

REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
(MESRS)



Université d'Abomey-Calavi (UAC)



Ecole Nationale d'Economie Appliquée et de Management (ENEAM)

Département de l'informatique

MENTION : Informatique de gestion

SPECIALITE : Génie logiciel et Informatique Décisionnelle

MEMOIRE DE FIN DE FORMATION

Pour l'obtention du diplôme de Master Professionnel

THEME

**CONCEPTION ET REALISATION DE SOLUTION DE
PAIEMENT DES FACTURES PAR SMS : CAS DES
FACTURES D'EAU DE LA SONEB**

Réalisé par

Sylvie Eloïse CODO ADAHE

Directeur de mémoire

Docteur Théophile DAGBA

ENEAM

Juillet 2014

DEDICACE

- A mon cher et tendre époux Comlanvi Wilfrid Romain ADAHE pour tout ce que tu as enduré, pour ton amour et tes conseils. Que Dieu nous garde et nous reconforte.
- A mes très chers précieux et affectueux enfants : Amaël, Eurielle, Pamela et Brunel, que ce travail soit pour vous le témoignage de l'éternel et studieux apprenti qu'est l'homme. Je vous aime tant, que Dieu vous bénisse et vous protège.

Sylvie Eloïse CODO ADAHE

REMERCIEMENTS

- A mon Tuteur de mémoire, Docteur Théophile DAGBA, qui m'a témoigné d'une très grande considération et d'une disponibilité inattendues malgré ses multiples occupations.
- A mes chers parents Gratien CODO et Aline DOSSOU qui avez toujours cru en moi en m'encourageant et pour tout le soutien que vous m'avez apporté, je supplie Dieu de vous bénir et de vous garder dans son Amour infini.
- A mes frères et Sœurs, prenez le temps de bien travailler car c'est l'unique clé du succès. Union et paix en Dieu.
- A toute l'administration et tout le corps professoral de l'ENEAM, les professeurs missionnaires pour leur contribution pédagogique qualitative à l'obtention de ce diplôme.
- A Monsieur Jacques ZINSE, qui n'a ménagé aucun effort pour ses conseils, ses encouragements et pour sa disponibilité constante.
- A Monsieur Yves ASSOGBA, pour sa franche collaboration.
- A Monsieur Roland AIKPE, pour l'aide précieuse qu'il m'a accordée et pour avoir accepté mettre sa riche expérience à ma disposition.
- A Monsieur Norbert KLIYE, dont la sollicitude ne m'a jamais fait défaut dans l'élaboration de ce travail.
- A la 2^{ème} promotion de Master en informatique de gestion à l'ENEAM, merci pour tous ces moments qu'on avait vécus ensemble.
- A mes collègues du Groupe Cauris Informatique, qui m'ont encouragée dans ce travail.
- A tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont apporté leur concours.

- Au Président et aux honorables membres du jury qui se donneront la peine d'apprécier ce mémoire, veuillez recevoir mes cordiales et déférentes gratitudees.

Sylvie Eloïse CODO ADAHE

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS

AUC	: AUthentication Center
BSC	: Base Station Controller
BSD	: Berkeley Software Distribution License
BSS	: Base Station Subsystem
BTS	: Base Transceiver Station
EIR	: Equipment Identity Register
GPRS	: Global Packet Radio Service
GSM	: Global System for Mobile Communications
HLR	: Home Location Register
HTTP	: Hyper Text Transfert Protocol
IMEI	: International Mobile Equipment Identity
IMSI	: International Mobile Subscriber Identity
MAC	: Message Authentication Code
MODEM	: Modulateur-Démodulateur
MS	: Mobile Segment
MSC	: Mobile-services Switching Center
MySQL	: My Structured Query Language
NMC	: Network Management Center
NSS	: Network SubSystem
OMC	: Operations and Maintenance Center
PHP	: Hypertext PreProcessor
QR	: Quick Response
RSA	: Rivest Shamir Adleman
RTC	: Réseau Téléphonique Commuté
SIM	: Subscriber Identity Module
SMS	: Short Message Service

SMSC	: Short Message Service Center
SMS-CB	: Short Message Service - Cell Broadcast
SMS-PP	: Short Message Service - Point to Point
SONEB	: Société Nationale des Eaux du Bénin
SRES	: Signature Response
TMN	: Telecommunication Management Network
UML	: Unified Modeling Language
URL	: Unified Ressource Locator
USSD	: Unstructured Supplementary Service Data
VLR	: Visitor Location Register
WAP	: Wireless Application Protocol
XML	: eXtensible Markup Language

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Comparaison des moyens de paiement.....	9
Tableau 2 : Etude comparative de Kannel et Gammu	14
Tableau 3: Structure hiérarchique dans GSM	15
Tableau 4 : Table des clients du serveur de production de la SONEB	24
Tableau 5 : Table des compteurs du serveur de production de la SONEB	24
Tableau 6: Table des factures du serveur de production de la SONEB	24
Tableau 7: Formats des services	41
Tableau 8: Messages SMS	42

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Architecture de Kannel.....	12
Figure 2 : Schéma général de la solution.....	23
Figure 3 : Diagramme des cas d'utilisation.....	28
Figure 4 : Représentation du diagramme d'activité du cas d'utilisation S'inscrire au service SMS : S'inscrire sur présentation du client	29
Figure 5 : Représentation du diagramme d'activité du cas d'utilisation Payer une facture	30
Figure 6 : Diagramme de classe	32
Figure 7 : Diagramme de séquence du cas d'utilisation « s'inscrire au service SMS sur présentation du client»	33
Figure 8 : Diagramme de séquence du cas d'utilisation « s'inscrire au service SMS: via internet »	34
Figure 9 : Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Payer une facture ».....	35
Figure 10 : Couplage de la solution avec le système de production de la SONEB	38
Figure 11 : Fichier XML des paiements effectués par SMS	39
Figure 12 : Circuit parcouru pour effectuer un paiement	46
Figure 13 : Remplissage du formulaire d'inscription en ligne par le client.....	47
Figure 14 : Attente de confirmation de la signature du contrat d'abonnement par le client.....	48
Figure 15 : Réception par le client du code de confirmation	49
Figure 16 : Contrat d'abonnement signé envoyé au client.....	50
Figure 17 : Liste des codes de recharge de compte générés et disponibles.....	51
Figure 18 : Message de rechargement de compte par SMS (code de recharge N° 87656625348).....	52
Figure 19 : Message de réussite de rechargement de compte envoyé au client	53
Figure 20 : Factures en attente de paiement sur le serveur SMS	54
Figure 21 : Message envoyé par le client pour le paiement de la facture n° 123456789012... ..	55
Figure 22 : Message de confirmation du paiement	56

GLOSSAIRE

- Compte GSM : le compte dont le client dispose au niveau de l'opérateur GSM.
- Compte SONEB : le compte dont dispose le client lors de l'activation de son abonnement au service SMS de la SONEB ;
- Client : toute personne payeur de factures de la SONEB

RESUME

Les technologies de l'information et de la communication ont permis le développement des services payés à distance grâce au téléphone mobile. Les réseaux GSM, déployés sur presque tout le territoire national, jouent un rôle très important dans la communication. Malgré cet atout qu'offrent ces réseaux GSM, le paiement à distance n'est pas très développé.

Dans les pays en voie de développement et au Bénin en particulier, des déplacements s'effectuent encore vers des guichets éloignés des lieux de résidence pour le paiement des factures. Cela s'observe également pour les clients de la SONEB qui se mettent en files d'attente pour le paiement de leurs factures d'eau. Ceci constitue un handicap majeur dans la gestion du temps des clients.

Vue la place privilégiée qu'occupent ces réseaux mobiles dans le mode de communication, nous avons jugé utile d'intégrer cette technologie dans le processus de paiement des factures d'eau de la SONEB pour contribuer à la gestion des pertes de temps énormes pour ses clients.

Ainsi, nous avons proposé à la SONEB, un système de paiement de factures à distance. L'objectif principal du système est de diriger les factures produites par le système de la SONEB vers des serveurs SMS, de recevoir les requêtes de paiement des clients par des messages SMS et de rediriger ces paiements vers le système de production pour la mise à jour des factures payées.

ABSTRACT

The technologies of information and the communication allowed the development of the services paid at a distance remotely thanks to the mobile phone. GSM networks, deployed on almost the vast of the national territory, play a very important role in the communication. In spite of these assets which offer these GSM networks, the remote payment is not very developed.

In developing countries and in Benin in particular, movements are still made towards ticket offices distant from places of residence for the payment of invoices. It also observes for the customers of the SONEB who put themselves in line for the payment of their water bills. This constitutes a major handicap in the management of the time of the customers.

Seen the privileged place whom occupy these mobile networks in the mode of communication, we considered useful to integrate this technology into the process of payment of the water bills of the SONEB to contribute to the management of the enormous wastes of time for his customers.

So we proposed in the SONEB, a system of payment of remote invoice. The main objective of the system is to redirect invoices produced by the system of the SONEB towards SMS servers, to receive the requests of payment of the customers by SMS messages and to redirect these payments towards the system of production for the update of the paid invoices.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
Etat de l'art des moyens de paiement et les technologies mises en œuvre	5
1.1. Les moyens de paiement traditionnels.....	5
1.2. Les moyens de paiement utilisant le téléphone mobile	6
1.3. Outils SMS	10
1.4. Sécurité des transactions mobiles	15
Modélisation et conception de la solution.....	20
2.1. Choix et proposition de solution.....	20
2.2. Spécification des besoins et méthodologie adoptée	23
2.3. Analyse fonctionnelle	25
2.4. Modélisation statique	30
2.5. Modélisation dynamique.....	33
2.6. Couplage de la solution avec le système de production de la SONEB ..	36
Déploiement et mise en œuvre d'un prototype du système M-paiement	41
3.1. Modèle SMS	41
3.1.1. Codification des Services	41
3.2. Sécurité du système.....	44
3.3. Résultats	46
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	57
BIBLIOGRAPHIE	58

INTRODUCTION GENERALE

Les deux avancées technologiques en télécommunication qui auront marqué le tournant du millénaire sont incontestablement l'accélération du développement d'Internet et de la téléphonie mobile. Avec Internet, il est possible d'avoir un accès instantané à une quantité infinie d'informations à partir de n'importe quel ordinateur relié à une simple ligne téléphonique; la téléphonie mobile a, quant à elle, permis d'affranchir les contraintes de localisation ou de mouvements.

Tous les utilisateurs sont désormais familiarisés avec la technologie des messages courts, qui leur permet de recevoir sur leurs téléphones portables toutes sortes d'informations, et aussi de pouvoir envoyer eux-mêmes des SMS pour effectuer des opérations, demander des informations, participer à des jeux, etc. Ces technologies ont changé les habitudes d'achats des consommateurs qui étaient d'acheter dans le commerce avec des moyens de paiements dits « traditionnels » (paiement en espèces, par chèque). De nouveaux systèmes de paiement par téléphone portable sont apparus. Le paiement mobile permet aux consommateurs de régler des achats depuis un téléphone portable. Ceci offre une liberté des transactions où et quand on veut et suivant les moyens dont on dispose.

Néanmoins, il est facile de constater de façon récurrente des files interminables de jeunes, d'adultes et de personnes âgées devant les guichets de la SONEB en période de règlement des factures de consommation d'eau.

A travers ce mémoire, nous nous sommes proposé de mettre en œuvre un système de paiement par SMS avec la technologie PHP/MySQL. Il s'agit d'un système qui non seulement reçoit les messages des clients pour le paiement des factures mais s'interface avec le système de production de la SONEB pour la mise à jour des factures payées.

Pour y parvenir, il est nécessaire d'une part, d'approfondir nos connaissances sur le concept de paiement par SMS au plan technique, et d'autre part de recueillir les besoins pour lesquels nous proposerons une solution qui sera modélisée et implémentée suivant les choix techniques effectués.

I. Motivation

La SONEB, un établissement public à caractère industriel et commercial, a pour mission le captage, le transport, le traitement et la distribution de l'eau potable ainsi que l'évacuation des eaux usées. C'est une entreprise d'Etat qui est aussi chargée de la mise en œuvre de la politique du gouvernement en matière d'alimentation en eau potable en milieu urbain [6]. Elle dispose de plusieurs catégories de clients au nombre desquelles les clients particuliers. Pour le règlement des factures, elle invite ces clients à se rendre à des guichets dont le nombre très réduit explique les longues files de personnes observées.

Cette situation conduit à une perte de temps aussi bien pour les clients que pour les employés de la SONEB. Cette perte se caractérise par

- le client qui perd du temps à faire la queue pour payer ou pour avoir des informations sur ses factures;
- l'employé qui perd du temps à exécuter des tâches sans valeur ajoutée afin d'informer le client;
- la mobilisation des ressources (matérielles, financières et humaines) pour des activités sans valeur ajoutée.

L'essor des systèmes de paiement mobile a permis l'apparition des paiements par SMS. A travers ce mémoire, cette technique sera utilisée pour proposer une solution dans le but d'aider la SONEB à permettre aux clients de payer leurs factures d'eau en un temps record sans rejoindre un guichet souvent éloigné et encombré.

II. Objectifs

Dans le contexte de notre étude, il s'agit d'adapter la technologie de messagerie SMS pour permettre aux clients de la SONEB de payer leurs factures sans se déplacer vers les guichets de la SONEB et de mettre à jour en temps réel la base de données du système de production de la SONEB pour le suivi et le recouvrement à temps des factures. Pour trouver une réponse à ces préoccupations, nous nous sommes fixés quelques objectifs à atteindre dans notre étude.

L'objectif principal de ce mémoire est de proposer un prototype d'un système de paiement de factures par message SMS en vue de permettre à la SONEB d'améliorer ses prestations, de donner plus de confort et de confiance aux clients. Ce système devra être interfacé avec le système de production de la SONEB. Les objectifs spécifiques sont :

- concevoir un système pour autoriser les clients à payer leurs factures d'eau en utilisant leur téléphone mobile afin de réduire les files d'attente et de leur permettre un gain de temps ;
- permettre aux clients de recevoir des informations relatives aux factures ;
- incorporer les paiements dans le système de production de la SONEB pour faciliter le suivi de recouvrement des factures des clients ;
- améliorer la performance de la SONEB.

III. Organisation du contenu du mémoire

Le contenu de ce mémoire est structuré autour de trois chapitres qui constitueront les étapes suivies pour le développement du système.

Le premier chapitre présentera les moyens de paiements, les technologies et les outils existants pour la mise en œuvre du paiement par SMS. Cette exploration permettra d'effectuer des choix et de proposer une solution au

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

problème posé. Le deuxième chapitre abordera la modélisation et la conception de cette solution. Enfin, le troisième chapitre traitera de la mise en œuvre du prototype pour le paiement des factures d'eau de la SONEB. Les différentes simulations permettront de souligner les limites de la solution et les perspectives qui y découlent.

Etat de l'art des moyens de paiement et les technologies mises en œuvre

Introduction

Plusieurs moyens de paiements sont disponibles et diverses technologies sont déployées. Ces moyens de paiement et les technologies utilisées seront présentés avec leurs avantages et des choix seront faits dans le but de proposer une solution au problème posé.

1.1. Les moyens de paiement traditionnels

1.1.1. Paiement en espèces

Le mot "espèces" employé au pluriel est peu usité dans la langue courante, mais on le trouve encore dans quelques dispositions légales, dans les décisions de justice, pour désigner les moyens de paiement dont la remise au créancier a un effet libératoire immédiat, et comme tels, pouvant faire l'objet d'offres réelles ou de consignation en cas de refus du créancier. Sont exclus des paiements en espèces, qui comprennent exclusivement la monnaie métallique et les billets de banque, les effets de commerce, les chèques et les paiements par carte bancaire dont le caractère libératoire ne se produit qu'au moment où le créancier, son mandataire ou son compte bancaire, sont effectivement crédités de la somme due. L'expression qui correspond à ce mode de règlement est "paiement en espèces" [3]. Les espèces désignent ici les billets et les pièces utilisables dans une zone monétaire de même devise où ils sont émis.

