

UNIVERSITE PROTESTANTE AU CONGO
FACULTE DES SCIENCES INFORMATIQUES

Département de Génie Informatique

BP.4745 Kinshasa II

Kinshasa-Lingwala

**Etude et implémentation d'un Smart Grid appliqué dans la
numérisation de la relation SNEL-Abonnés**

Par

Devernay **MBALA MAKONDA**

Travail de fin de cycle présenté et défendu en vue de l'obtention du Grade de gradué en Sciences
Informatiques

Directeur : JEAN MARC Kalombo

Rapporteur : CHRISTIAN Esaki

Septembre 2023

Table des matières

LISTE DES ABBREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES	3
0. INTRODUCTION	4
0.1 MISE EN CONTEXTE	4
0.2 PROBLEMATIQUE	5
0.3 HYPOTHESES	7
0.4 METHODES ET TECHNIQUES	8
a. Méthode	8
b. Techniques	9
0.5 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE	9
0.6 CONTRIBUTION DE L'ETUDE	10
0.7 DELIMITATION DU TRAVAIL	11
0.8 DIVISION DU TRAVAIL	11
CHAPITRE 1 REVUE DE LA LITTÉRATURE	12
1.1 REVUE DE LA LITTÉRATURE THEORIQUE	12
1.1.1 SMART GRID (Réseau intelligent)	12
1.1.2 SMART METER (Compteur communicant)	14
1.1.3 Numérisation de la relation SNEL – Abonné	15
1.1.4 Base des données	15
1.1.5 Système d'informations	18
1.1.6 Facturation	18
1.1.7 Relevé d'un compteur électrique	19
1.1.8 Réseau	20
1.2 REVUE DE LA LITTÉRATURE EMPIRIQUE	20
1.2.1 Compteur électrique intelligent de l'Etablissement OSAT/RDC, par l'ingénieur Bernice ZUIYA (2019)	20
1.2.2 Etude et réalisation d'un compteur électrique intelligent de base, El-Hassar & Mohammed Yassine (Université Abou Bekr Belkaid de l'Algérie, 2015)	22
1.2.3 Amélioration d'un prototype de compteur intelligent avec intégration de système de communication, LAZAAR Fatima & KERMAL Asmae (Université Aboubakar Belkaid de l'Algérie, 2018-2019)	23
1.2.4 SNEL & Moi et SNEL BOX	23
1.2.5 Prise connectée	24
CHAPITRE 2 CAPTURE DE BESOINS ET ELABORATION	25

BIBLIOGRAPHIE.....	26
---------------------------	-----------

LISTE DES ABBREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES

SNEL : Société nationale d'électricité

SGBD : Système de gestion des bases de données

0. INTRODUCTION

0.1 MISE EN CONTEXTE

Depuis le temps ancestraux, l'homme a toujours eu plusieurs moyens tout à fait naturels de prendre soin de lui en subvenant à ses besoins. L'un de ces moyens, quand il voulait faire du feu était l'utilisation de la technique de friction. Cela impliquait l'utilisation d'une drille ou un bâton en bois qu'il frottait vivement contre une planche de bois tout en utilisant un archet pour accélérer ses mouvements et améliorer la friction. Le but étant de produire un feu ; en tournant et en frottant vigoureusement le bois, il atteignait une température de 400 degrés et produisait une braise qu'il pouvait poser sur des matériaux combustibles. Ensuite il soufflait dessus pour le raviver. Ce feu l'aidait à cuisiner lorsqu'il revenait de la chasse avec du gibier, mais le gardait aussi au chaud.

En même temps, il y avait des phénomènes électriques liés à la foudre lors des orages. L'homme a longtemps pensé qu'il s'agissait d'une manifestation de la colère divine ou d'un pouvoir surnaturel. Ce n'est qu'à la fin du XVI^e siècle que les scientifiques ont commencé à étudier la foudre pour comprendre ses mécanismes et établir ses lois. Cela a intéressé l'homme, retenant ainsi certaines expériences et théories scientifiques, dont le scientifique allemand Otto von Guericke, qui expérimenta la production d'électricité à l'aide d'une boule de soufre en rotation en 1660. Il observa des étincelles comparables à des éclairs lors d'orages. De plus, en 1799, le physicien Alessandro Volta met au point le premier objet capable de fournir de l'électricité : la pile voltaïque, ancêtre de la pile électrique actuelle. L'appareil de Volta pouvait se recharger rapidement et permettait une production de courant électrique stable et de haute intensité¹.

