basé sur Python. Django est un framework web minimaliste et flexible qui nous a permis de construire facilement des applications web robustes et performantes.

Avec Django, nous avons pu gérer les routes, les middlewares et les requêtes HTTP de manière simple et efficace. Il offre une grande flexibilité en termes de configuration et de structure de projet, ce qui nous a permis de personnaliser notre application en fonction de nos besoins spécifiques.

3.5.1.1.2 Spring Boot

SpringBoot est un framework de développement d'applications Java qui simplifie et accélère la création d'applications robustes et performantes. J'ai utilisé Spring Boot pour mettre en place des web services d'interopérabilité, permettant une adaptation fluide du cryptage. Ces services ont joué un rôle essentiel dans l'assurance de la sécurité des échanges de données en les rendant compatibles avec divers systèmes, tout en optimisant l'efficacité et la fiabilité des transactions.

3.5.1.1.3 Fastapi

FastAPI est un framework de développement web en Python qui facilite la création d'applications performantes et robustes. J'ai exploité FastAPI pour diriger les requêtes vers le serveur de la banque, assurant ainsi une gestion fluide et sécurisée des transactions et des échanges de données.

3.5.1.2 Système de gestion de base de données

Pour notre système de gestion de base de données (SGBD), nous avons utilisé PostgreSQL, communément appelé Postgres, est un système de gestion de base de données relationnelle open source reconnu pour sa flexibilité et ses performances. Conçu pour stocker et gérer efficacement des données structurées, il offre une conformité aux normes SQL, des transactions ACID fiables, et une architecture extensible qui permet aux utilisateurs d'ajouter des fonctionnalités personnalisées. Sa polyvalence s'étend au-delà des données structurées grâce à son support des types de données semi-structurées et non structurées tels que JSON et XML. Avec une communauté active et mondiale, PostgreSQL continue de s'améliorer, devenant un choix privilégié pour une variété d'applications, de petites applications web aux systèmes d'entreprise complexes.

3.5.2 Front

Pour le développement frontend de notre application, nous avons utilisé Flutter, nous avons pu créer une interface réactive et modulaire. Grâce à sa structure de composants réutilisables, nous avons facilité la maintenance et l'extension de notre code.

3.5.3 Ide

Dans notre projet, nous avons utilisé Visual Studio Code comme environnement de développement intégré (IDE). Visual Studio Code est un IDE populaire et largement utilisé dans l'industrie du développement logiciel. Il offre de nombreuses fonctionnalités avancées pour faciliter l'écriture, la modification et le débogage du code.

Visual Studio Code prend en charge la syntaxe de toutes les technologies que nous avons utilisées dans notre projet, ce qui facilite grandement le développement.

Une des forces de Visual Studio Code réside dans sa richesse en plugins et extensions. Nous avons utilisé différents packages et plugins pour améliorer notre flux de travail et personnaliser l'expérience de développement selon nos besoins.

3.5.4 Gestionnaire des versions

Dans notre projet, nous avons utilisé BitBucket comme gestionnaire de version. BitBucket est une plateforme populaire qui facilite le contrôle de version et la collaboration sur des projets de développement logiciel.

En utilisant BitBucket, nous avons créé un référentiel (repository) pour notre projet, où nous avons stocké et organisé notre code source. Nous avons utilisé des branches pour travailler sur des fonctionnalités ou des correctifs spécifiques sans affecter la branche principale (généralement appelée "master" ou "main"). Cela nous a permis de développer de manière itérative et d'intégrer les changements en toute sécurité dans le code principal lorsque les fonctionnalités étaient prêtes.

3.6 Déploiement

Nous avons choisi d'utiliser Google Cloud Platform (GCP) pour notre infrastructure cloud, et spécifiquement, nous avons déployé nos applications sur Google Cloud App Engine et Compute Engine. Google Cloud App Engine nous offre une plateforme de développement et de déploiement gérée, ce qui simplifie considérablement la gestion de nos applications. Nous avons également opté pour Google Compute Engine pour des cas d'utilisation nécessitant une personnalisation plus poussée de l'environnement d'hébergement, offrant ainsi une grande flexibilité dans la configuration de nos machines virtuelles et des services associés. Cette combinaison nous permet de répondre de manière optimale à nos besoins en matière d'hébergement, de mise à l'échelle et de gestion des charges de travail, tout en profitant de la fiabilité et de la puissance de l'infrastructure de cloud computing de Google.

3.7 Rédaction

Dans cette section, nous allons parler des outils utilisés pour la rédaction, que ce soit pour la création de ce rapport ou pour sa présentation.

3.7.1 Rapport

Pour la création du rapport, nous avons utilisé Microsoft Office Word. Word est un logiciel de traitement de texte développé par Microsoft, faisant partie de la suite Microsoft Office. Il offre de nombreuses fonctionnalités pour créer, éditer et formater des documents texte de manière professionnelle. Word propose des outils avancés tels que des modèles prédéfinis, des styles de mise en forme, des fonctionnalités de vérification orthographique et grammaticale, et bien plus. Grâce à ces fonctionnalités, nous avons pu concevoir et personnaliser le rapport en fonction de nos besoins spécifiques.

3.7.2 Présentation

Pour la présentation, nous avons utilisé Microsoft PowerPoint. Microsoft PowerPoint est un logiciel couramment utilisé pour créer des diapositives et des présentations visuelles. Il offre une large gamme de fonctionnalités pour créer des diapositives attrayantes, ajouter du texte, des images, des graphiques, des animations et des transitions.

Chapitre 4 : Conception de l'application

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, je vais montrer la modélisation de l'application, qui permet de présenter de manière claire les fonctionnalités de l'application en utilisant UML.

4.2 Rappel sur le besoin

Pour implémenter la conception, je vais utiliser le diagramme UML suivant :

- **Le Diagramme de cas d'utilisation** : utilisé pour donner une idée générale du fonctionnement du système. Il est utile pour les présentations aux parties prenantes dans les projets de développement.
- **Le Diagramme de séquence** : Il permet de montrer l'interaction des objets dans le cadre de la scène du diagramme de cas d'utilisation. Le but est de décrire comment des actions se produisent entre des acteurs ou des objets.
- **Le Diagramme de classes** : sont parmi les types les plus utiles de diagramme UML, parce qu'ils indiquent clairement la structure d'un système, spécifique en modélisant les relations entre ses classes, propriétés, opérations et objets.

4.3 Diagramme de cas d'utilisation

Un Diagramme de cas d'utilisation permet d'obtenir une vue d'ensemble, de ce que le système ou une partie du système fait sans entrer dans les détails de la mise en œuvre. Notre système est assez grand, ce qui a rendu plus correct de diviser les diagrammes de Diagramme de cas d'utilisations en fonctions des gestions et fonctionnalités les plus différentes.