1.1.2. Le chèque

Le chèque est un moyen de paiement scriptural utilisant le circuit bancaire. Il est généralement utilisé pour faire transiter de la monnaie d'un compte bancaire à un autre. Le chèque est un effet de commerce. Ce faisant, il est régi par la Loi sur les lettres de change. L'une de ses particularités à titre d'effet de commerce est qu'il doit être émis pour être exécutoire. La Loi le définit simplement comme une lettre de change tiré sur une banque, payable sur demande [4].

1.1.3. Le virement bancaire

Un virement bancaire est une opération d'envoi (transfert) ou de réception (rapatriement) d'argent entre deux comptes bancaires soit :

- ouverts dans la même banque, soit dans deux banques différentes ;
- réalisé dans le même pays ;
- entre deux pays ;
- ponctuel ou permanent.

La personne physique ou morale qui demande l'émission du virement est dénommée le donneur d'ordre, celle qui reçoit l'argent, le bénéficiaire.

1.2. Les moyens de paiement utilisant le téléphone mobile

Les éléments de base sur lesquels se reposent ces moyens de paiement sont des technologies telles que le SMS, l'USSD, l'Internet mobile.

1.2.1. Short Message Service (SMS)

Le service de messagerie SMS, plus connu sous le sigle SMS (Short Message Service) ou texto s'appuie sur la capacité d'un terminal mobile à

émettre ou à recevoir des messages textuels courts [5]. C'est l'un des services de la téléphonie mobile. Le protocole Short Message Service - Point to Point (SMS-PP) est défini dans la norme de téléphonie mobile GSM 03.40. Il est à distinguer du GSM 03.41 définissant le Short Message Service - *Cell Broadcast* (SMS-CB) qui permet de diffuser des messages à tous les utilisateurs de mobiles d'une zone géographique donnée. Chaque message est envoyé via un mécanisme dit « *Store and forward* » à un centre SMS (SMSC), qui essaie de le transmettre au destinataire. Si ce dernier n'est pas joignable, le centre stocke le message pour le retransmettre, en plusieurs tentatives si nécessaire. Deux opérations sont disponibles selon l'origine du message :

- le « *Mobile Terminated* », pour les messages envoyés à un terminal mobile,
- et le « *Mobile Originating* », pour ceux qui sont envoyés depuis un terminal mobile.

Deux méthodes de SMS sont utilisées :

- *Push SMS* : est une technique qui consiste à envoyer une information à l'initiative du service émetteur. L'information est transmise à l'utilisateur sous forme d'alerte automatique sans qu'il n'ait besoin d'en effectuer la requête. Ce scénario est à sens unique.
- En opposition à la démarche *Push SMS*, *Pull SMS* est un scénario *Full duplex* (à double sens). L'utilisateur émet une requête au système et reçoit la réponse.

La livraison du message étant basée sur la politique de « *best effort* », il n'y a donc aucune garantie qu'un message soit effectivement délivré à son destinataire.

1.2.2. Unstructured Supplementary Service Data (USSD)

Unstructured Supplementary Service Data qui peut se traduire en « Service supplémentaire pour données non structurées » est une fonctionnalité des téléphones GSM ou 3G (troisième Génération). Il est généralement associé aux services de téléphonie de type temps réel ou de messagerie instantanée. Les possibilités d'enregistrement et de transfert qui sont une caractéristique des messages courts SMS 'normaux' n'existent pas. (Autrement dit, un SMSC n'est pas présent sur le circuit de traitement). Les temps de réponse pour des services basés sur USSD interactifs sont généralement plus rapides que ceux utilisés pour SMS. On pourrait aussi dire que l'USSD est un SMS sans mémoire, à savoir que ce sont des paquets de structure très semblable et usant des mêmes chemins (sans équivalent SMSC pour l'USSD) mais que l'utilisateur non disponible après la sollicitation du service USSD, ne recevra jamais, car le paquet non délivré n'est pas renvoyé, ni gardé en mémoire. USSD est typiquement utilisé comme un déclencheur pour invoquer les appels de services indépendants qui n'exigent pas les dépenses d'utilisation aériennes et complémentaires d'un SMSC, comme un service de rappel de service (un suivi de consommation, crédit restant sur votre compte), ou le service de menu interactif.

1.2.3. L'Internet Mobile

L'Internet mobile est l'ensemble des technologies destinées à accéder à tout l'Internet au-delà des stations de travail fixes et de les rendre accessibles au moyen de terminaux mobiles. Le paiement par Internet Mobile est donc le paiement par Internet transposé sur les équipements mobiles qui disposent de la technologie WAP pour l'accès à l'Internet.

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

Tableau 1 : Comparaison des moyens de paiement

Moyens de paiements		Avantages	Inconvénients
Traditionnels	Espèces	<ul style="list-style-type: none"> -Plus simple à utiliser -Plus largement accepté -Le client est sur d'avoir payé -Obtention d'un reçu de paiement 	<ul style="list-style-type: none"> -Longue file d'attente -Perte de temps -Risque de perte d'argent -Coût économique élevé de l'utilisation et de la sécurisation
	Chèques	<ul style="list-style-type: none"> -Evite de devoir circuler avec de l'argent liquide -Permet de garder une trace du paiement -exige des coordonnées bancaires 	<ul style="list-style-type: none"> -Risque de non paiement -Conséquences en cas d'incidents de paiement -Coût économique élevé de l'utilisation et de la sécurisation
	Virement	<ul style="list-style-type: none"> -Sécurité de transferts -permet d'éviter les retards de paiements et les oublis de paiements -exige des coordonnées 	<ul style="list-style-type: none"> -gravité des conséquences en cas d'incidents de paiement -risque de non paiement
Mobile	SMS	<ul style="list-style-type: none"> -facilité d'utilisation -pas de file d'attente -possibilité de paiement n'importe où et n'importe quand s'il y a couverture de réseau 	<ul style="list-style-type: none"> -perte de message -vol de téléphone - manque de réseau -risque de perte de confidentialité

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

		<ul style="list-style-type: none">-obtention automatique de notification de paiement-pas de déplacement-n'exige pas de coordonnées bancaires-réduction de coût-message court	
	USSD	<ul style="list-style-type: none">-facilité d'utilisation-temps de réponse rapide-pas de file d'attente	<ul style="list-style-type: none">-L'utilisateur non disponible ne recevra jamais le message-perte de message
	Internet	<ul style="list-style-type: none">-facilité d'utilisation	<ul style="list-style-type: none">-risque de piratage-manque de connexion

Après une étude comparative, la technologie SMS est la plus simple et implémentée sur tous les téléphones portables.

1.3. Outils SMS

L'envoi et la réception des SMS nécessitent des outils pour permettre la mise en œuvre d'une application SMS.

1.3.1. Le Modem GSM

Le développement d'une application SMS peut nécessiter l'utilisation d'un modem GSM qui est connecté au serveur d'application via le port série ou USB et qui permet de transférer les données sur le réseau GSM. Un modem GSM [2] est un équipement de communication sur le réseau GSM qui se comporte comme un modem « dial-up ». Le modem « dial-up » de manière

générale envoie et reçoit des données par une ligne téléphonique fixe alors qu'un modem GSM envoie et reçoit des données par les ondes radioélectriques. Un modem GSM peut être un dispositif externe ou une carte d'ordinateur. Un modem GSM externe est lié à un ordinateur par un câble série ou un lien Bluetooth tandis que la carte est conçue à l'utilisation avec un ordinateur portable. Comme un téléphone mobile GSM, un modem GSM exige une carte SIM.

1.3.2. Les Passerelles SMS

La difficulté qui se pose dans la messagerie SMS est que les SMSC développés par différentes sociétés, utilisent leur propre protocole de communication et la plupart de ces protocoles sont propriétaires. Il en existe une multitude de passerelles SMS dont certaines sont propriétaires (Alligata, Ozeki SMS, Wapme, Jataayu SMS gateway.), tandis que d'autres sont libres (Kannel, Gammu...) [3]. Nous avons opté pour une solution basée sur le libre. Dans cette perspective, nous présentons les passerelles Kannel et Gammu.

1.3.2.1. Présentation de Kannel

Kannel est un logiciel Open Source développé en langage C qui utilise une passerelle WAP et SMS. Elle permet de gérer l'envoi et la réception des messages aux entités extérieures, la réception de requête et l'envoi de la réponse après traitement. Kannel est composé de trois blocs appelés encore « box » ou « daemons ». Leur intercommunication correcte confère à Kannel sa stabilité et son utilité.

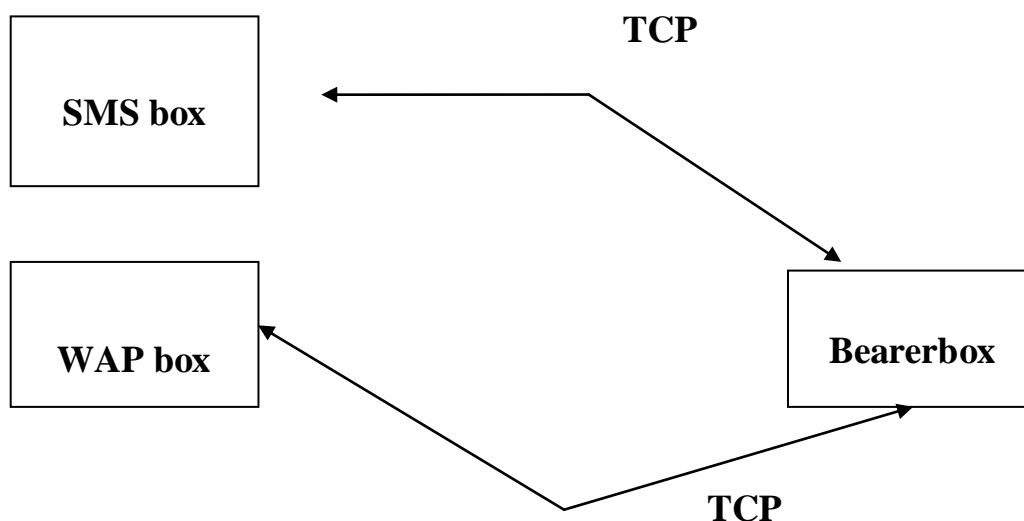


Figure 1 : Architecture de Kannel

Le bearerbox

Présenté comme le noyau de kannel, le bearerbox [1] est l'interface entre le réseau de téléphonie mobile et les autres compartiments du serveur. Pour les autres blocs, il joue le rôle de routeur. En effet, le bearerbox reçoit les SMS provenant d'un réseau mobile et se charge de les transmettre au bloc approprié. Au fur et à mesure que les autres blocs se connectent au bearerbox et s'y déconnectent, ce dernier met à jour de façon dynamique la liste des blocs en ligne. Mis à part la réception de messages entrants, le bearerbox reçoit aussi tous les messages sortants et les adapte au format du réseau auquel il s'interconnecte.

Le SMSbox

Présenté comme le bloc qui permet d'effectuer toutes les transactions SMS, le SMSbox reçoit un SMS à partir du bearerbox, l'analyse afin d'en extraire les mots-clés et les paramètres s'il y a lieu. En fonction du mot clé, le serveur renvoie la réponse au client ; réponse qui peut être un texte statique, le résultat de l'exécution d'une action associée. Dans le cas où le service SMS configuré dans le fichier renvoie à un URL (Unified Resource Locator), le

SMSbox peut récupérer les données contenues et les envoyer au bearerbox qui à son tour les renvoie au client via le SMSC de l'opérateur de téléphonie mobile.

Le Wapbox

Le wapbox est le composant permettant de faire tout ce qui est WAP du mobile. La passerelle est l'élément clé de la communication dans le WAP : elle permet d'une part d'assurer la connexion entre le monde GSM et le réseau informatique (Internet ou Intranet), mais surtout elle code et décode les requêtes et les réponses entre le terminal mobile et le serveur Web.

1.3.2.2. Présentation de Gammu

Gammu est un logiciel libre développé en langage C qui permet la gestion de nombreux téléphones portables. Gammu est disponible nativement sous Windows et sous GNU/Linux. C'est un outil en ligne de commande et s'appuie sur LibGammu qui fournit l'accès à une large gamme de fonctionnalités des téléphones. Cependant le niveau d'intégration diffère d'un téléphone à l'autre. Généralement, les fonctionnalités suivantes ne sont pas supportées :

- Journal d'appels, lancement et gestion d'appels
- Récupération, sauvegarde et envoi de SMS
- Récupération de MMS
- Visualisation, export et import des contacts
- Visualisation, export et import de calendrier et de tâches
- Récupération d'information du réseau et du téléphone

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

- Accès au système de fichier du téléphone (à noter que certains téléphones se comportent comme un disque USB et ne sont pas accessibles à travers Gammu)

Il a été nommé MyGnokii2 jusqu'à la version 0.58. Alors, le besoin d'un meilleur nom s'est fait sentir et Gammu a été choisi comme acronyme autorécurif "*Gammu All Mobile Management Utilities*" (utilitaires Gammu de gestion de tous les téléphones mobiles).

Le paquet Gammu inclut Gammu SMS Daemon, Gammu library et les liaisons *Python* qui peuvent être utilisés pour développer des applications d'accès à des téléphones portables.

- l'envoi de SMS (avec ou sans accusés de réception) ;
- la gestion du répertoire ;
- la gestion des appels ;
- la création de sauvegardes (messages, répertoire...) ;
- etc.

1.3.2.3. Etude comparative de Kannel et Gammu

	Gammu	Kannel
Parserelle SMS	oui	Oui
Parserelle WAP	non	Oui
Langage C	Oui	Oui
Multi plateforme	Oui (notamment Linux et Windows)	Non (Linux seulement)
Licence	Open source BSD	Open source BSD

Tableau 2 : Etude comparative de Kannel et Gammu

1.4. Sécurité des transactions mobiles

La sécurité dans les transactions relatives à la communication de façon générale intéresse plusieurs domaines notamment les réseaux câblés et les réseaux GSM. Dans le cadre de cette étude nous examinerons les problèmes de sécurité dans le réseau GSM sur lequel s'appuient majoritairement les services mobiles. Afin d'évoquer ces problèmes de sécurité, il est nécessaire de connaître le fonctionnement des réseaux mobiles.

1.4.1. L'architecture du réseau GSM

Le réseau GSM constitue au début du 21ème siècle le standard de téléphonie mobile le plus utilisé [2]. Il s'agit d'un standard de téléphonie dit « de seconde génération » (2G) car, contrairement à la première génération de téléphones portables, les communications fonctionnent selon un mode entièrement numérique. Baptisé « Groupe Spécial Mobile » à l'origine de sa normalisation en 1982, il est devenu une norme internationale nommée « Global System for Mobile communications » en 1991. Les réseaux de type GSM sont des réseaux complètement autonomes. Ils utilisent le format numérique pour la transmission des informations, qu'elles soient de type voix, données ou signalisation. Comme on peut le voir sur le tableau 2, un réseau de type GSM se présente sous la forme d'une structure hiérarchisée composée de quatre segments [5].