Après toutes ces études ingénieuses, l'homme a réalisé qu'il ne pouvait plus se contenter des techniques antiques et devait produire de nouvelles technologies pour répondre à ses besoins. L'électricité est apparue comme une solution pour répondre à ses besoins évolutifs tels que cuisiner pour se nourrir, se chauffer, s'éclairer, fabriquer, soigner, se communiquer à distance, se déplacer et tant d'autres.

¹ Isabelle Bernier (2020). L'homme et l'électricité, une longue histoire. SCIENCE. Récupéré de <https://www.futura-sciences.com/sciences/questions-reponses/histoire-homme-electricite-longue-histoire-13861/>

Qui plus est, ces milliers d'appareils modernes qui ont absolument besoin d'énergie électrique pour fonctionner : De frigidaires pour garder les aliments au frais, de machines à laver pour nos lessives, de télévisions, de téléphones portables et ordinateurs qui doivent être rechargés sans arrêt. C'est ainsi qu'il se met en évidence aujourd'hui la nécessité absolue d'avoir en permanence de l'énergie électrique.

Mais avec ces inventions modernes, il a fallu aussi produire de l'électricité de façon moderne partant de sources naturelles pour qu'il soit facilement accessible. C'est exactement le rôle que jouent des centrales électriques et des sociétés qui œuvrent dans ces secteurs. Ajouté à ce point, elles doivent veiller aux intérêts de consommateurs et assurer la protection de leurs droits pour ce qui est du prix, de la fourniture et de la qualité de l'énergie électrique. En République Démocratique du Congo, c'est un secteur occupé par plusieurs sociétés en accord avec l'Autorité de Régulation du Secteur de l'Electricité, en particulier la Société Nationale d'Electricité.

Cette société a pour missions la production, le transport, la distribution et la commercialisation de l'énergie électrique sur une grande étendue de la République Démocratique du Congo, principalement dans la province de Kinshasa, en conformité avec la constitution de notre pays en son article 48 qui reconnaît à tout citoyen congolais le droit à l'électricité en ces termes : « [...] *le droit d'accès à l'eau potable et à l'énergie électrique sont garantis [...]* ».

Plusieurs études ont été menées sur ces objectifs de la SNEL, la façon dont elle s'y prend, afin d'optimiser ces tâches, notamment la distribution et le règlement des factures.

Il a été remarqué, par ces études et expériences, qu'il existe quelques points qu'il faille améliorer pour bien accompagner la SNEL dans ses missions. C'est pourquoi, dans le cadre de ce parcours académique, le noble objectif a été fixé d'emboîter modestement les pas de ces travaux scientifiques pour que dans une certaine mesure, nous contribuions à une optimisation de l'exécution des lourdes et considérables tâches qu'assume la SNEL.

0.2 PROBLEMATIQUE

Il a été dit ci-haut, lors de la mise en contexte, que selon certaines expériences et études, quelques points dans l'exécution des tâches de la SNEL sont à revoir afin d'optimiser la qualité de ses services. Parmi ses services, un domaine précis pose de très grands problèmes entre la société et ses abonnés, c'est-à-dire, ceux qui sont régulièrement inscrits et qui demandent ses services.

L'une de missions de la SNEL étant de protéger les droits de ses consommateurs pour ce qui est du prix et la fourniture de l'énergie électrique, il est capital de noter de toute évidence qu'elle doit, en premier, répondre à leurs exigences et privilégier leurs intérêts pour respecter la loi et le principe d'un client satisfait.

C'est ce problème qui se fait constater dans le domaine de la facturation et tout le processus qui accompagne celle-ci ; c'est-à-dire, de la facturation de la consommation de l'abonné au règlement par l'abonné de sa facture en passant par l'historique des factures. La loi N°14/011 du 17 Juin 2014 au secteur de l'électricité en son article 27 stipule : « *Toute vente d'énergie électrique doit être facturée sur base de la consommation réelle prélevée par des compteurs calibrés et en bon fonctionnement. Toute facturation forfaitaire est prohibée* ».

Etant dans un pays régi par des lois, la SNEL n'est pas épargnée et se doit de s'y soumettre pour sortir du système de facturation forfaitaire qui, pourtant, continue son existence dans une très grande partie du territoire occupé par la SNEL, en particulier là où était menée nos recherches. Il est quand même important de souligner que la SNEL dispose actuellement d'un système de compteur à prépaiement pour facturer ses abonnés. Un bon système qui n'est qu'à ses débuts et qui n'est encore implanté que dans quelques régions pour le test. Toutefois, après une enquête rapportée dans quelques magazines officiels de notre pays, une partie de la population qui bénéficie de ce système semble maintenant s'en méfier.