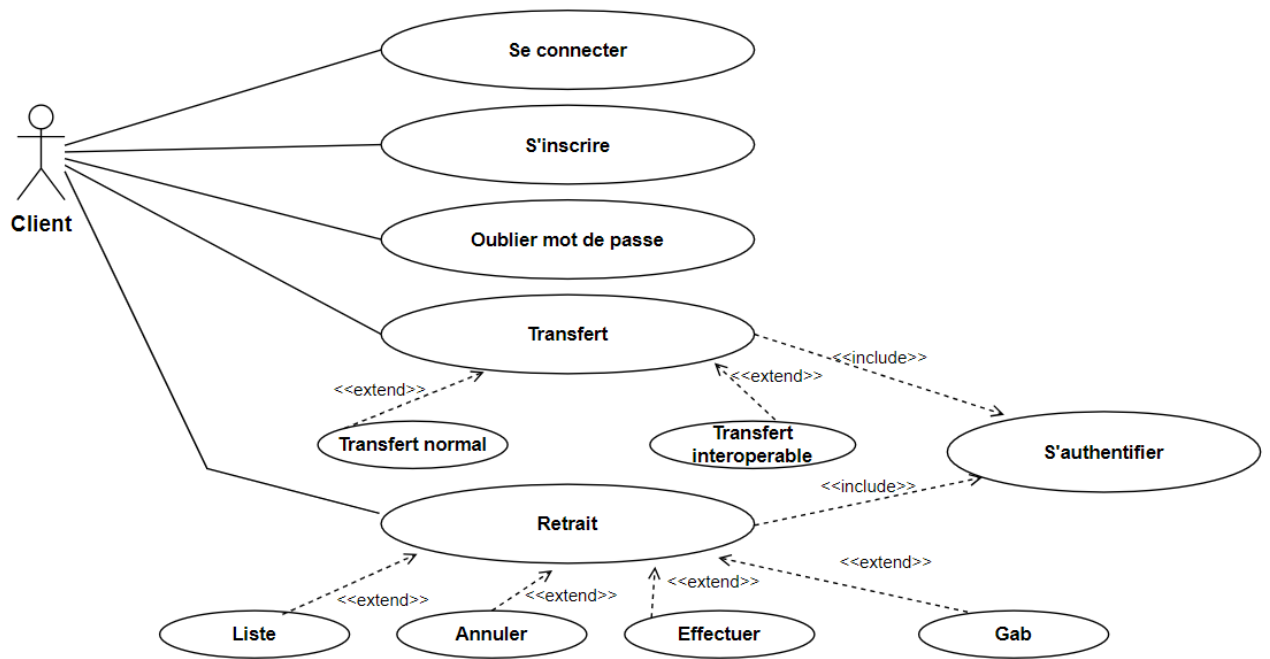


Figure 6 diagramme de cas d'utilisation client 1

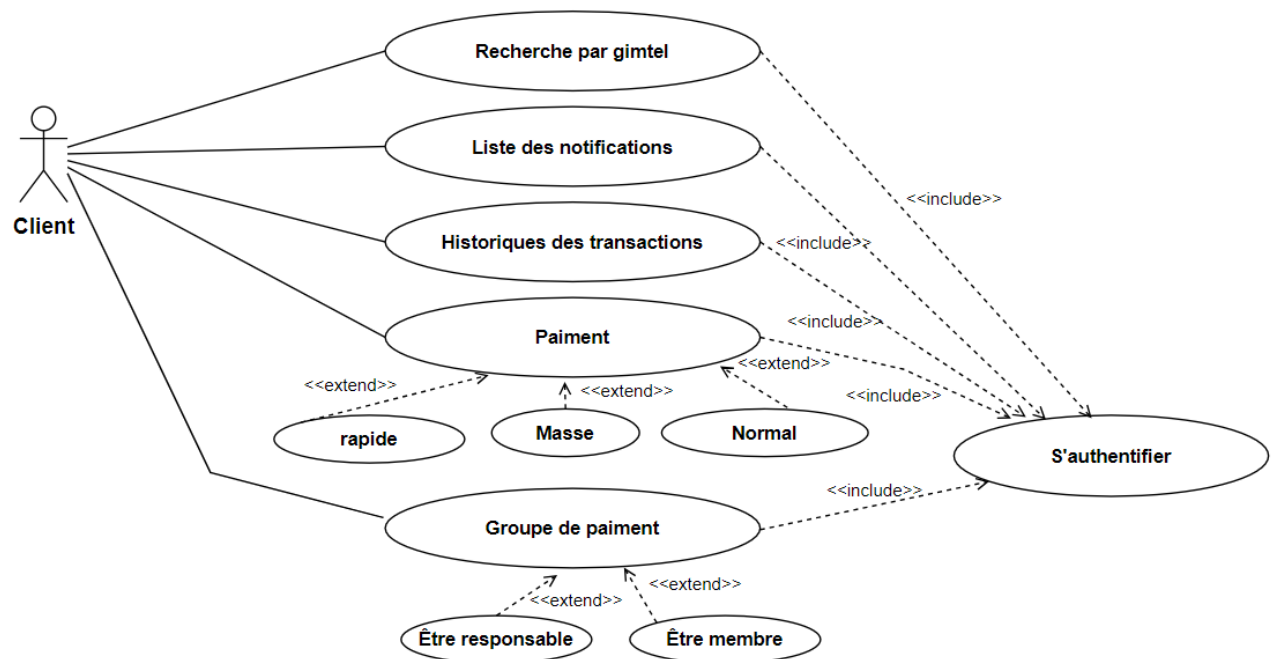


Figure 7 diagramme de cas d'utilisation client 2

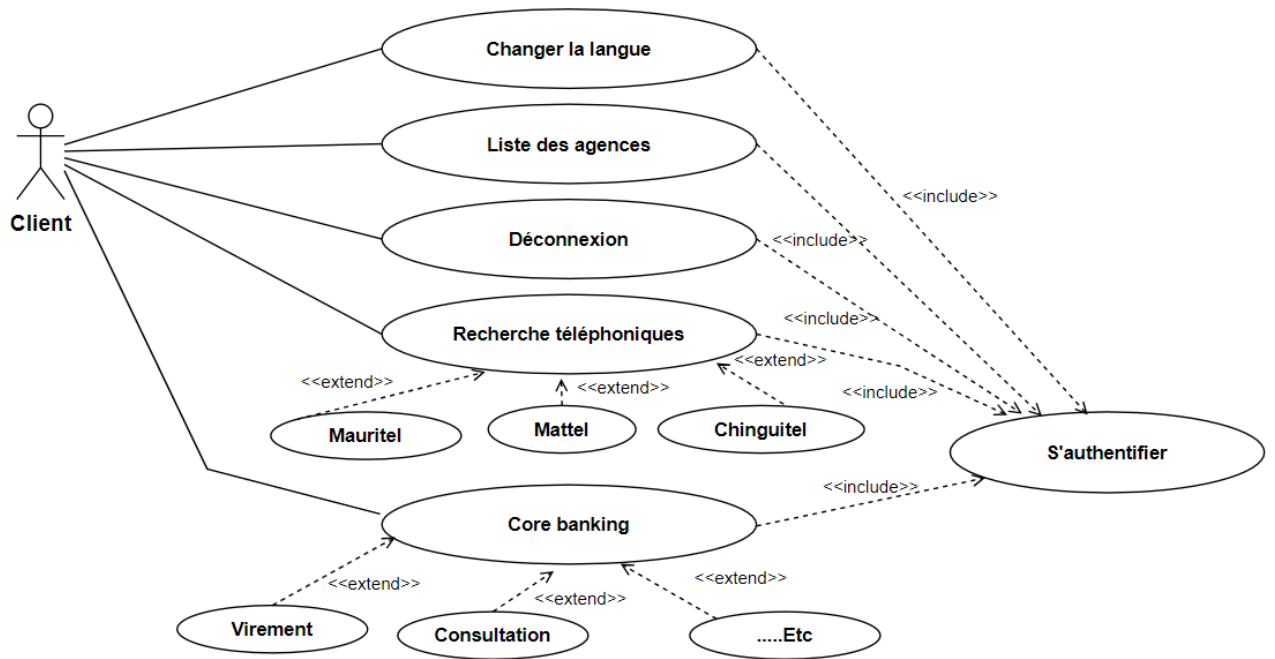


Figure 8 diagramme de cas d'utilisation client 3

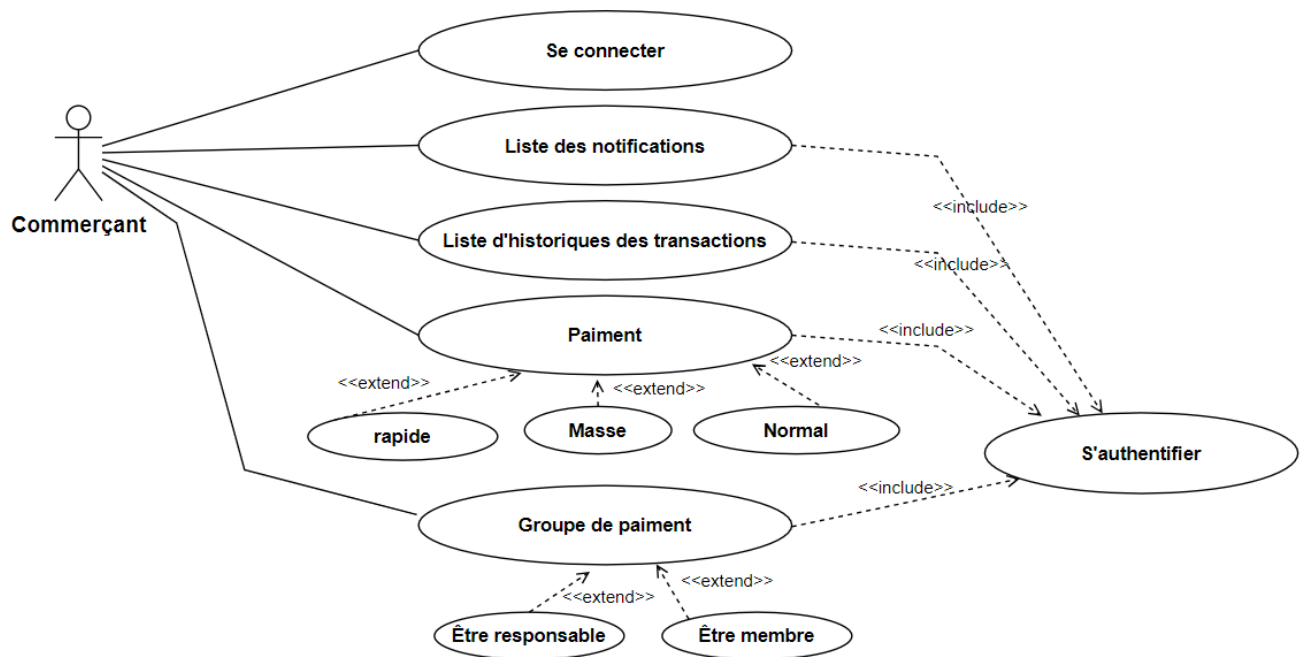


Figure 9 diagramme de cas d'utilisation marchand 1

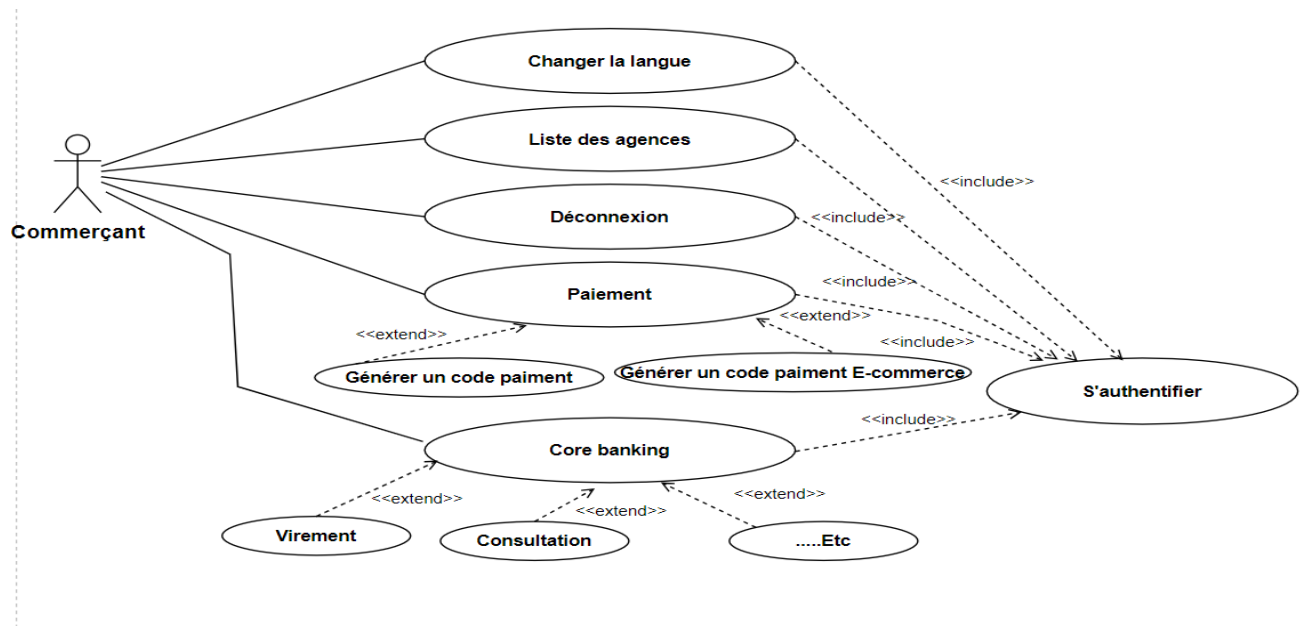


Figure 10 diagramme de cas d'utilisation commerçant 2

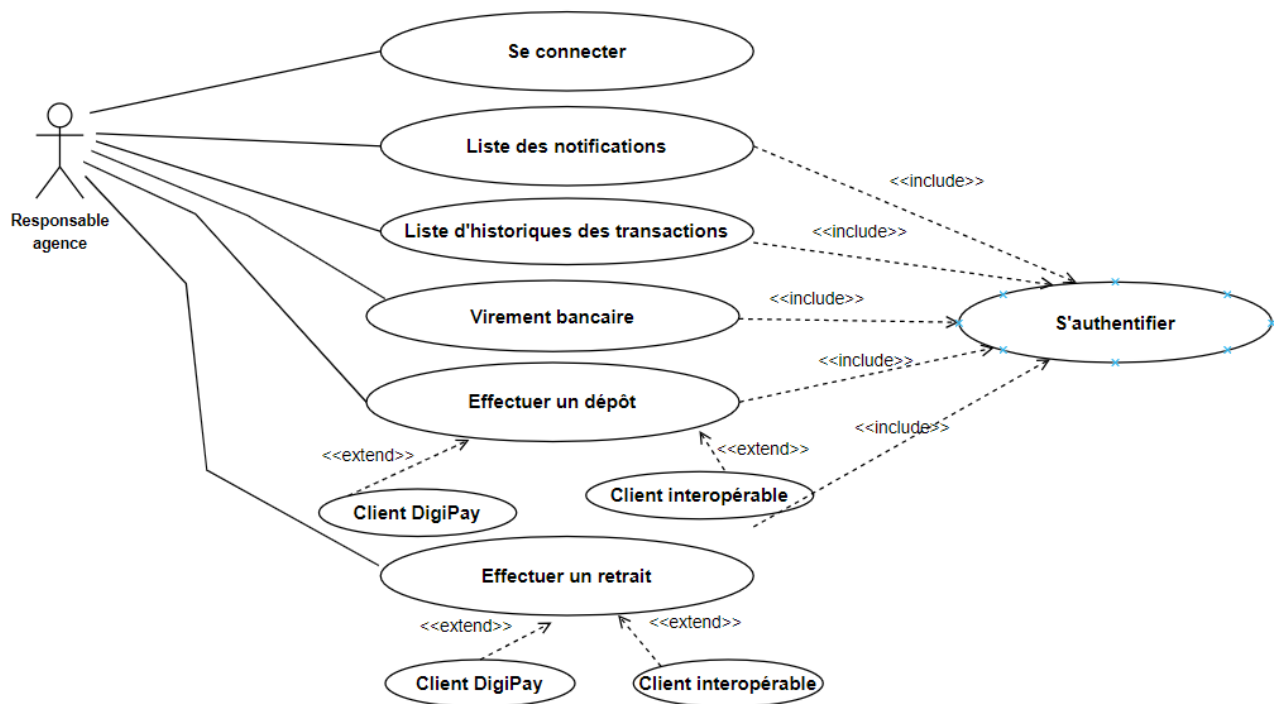


Figure 11 diagramme de cas d'utilisation commerçant 3

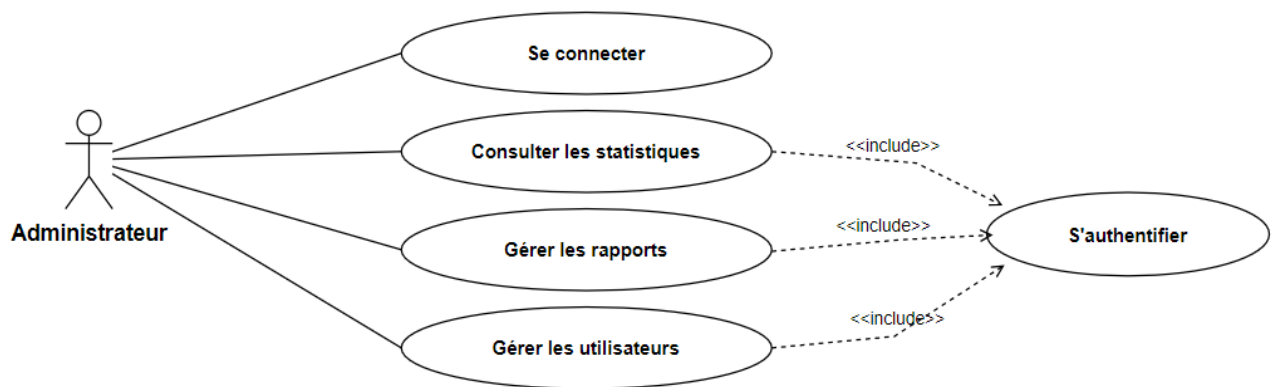


Figure 12 diagramme de cas d'utilisation administrateur

4.4 Diagramme de classe

Un diagramme de classe est un type de diagramme de modélisation en ingénierie logicielle qui permet de représenter les entités principales d'un système informatique, ainsi que leurs relations et leurs attributs. Contrairement au diagramme de cas d'utilisation, qui se concentre sur les interactions entre acteurs et cas d'utilisation, le diagramme de classe se penche sur la structure statique du système.

Plus précisément, un diagramme de classe identifie et décrit les classes (ou objets) qui composent le système, leurs propriétés (attributs) et leurs relations. Les principales composantes d'un diagramme de classe incluent :

Classes: Les entités principales du système sont représentées sous forme de classes. Chaque classe incarne un ensemble d'objets similaires ayant des caractéristiques communes.

Attributs: Les attributs sont les propriétés ou les données associées à chaque classe. Ils décrivent les caractéristiques spécifiques des objets de cette classe.

Méthodes: Les méthodes sont les opérations ou les fonctions que les objets de la classe peuvent effectuer. Elles définissent le comportement des objets.

Relations: Les relations entre les classes illustrent comment les différentes classes sont connectées ou interagissent les unes avec les autres. Les types de relations courantes incluent l'agrégation, la composition, l'héritage, l'association, etc.

Multiplicité: La multiplicité précise combien d'objets d'une classe peuvent être liés à un ou plusieurs objets d'une autre classe.

Généralisation/Héritage: Cela indique comment les classes peuvent être organisées dans une hiérarchie, où les sous-classes héritent des propriétés et des méthodes de leurs classes parentes.

CLASSE UML DIGIPAY
MOHAMED BEIROUK

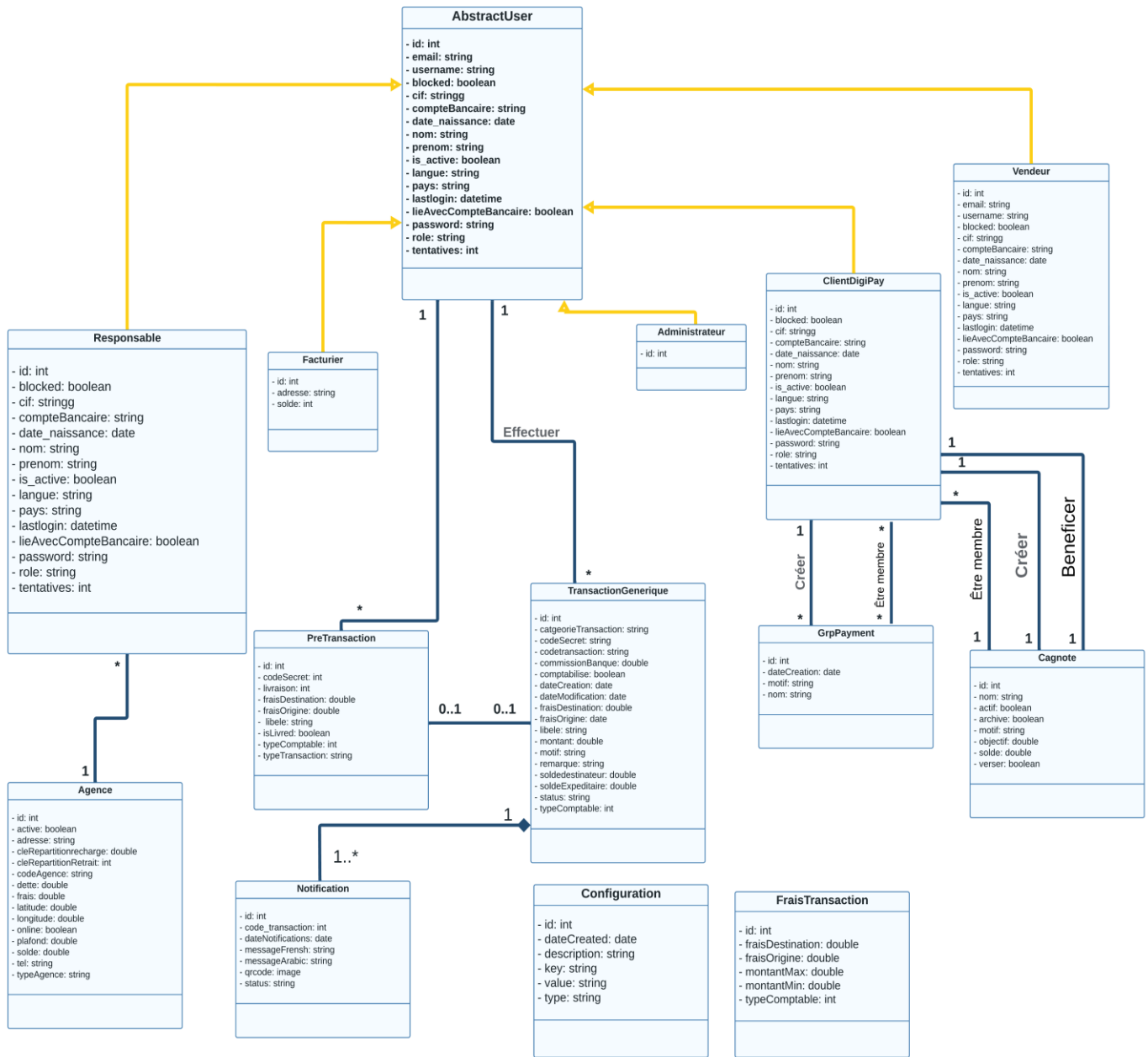


Figure 13 diagramme de classe digiPay

Chapitre 5 : Les outils utilisés et technologies

5.1 Python



Python est un langage de programmation de haut niveau, polyvalent et très populaire. Le langage de programmation Python est utilisé dans le développement Web, les applications d'apprentissage automatique, les technologies dans l'industrie du logiciel

5.2 Django



Django REST Framework est un framework de développement web en Python. Il facilite la création d'applications web robustes en fournissant une structure organisée et des fonctionnalités intégrées pour gérer les tâches courantes de développement web.

5.3 Java



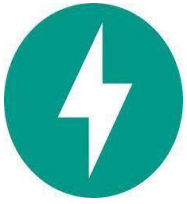
Java est un langage de programmation polyvalent et populaire. Il est utilisé dans divers domaines de développement logiciel, y compris le développement d'applications mobiles, les applications d'entreprise et les systèmes embarqués.

5.4 Spring Boot



Spring Boot est un projet de la famille Spring qui simplifie le développement d'applications Java en fournissant une configuration et une gestion automatique des dépendances. Il est conçu pour créer des applications basées sur des microservices.

5.5 FastApi



FastAPI est un framework de développement d'API en Python. Il est connu pour sa rapidité et sa facilité d'utilisation, offrant des fonctionnalités modernes comme la validation automatique des données et une documentation interactive.

5.6 Dart



Dart est un langage de programmation développé par Google. Il est principalement utilisé pour le développement d'applications mobiles et web, notamment avec le framework Flutter.

5.7 Flutter



Flutter est un framework de développement d'applications multiplateformes créé par Google. Il permet de créer des applications mobiles avec une seule base de code pour Android et iOS.

5.8 Vs Code



Visual Studio Code (VS Code) est un éditeur de code source léger et puissant développé par Microsoft. Il est populaire pour sa flexibilité et son support pour divers langages de programmation.

5.9 Android Studio



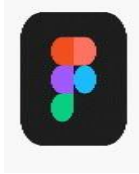
Android Studio est l'environnement de développement officiel pour les applications Android. Il offre des outils complets pour concevoir, coder, tester et déployer des applications Android.

5.10 IntelliJ IDEA



IntelliJ IDEA est un environnement de développement intégré (IDE) pour divers langages de programmation, notamment Java. Il est reconnu pour ses fonctionnalités avancées d'aide à la programmation.

5.11 Figma



Figma est un outil de conception d'interface utilisateur basé sur le web. Il permet aux designers de créer des maquettes, des prototypes et des interfaces collaboratives.

5.12 Postman



Postman est un outil de test et de développement d'API. Il permet de tester, de documenter et de partager les API de manière efficace.

5.13 Draw IO



Draw.io est un outil de dessin en ligne pour créer des diagrammes et des schémas, notamment des diagrammes de flux, des organigrammes et des plans architecturaux.

5.14 Win SCP



WinSCP est un client SFTP, FTP, WebDAV et SCP pour transférer des fichiers en toute sécurité vers des serveurs distants via des protocoles sécurisés.

5.15 Google cloud VM



Google Cloud Compute Engine VM est un service de cloud computing qui permet de créer et de gérer des machines virtuelles sur l'infrastructure de Google Cloud.

5.16 Git



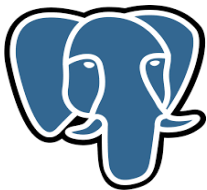
Git est un système de contrôle de version distribué utilisé pour suivre les modifications du code source et collaborer efficacement dans le développement logiciel.

5.17 Bitbucket



Bitbucket est une plateforme de gestion de code source et de collaboration, principalement utilisée pour l'hébergement de projets Git.

5.18 PostgreSQL



Postgres, est un système de gestion de base de données relationnelle open source reconnu pour sa flexibilité et ses performances. Conçu pour stocker et gérer efficacement des données structurées, il offre une conformité aux normes SQL

5.19 Javax.Crypto



Javax.crypto est une API Java pour la cryptographie, permettant de mettre en œuvre des fonctions de chiffrement et de déchiffrement pour sécuriser les données.

Chapitre 6 : Réalisation de l'application

La réalisation de ce travail s'est fait sur plusieurs étapes, partant de la mise en place des outils de développement, jusqu'au développement proprement dit des fonctionnalités du système.

Ce chapitre portera, en effet, sur la préparation de l'environnement de travail logiciel, matériel. Ainsi j'allais s'intéresser essentiellement à une description de différentes pages constituant le site web ; en effet on va présenter tout d'abord l'architecture de site, ensuite les liens de navigations, puis la description des pages du site.

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'ensemble des screens de l'application.