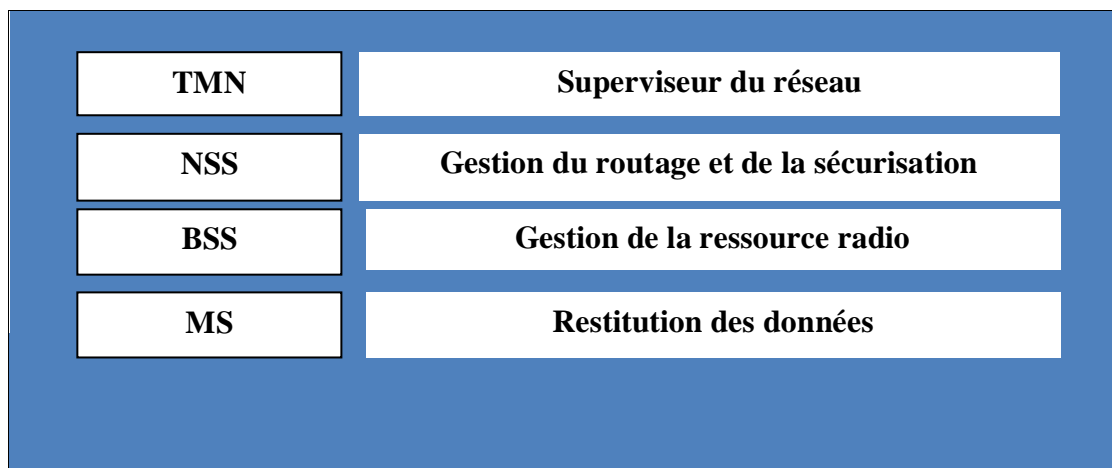


Tableau 3: Structure hiérarchique dans GSM

Cette structure est constituée de quatre parties qui sont :

- le MS (*Mobile Segment*) composé de terminaux portables
Ce sont les équipements à partir desquels l'utilisateur lance le service sans fil.
- le BSS (*Base Station Subsystem*) regroupe les équipements assurant toutes les fonctions de gestion des aspects radio. Ce segment est composé de :
 - ✓ Une ou plusieurs BTS (*Base Transceiver Station*) encore appelée « antenne relai » qui assurent l'interface entre structures fixes et mobiles. Ce sont des émetteurs-récepteurs d'ondes radio qui permettent de couvrir un territoire donné. Ces antennes sont obligatoirement installées en hauteur sur un support et elles communiquent avec les MS.
 - ✓ Un BSC (*Base Station Controller*) qui est le sous-système intelligent du BSS. Il analyse les données et prend des décisions pour assurer la continuité de la communication dans la mobilité.
- le NSS (*Network SubSystem*) regroupe les sous-systèmes qui assurent des fonctions du niveau réseau (routage, interconnexion). Les équipements qui constituent ce segment sont :
 - ✓ Les bases de données HLR (*Home Location Register*). Ce sous système peut être considéré comme la mémoire centralisée du réseau. Ce sont des bases de données utilisées pour le stockage et la gestion des abonnements. Elles contiennent des données permanentes sur un abonné, son profil, etc. Elles permettent de savoir si le mobile est allumé ou non.
 - ✓ Les bases de données VLR (*Visitor Location Register*) peuvent être considérées comme des mémoires temporaires. Elles assurent des fonctions de base de données temporaires contenant

les informations relatives aux terminaux présents et actifs dans son secteur de couverture.

- ✓ Les commutateurs pour mobiles MSC (*Mobile-services Switching Center*) assurent pour l'essentiel le routage et l'interconnexion avec le RTC (Réseau Téléphonique Commuté).
- Le TMN (*Telecommunication Management Network*) regroupe les sous systèmes qui assurent des fonctions de sécurisation, de supervision, de maintenance. Ce segment est constitué de :
 - ✓ L'EIR (*Equipment Identity Register*), qui a des fonctions de sécurisation. C'est une base de données d'identité de l'équipement mobile qui sert à identifier les appels volés, défectueux ou non autorisés des téléphones mobiles. Elle contient une liste de téléphones mobiles identifiés par l'IMEI (*International Mobile Equipment Identity*).
 - ✓ L'AUC (*Authentication Center*), qui est une base de données utilisée pour la détection d'accès frauduleux. Elle stocke les paramètres de cryptage d'identité et de confidentialité. C'est une base de données contenant la copie de la clé secrète stockée dans la SIM (*Subscriber Identity Module*).
 - ✓ Les OMC (*Operations and Maintenance Center*), qui assurent des fonctions de configuration et de contrôle à distance.
 - ✓ Le NMC (*Network Management Center*) qui assure des fonctions de supervision du réseau.

1.4.2. Les vulnérabilités des réseaux GSM

L'utilisation d'un canal radio rend les communications vulnérables aux écoutes et aux utilisations frauduleuses : d'où les problèmes de sécurité du réseau. Les problèmes d'une transmission radio peuvent se résumer ci-après :

- écoute des communications ;

- accès frauduleux par des mobiles pirates en utilisant des données d'abonnés existantes ;
- interception et décodage des informations par des personnes non autorisées.

1.4.3. Les mesures de sécurité des réseaux GSM

La sécurité du réseau GSM repose sur des mécanismes cryptographiques non publiés et utilisent d'une part un code enregistré dans la carte SIM : le code IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*); d'autre part un code unique composé de 15 chiffres qui identifie le MS : le code IMEI qui est stocké dans le EIR. En plus, une clé secrète Ki (*Subscriber Authentication Key*) attribuée par l'opérateur téléphonique, est utilisée en cryptographie dans toutes les fonctions sécurisées, elle est stockée dans l'AUC et elle est préinstallée dans la carte SIM par l'opérateur.

Les mesures contre les risques énumérés plus haut sont de trois niveaux à savoir [2]:

- **authentification de chaque abonné avant de lui autoriser l'accès à un service**

L'authentification de l'abonné est assurée par l'algorithme A3 qui exige que le MS et l'opérateur aient la même clé Ki en calculant un code aléatoire SRES (Signature Response).

- **Confidentialité**

Le transfert des données via le réseau GSM est sécurisé grâce au mécanisme de cryptage de l'algorithme A5. Le cryptage se fait uniquement entre le MS et le BTS ; ailleurs aucun cryptage n'est valable. L'algorithme A5 utilise une clé symétrique Kc (Cipher Key) qui est générée grâce au mécanisme de l'algorithme A8 en utilisant la clé Ki.

L'algorithme A5 (dit algorithme de chiffrement à flot) utilise la clé Kc et les données comme paramètres pour générer la donnée cryptée Ekc qui sera

circulée dans le réseau entre le MS et le BTS. Ekc sera aussi décryptée par le même algorithme grâce à la symétrie de la clé Kc.

- **Intégrité**

L'algorithme f9 génère un code d'authentification de message (MAC, Message Authentication Code) de longueur fixe à partir d'un message de longueur variable sous le contrôle de la clé secrète Ki et un ensemble de valeurs d'initialisation. L'émetteur et le récepteur génèrent le code MAC en utilisant la même fonction. L'émetteur envoie son résultat MAC au récepteur, qui compare la valeur du code MAC reçu avec la valeur attendue qui est celle calculée par le récepteur. Le récepteur accepte le code MAC si la valeur calculée et celle reçue sont égales.

Conclusion

Le présent chapitre a exposé les différentes technologies en rapport avec ce projet. Nous avons exploré plusieurs outils notamment les passerelles Kannel et Gammu, les modem GSM. Ceci nous permet de proposer une architecture comme solution adaptée au paiement des factures à la SONEB. L'analyse et la modélisation du nouveau système seront présentées au prochain chapitre.

CHAPITRE DEUX

Modélisation et conception de la solution

Introduction

Dans la mise en place d'un système d'information, la phase d'analyse permet de décrire à travers un modèle compréhensible les différentes composantes du système. Dans ce chapitre, il s'agit dans un premier temps de présenter les besoins et l'environnement du système à développer et dans un deuxième temps de modéliser tout ceci dans un langage compréhensible et universel comme UML. Enfin, on proposera une solution conceptuelle, qui répond aux besoins définis et spécifiés lors de la phase d'analyse.

2.1. Choix et proposition de solution

La solution « Kannel » pourrait être reprise et adaptée aux besoins qui s'imposent ; la solution dérivée obtenue étant personnalisée, peut elle-même être commercialisée ou mise à la portée des utilisateurs. La multitude de protocoles de communication avec les SMSCs, que la solution « Kannel » prend en compte, en même temps que sa fonction de serveur SMS, sans oublier la qualité et la stabilité des solutions libres en général, pour ne citer que ceux-là, sont quelques unes des raisons qui nous ont conduites à porter notre choix sur elle.

Grâce à l'application SMS, les clients doivent :

- s'abonner au service SMS ;
- payer et alimenter leurs comptes par des cartes de recharge
- payer leurs factures à distance en envoyant un message au système ;
- recevoir des informations sur leurs factures et d'autres informations commerciales provenant de la SONEB.

Abonnement :

Pour bénéficier des avantages qu'offre le système, tout client doit s'abonner au service SMS. Cet abonnement se fait de trois manières :

- Par Internet: le client soumet un formulaire rempli et un courriel lui est envoyé contenant le contrat d'abonnement. Ce dernier signe et envoie le contrat par courriel. Après cette opération, son compte est activé et un message SMS lui est envoyé pour la notification de la réussite de l'abonnement ;
- Par SMS: le client envoie une requête d'abonnement au système par SMS et ce dernier lui répond en lui envoyant un SMS contenant l'URL du site d'abonnement.
- Sur présentation dans l'une des agences de la SONEB: le client se présente dans l'une des agences de la SONEB avec la dernière facture reçue. L'agent commercial procède aux opérations d'abonnement et lui fait signer le contrat. Après cette signature, le compte du client est activé et un message SMS lui est envoyé pour la notification de la réussite de l'abonnement.

Gestion des cartes de recharges :

Lors de l'abonnement aux services SMS, un compte est attribué au client. Ce dernier recharge le compte grâce aux cartes de recharge que la SONEB distribuera. Ces cartes sont générées de manière sécurisée afin qu'elles ne soient pas piratées.

Paiement:

Pour effectuer des paiements de facture, le client doit avoir assez de ressources financières sur son compte GSM et son compte SONEB. Il envoie une requête de paiement et reçoit un message SMS en retour pour confirmer ou infirmer la réussite de l'opération. Après réception de la requête du client, la

facture est pointée comme payée au cas où le client dispose assez de ressources dans son compte SONEB.

Réception de messages SMS :

Suite à une requête, le système permet aux clients abonnés de recevoir des informations relatives à leur facture (le montant, l'échéance et l'état d'une facture, le cumul des montants des factures impayées,...). Le système pourra aussi servir d'interfaces de campagnes en masse par messages SMS pour la SONEB afin de lui permettre d'être plus prête de sa clientèle.

Synchronisation :

Le système de production de la SONEB et le système SMS échangeront les informations :

- Factures à payer: après l'établissement des factures par le système de production de la SONEB, les factures seront générées et rechargées dans la base de données du système SMS.
- Factures payées: après le paiement des factures dans l'un des deux systèmes, les factures payées sont générées et rechargées également pour la mise à jour des bases de données.

L'architecture du système est composée d'un serveur SMS et d'un modem GSM qui est considéré comme le « mobile station » assurant l'envoi et la réception des SMS via le réseau GSM. L'interprétation des SMS et le pilotage du modem par le serveur se font grâce à la passerelle Kannel. Le couplage entre le serveur SMS et le serveur de production de la SONEB est déclenché à l'aide des tâches qui sont programmées pour générer les fichiers à échanger entre les serveurs. Plusieurs clients peuvent envoyer des PULL, de même plusieurs agents de la SONEB peuvent interroger la base de données du serveur SMS grâce au protocole HTTP. La figure 2 illustre le schéma de la solution proposée

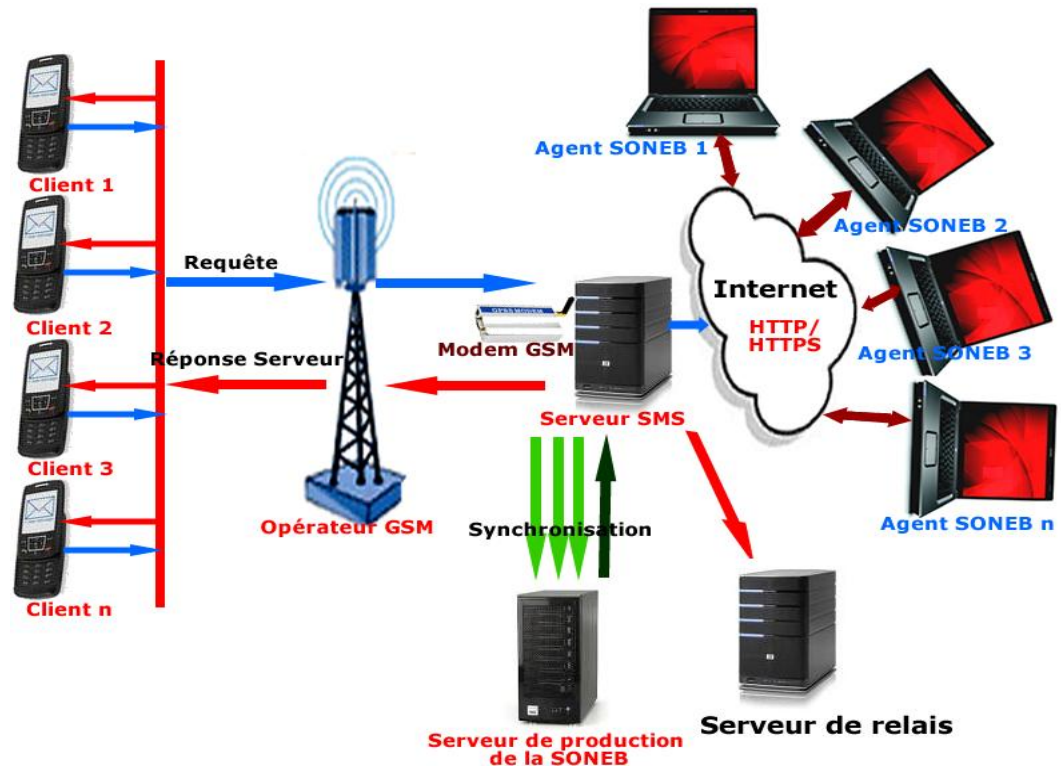


Figure 2 : Schéma général de la solution

2.2. Spécification des besoins et méthodologie adoptée

Il devient beaucoup plus commode de partir des besoins de l'utilisateur pour concevoir une application qui répond au mieux à ses exigences. Ainsi, il nous revient de bien déterminer ces besoins et de se servir de méthodes éprouvées pour la planification et la modélisation.

2.2.1. L'existant

La solution de paiement par SMS utilisera les factures des clients éditées par le système de production de la SONEB. Le système de production de la SONEB édite les factures des clients qui sont et seront abonnés, et qui disposent ou disposeront des compteurs d'eau. Dans cette partie, nous allons identifier les tables du système de production à exploiter et surtout les champs nécessaires

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

pour la conception et le déploiement de la solution de paiement par SMS. Ces informations seront présentées sous formes de dictionnaire de données.

Tableau 4 : Table des clients du serveur de production de la SONEB

Champ	Désignation	Type
NOMPO	Nom ou raison sociale	Caractère (30)
ADR1PO	Adresse	Caractère (30)
ADR2PO	Adresse	Caractère (30)
VILLPO	VILLE	Caractère (20)
TELEPO	Téléphone	Caractère (15)

Tableau 5 : Table des compteurs du serveur de production de la SONEB

Champ	Désignation	Type
NUMCO	Numéro compteur	Caractère (15)
DATECO	Date de mise en fonctionnement	Date
ECPTCO	Etat compteur	Caractère (1)
ANRPCO	Numéro police	Caractère (8)

Tableau 6: Table des factures du serveur de production de la SONEB

Champ	Désignation	Type
DEPTAC	Département du payeur	Caractère (1)
AGENAC	Agence du payeur	Caractère (2)
CENTAC	Centre du payeur	Caractère (2)
PIECAC	Numéro de la facture	Caractère (14)
DTPIAC	Date de la facture	Date
DTREAC	Date de mise en recouvrement	Date
DTLIAC	Date limite de paiement	Date
MONTAC	Montant de la facture	Numérique (12)
DTLEAC	Date de lettrage	Date

2.2.2. Méthodologie adoptée

La conception d'un logiciel permet de mettre en œuvre un ensemble d'activités qui aboutissent à la conception, l'écriture, la mise au point et la livraison du logiciel au demandeur.

La mise en place d'une application est une tâche complexe et ardue, et nécessite une démarche projet rigoureuse pour atteindre les objectifs assignés.

L'analyse est structurée autour de trois axes que sont :

- l'analyse fonctionnelle à travers laquelle nous décrivons les différents cas d'utilisation;
- l'analyse dynamique qui nous permet de décrire le cycle de vie de l'objet par les diagrammes de séquence ;
- l'analyse statique qui permet la description de la structure des objets grâce aux diagrammes des classes.

2.3. Analyse fonctionnelle

2.3.1. Identification des acteurs du système

Un acteur représente l'abstraction d'un rôle joué par des entités externes (utilisateurs, dispositif matériel ou autre système) qui interagissent avec le système. Il a toujours le même comportement vis-à-vis d'une interaction directe avec un cas d'utilisation. Nous avons identifié les acteurs suivants qui interagissent avec le système :

- ✓ *Le client*: Il bénéficie des services du système M-paiement. Il est la cible des alertes et des campagnes SMS de type Push envoyées automatiquement par le système. Il émet par SMS des requêtes de type Pull et reçoit les réponses après le traitement de sa demande par le système ;

- ✓ *Le système de production* : il communique avec notre système à travers des fichiers XML qui sont générés de façon périodique afin d'assurer la synchronisation des données entre les deux systèmes ;
- ✓ *Le conseiller commercial* : il accueille les clients, fournit des informations et conseils aux clients. Il gère également le compte du client.

- ✓ *Opérateur GSM* : il communique avec le système à travers son SMSC en envoyant des messages spécifiques à ce dernier lors de paiement de facture par un client de la SONEB ;
- ✓ *Le Directeur clientèle et commercial* : il consulte les statistiques, gère les campagnes SMS ;
- ✓ *L'administrateur du système* : Il s'occupe de la gestion des utilisateurs, des privilèges et de la maintenance sur système.

2.3.2. Identification des cas d'utilisation

Les cas d'utilisation permettent de structurer les besoins des utilisateurs et les objectifs correspondants d'un système. Ils centrent l'expression des exigences du système sur ses utilisateurs : ils partent du principe que les objectifs du système sont tous motivés. Aussi, chaque cas d'utilisation correspond à une fonction métier du système, selon le point de vue d'un de ses acteurs.

Après une analyse du système à concevoir, nous avons retenu les cas d'utilisation suivants :

- S'inscrire au service SMS sur présentation;
- S'inscrire au service SMS via internet ;
- S'inscrire au service SMS par SMS ;
- Payer une facture ;
- Vérifier le solde du compte

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

- Gérer les clients ;
- Gérer les utilisateurs ;
- Alerter par push ;
- Demander des informations par pull ;
- Consulter des statistiques ;
- Gérer des campagnes SMS;
- Administrer le système ;
- Coupler ;
- S'authentifier au système.
- Gérer les cartes de recharge

- La figure 3 montre le diagramme des cas d'utilisation retenus

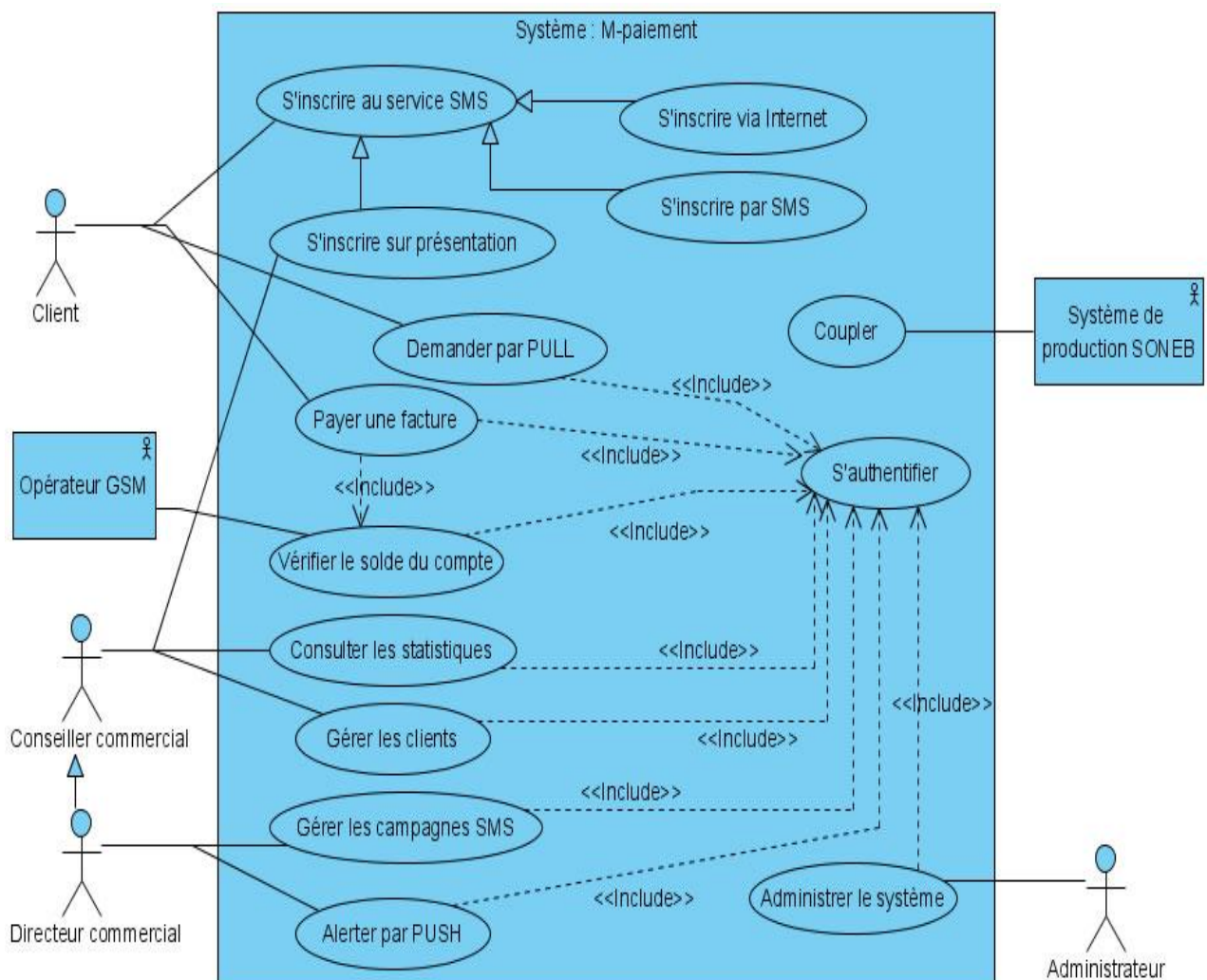


Figure 3 : Diagramme des cas d'utilisation

2.3.3. Description des diagrammes d'activités

Le diagramme d'activité permet de représenter graphiquement le comportement d'une méthode ou le déroulement d'un cas d'utilisation. Il permet aussi de faire la description des actions réalisées par le système avec tous les branchements conditionnels et toutes les boucles possibles.

Diagramme d'activité du cas d'utilisation « S'inscrire au service SMS : S'inscrire sur présentation du client »

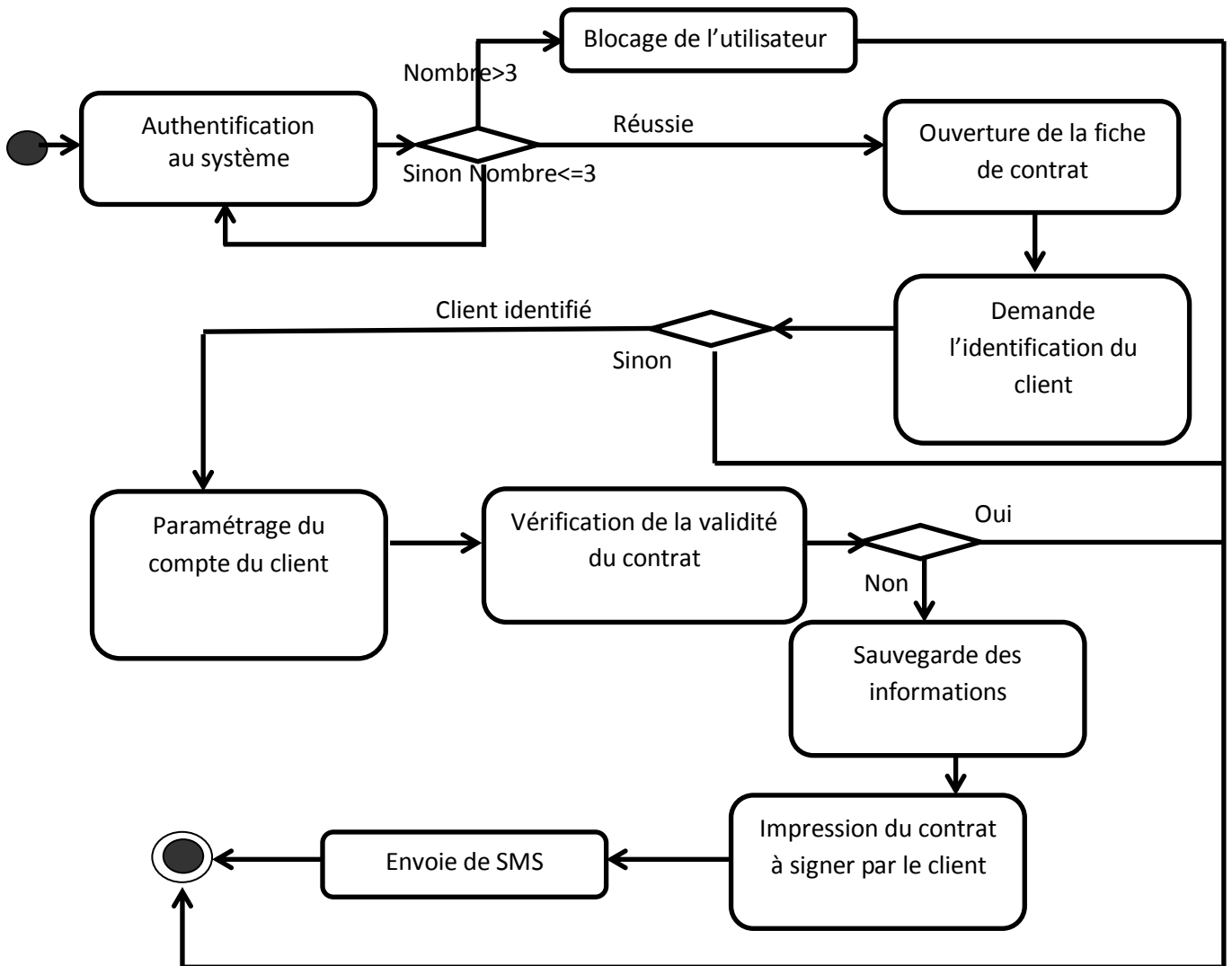


Figure 4 : Représentation du diagramme d'activité du cas d'utilisation S'inscrire au service SMS : S'inscrire sur présentation du client

Diagramme d'activité du cas d'utilisation « Payer une facture »

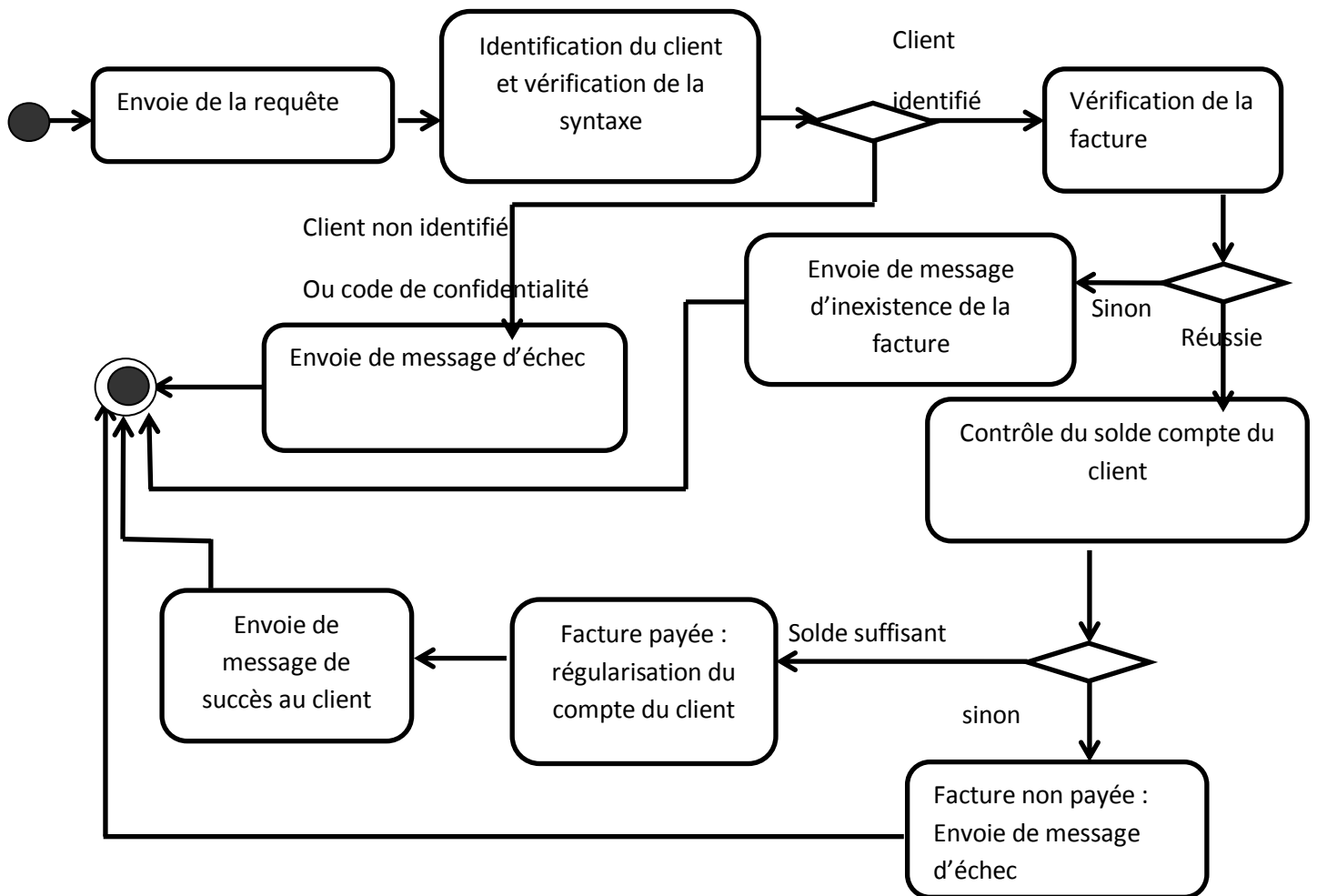


Figure 5 : Représentation du diagramme d'activité du cas d'utilisation Payer une facture

2.4. Modélisation statique

Diagramme de classe

- **Spécifications du système**

Les spécifications du système précisent les contraintes qui doivent être respectées par le modèle. Ainsi pour le projet à nous confié, nous avons élaboré les spécifications suivantes :

« Un client a un compte ;

Un client a un nom, prénoms, un numéro de téléphone GSM, une adresse ;

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

- Un client peut avoir plusieurs compteurs ;
- Un compteur est attribué à un seul client ;
- Chaque compteur peut faire l'objet d'un contrat d'abonnement ;
- Un compteur a un numéro ;
- Un compteur est facturé plusieurs fois ;
- Une facture éditée est attribuée à un compteur ;
- Une facture a un numéro, un numéro de police, le montant à payer ainsi que la date d'échéance ;
- Un client peut recevoir plusieurs messages SMS ;
- Un client peut questionner plusieurs fois le système. »