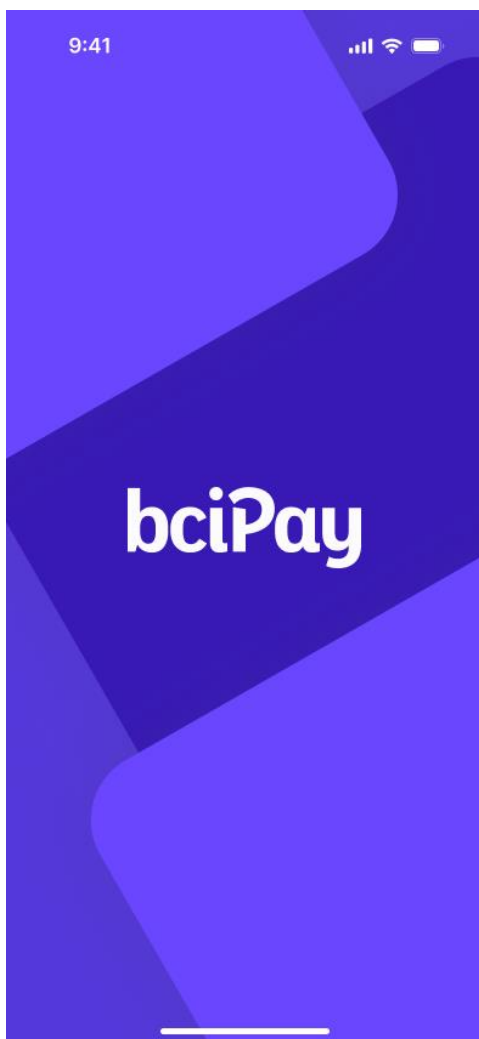
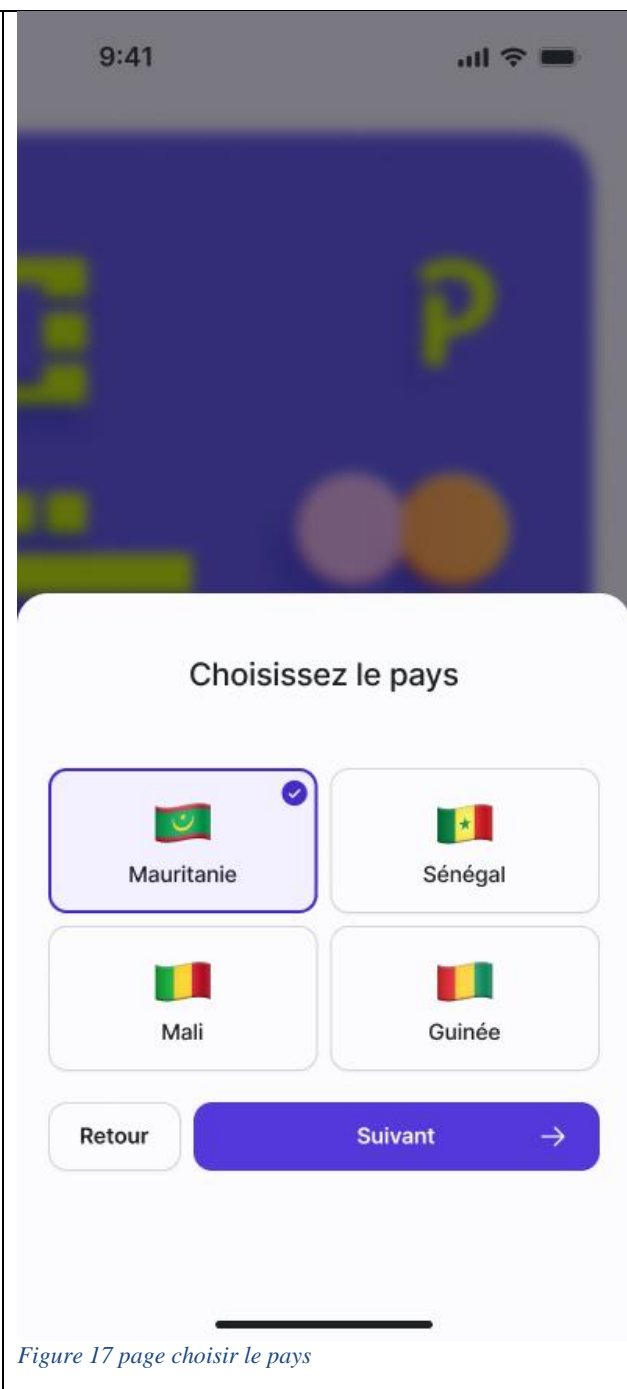
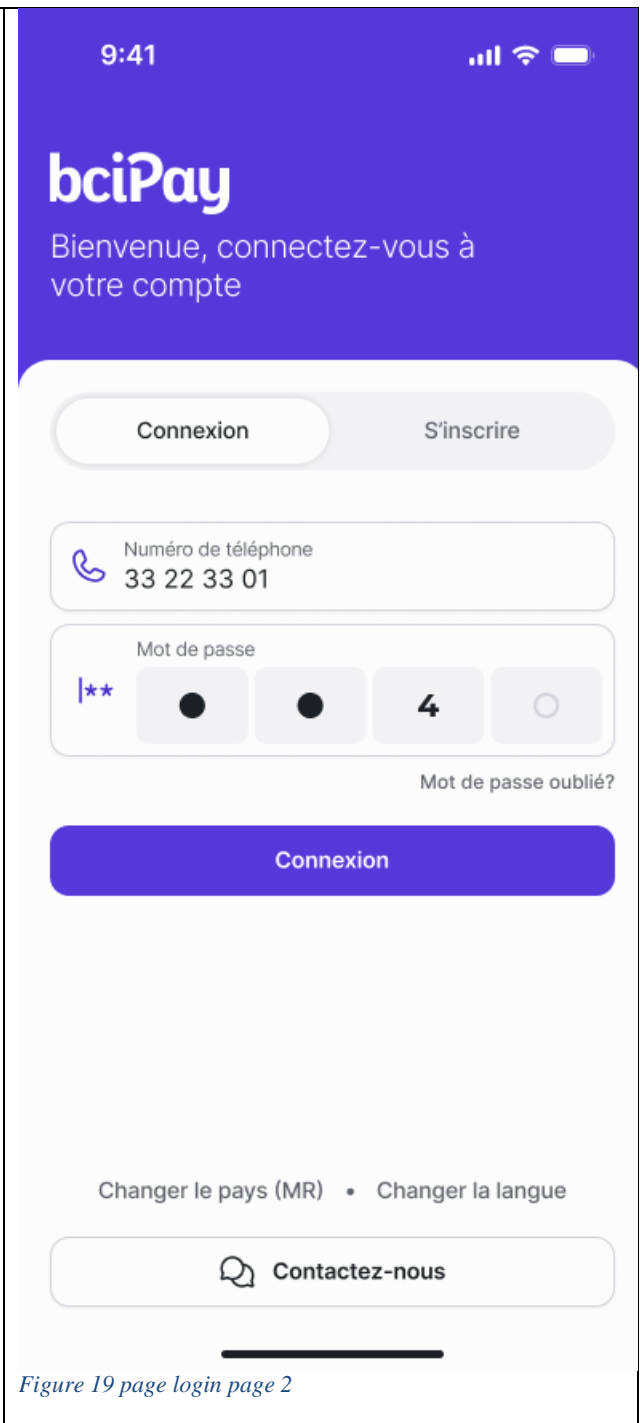
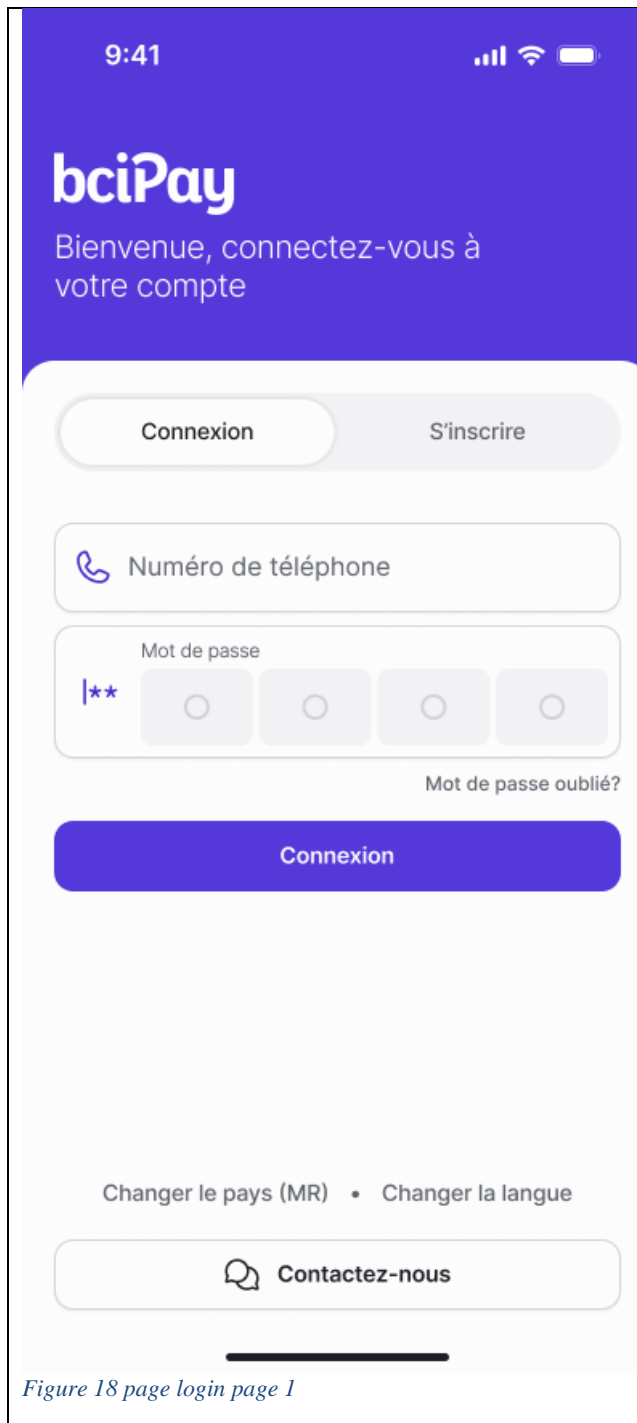