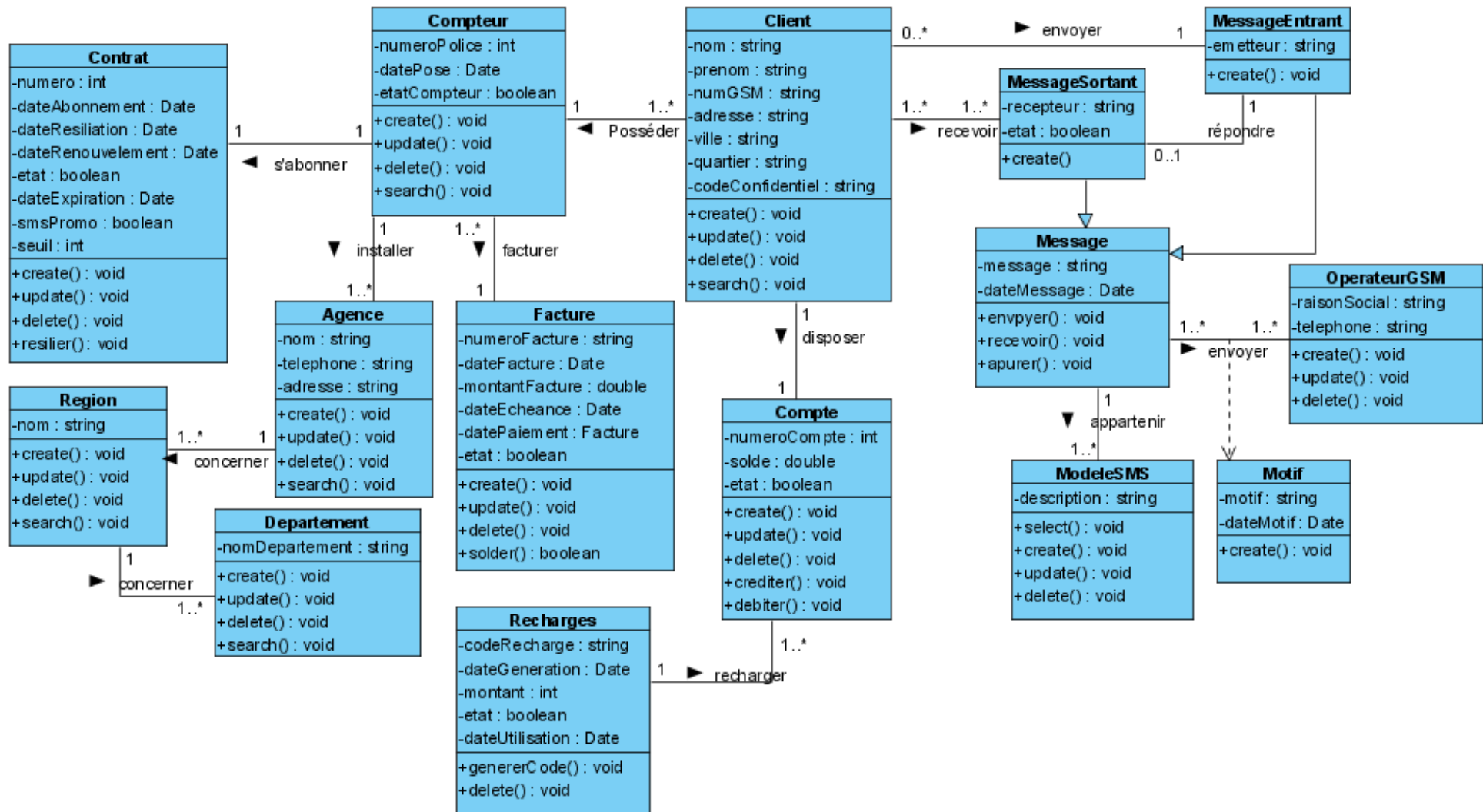


Figure 6 : Diagramme de classe

2.5. Modélisation dynamique

Dans cette partie, nous allons présenter les interactions dynamiques entre les différents acteurs de notre système à travers des diagrammes de séquences.

Ces derniers représentent les tâches effectuées par les acteurs en montrant ceux qui participent à l'interaction par leur « ligne de vie » et les messages qu'ils échangent, ordonnancés dans le temps sans spécifier les associations entre objets.

Diagramme de séquence du cas d'utilisation « s'inscrire au service SMS : sur présentation du client »

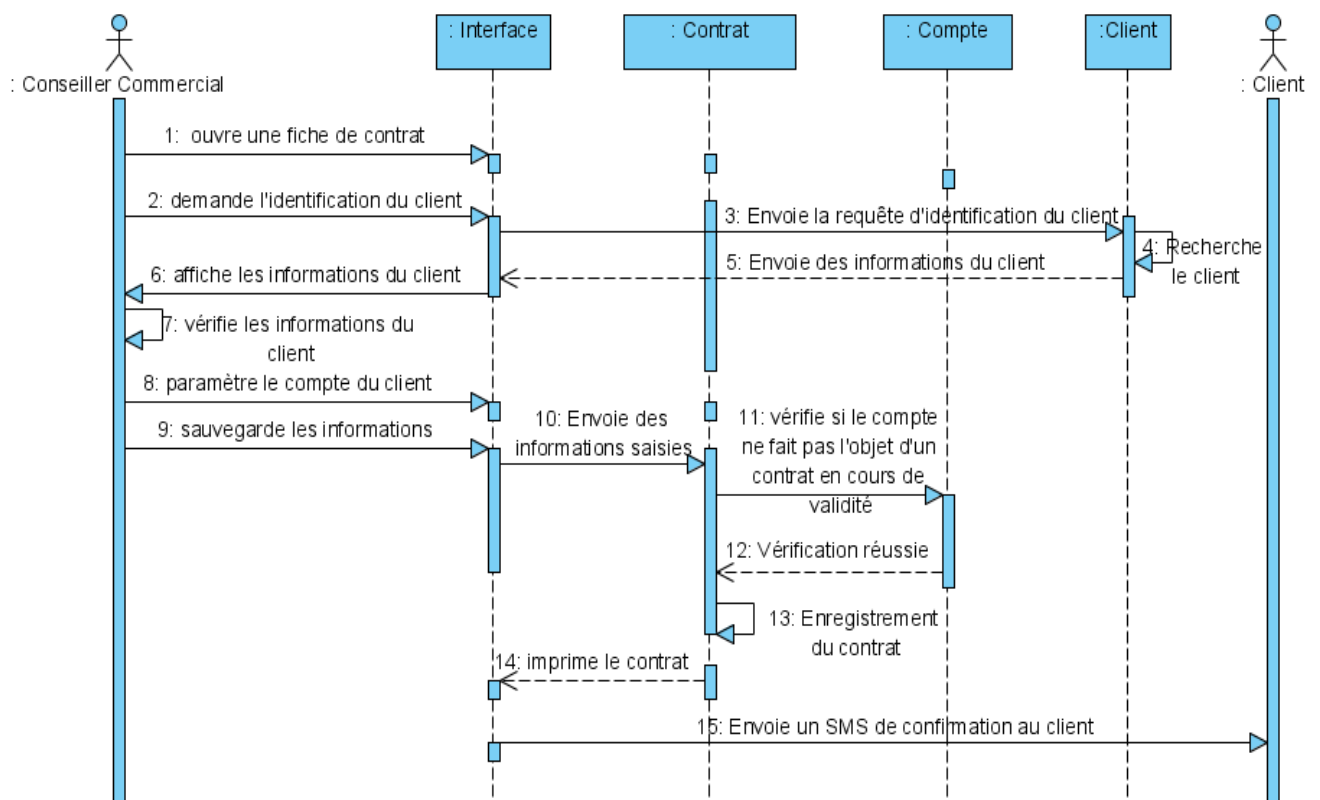


Figure 7 : Diagramme de séquence du cas d'utilisation « s'inscrire au service SMS sur présentation du client »

Diagramme de séquence du cas d'utilisation « s'inscrire au service SMS : via internet »

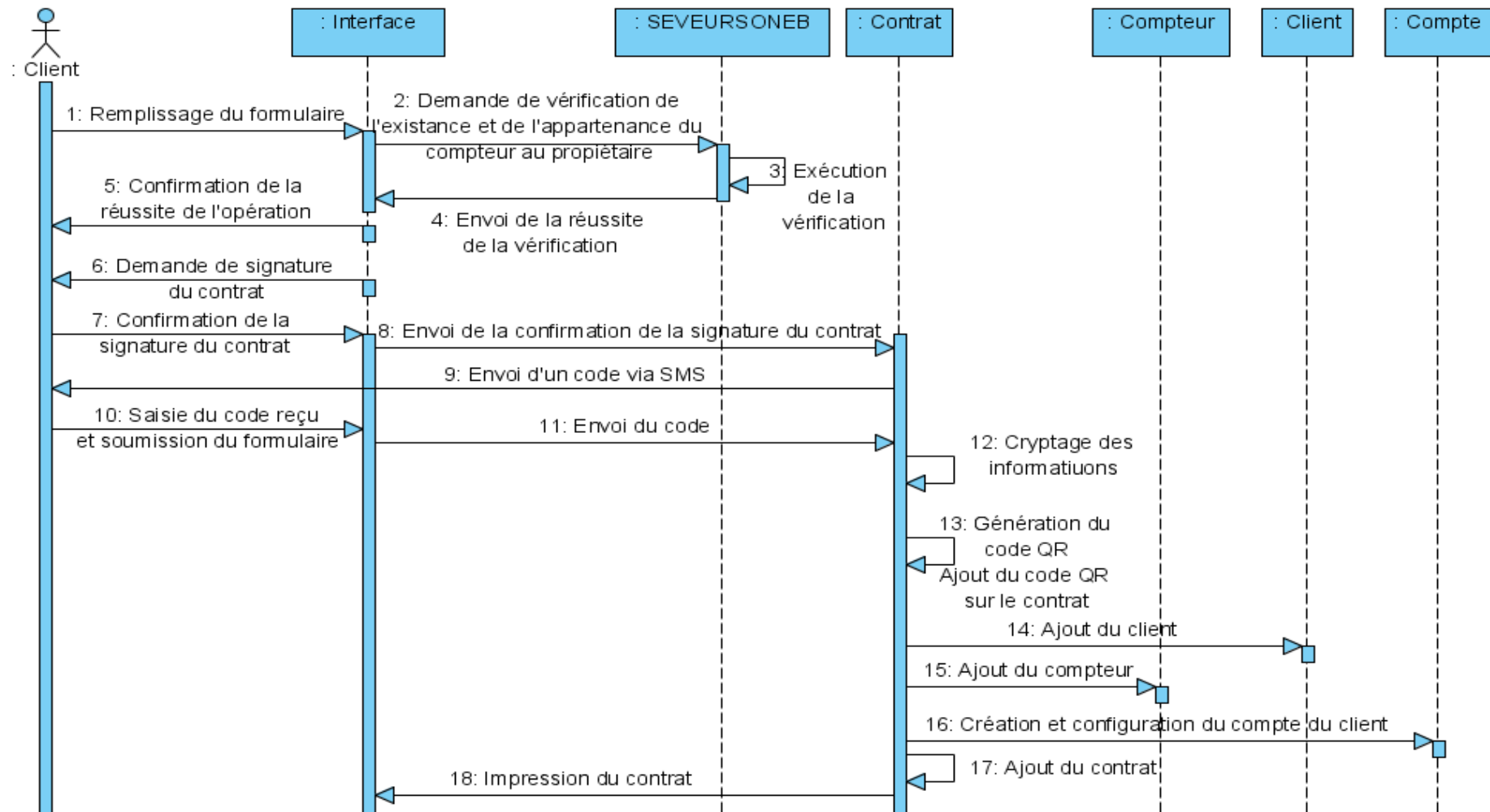


Figure 8 : Diagramme de séquence du cas d'utilisation « s'inscrire au service SMS: via internet »

Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Payer une facture »

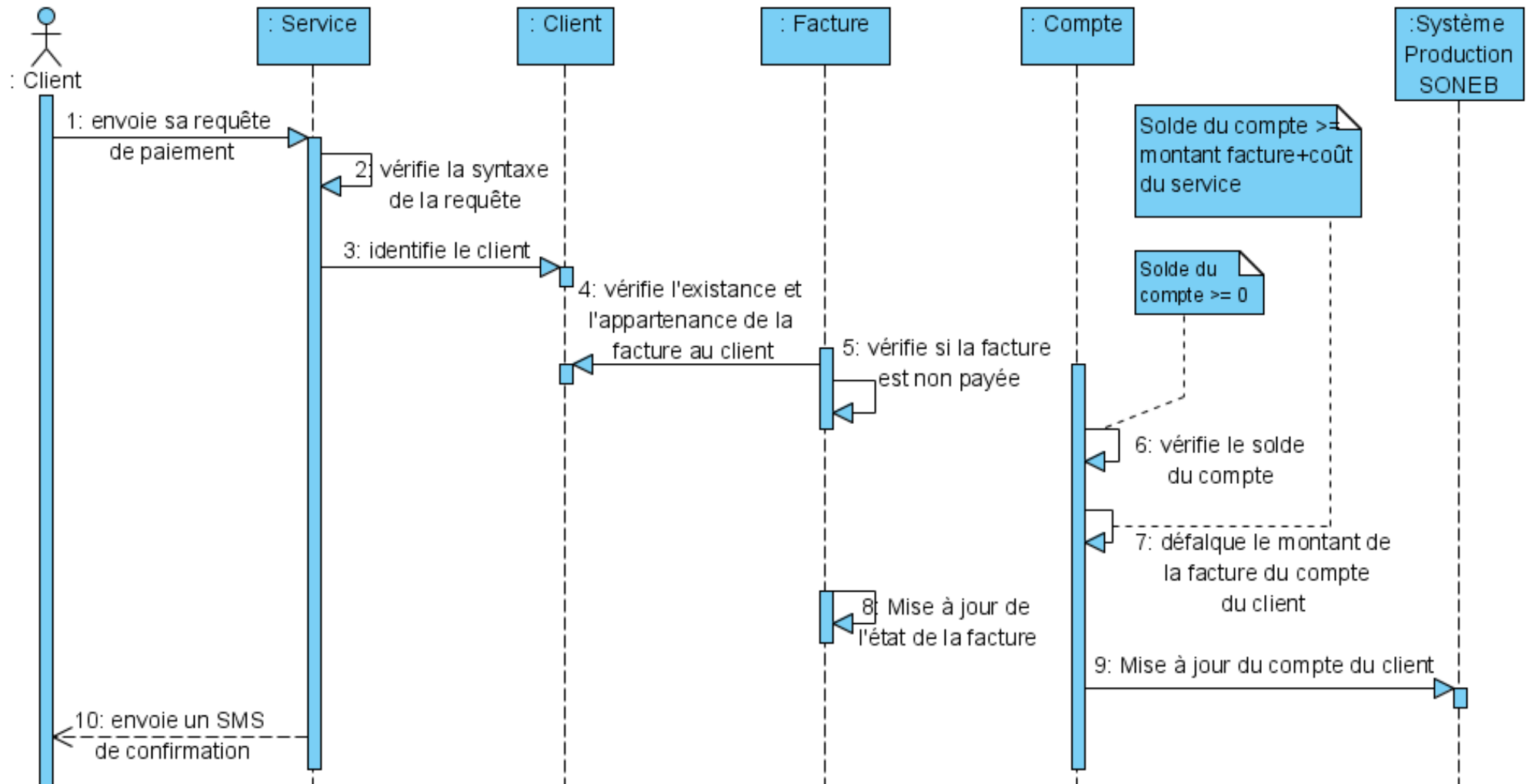


Figure 9 : Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Payer une facture »

2.6. Couplage de la solution avec le système de production de la SONEB

La solution M-paiement ne pourra fonctionner sans être couplée au système de production de la SONEB. Les informations sur les clients, les compteurs et les factures du système de production doivent exister au niveau du système M-paiement. De même les factures payées par SMS doivent être chargées dans le système de production de la SONEB pour la mise à jour des comptes des clients.

Pour permettre d'effectuer aisément ces échanges de données, nous avons choisi d'utiliser des fichiers XML. La force de XML réside dans sa capacité à pouvoir décrire n'importe quel domaine de données grâce à son extensibilité. Il va permettre de structurer l'information dans des fichiers textes, poser le vocabulaire et la syntaxe de données qu'il va contenir. Le XML s'impose de plus en plus car il permet de structurer l'information sous une forme plus robuste que les fichiers binaires ou tabulaires. Cette forme permet à la fois de faciliter le traitement informatique tout en conservant un support texte lisible et éditable sans outil particulier par l'être humain.

L'intégration de la solution au système de production de la SONEB se fera grâce au couplage des données entre les deux serveurs. Le couplage s'effectuera toujours à deux niveaux comme l'indique la figure 10.

- Au niveau du serveur SMS

Les tâches suivantes sont à exécuter à ce niveau :

- ✓ Au premier démarrage de la solution M-paiement, les clients, les compteurs et les factures impayées existant dans le système de production de la SONEB doivent être transférés dans le système de la solution M-paiement grâce à des fichiers XML générés au niveau du système de production de la SONEB

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

- ✓ La génération d'un fichier XML pour la mise à jour des factures payées par SMS au niveau du serveur de production de la SONEB
- ✓ La mise à jour des factures payées au niveau du système de production de la SONEB
- ✓ La mise à jour des nouvelles factures éditées par le système de production SONEB
- ✓ La mise à jour des clients et des compteurs lorsqu'un nouveau client s'abonne au niveau du système de production de la SONEB

- Au niveau du serveur de production de la SONEB

Les tâches qui seront exécutées à ce niveau sont les suivantes:

- ✓ Au premier démarrage de la solution M-paiement, la génération des fichiers XML des clients, des compteurs et des factures impayées pour la mise à jour dans le système de la solution M-paiement.
- ✓ La génération de fichier XML à chaque édition de nouvelles factures pour la mise à jour dans le serveur SMS.
- ✓ La génération de fichier XML à chaque abonnement de nouveaux clients
- ✓ La génération de fichier XML à chaque nouveau paiement au niveau du système de production de la SONEB
- ✓ La mise à jour des paiements effectués par SMS à partir du fichier XML généré au niveau du serveur SMS.