Figure 14 on borading 1



Figure 15 on borading 2





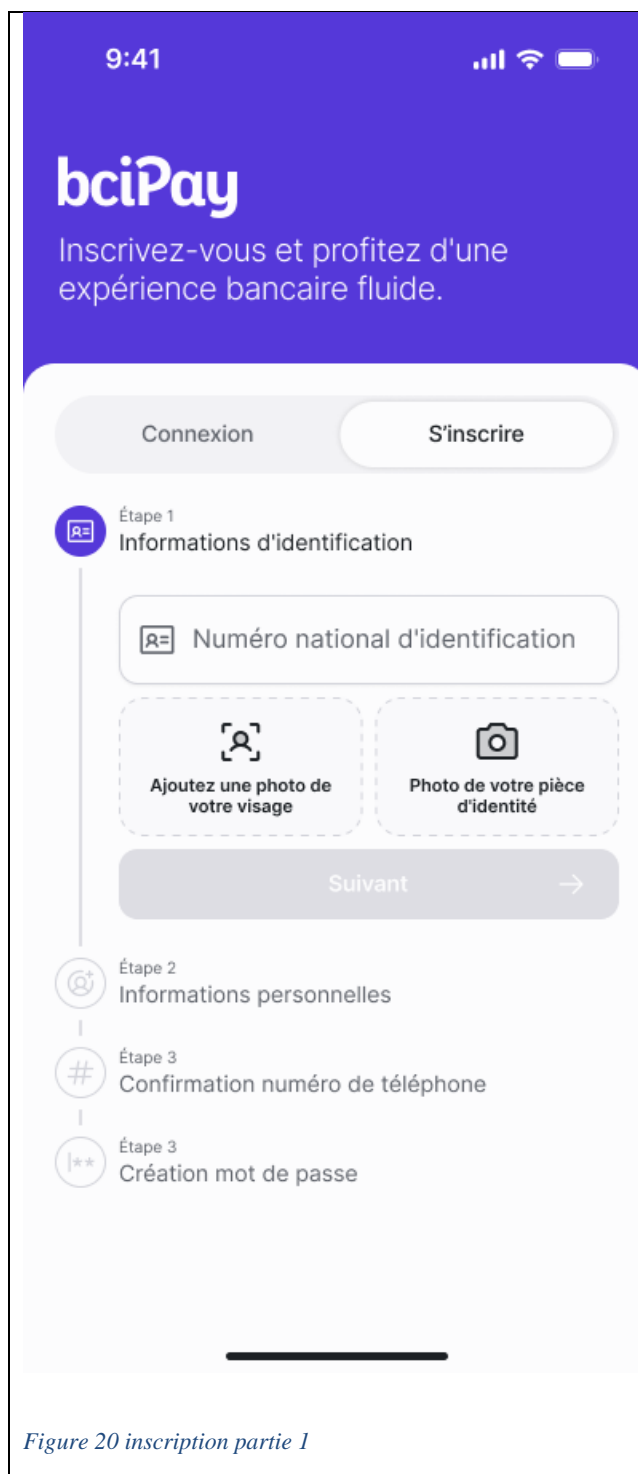


Figure 20 inscription partie 1

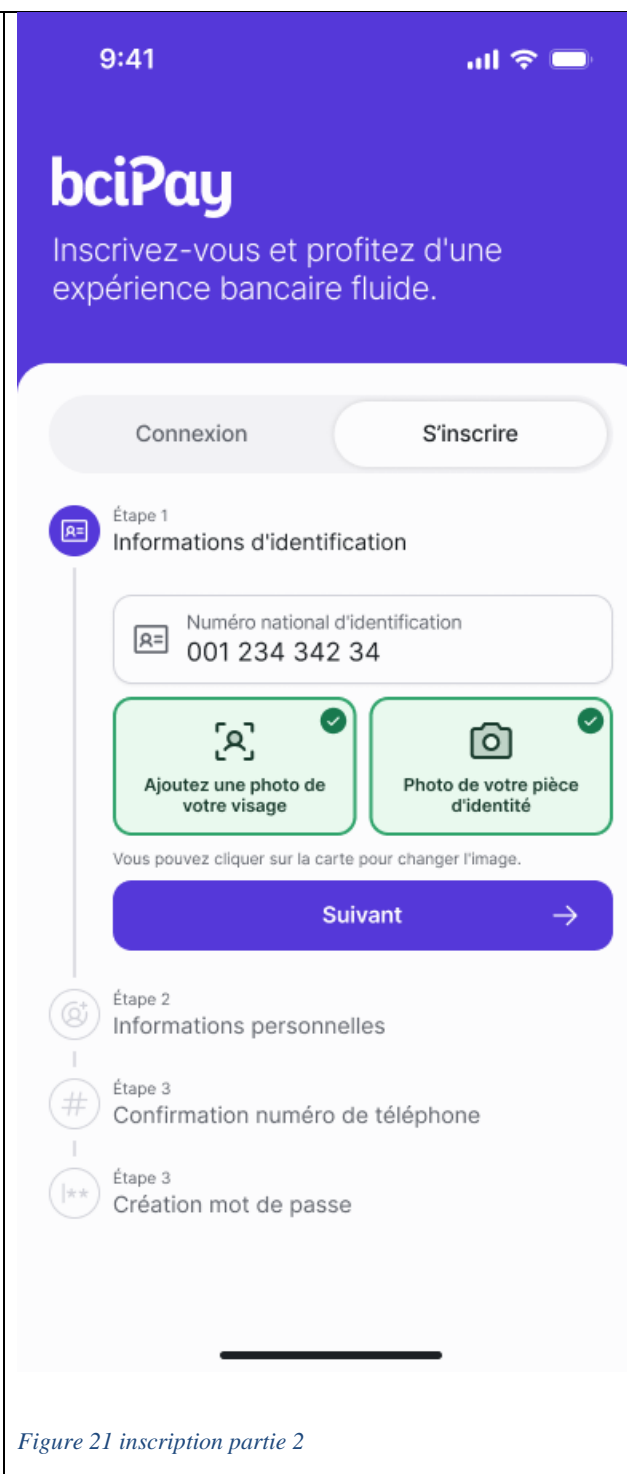


Figure 21 inscription partie 2

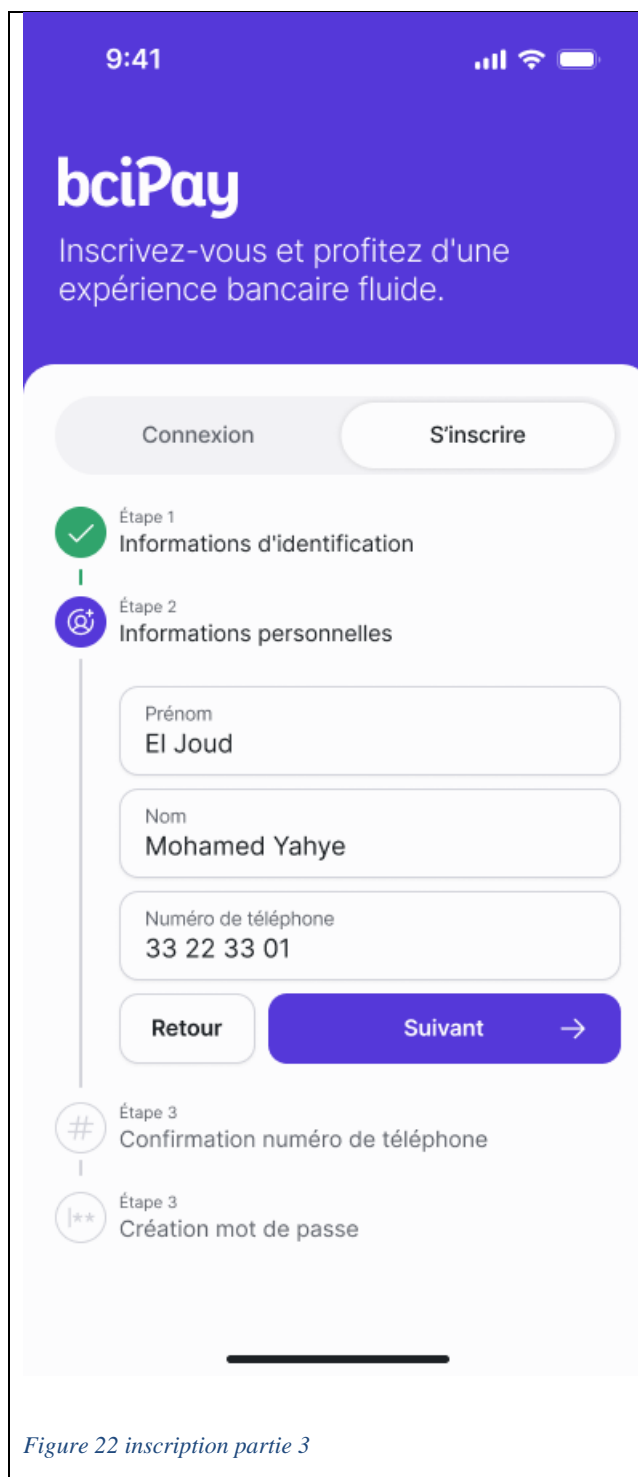


Figure 22 inscription partie 3

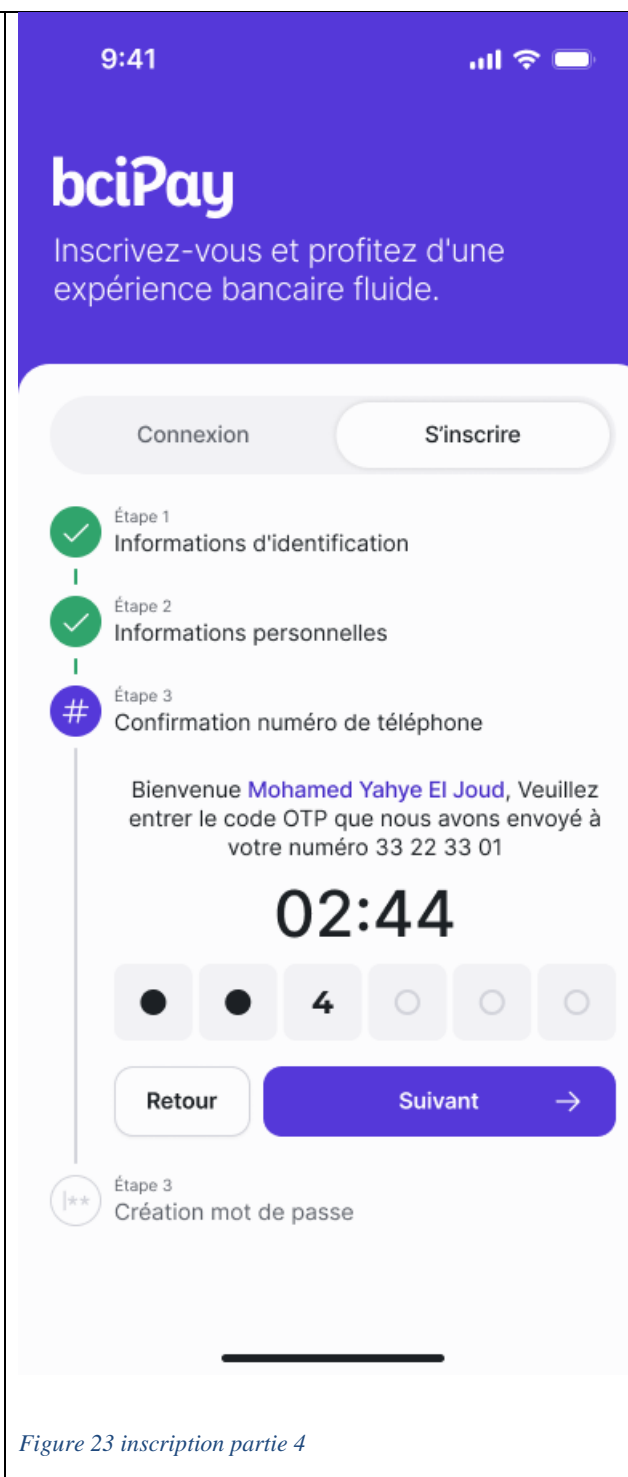


Figure 23 inscription partie 4

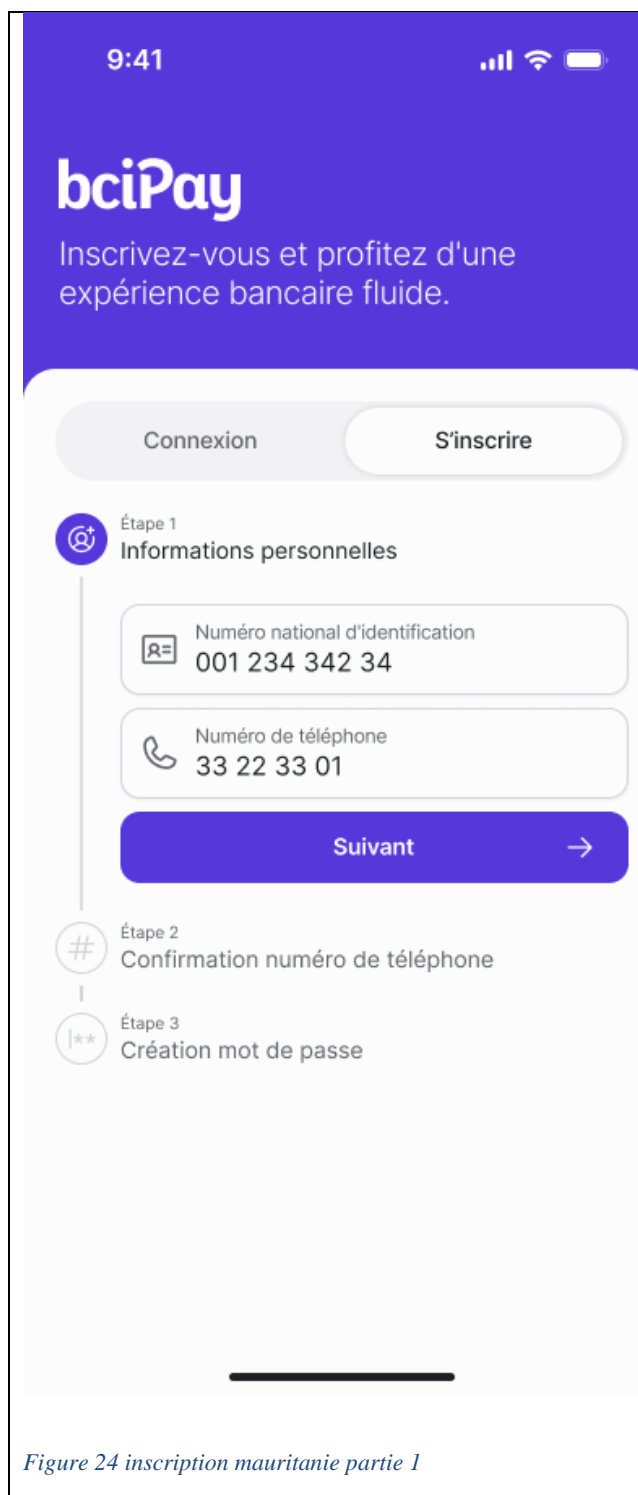


Figure 24 inscription mauritanie partie 1

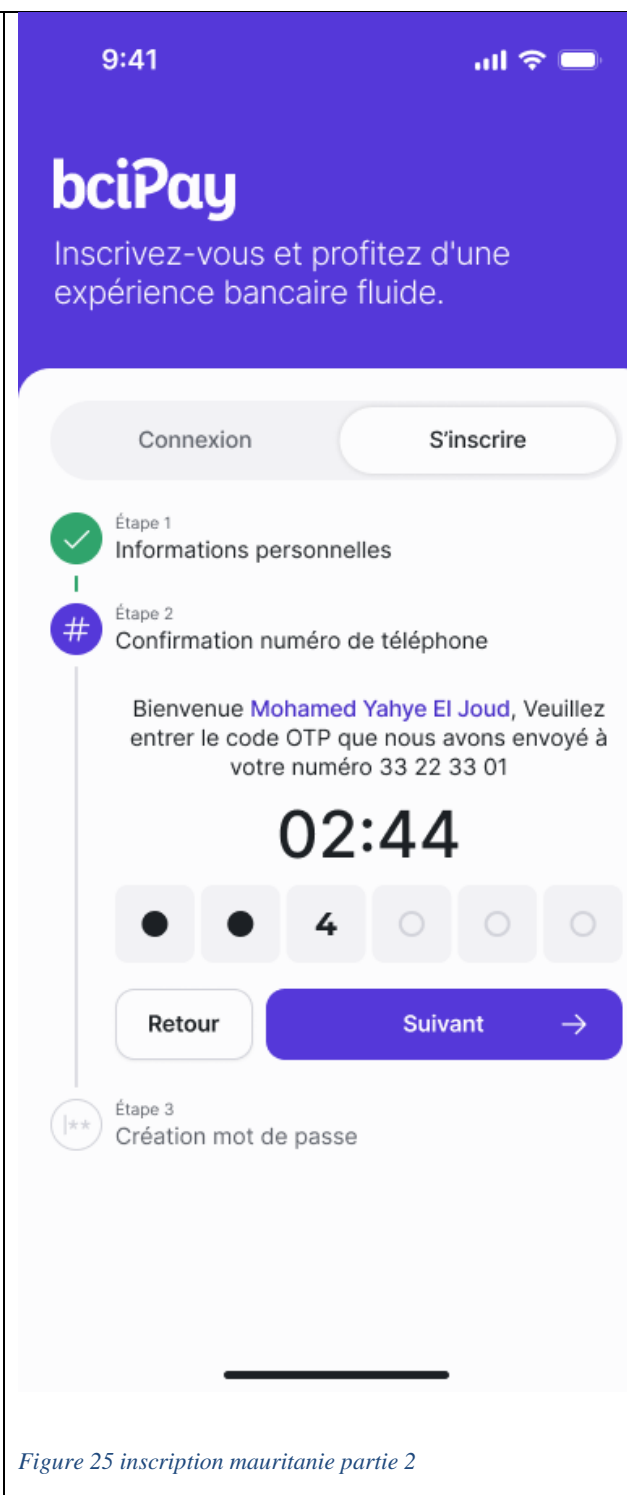


Figure 25 inscription mauritanie partie 2

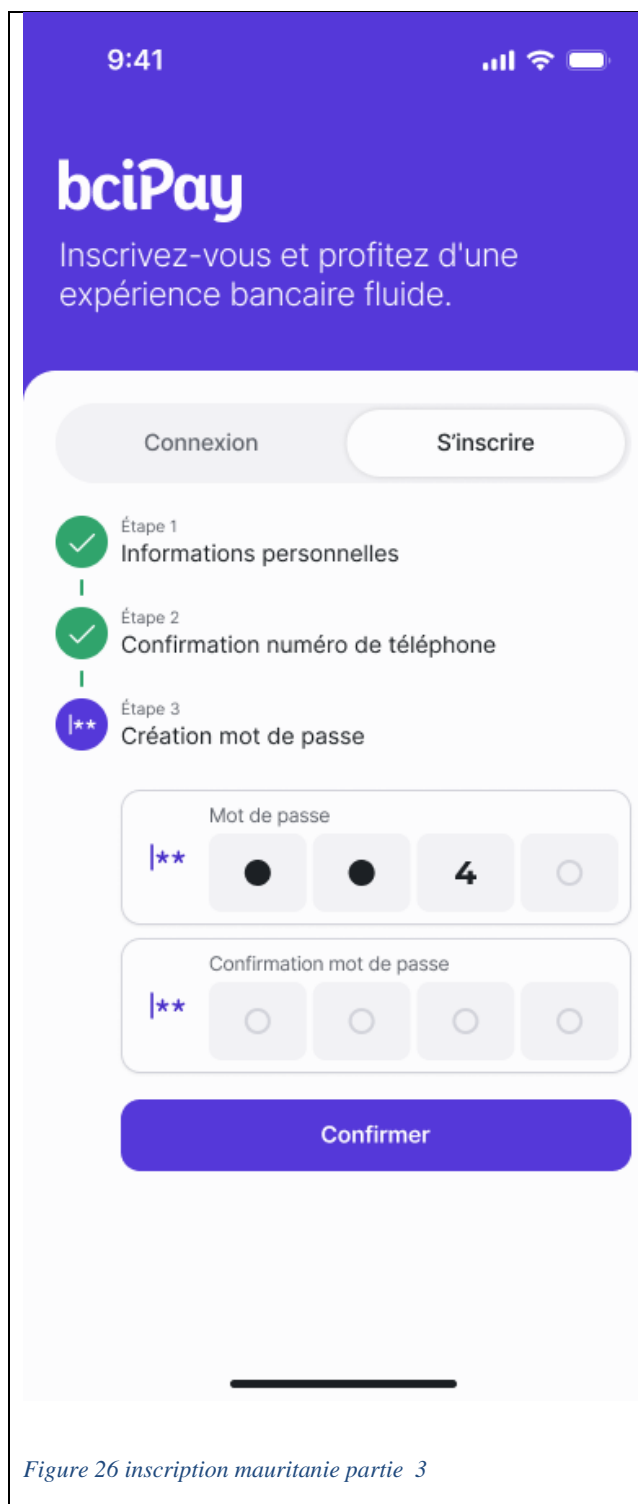