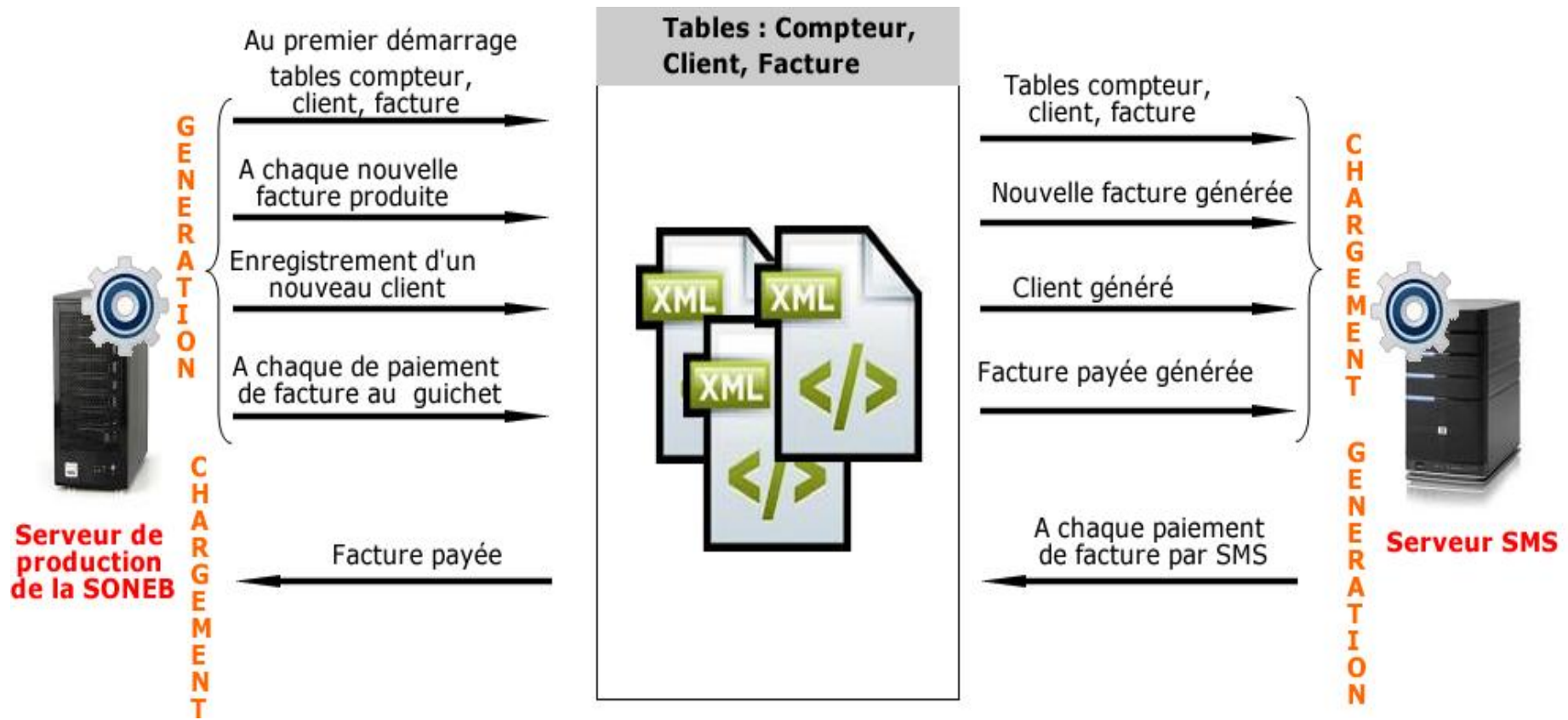


Figure 10 : Couplage de la solution avec le système de production de la SONEB

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

La figure 11 montre un exemple de fichier XML des paiements effectués par SMS généré automatiquement par la solution M-paiement et qui sera utilisé par le système de production de la SONEB pour la mise à jour des comptes clients. Le code qui a permis la génération du fichier est en annexe.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<!-- Generated by M-paiement -->
-<facture>
  <NumeroFacture>BmlCNgFuBTZdYwFkAWULOGxn</NumeroFacture>
  <Montant>AWwFMwFtBjE=</Montant>
  <DatePaiement>VjEANI0wVGEpkVU2UzkLL1U2Bm0LflxIA2RQbVIyDzdTPFRiUDw=
</DatePaiement>
  <NumeroFacture>CGxRZVI9V2QINIUwVzNdbA1mA2g=</NumeroFacture>
  <Montant>CW0KPF0xBzAMNw==</Montant>
  <DatePaiement>BWIDNVI/BTALLQVmVjwJLQZIB2wFcAozBGNRbFc0WGkEa1ZgBG
g=</DatePaiement>
  <NumeroFacture>BWJXYVE0AjQJMghrVjQONAZhWzMHYAEy</NumeroFacture>
  <Montant>Uj9WZAdpUmA=</Montant>
  <DatePaiement>CW4BN1I/UGQILgRnVjRfewNgWzJWI1pgAGYNMFLyCDtUOwo8U
T0=</DatePaiement>
  <NumeroFacture>VDNWFYFQ6VGZcZVQxDG1cYgZmUTI=</NumeroFacture>
  <Montant>VTgHmVY6UmU=</Montant>
  <DatePaiement>B2ACNARpUGRcegJhUDcMKA1vAGhQJQ43BWJWa1o5XGtSPQUz
BGg=</DatePaiement>
  <NumeroFacture>UTVWYgBvUmFdYwhtDWlaawFqA2hRNQoz</NumeroFacture>
  <Montant>BmcAM1Y6UWY=</Montant>
  <DatePaiement>UTZQZgZrWm4AJIU2A2hbfw1uWzIAdQA5VTBUaVo+DzZUOwM1
A28=</DatePaiement>
</facture>
```

Figure 11 : Fichier XML des paiements effectués par SMS

Conclusion

La phase d'analyse nous a permis de cerner le contour du système à travers les différents diagrammes fonctionnels, dynamiques et statiques afin d'aboutir à la conception. Cette phase nous permet de bien canaliser la suivante abordée dans le chapitre III à savoir le déploiement et la mise en œuvre d'un prototype du système que nous avons nommé M-Paiement.

CHAPITRE TROIS

Déploiement et mise en œuvre d'un prototype du système M-paiement

Introduction

Ce dernier chapitre du mémoire sera consacré à la mise en œuvre de la solution retenue. Elle permettra d'aborder de façon détaillée le déploiement des différentes composantes du système. Les différents tests permettront de présenter quelques écrans de notre application

3.1. Modèle SMS

Afin de satisfaire les requêtes des clients, les SMS envoyés par ceux-ci doivent respecter un format, ce qui nous amène à définir la codification des services

3.1.1. Codification des Services

Tableau 7: Formats des services

Alertes / Avis	Format SMS
Abonnement au service SMS	ABON
Rechargement de compte	RECHA CODE_CONFIDENTIEL N° CARTE
Avis sur la disponibilité d'une facture	DISPO CODE_CONFIDENTIEL N°_POLICE_COMPTEUR
Paiement de facture	PAYER CODE_CONFIDENTIEL N°_FACTURE
Demande de l'état d'une facture	ETAT CODE_CONFIDENTIEL N°_FACTURE

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

Demande de situation d'un compteur	POINT CODE_CONFIDENTIEL N°_POLICE_COMPTEUR
Demande du montant de la dernière facture	MONT CODE_CONFIDENTIEL N°_FACTURE
Demande de l'échéance de la dernière facture	ECHEANCE CODE_CONFIDENTIEL N°_FACTURE
Réclamation par SMS	RECLAM CODE_CONFIDENTIEL N°_POLICE_COMPTEUR MESSAGE

3.1.2. Codification des messages

Tableau 8: Messages SMS

Alertes / Avis	Messages
Abonnement au service SMS	Réussi : Cher (e) client veuillez-vous abonner sur le site de la SONEB. URL : http://www.soneb.bj/sms . – SONEB
Rechargement de compte	Réussi : Votre compte a été rechargé de MONTANT_RECHARGE avec succès- SONEB Echec : Code de recharge déjà utilisé. - SONEB
Avis sur la disponibilité d'une facture	Réussi : Votre facture N°_FACTURE dont le montant est MONTANT_FACTURE est disponible et doit être payée au plus tard le DATE_ECHEANCE . La SONEB à votre service 24/24. Echec : Cher client, vous ne disposez pas pour le

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

	moment de factures impayées. La SONEB à votre service 24/24.
Paiement de facture	<p>Réussi : Votre facture N°_FACTURE a été payée ce DATE_DE_PAIEMENT La SONEB vous remercie pour votre fidélité. La SONEB à votre service 24/24.</p> <p>Echec : Cher client, la facture N°_FACTURE est déjà payée ou ne vous appartient pas. La SONEB à votre service 24/24.</p>
Demande de l'état d'une facture	<p>Réussi : Cher client, votre facture N°_FACTURE est déjà payée. Nous vous félicitons pour votre engagement. La SONEB à votre service 24/24.</p> <p>Echec : cher client, votre facture N°_FACTURE n'est pas encore payée. Nous vous invitons à le faire le plus tôt possible. La SONEB à votre service 24/24.</p>
Demande de situation d'un compteur	<p>Réussi : cher client, le montant dû est de CUMUL_DES_MONTANTS_DUS. La SONEB à votre service 24/24.</p> <p>Echec : Cher client, vous ne disposez pas pour le moment de factures impayées. La SONEB à votre service 24/24.</p>
Demande du montant d'une facture	<p>Réussi : Cher client, le montant de votre facture N°_FACTURE est de MONTANT_FACTURE. La SONEB à votre</p>

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

	service 24/24. Echec : Cher client, la facture N°_FACTURE n'existe pas ou ne vous appartient pas. La SONEB à votre service 24/24.
Demande de l'échéance de la dernière facture	Réussi : Cher client, l'échéance de votre facture N°_FACTURE est de DATE_ECHEANCE_FACTURE . La SONEB à votre service 24/24. Echec : Cher client, la facture N°_FACTURE n'existe pas ou ne vous appartient pas. La SONEB à votre service 24/24.
Réclamation par SMS	Réussi : Cher client, votre réclamation a été bien reçue et sera traitée par nos structures. La SONEB à votre service 24/24.
Avis de relance des clients	Cher client, votre facture N°_FACTURE n'est pas encore payée. Nous vous invitons à le faire le plus tôt possible. La SONEB à votre service 24/24.

3.2. Sécurité du système

La sécurité informatique s'impose comme étant le facteur essentiel qui assure la fiabilité et la crédibilité du système mis en œuvre. L'objectif principal est de protéger le système d'information de toute forme d'action non autorisée telle que : accès, diffusion, révélation, perturbation, modification, lecture, inspection, enregistrement ou destruction.

Nous avons décrit précédemment au point 1.4 qu'au niveau du réseau GSM, le SMS est crypté depuis le BTS jusqu'au MS. Ainsi toute attaque externe ciblant le BTS ne peut intercepter les SMS en texte clair. Néanmoins, les SMS

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

sont décryptés à partir du BTS et sont stockés dans le SMSC en texte clair ce qui veut dire que toute attaque externe ciblant le SMSC peut intercepter le contenu des SMS. La sécurité du SMS est alors critique car elle dépend entièrement du réseau GSM. Afin de limiter les risques venant de la défaillance du réseau GSM, nous avons proposé en plus d'autres mesures de sécurité:

- **Confidentialité** : seuls les clients abonnés au service reçoivent les SMS et seuls les agents autorisés peuvent avoir accès aux informations. Les mots de passe sont changés périodiquement afin de limiter les risques d'usurpation de l'identité. Si le client ne modifie pas son code confidentiel après 3 alertes envoyées par le système, son service SMS sera bloqué automatiquement. Toute demande venant d'un numéro inconnu est rejetée par le système. Suite à une requête, le système authentifie le client grâce à son numéro de téléphone et à son code confidentiel. Ce dernier est crypté à l'aide de la fonction de hachage MD5 qui utilise l'algorithme de chiffrement asymétrique RSA. Le cryptage d'un même texte plusieurs fois avec cet algorithme ne conduit pas au même texte crypté (voir le code de cryptage en annexe) ;
- **Intégrité** : la mise à jour des informations se fait de façon automatique dans le système. Toute information est contrôlée avant d'être prise en compte : les messages SMS envoyés doivent respecter le format enregistré dans le système. La réception d'un message de paiement nécessite le contrôle de l'existence de la facture, du client, de l'appartenance de la facture au client et le non paiement de la facture. Ceci évite la mise à jour des données non autorisées;
- **Authenticité** : les clients abonnés sont identifiés à partir de leur numéro de téléphone et d'un mot de passe. Ce code confidentiel du client, crypté également avec la fonction MD5, est sauvegardé dans la base de données pour renforcer les conditions d'authenticité. Les agents autorisés à

exploiter le système sont identifiés grâce à un login et un mot de passe crypté;

- **Non répudiation** : lors de la création de compte du client, ses informations (nom, prénoms, numéro de téléphone, email) sont cryptées et mises automatiquement sous forme de code QR sur son contrat d'abonnement. En effet, le code QR [7] est un type de code barre en deux dimensions constitué de modules noirs disposés sur un carré à fonds blanc. Son avantage est de pouvoir stocker plus d'informations qu'un code barre et d'être décodé rapidement. Aucun client ne peut renier un paiement car lors de cette opération, il est authentifié et la facture qu'il paye est liée à un compteur qui est relié au compte du client. De plus, chaque abonné GSM est enregistré dans la base des opérateurs et toute activité est répertoriée. L'utilisation du code QR permet également d'empêcher la falsification des contrats.

3.3. Résultats

Cette phase nous permet de tester la solution conçue. Les tests ont été réalisés selon le schéma présenté à la figure 12



Figure 12 : Circuit parcouru pour effectuer un paiement

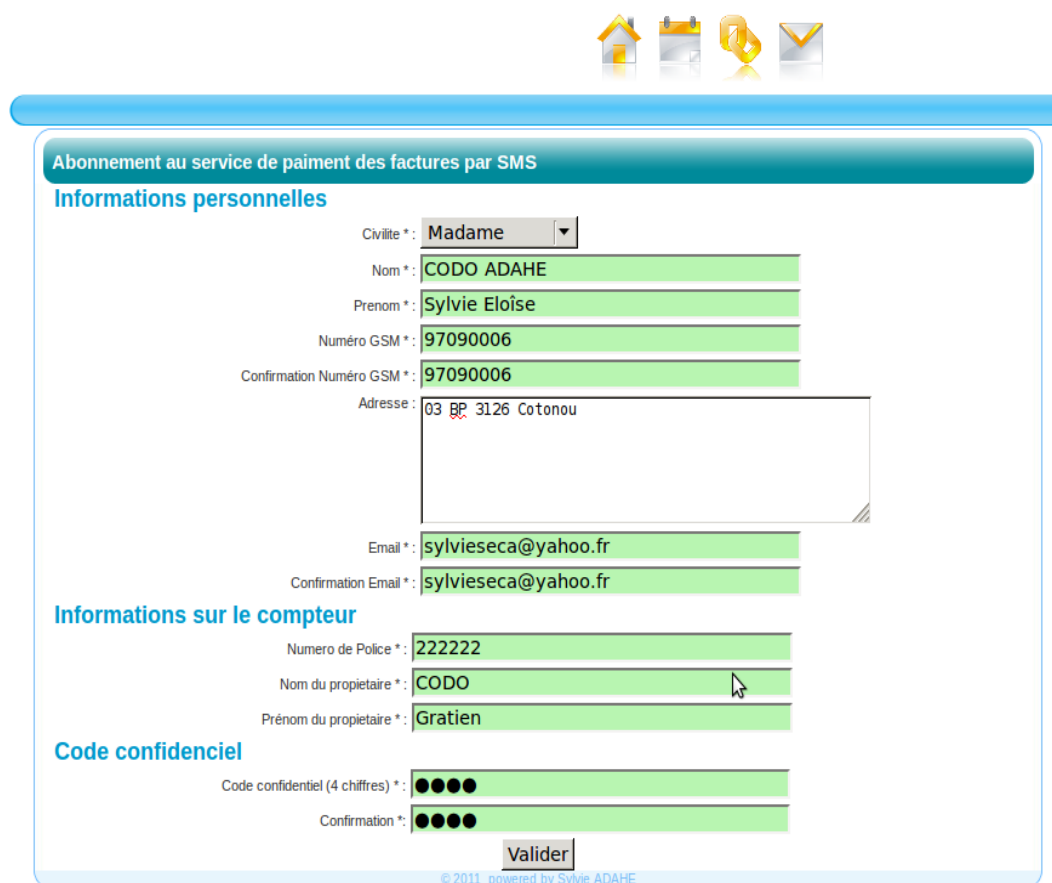
Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

Avant d'effectuer un paiement, le client payeur doit auparavant s'abonner au service « M-paiement » et disposer d'un code confidentiel lors de l'abonnement au service SMS.

L'abonnement au service SMS se fait de trois manières. Nous ferons nos essais sur l'inscription en ligne.

- Inscription au système

Le client se connecte sur le site de la SONEB et crée son compte en remplissant le formulaire comme à la figure 13:



The screenshot shows a web form titled "Abonnement au service de paiement des factures par SMS". The form is divided into three sections: "Informations personnelles", "Informations sur le compte", and "Code confidentiel".

Informations personnelles

- Civilité *: Madame (dropdown menu)
- Nom *: CODO ADAHE
- Prénom *: Sylvie Eloïse
- Numéro GSM *: 97090006
- Confirmation Numéro GSM *: 97090006
- Adresse: 03 BP. 3126 Cotonou
- Email *: sylvieseca@yahoo.fr
- Confirmation Email *: sylvieseca@yahoo.fr

Informations sur le compte

- Numero de Police *: 222222
- Nom du propriétaire *: CODO
- Prénom du propriétaire *: Gratien

Code confidentiel

- Code confidentiel (4 chiffres) *: [4 masked characters]
- Confirmation *: [4 masked characters]

A "Valider" button is located at the bottom right of the form. At the bottom of the page, there is a copyright notice: "© 2011 powered by Sylvie ADAHE".

Figure 13 : Remplissage du formulaire d'inscription en ligne par le client

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

Après avoir soumis le formulaire, un écran lui est renvoyé pour confirmer la signature du contrat comme à la figure 14 :

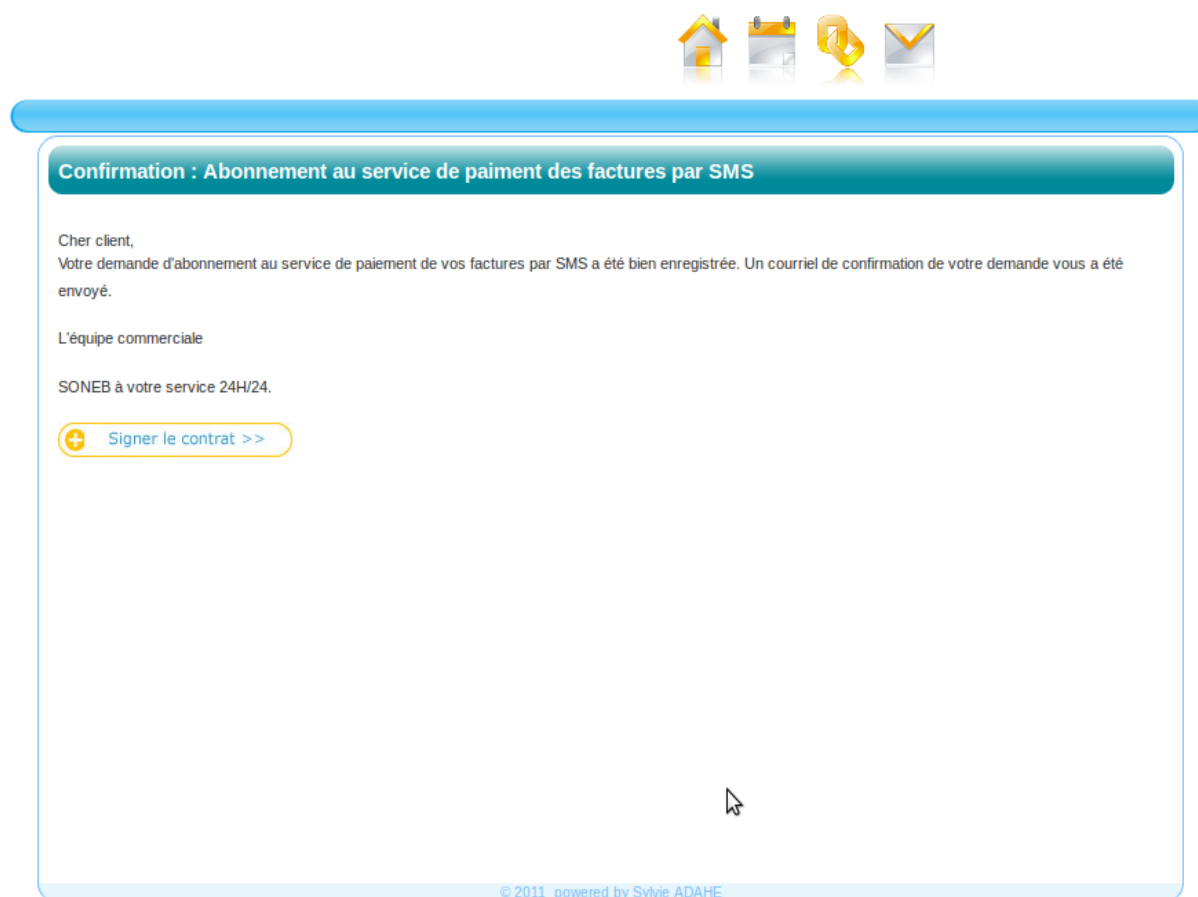


Figure 14 : Attente de confirmation de la signature du contrat d'abonnement par le client

Après le clic du client sur « signer le contrat », un code de confirmation lui est envoyé sur son portable par le service SMS via la puce insérée dans le modem GSM dont le N° de carte SIM est : 67191840.

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

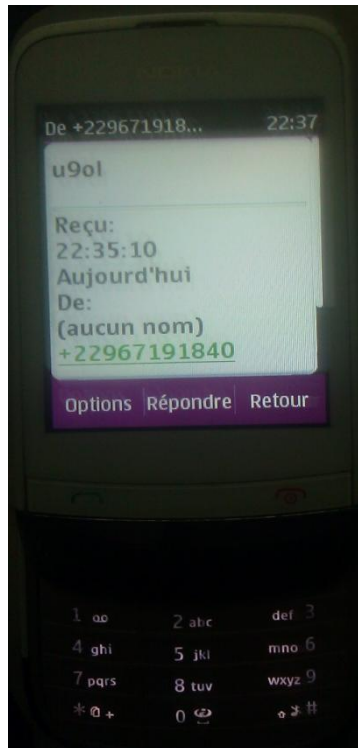


Figure 15 : Réception par le client du code de confirmation

Le client confirme la signature du contrat en introduisant le code « u9ol » reçu sur son portable.

Le contrat d'abonnement est signé avec génération des informations en code QR et lui est envoyé. Il pourra alors payer toutes les factures concernant ce numéro de police tant qu'il dispose d'un solde dans son compte.

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB



CONTRAT D'ABONNEMENT M_PAIEMENT

IDENTIFICATION DE L'ABONNE	
Civilité :	Madame
Nom :	CODO ADAHE
Prénom :	Sylvie Eloïse
Adresse :	03 BP 3126 Cotonou
Tél GSM :	+22997090006
E-mail :	sylvieseca@yahoo.fr

IDENTIFICATION DU COMPTEUR	
N° Police :	222222
Nom Propriétaire :	CODO
Prénom (s) propriétaire :	Gratien
Adresse :	Lot 3141 GBEDRJOMEDE



Fait à Cotonou : 12/08/2013

Figure 16 : Contrat d'abonnement signé envoyé au client

- Rechargement du compte

Après son abonnement au service SMS, le client devra recharger son compte pour avoir un solde disponible avant de procéder au paiement d'une facture.

Nous avons opté pour la solution de rechargement de compte par génération de codes de recharges à éditer par la SONEB elle-même. Les codes de recharges générées et disponibles se présentent comme à la figure 17:

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

The screenshot shows the 'M-paiement' software interface. At the top left is the logo 'M-paiement logiciel de paiement des factures par SMS'. Below it is the user name 'Sylvie ADAHE' and a 'Se déconnecter' link. The main content area is titled 'Gestion des codes de recharge'. It features a search bar with a dropdown arrow and a search button labeled 'Ajouter'. Below the search bar is a table with 5 columns: 'N°', 'Code de recharges', 'Date d'édition', 'Etat', and 'Montant'. The table contains 8 rows of data. At the bottom right of the table area, it says 'Page 1 sur 1'. At the very bottom of the interface, there is a copyright notice: '© 2011 powered by Sylvie ADAHE'.

N°	Code de recharges	Date d'édition	Etat	Montant
10	2523416032	2012-09-03 19:44:09	Disponible	2500
9	5622876803	2012-09-03 19:44:09	Disponible	2500
8	7671102564	2012-09-03 19:44:09	Disponible	2500
3	7674480022	2012-09-03 19:44:09	Disponible	2500
2	8576366004	2012-09-03 19:44:09	Disponible	2500
7	78230676315	2012-09-03 19:44:09	Disponible	2500
5	86111633262	2012-09-03 19:44:09	Disponible	2500
14	87656625348	2012-09-10 19:13:45	Disponible	25000

Figure 17 : Liste des codes de recharge de compte générés et disponibles

Pour recharger son compte, le client envoie par SMS un message dont le format est **RECHA CODE_CONFIDENTIEL NUMERO DE RECHARGE** au serveur SMS.

La figure 18 montre le message de rechargement envoyé par le client au serveur SMS pour recharger la carte N°**87656625348**.

Le format du message de rechargement se présente comme suit :

Message : RECHA 2222 87656625348

Où

- RECHA : est le code du service SMS de rechargement de compte
- 2222 : est le code confidentiel du client
- 87656625348 : est le code de la carte de recharge



Figure 18 : Message de rechargement de compte par SMS (code de recharge N° 87656625348)

Ce SMS ayant transité par le réseau de l'opérateur GSM est récupéré par le modem GSM et transmis au serveur SMS grâce à la passerelle Kannel qui joue le rôle de pont entre le modem GSM et notre application. L'application traite le message reçu, en vérifiant :

- la syntaxe du message;
- l'existence du client;
- l'existence du code de recharge.

Le compte du client est incrémenté du montant de la carte de recharge et un message de confirmation lui est renvoyé comme à la figure 19

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

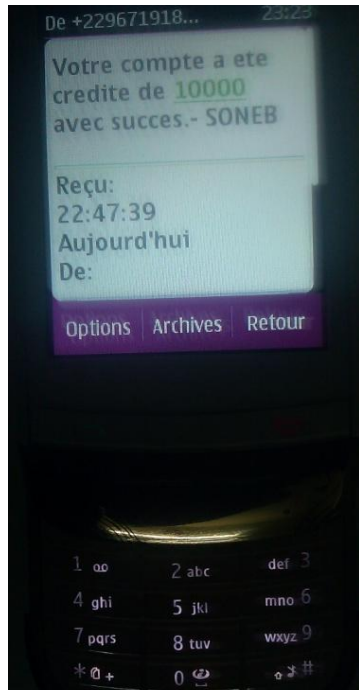


Figure 19 : Message de réussite de rechargement de compte envoyé au client

- Paiement de la facture

Le client peut alors payer une facture en envoyant un SMS dont le format est **PAYER CODE_CONFIDENTIEL NUMERO_FACTURE**, au serveur SMS.

Les factures en attente de paiement sur le serveur sont présentées comme à la figure 20

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

The screenshot shows the 'M-paiement' web application interface. At the top left is the logo 'M-paiement logiciel de paiement des factures par SMS' with a mobile phone icon. Below it is the user name 'Sylvie ADAHE'. A navigation bar contains icons for home, mail, calendar, lock, warning, clock, and bag. A 'Se déconnecter' link is on the right. The main content area is titled 'Gestion des factures' and features a search bar, two buttons ('Ajouter une facture' and 'Ajouter un compteur'), and a table of invoices. The table has columns for 'N° Facture', 'Compteur', 'Montant', 'Date facture', and 'Echéance'. The first row is highlighted with a red border. A callout bubble points to this row with the text 'Factures en attente de paiement'. The footer shows '© 2011 powered by Sylvie ADAHE' and 'Page 1 sur 1'.

N° Facture	Compteur	Montant	Date facture	Echéance		
123456789012	222222	4500	2013-07-12	2013-08-12		
333333333333	555555	8000	2013-03-03	2013-04-03		
777777777777	777777	10000				

Figure 20 : Factures en attente de paiement sur le serveur SMS

Le client envoie le message suivant au serveur SMS pour payer sa facture N° 123456789012.

Message : PAYER 2222 123456789012 où

- PAYER : est le code du service SMS de paiement de facture
- 2222 : est le code confidentiel du client
- 123456789012 : est le numéro de la facture à payer

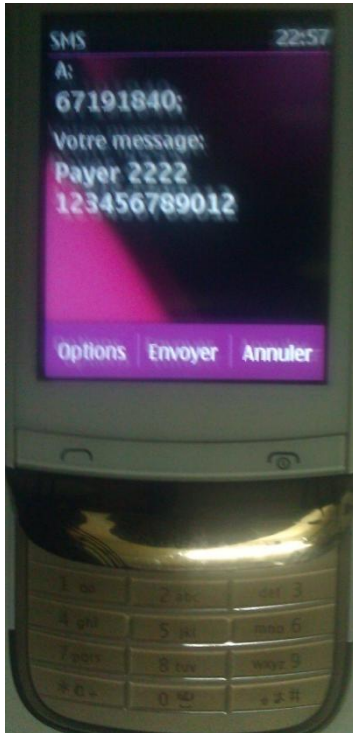


Figure 21 : Message envoyé par le client pour le paiement de la facture n° 123456789012

Ce SMS ayant transité par le réseau de l'opérateur GSM est récupéré par le modem GSM et transmis au serveur SMS grâce à la passerelle Kannel qui joue le rôle de pont entre le modem GSM et notre application. L'application traite le message reçu, en vérifiant :

- la syntaxe du message ;
- l'existence du client ;
- l'existence de la facture ;
- l'appartenance de la facture au client ;
- la facture non encore payée ;
- Le montant disponible sur le compte du client par rapport au montant de la facture.

Après avoir traité le message du client, un message de retour lui est envoyé. Ce message transite par la passerelle Kannel, le modem GSM et le réseau de l'opérateur GSM avant d'être transmis au client. La communication entre le modem GSM et le réseau de l'opérateur GSM se fait à travers le SMSC de

l'opérateur GSM. Le message de retour reçu par le client peut être un message de confirmation au cas où l'opération aurait réussie ou d'information dans le cas contraire. (Confère 3.1.2)

La figure 22 montre le message envoyé par le serveur SMS au client après la réussite de l'opération de paiement de la facture N° 123456789012

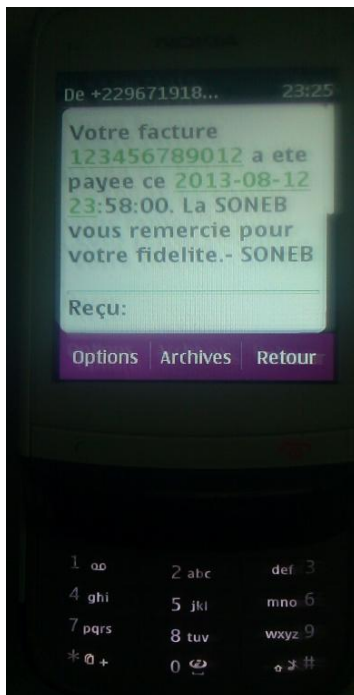


Figure 22 : Message de confirmation du paiement

Conclusion

Le déploiement et la réalisation du prototype ont été décrits dans le présent chapitre. Nous avons aussi effectué et présenté les différents essais qui ont permis le paiement des factures d'eau de la SONEB par SMS.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Le mobile constitue l'un des moyens de communication les plus utilisés à travers le monde. Cette affirmation est confirmée par son accessibilité et son usage constatés au niveau de toutes les couches sociales de nos populations.

Cet usage ne se limite pas qu'à la communication dans toutes ses formes ; il s'étend aussi aujourd'hui à un mode de paiement qui rompt avec les moyens de paiement dits traditionnels où la manipulation de l'espèce sonnante et trébuchante est encore plus utilisée dans les pays les moins avancés comme le Bénin.

Nous espérons qu'outre les contraintes de connexion liées au réseau GSM au Bénin, ce système de paiement permettra efficacement aux clients de la SONEB de payer leurs factures sans se déplacer vers des guichets d'encaissement, d'éviter les longues files d'attente et des pertes de temps.

Grâce aux différents tests, nous pouvons conclure que les objectifs ont été atteints. Toutefois, notons que les aspects liés à la sécurité ne sont pas abordés lorsqu'un abonné veut payer les factures d'un autre abonné.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ADOUN OSCAR M. E, 2010, *Conception et implémentation d'un système de gestion des centres d'accès à Internet: rechargement de compte par SMS*, Ingénieur de conception en Informatique et Télécommunication dans la catégorie Informatique et Télécommunication, Université d'Abomey–Calavi
- [2] BOUTEKDJIRET IMEN, MEZRAGUE ZINA, 2008-2009, *Conception et Réalisation d'une solution SMS Banking pour TRUST BANK ALGERIA*, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Informatique, Systèmes d'Information, Ecole Nationale Supérieure d'Informatique (ESI) OUED-SMAR, ALGER
- [3] BRAUDO SERGE, BRAUMANN ALEXIS, 1996, *Dictionnaire du droit privé*, disponible en ligne :
<http://www.dictionnaire-juridique.com/definition/espece.php>, consulté le 03 mars 2012
- [4] BRUN BERNARD, 1999, *Les mécanismes de paiement sur Internet*, 20 octobre 1999, disponible en ligne :
<http://lthoumyre.chez.com/uni/doc/19991020.htm>, consulté le 20 janvier 2012
- [5] MARCIEN MACKAYA, 2005, *Tests des protocoles et services liés à la mobilité*, Thèse de Docteur en spécialité informatique, soutenue le 11 mars 2005, Université Bordeaux I, Ecole Doctorale de Mathématiques et Informatique
- [6] <http://www.cotonou-benin.com/soneb.html>
- [7] <http://www.code-qr.net/>

ANNEXE

Le code de génération du contrat d'abonnement, du cryptage des informations du client et du code QR se présente comme suit :

Code de génération du contrat et du code QR

```
<?php
require_once("../qr/qrlib.php");
?>
<?php
require_once('fpdf.php');
require_once('fpdi.php');
require_once('../classe/class.Client.php');
require_once('../classe/class.Compteur.php');
require_once('../fonction.php');
    $idClient="";
    if(isset($_GET['id'])){
        $idClient=Decrypte($_GET['id'],$Cle);
    }
    //selection du client
    $unClient=new Client("", "", "", "", "", "", "", "");
    $unClient->setId($idClient);
    $leClient=$unClient->search();
    // initiate FPDI
    $pdf = new FPDI();
    // add a page
    $pdf->AddPage();
    // set the sourcefile
    $pdf->setSourceFile('modelecontrat.pdf');
    // import page 1
    $tplIdx = $pdf->importPage(1);
    // use the imported page and place it at point 10,10 with a width of 100 mm
    $pdf->useTemplate($tplIdx, 10, 10, 100);
    // now write some text above the imported page
```

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

```
$pdf->SetFont('Arial');
$pdf->SetTextColor(255,0,0);
//civillite
$pdf->SetXY(25, 47);
$pdf->Write(0, $leClient['civillite']);
//nom
$pdf->SetXY(25, 52);
$pdf->Write(0, $leClient['nom']);
//prenom
$pdf->SetXY(70, 52);
$pdf->Write(0, $leClient['prenom']);
//adresse
$pdf->SetXY(30, 56);
$pdf->Write(0, $leClient['adresse']);//génération du code qr
// QRcode::png($infoCrypte, "code_qr.png", "L", 4, 4);
//telephone email
$pdf->SetXY(30, 63);
$pdf->Write(0, $leClient['numGSM1']);
//email
$pdf->SetXY(25, 67);
$pdf->Write(0, $leClient['email']);
//selection des informations sur le compteur GetSQLValueString($theValue, $theType
$unCompteur=new Compteur("", "", "");
$leCompteur=$unCompteur->compteurClient($idClient);
//numero de police
$pdf->SetXY(30, 91);
$pdf->Write(0, $leCompteur['numeroPolice']);
//nom proprietaire
$pdf->SetXY(40, 96);
$pdf->Write(0, $leCompteur['nomProprietaire']);
//prenom proprietaire
$pdf->SetXY(45, 100);
$pdf->Write(0, $leCompteur['prenomProprietaire']);
//adresse proprietaire
```

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

```
$pdf->SetXY(30, 105);
$pdf->Write(0, $leCompteur['adresse']);
//date d'édition du document
$pdf->SetXY(84, 125);
$dateEdition=date('d/m/Y');
$pdf->Write(0, $dateEdition);
//cryptage des informations
$info=$leClient['civile'].$leClient['nom'].$leClient['prenom'].$leClient['numGSM1'];
$infoCrypte=md5($info, true);
//génération du code qr
QRcode::png($infoCrypte, "code_qr.png", "L", 4, 4);
//$pdf->SetXY(20, 125);
$image = $pdf->Image("code_qr.png", 20, 120,10,10);
$pdf->Output('contrat.pdf', 'D');

?>
< ?php
//fonction de cryptage et de decryptage
$Cle =
"MadAMe&ADAhe_S1IV1&_2012dfqHHIEHBYEUUDHJIDBDB455667878HHDH5344467890°635E55E5
E5E5E55E668HDHND0EOZOSUEGI";
function GenerationCle($Texte,$CleDEncryptage)
{
$CleDEncryptage = md5($CleDEncryptage);
$Compteur=0;
$VariableTemp = "";
for ($Ctr=0;$Ctr<strlen($Texte);$Ctr++)
{
if ($Compteur==strlen($CleDEncryptage))
$Compteur=0;
$VariableTemp.= substr($Texte,$Ctr,1) ^ substr($CleDEncryptage,$Compteur,1);
$Compteur++;
}
return $VariableTemp;
}
```

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

```
//fonction de cryptage
function Crypte($Texte,$Cle)
{
  srand((double)microtime()*1000000);
  $CleDEncryptage = md5(rand(0,32000) );
  $Compteur=0;
  $VariableTemp = "";
  for ($Ctr=0;$Ctr<strlen($Texte);$Ctr++)
  {
    if ($Compteur==strlen($CleDEncryptage))
      $Compteur=0;
    $VariableTemp.= substr($CleDEncryptage,$Compteur,1).(substr($Texte,$Ctr,1) ^
substr($CleDEncryptage,$Compteur,1) );
    $Compteur++;
  }
  return base64_encode(GenerationCle($VariableTemp,$Cle) );
}

//fonction de décryptage
function Decrypte($Texte,$Cle)
{
  $Texte = GenerationCle(base64_decode($Texte),$Cle);
  $VariableTemp = "";
  for ($Ctr=0;$Ctr<strlen($Texte);$Ctr++)
  {
    $md5 = substr($Texte,$Ctr,1);
    $Ctr++;
    $VariableTemp.= (substr($Texte,$Ctr,1) ^ $md5);
  }
  return $VariableTemp;
}
?>
```

Le code de génération du fichier des factures payées par SMS se présente comme suit :

Code de génération du fichier des factures payées

```
<?php require_once('Connections/maconnexion.php'); ?>
<?php
if (!function_exists("GetSQLValueString")) {
function GetSQLValueString($theValue, $theType, $theDefinedValue = "", $theNotDefinedValue =
"")
{
    $theValue = get_magic_quotes_gpc() ? stripslashes($theValue) : $theValue;
    $theValue = function_exists("mysql_real_escape_string") ? mysql_real_escape_string($theValue) :
mysql_escape_string($theValue);
    switch ($theType) {
        case "text":
            $theValue = ($theValue != "") ? "'" . $theValue . "'" : "NULL";
            break;
        case "long":
        case "int":
            $theValue = ($theValue != "") ? intval($theValue) : "NULL";
            break;
        case "double":
            $theValue = ($theValue != "") ? "'" . doubleval($theValue) . "'" : "NULL";
            break;
        case "date":
            $theValue = ($theValue != "") ? "'" . $theValue . "'" : "NULL";
            break;
        case "defined":
            $theValue = ($theValue != "") ? $theDefinedValue : $theNotDefinedValue;
            break;
    }
}
```

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

```
return $theValue;
}
}
mysql_select_db($database_maconnexion, $maconnexion);
$query_Refacture = "SELECT * FROM t_facture WHERE etat = 'O'";
$Refacture = mysql_query($query_Refacture, $maconnexion) or die(mysql_error());
$row_Refacture = mysql_fetch_assoc($Refacture);
$totalRows_Refacture = mysql_num_rows($Refacture);
// Get an instance of Domdocument
$doc = new DOMDocument();
// specify the version and encoding
$doc->version = '1.0';
$doc->encoding = 'ISO-8859-1';
// Create a comment
$comment_elt = $doc->createComment('Generated by M-paiement');
// Put this comment at the Root of the XML doc
$doc->appendChild($comment_elt);
// Create an Empty element 'note'
$note_elt = $doc->createElement('facture');
// Put the 'note' element at the Root of the XML doc (just after the comment)
$doc->appendChild($note_elt);
while($row_Refacture = mysql_fetch_assoc($Refacture)){
    // Create to/from/heading/body elements
    $to_elt = $doc->createElement('NumeroFacture',
    GetSQLValueString($row_Refacture['numroFacturee'], "text"));
    $from_elt = $doc->createElement('Montant',
    GetSQLValueString($row_Refacture['montant'], "text"));
    $heading_elt = $doc->createElement('DatePaiement',
    GetSQLValueString($row_Refacture['datePaiement'], "text"));
    // $body_elt = $doc->createElement('body');
    // Specify that thos newly created elements are 'note' children
    $note_elt->appendChild($to_elt);
    $note_elt->appendChild($from_elt);
    $note_elt->appendChild($heading_elt);
}
```

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

```
}  
    // Beautify  
$doc->formatOutput = true;  
    // Display the XML content we just created  
echo $doc->saveXML();  
    // Save this to simple_eng.xml  
$doc->save('facturePayee.xml');  
    // That's All folks!  
?>
```

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	i
REMERCIEMENTS	ii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	iv
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES	vii
GLOSSAIRE	viii
RESUME	ix
ABSTRACT.....	x
SOMMAIRE	xi
INTRODUCTION GENERALE	1
Etat de l'art des moyens de paiement et les technologies mises en œuvre.....	5
1.1. Les moyens de paiement traditionnels.....	5
1.2. Les moyens de paiement utilisant le téléphone mobile	6
1.2.1. Short Message Service (SMS).....	6
1.2.2. Unstructured Supplementary Service Data (USSD)	8
1.2.3. L'Internet Mobile.....	8
1.3. Outils SMS	10
1.4. Sécurité des transactions mobiles	15
1.4.1. L'architecture du réseau GSM	15
1.4.2. Les vulnérabilités des réseaux GSM	17
1.4.3. Les mesures de sécurité des réseaux GSM	18
Modélisation et conception de la solution.....	20
2.1. Choix et proposition de solution.....	20

Conception et réalisation d'une solution de paiement des factures par SMS : cas des factures d'eau de la SONEB

2.2. Spécification des besoins et méthodologie adoptée	23
2.2.1. L'existant.....	23
2.2.2. Méthodologie adoptée.....	25
2.3. Analyse fonctionnelle	25
2.3.1. Identification des acteurs du système	25
2.3.2. Identification des cas d'utilisation.....	26
2.3.3. Description des diagrammes d'activités	28
2.4. Modélisation statique	30
2.5. Modélisation dynamique	33
2.6. Couplage de la solution avec le système de production de la SONEB ..	36
Déploiement et mise en œuvre d'un prototype du système M-paiement	41
3.1. Modèle SMS	41
3.1.1. Codification des Services	41
3.1.2. Codification des messages	42
3.2. Sécurité du système.....	44
3.3. Résultats	46
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	57
BIBLIOGRAPHIE	58
ANNEXE.....	59
TABLE DES MATIERES.....	66