Figure 26 inscription mauritanie partie 3

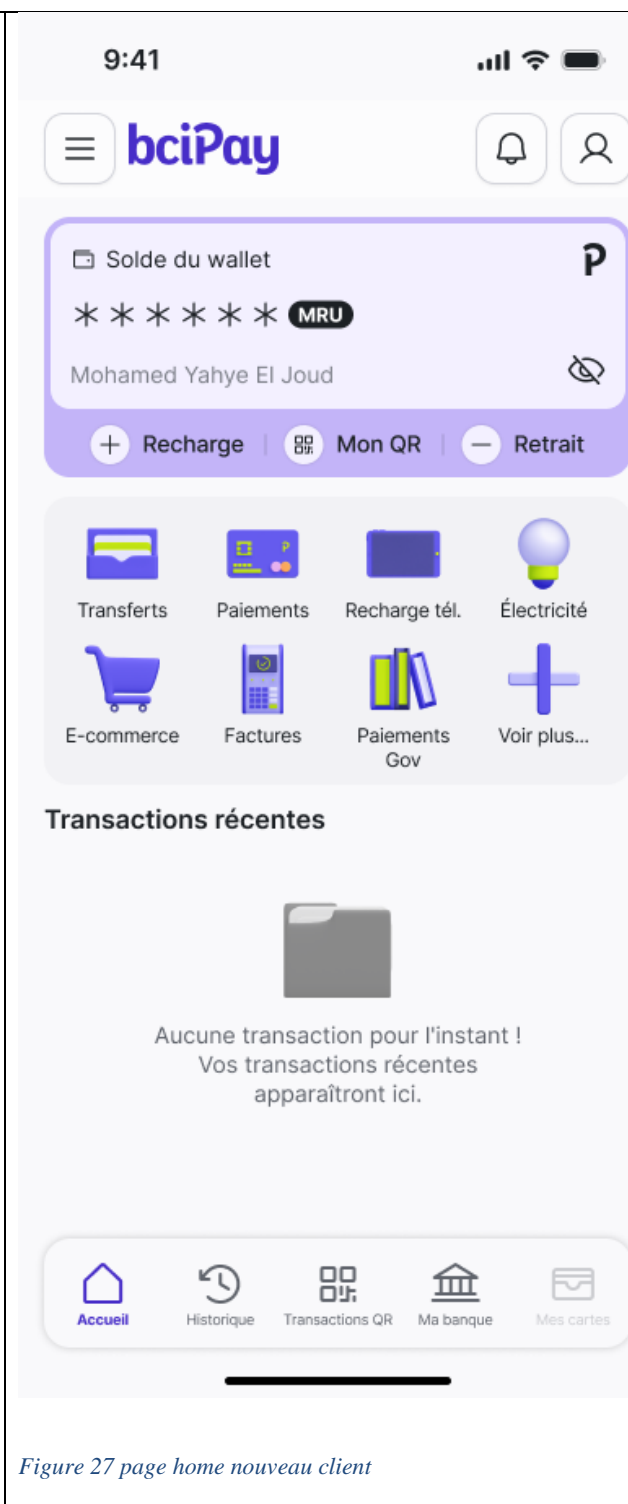
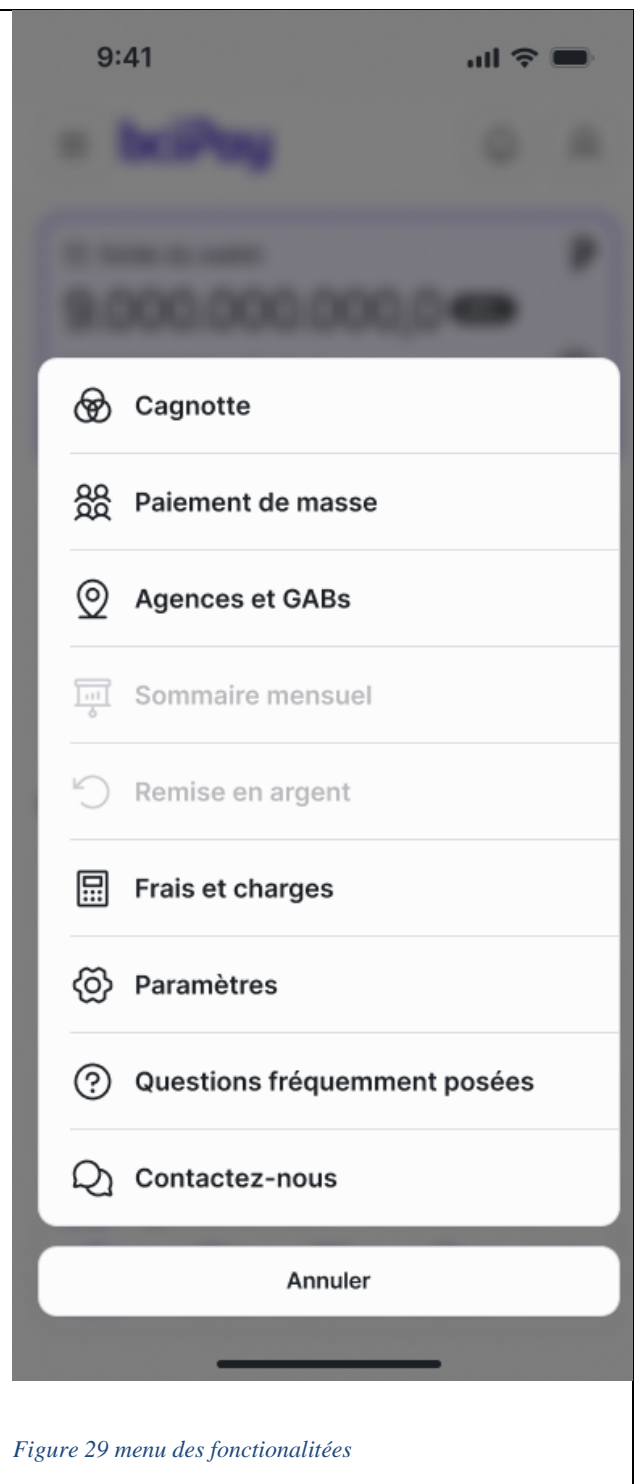
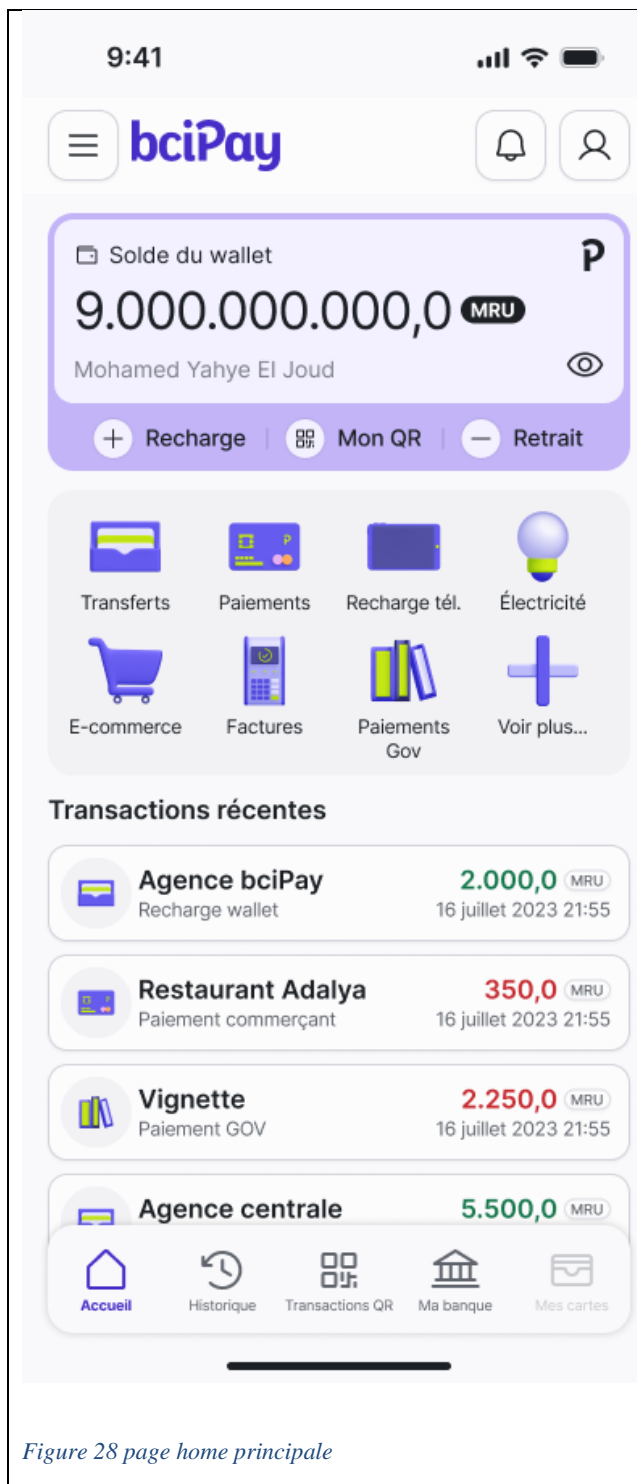
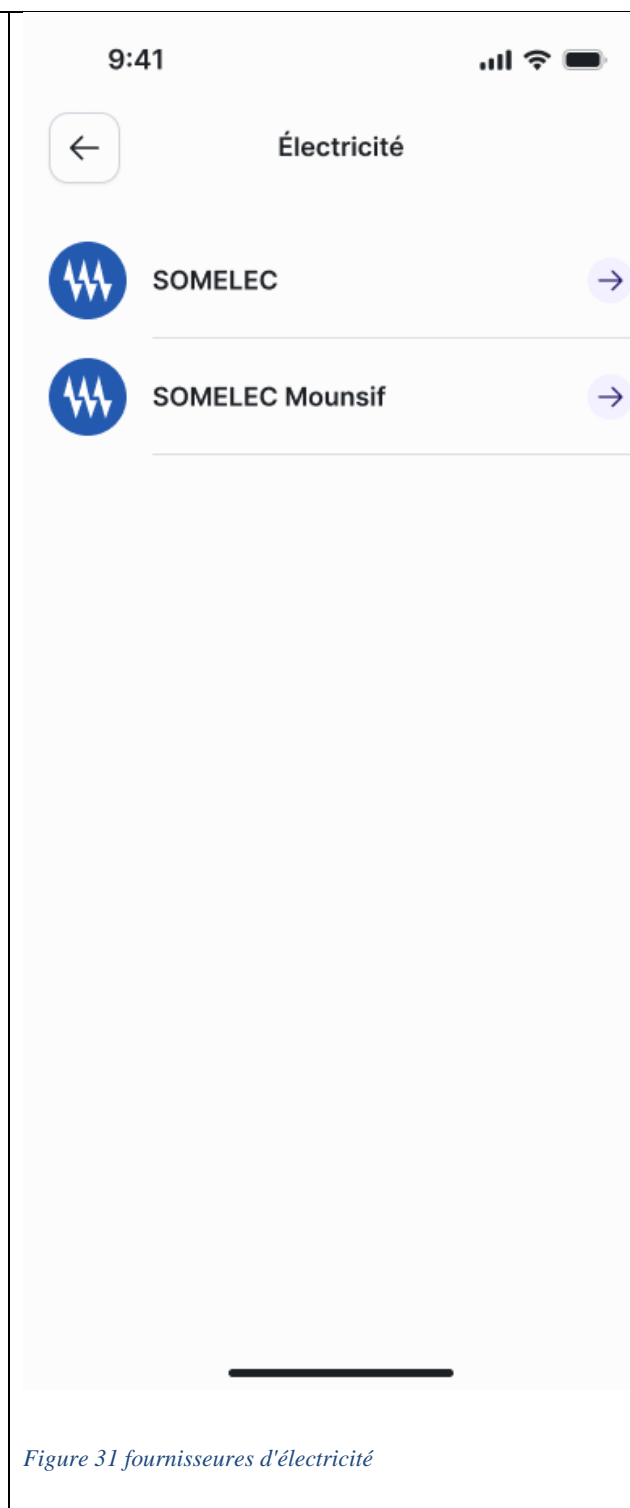
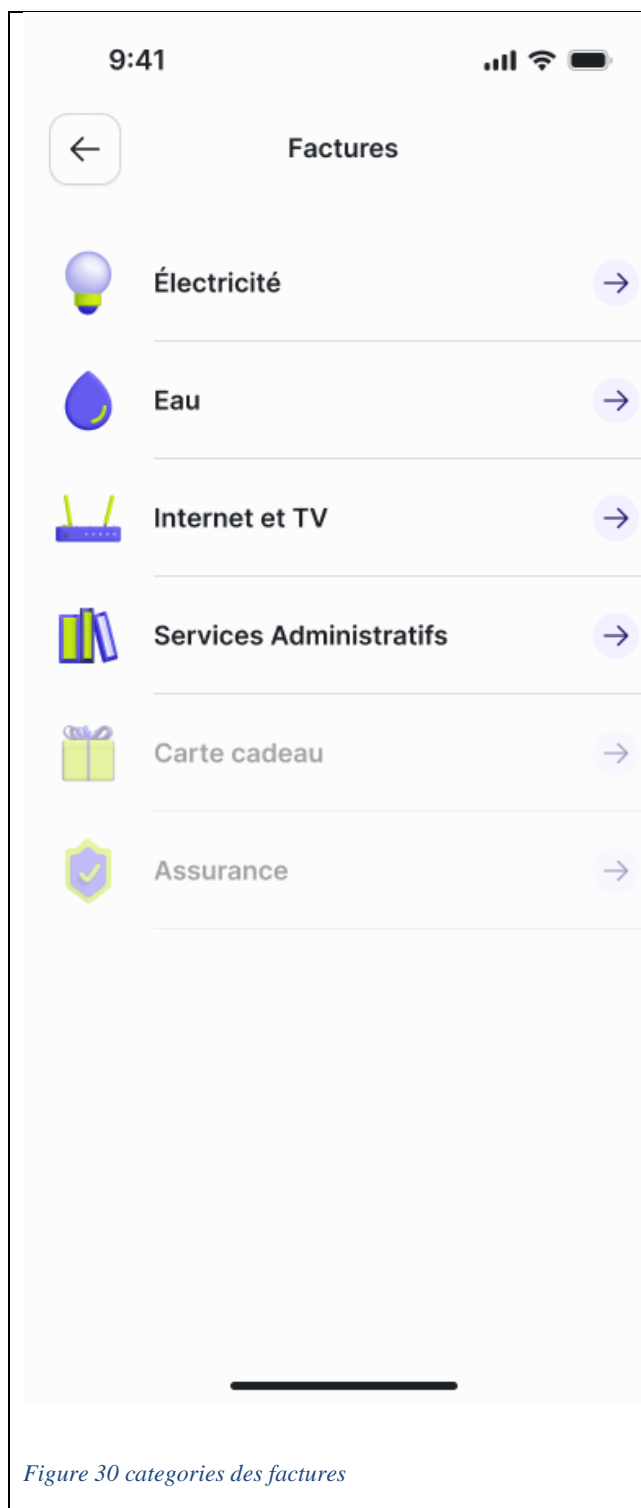
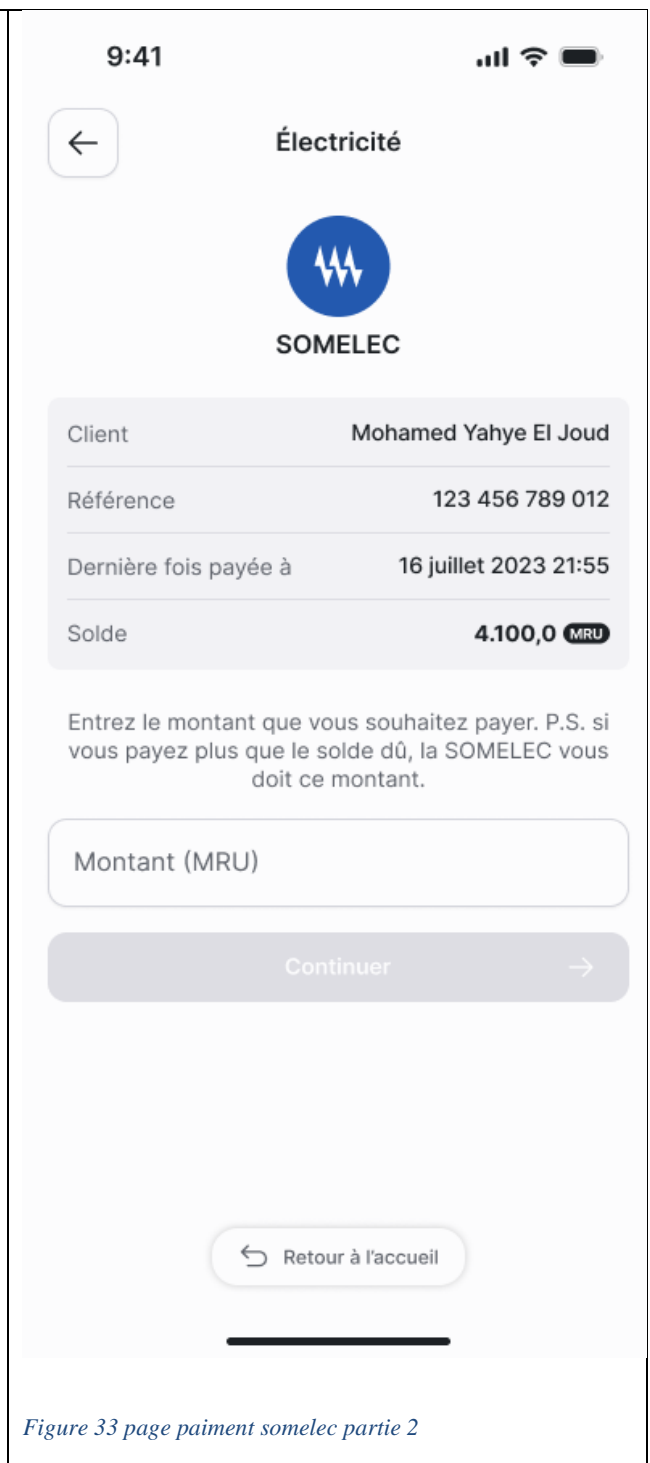
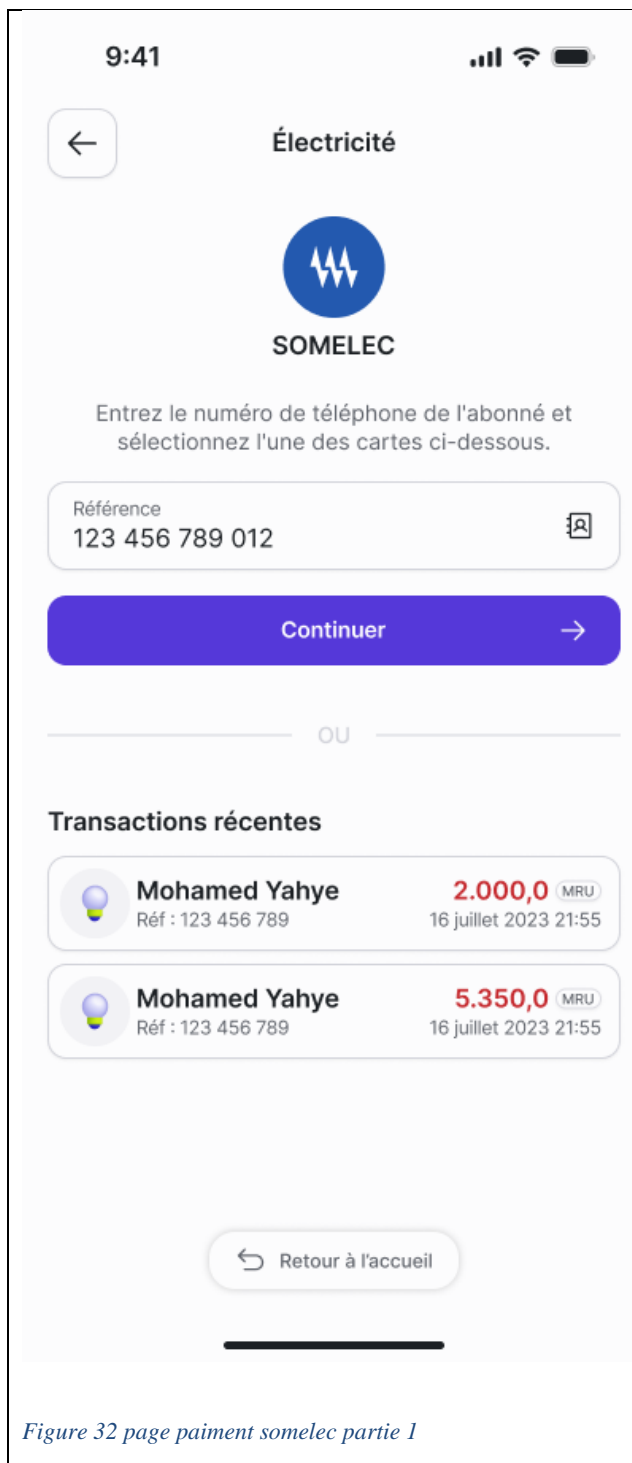
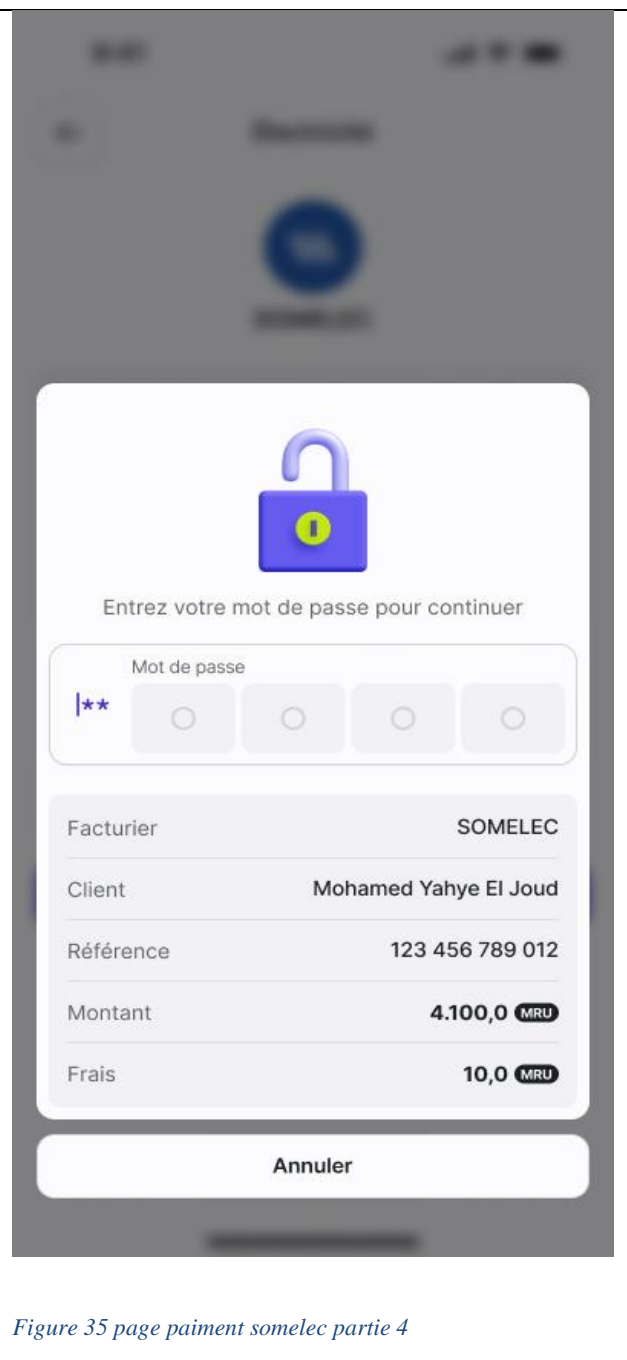
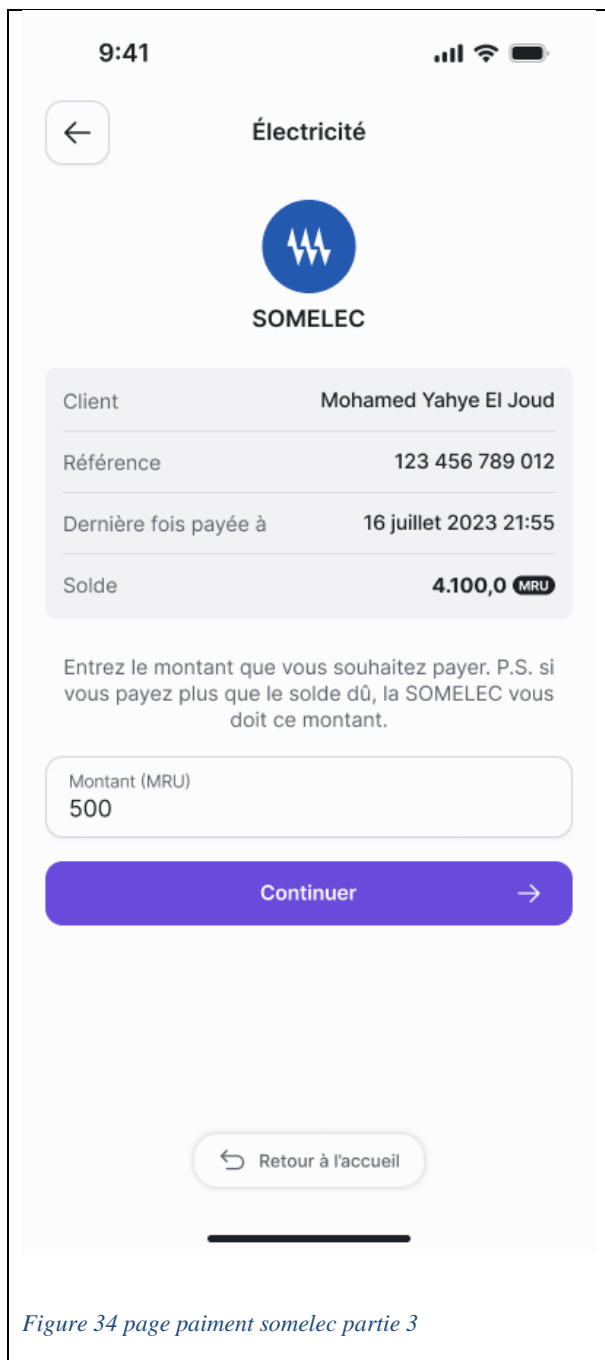


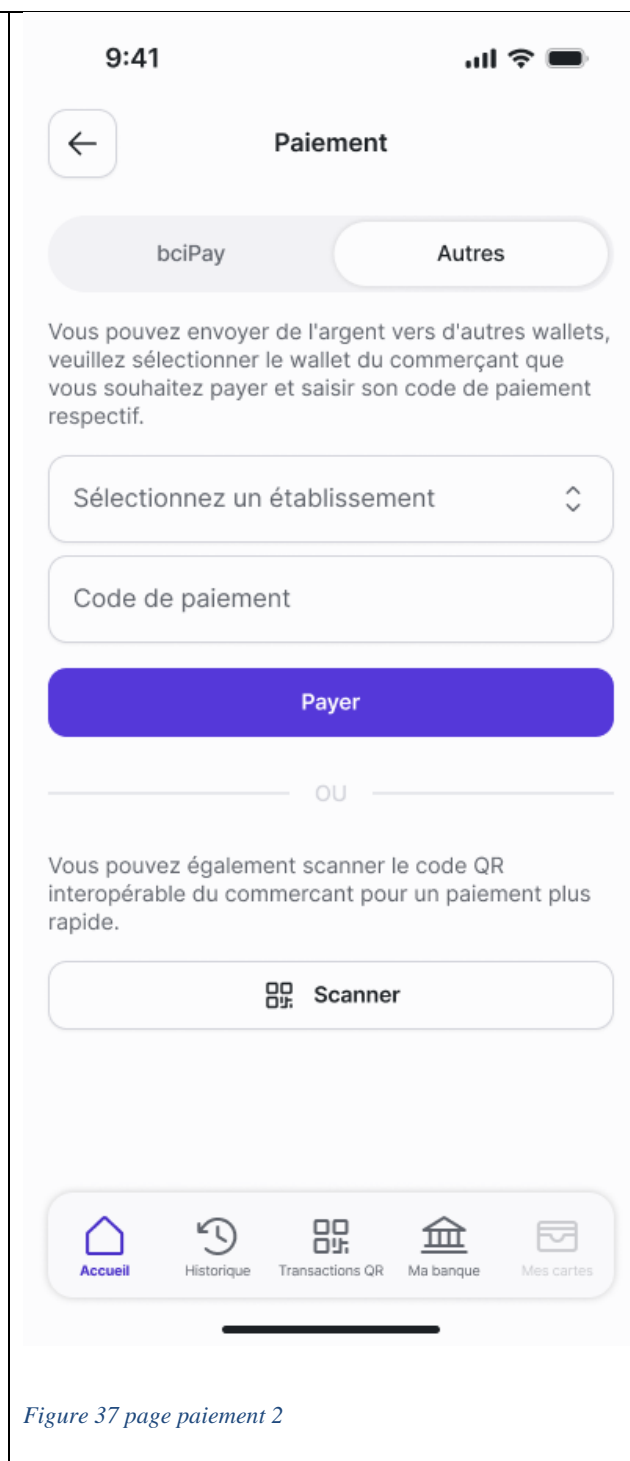
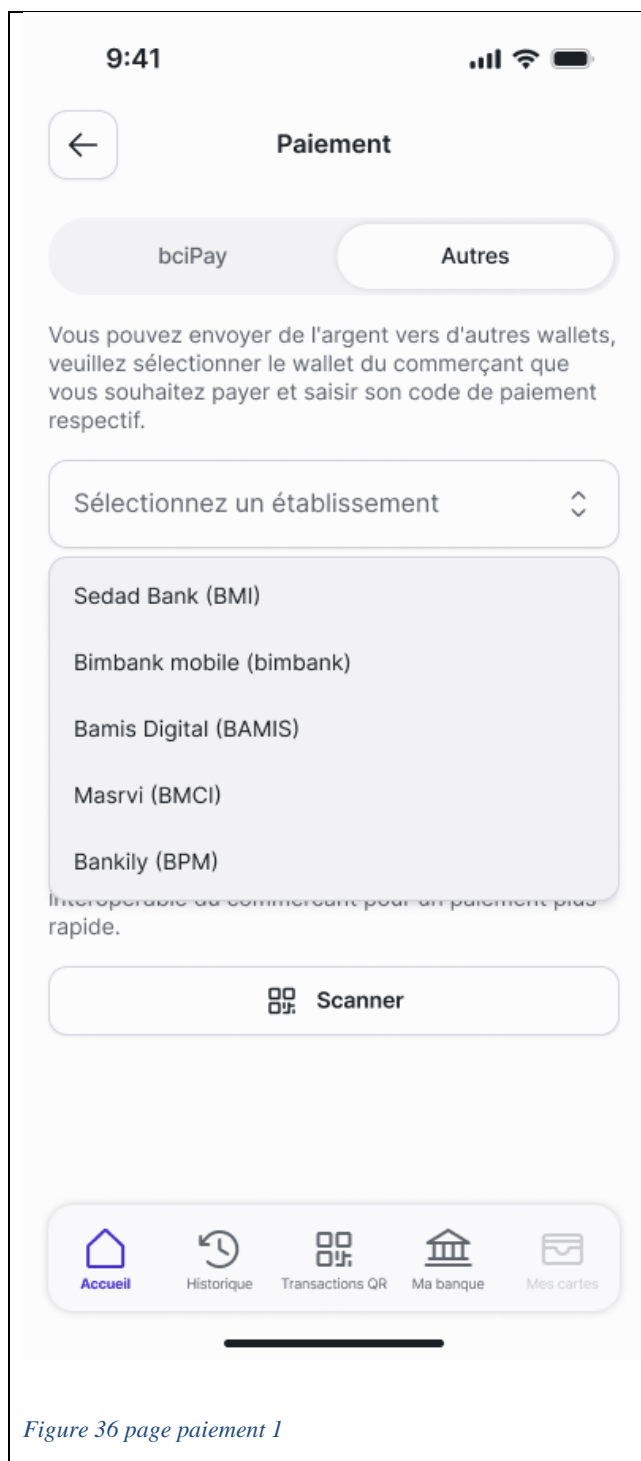
Figure 27 page home nouveau client

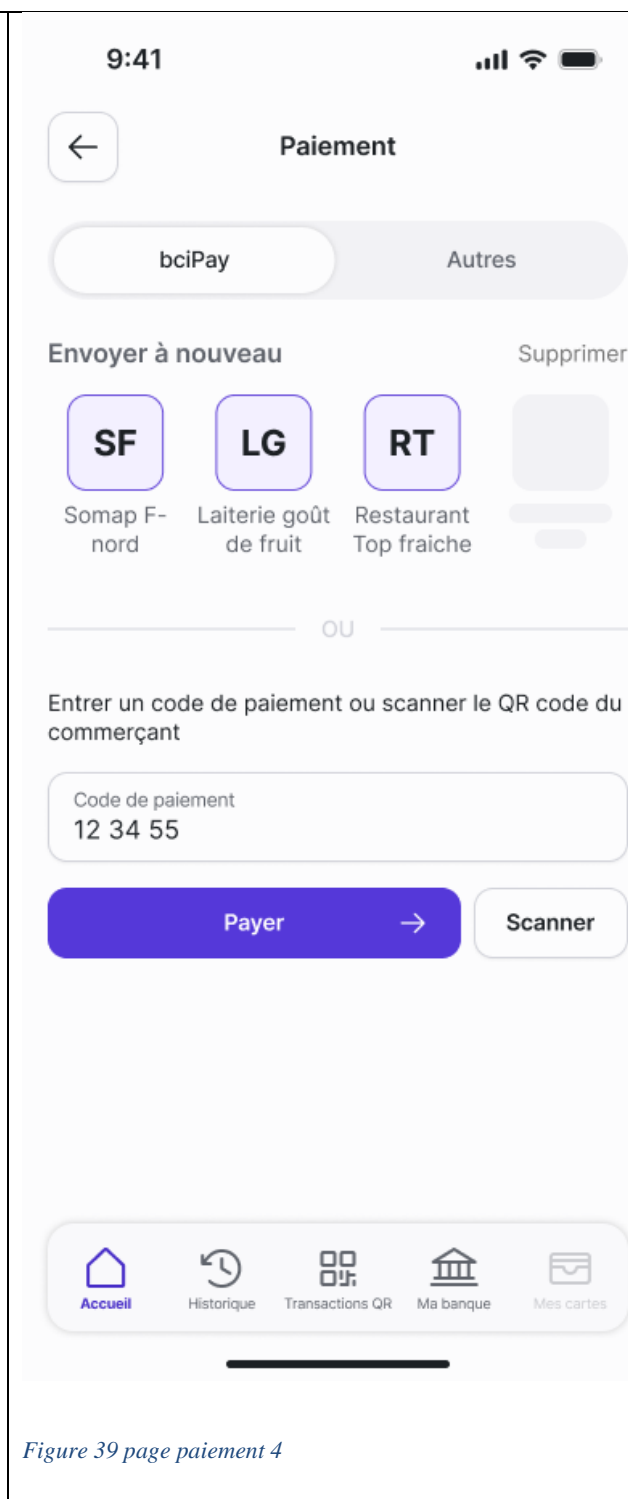
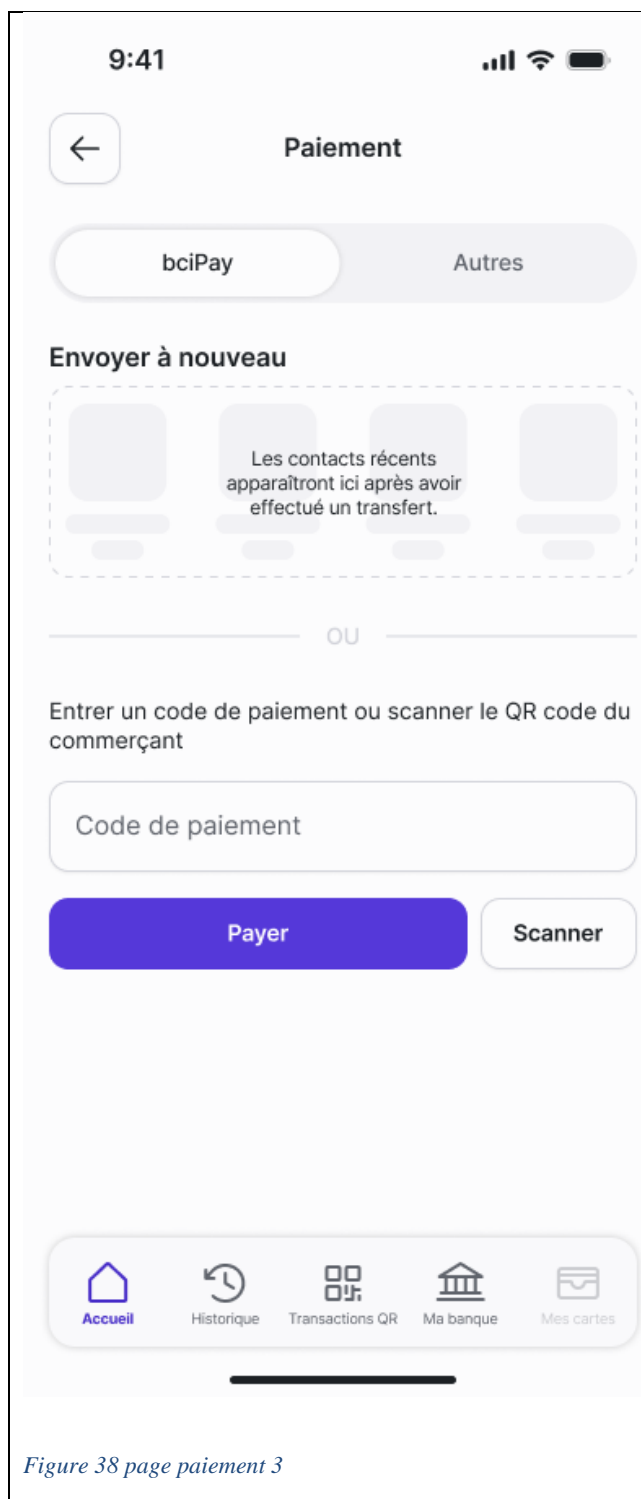












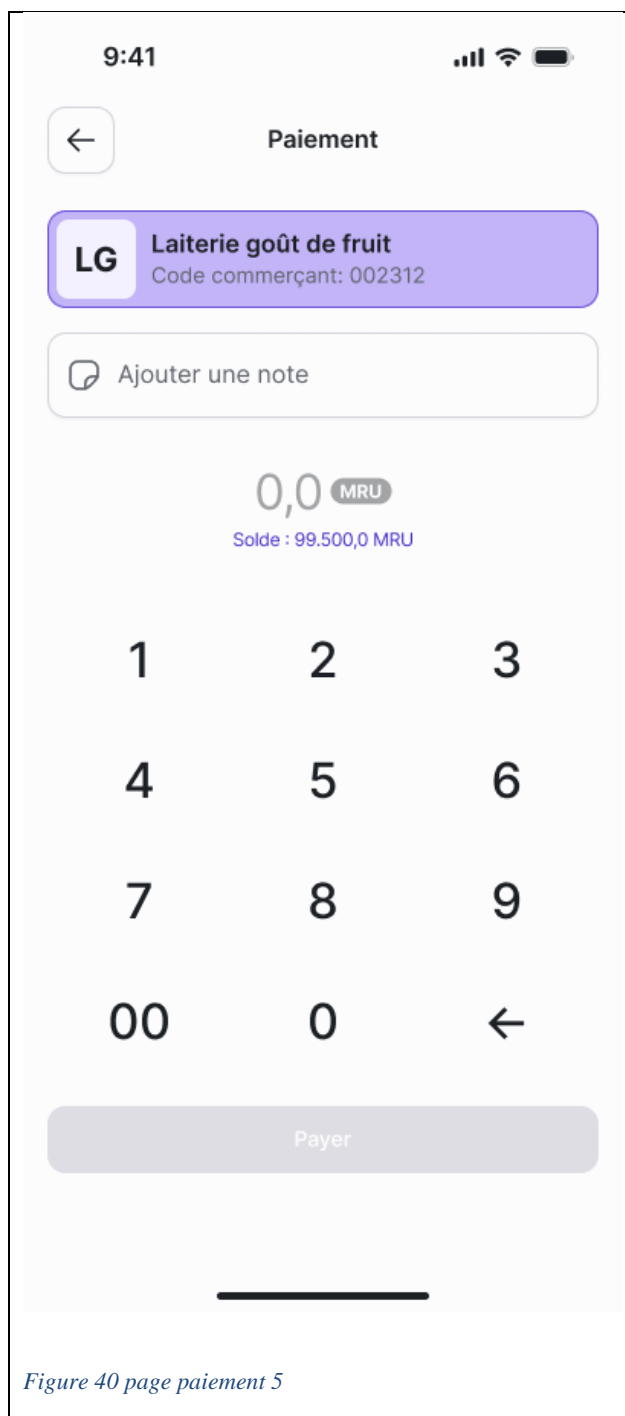


Figure 40 page paielement 5

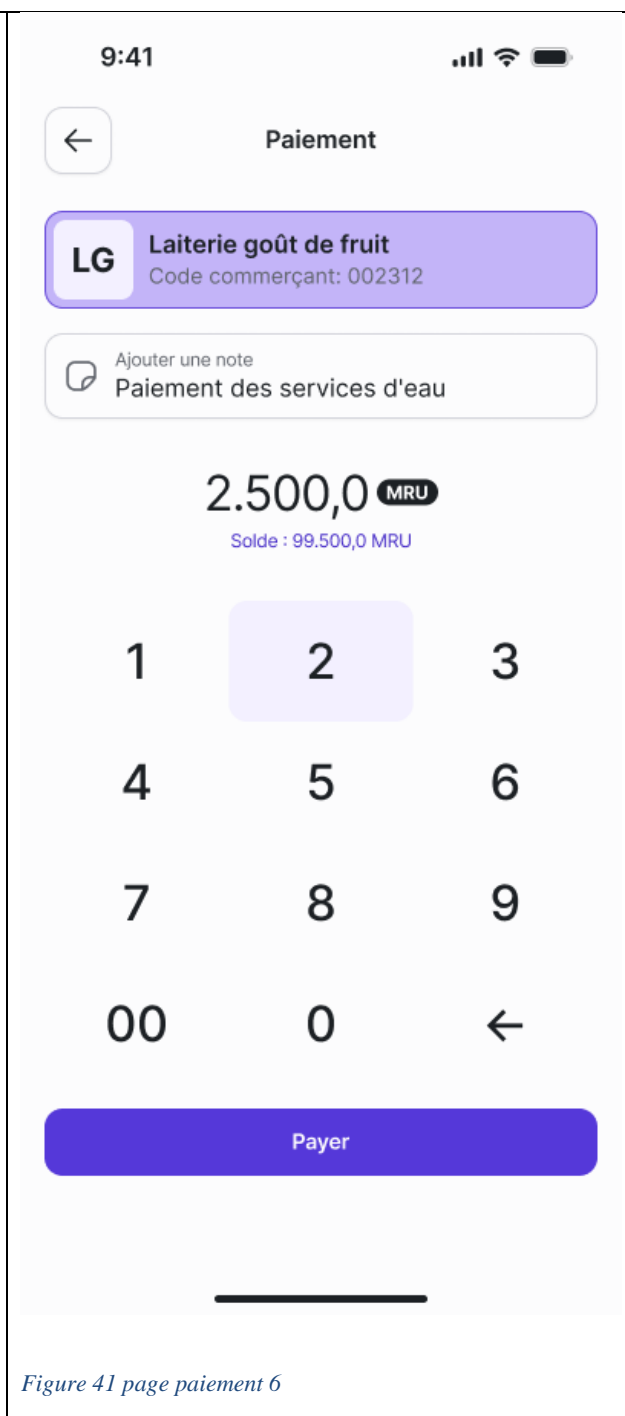


Figure 41 page paielement 6

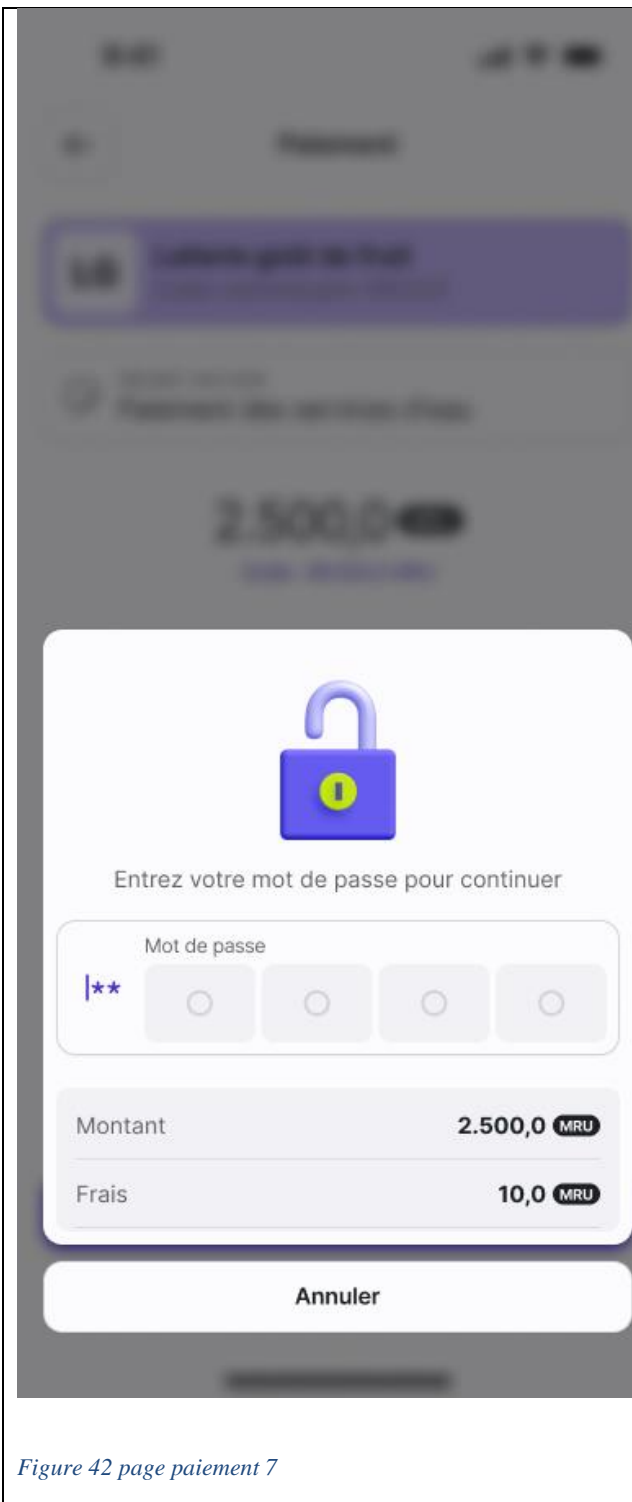


Figure 42 page paiement 7

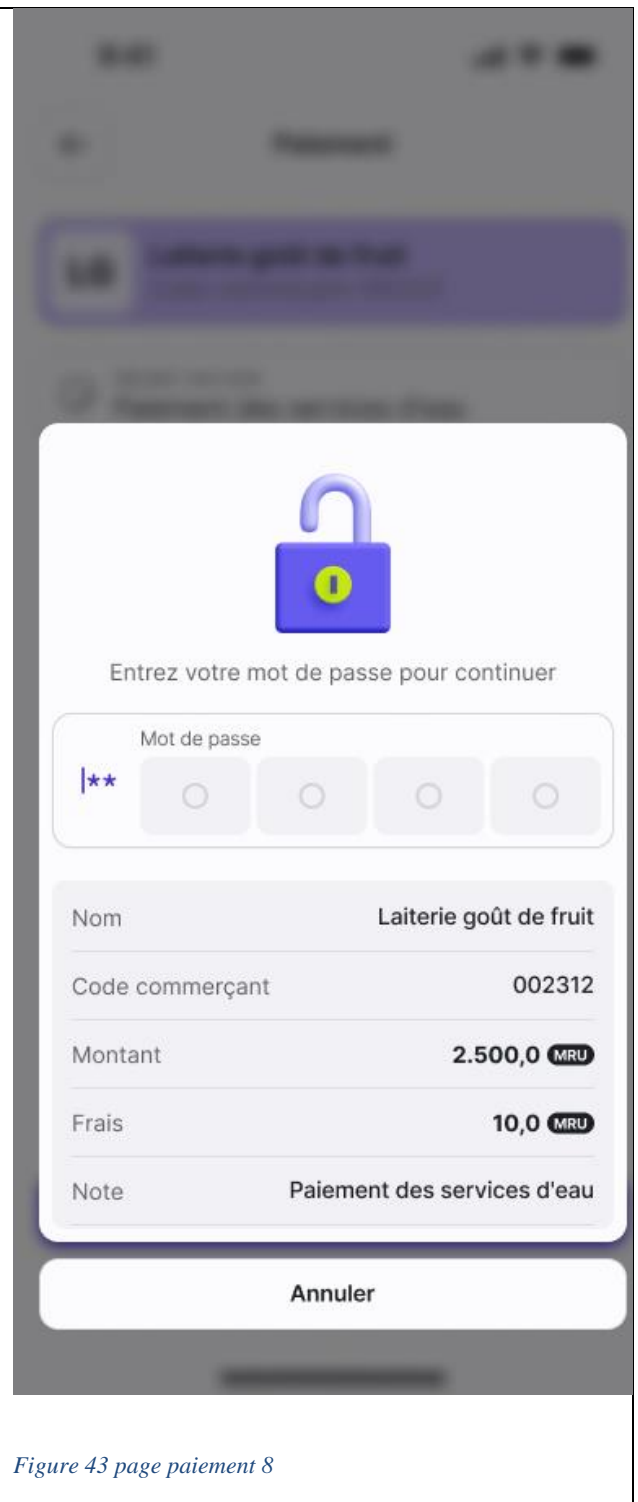
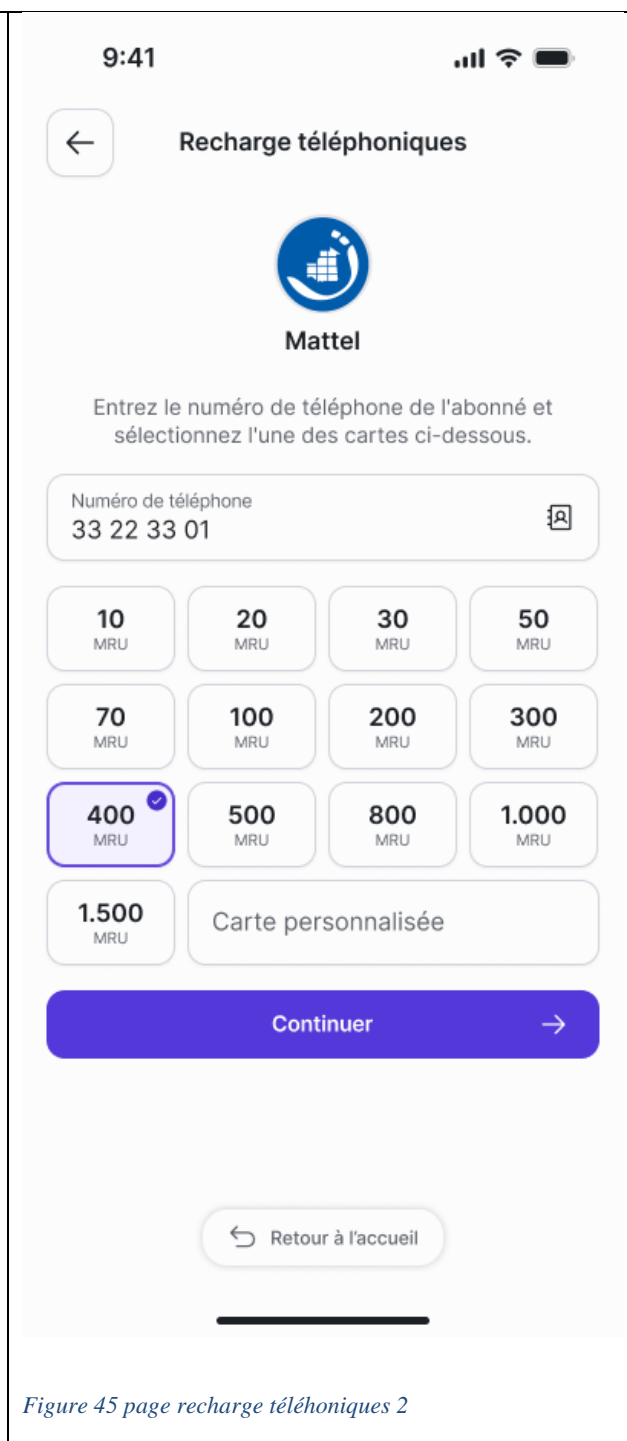
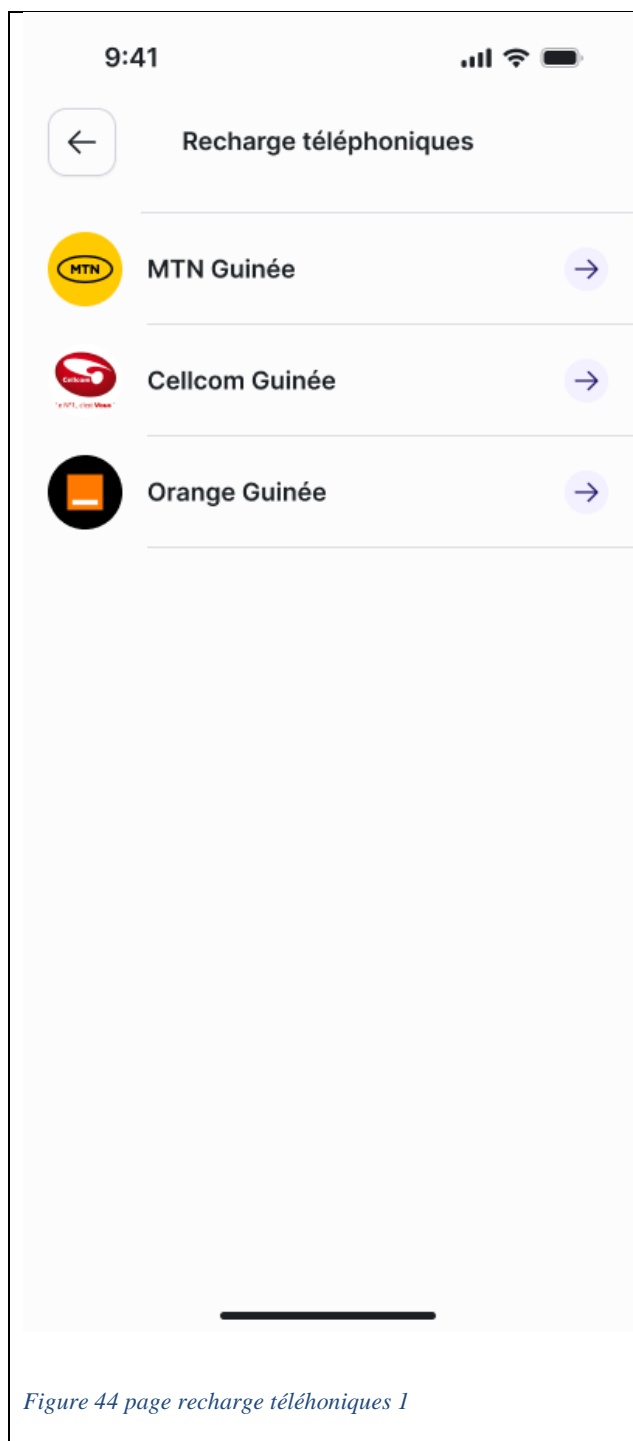
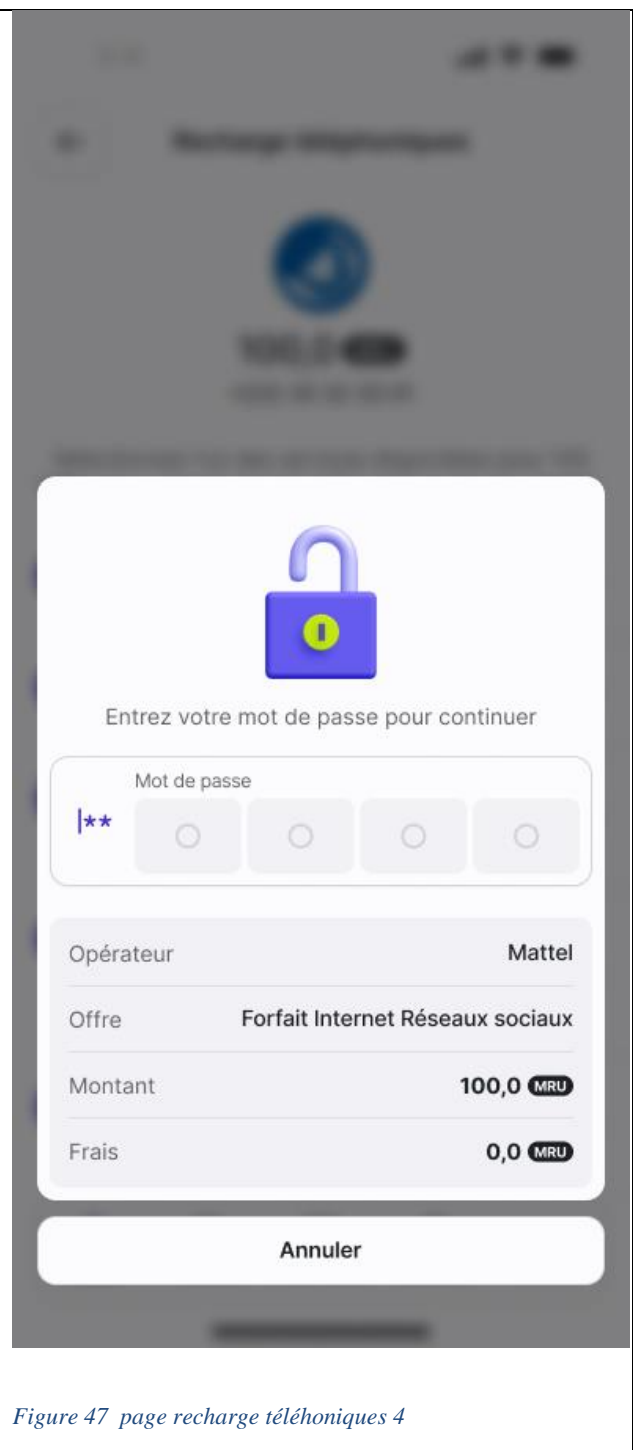
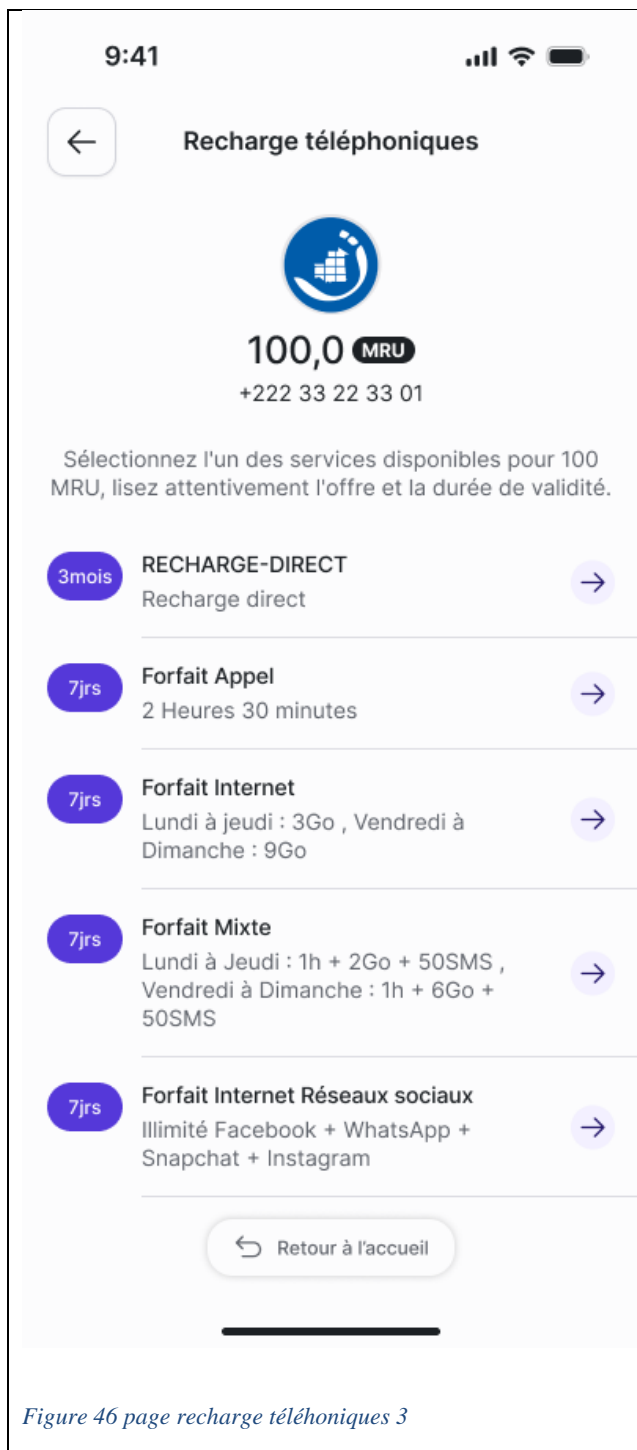
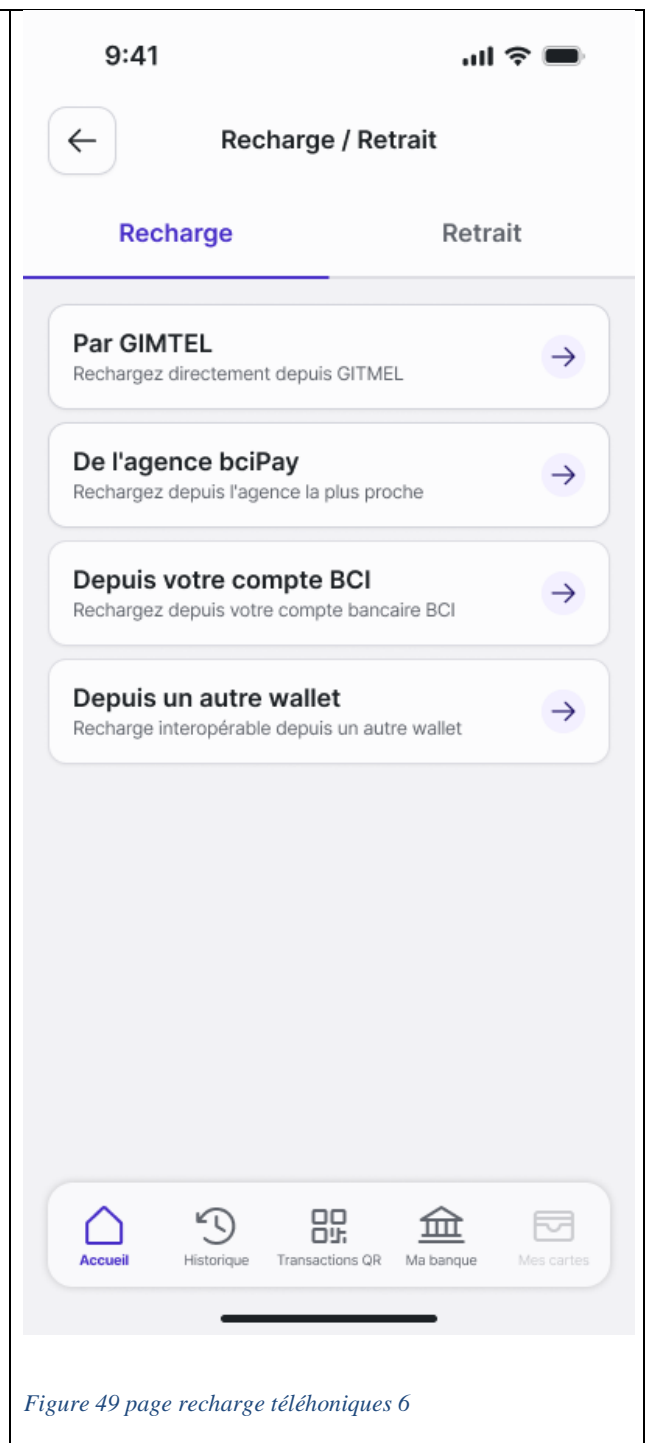
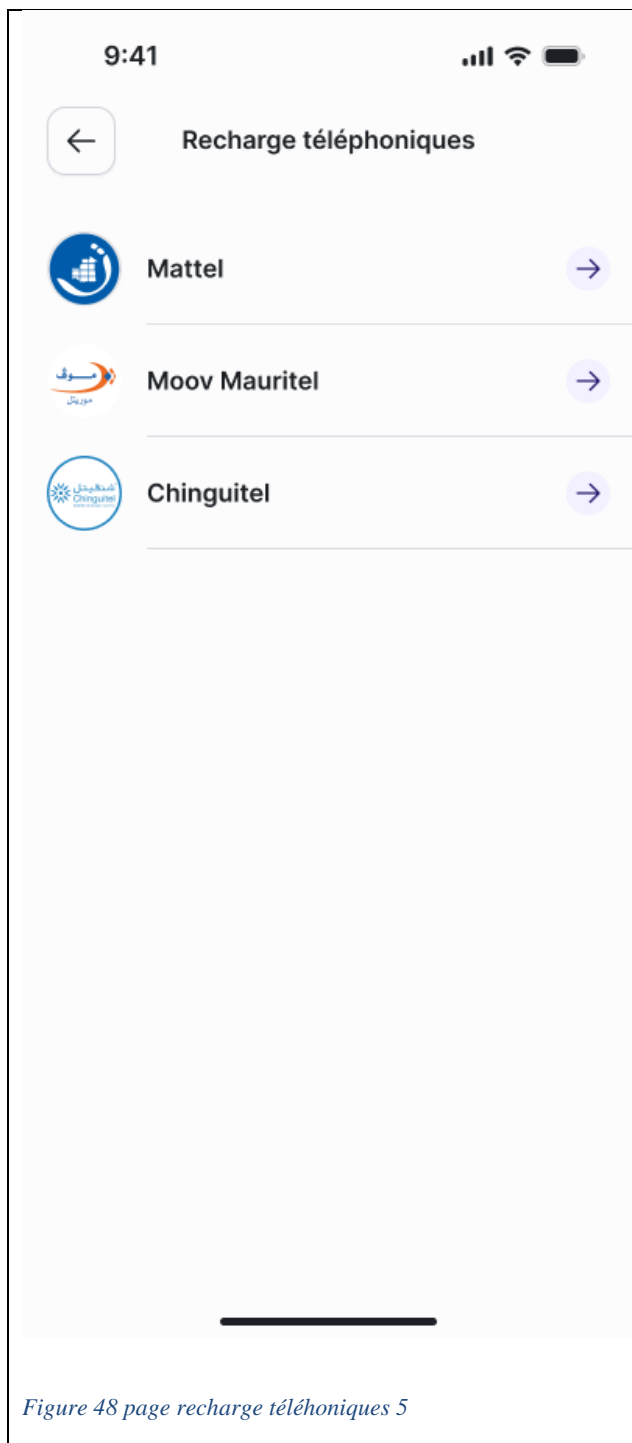
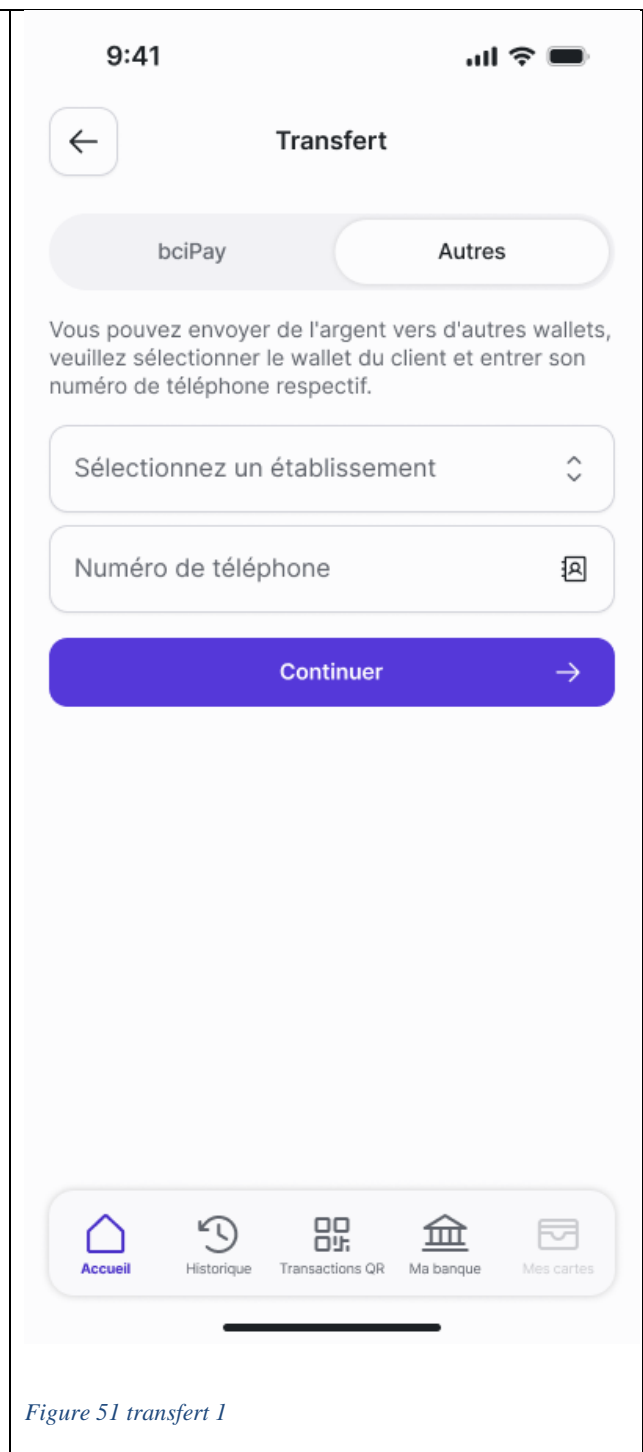
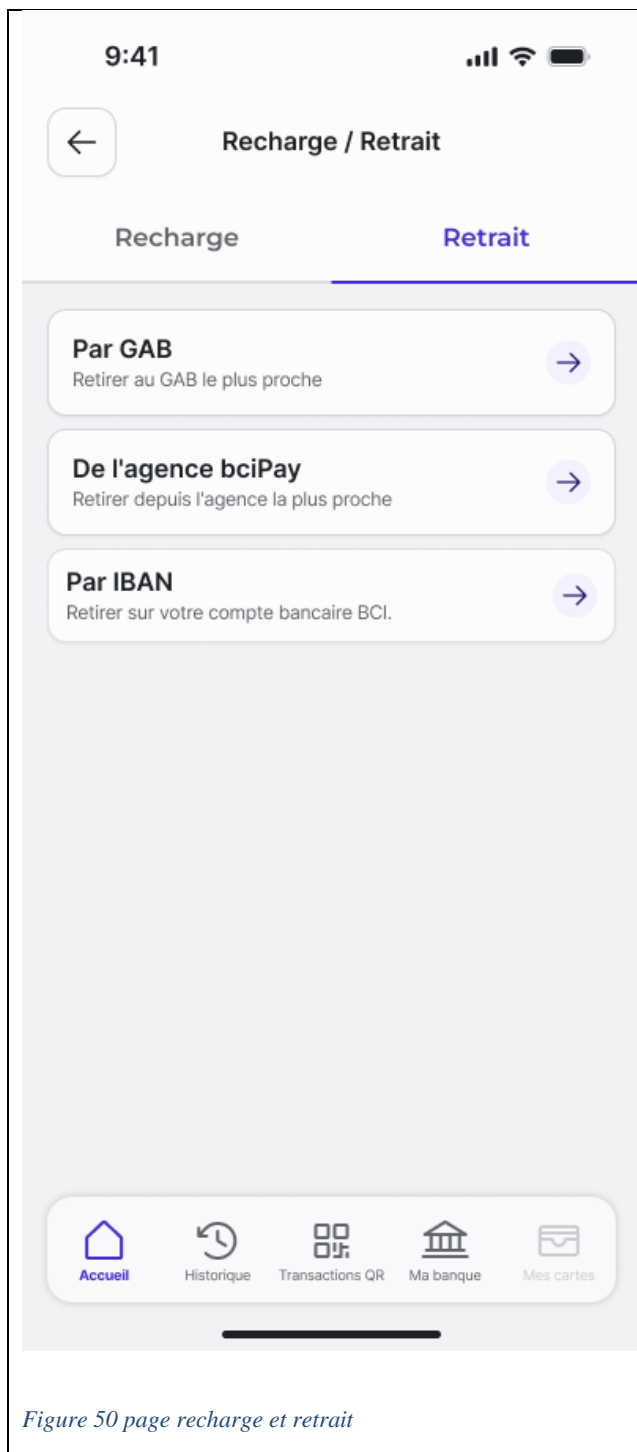


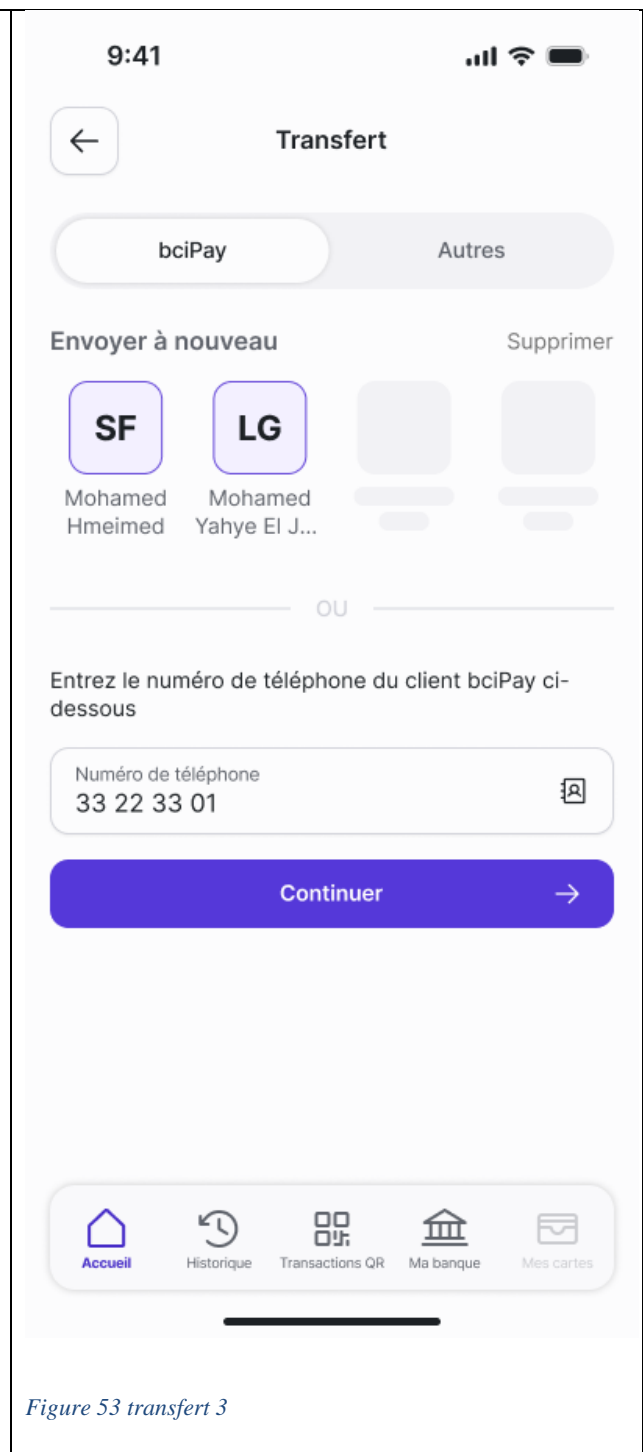
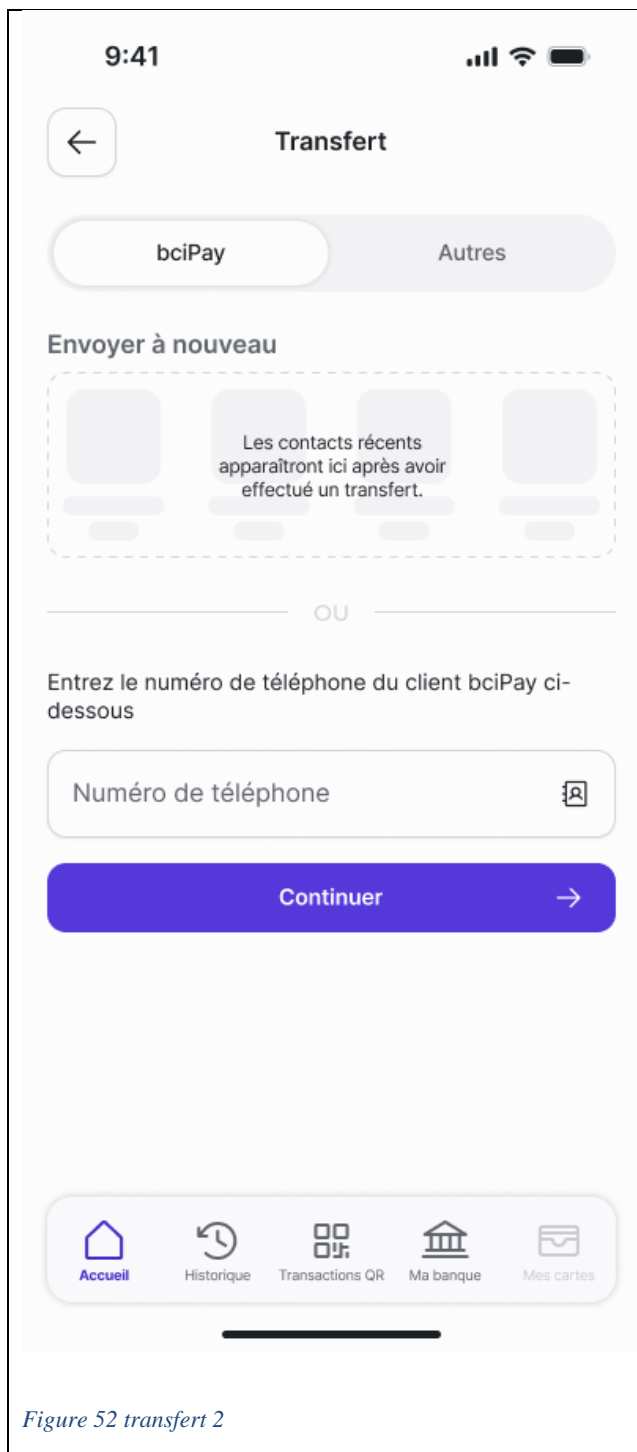
Figure 43 page paiement 8

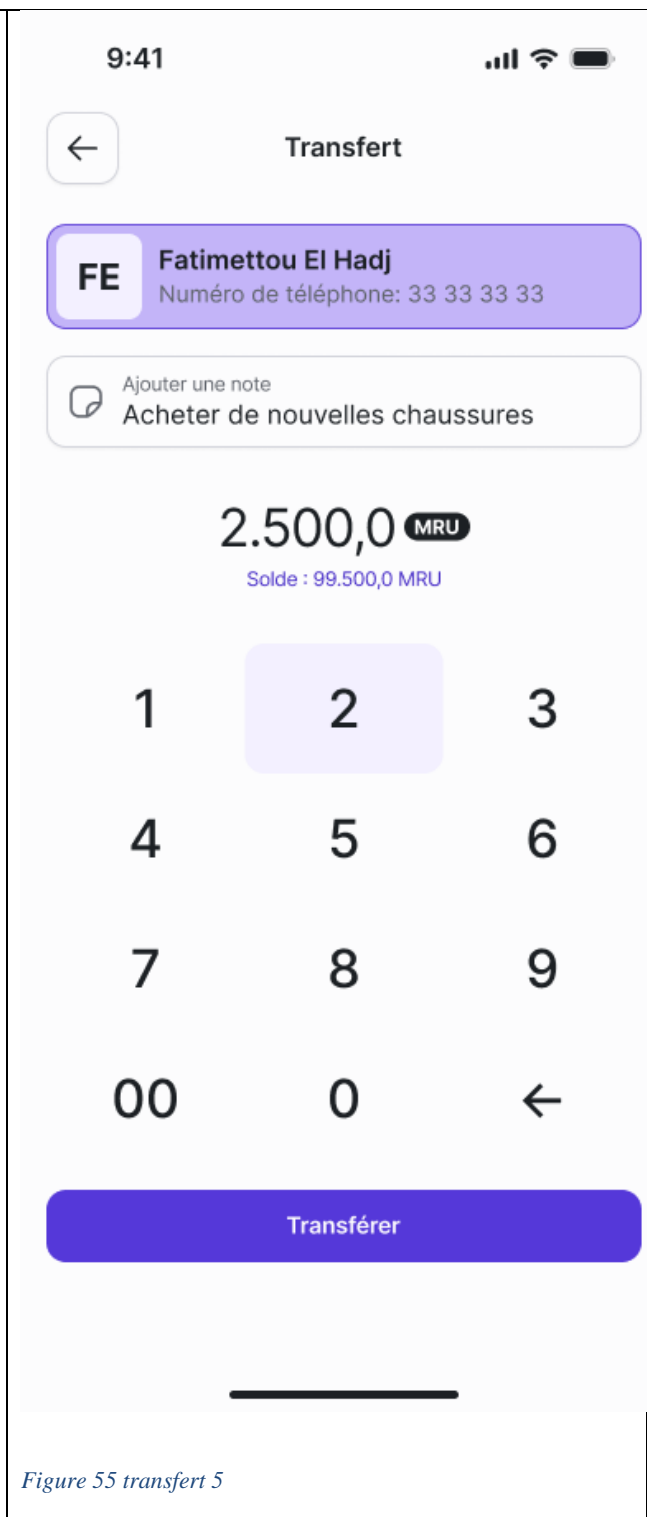
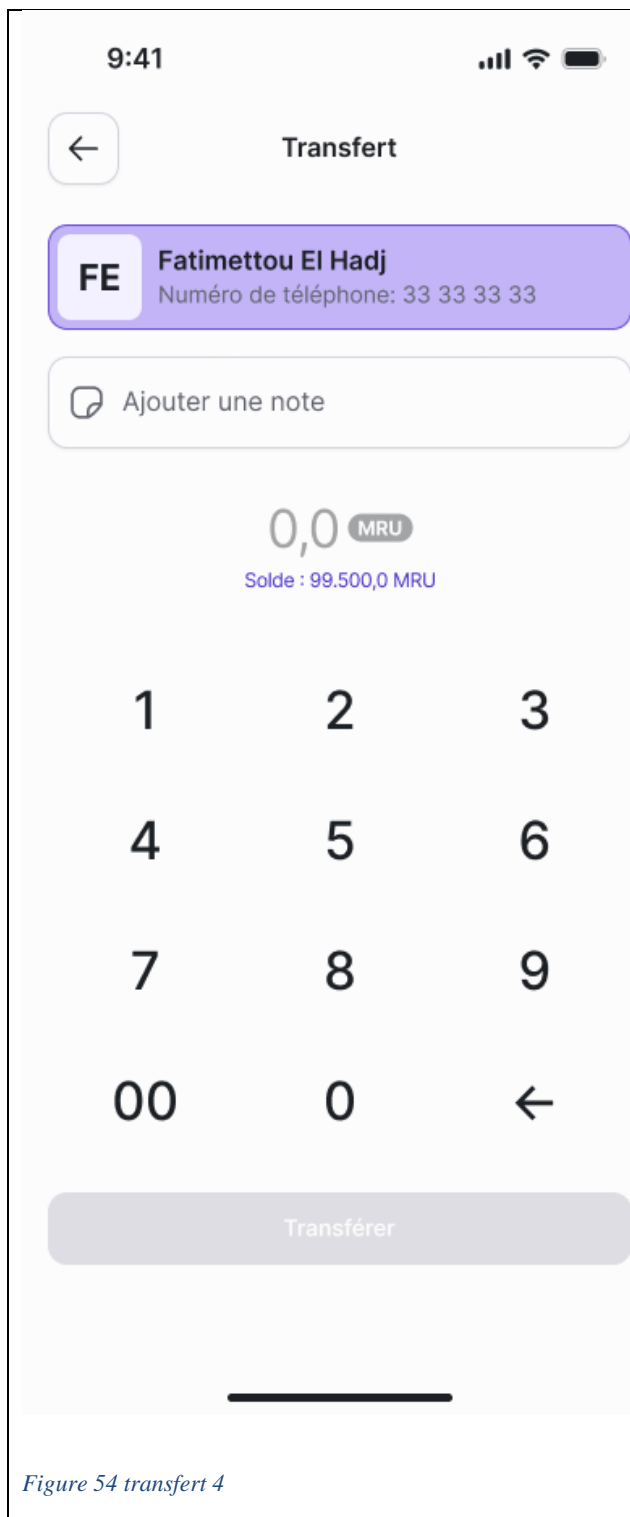












Conclusion générale

À la fin de cette expérience professionnelle, je peux affirmer que travailler aux côtés de professionnels de divers secteurs et à différents niveaux au sein de l'entreprise a considérablement renforcé mes compétences interpersonnelles, élargi mes connaissances et amélioré ma capacité de communication. Ce stage s'est avéré une expérience gratifiante et extrêmement enrichissante, m'offrant l'opportunité de :

- Valider mon choix de carrière en informatique en affrontant de nouveaux défis professionnels.
- Évaluer ma capacité d'adaptation et de réaction en milieu professionnel.
- Acquérir une maîtrise complète des aspects du développement et de la conception, couvrant l'ensemble du spectre de la programmation.
- Consacrer du temps à la consolidation de mes connaissances, notamment en me perfectionnant dans les domaines de la programmation mobile et du développement backend, étant donné la prévalence croissante de ces compétences au sein des entreprises en raison de leurs nombreux avantages.

Au cours de cette expérience, j'ai investi beaucoup d'efforts pour acquérir une expertise approfondie dans des domaines tels que Spring Boot, Java, Python, Django, le cryptage (AES, RSA), le hachage, la sécurité, le développement Agile (Scrum), l'utilisation de Jira, ainsi que les technologies React et Flutter.

Références

Articles scientifiques :

1. Lei zhang, 2023, High performance microservice communication technology based on modified remote procedure call
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10372007/>
2. Freddy Tapia. 2020. From Monolithic Systems to Micro services: A Comparative Study of Performance
<https://www.mdpi.com/2076-3417/10/17/5797>

Livre :

3. Django for Professionals, William S. Vincent
4. High Performance PostgreSQL
5. Le guide de l'utilisateur UML, James Rumbaugh, Grady Booch
6. Clean Code
7. Headfirst Object-Oriented Programming
8. Refactoring to patterns

Site Web:

1. Wikipédia. (URL : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikipédia>)
2. Documentation Django. (URL : <https://docs.djangoproject.com/en/4.2/>)
3. Cours UML de l'Université Paris 13. (URL : <https://lipn.univ-paris13.fr/~gerard/uml-s2/>)
4. Documentation Java Cryptography. (URL : <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/javax/crypto/package-use.html>)
5. Documentation Google Cloud Compute Engine. (URL : <https://cloud.google.com/compute/doc>)
6. Linuxize. (URL : <https://linuxize.com/post/how-to-use-linux-screen/>)