Après étude et constat de l'actuel système en place de SNEL, il sied de mentionner que le travail est bien laborieux pour les agents de la société d'un côté, et non bénéfique pour les abonnés de l'autre dans certains cas.

Principalement, quatre niveaux renferment des cas qui méritent une attention particulière :

- **Facturation de l'énergie électrique**
 - a. Une facturation forfaitaire et qui ne satisfait pas les abonnés
 - b. Une tendance injuste à facturer en fonction du statut de la parcelle cadastrale
- **Distribution des factures aux abonnés**
 - a. La descente sur terrain des agents les exposant ainsi aux risques d'acharnement et incompréhension du résident.
 - b. Absence du résident pour recevoir sa facture.
 - c. Perte des factures quand les agents glissent sous les portes d'habitation.

- **Règlement des factures par les abonnés**
 - a. De fils d'attente interminables aux locaux de la SNEL.
 - b. Perte d'énergie et de temps de la société et qui engendrent un manque de performance.
- **Perte des factures des mois précédents pour vérification**

Il est reproché notamment au compteur à prépaiement les points ci-dessous :

- Il n'offre pas aux démunis la grande possibilité de se procurer de l'énergie en quantité voulue et nécessaire².
- De coupures intempestives courantes qui exigent l'intervention des agents de la SNEL moyennant un cout financier.

Face à ces problèmes, les questions suivantes méritent leur place :

Quels systèmes adoptés alors pour une facturation juste sur base de sa consommation réelle et une numérisation des factures ? Quels mécanismes mettre en place pour éviter les interminables files d'attente dans les locaux de la SNEL pour règlement des factures et prévenir les pertes de factures de mois précédents et garantir leur sécurité ?

0.3 HYPOTHESES

Partant de points exposés dans la problématique, il est important de prendre certaines mesures et proposer des solutions pour une optimisation du système de la SNEL abordé ci-haut. C'est ainsi que le présent travail propose modestement quelques mécanismes et systèmes relatifs à ces problèmes. Pour ce qui est de la facturation, un compteur intelligent et communicant pour transmettre l'énergie réelle utilisée à l'abonné par le Web.

² Anto Mulanga. (2021, juin). Lubumbashi-SNEL : l'utilisation des compteurs à prépaiement 10 ans après. La Guardia, 1. Récupéré de <https://magazinela Guardia.info/2021/06/08/lubumbashi-snel-lutilisation-des-compteurs-a-prepaiement-10-ans-apres/>

« *La suppression du papier et la transmission électronique des factures permettrait de réduire les coûts directs liés au traitement de facture* »³, voilà quelques mots parmi tant d'autres par lesquels l'ouvrage « **Le Livre Blanc de la Facture Electronique** »⁴ encourage le E-facture.

C'est donc, en plus, ce système de génération de factures électronique avec les données prélevées au cours du mois que propose cette étude. Egalement, un système de l'historique des factures électroniques et un autre de paiement mobile pour régler ses factures.

0.4 METHODES ET TECHNIQUES

a. Méthode

Il est impossible d'analyser un système en place sans suivre une démarche méthodologique nécessaire. C'est ainsi que Mascotsh NDAY WA MANDE définit une méthode de travail comme un chemin intellectuel qui nous permet de relier l'objet d'étude aux objectifs tout en démontrant le fonctionnement de cette liaison⁵.

Pour la réalisation de ce travail, la méthode UP (Unified Process en français « Processus Unifié ») a servi de guide précieux au travers son langage de modélisation UML (Unified Modeling Language en français « Langage de modélisation unifié »). UML étant une notation graphique conçue pour représenter, spécifier, construire et documenter les systèmes logiciels⁶, le présent travail s'est servi de ses diagrammes pour modéliser les objets de la réalité et aboutir au résultat voulu.

³ C.Sautereau, J.C. Hua & Mebazaa. (2004). Etat des lieux du traitement des factures en Entreprise. Dans Electronic Business Group(Ed.). Le Livre Blanc de La Facturation Electronique(pp.12). Paris : EBG. Récupéré de <https://www.youscribe.com/BookReader/Index/212777/?documentId=181658>

⁴ C.Sautereau, J.C. Hua & Mebazaa. (2004). Le Livre Blanc de La Facturation Electronique (texte électronique). Récupéré de <https://www.youscribe.com/BookReader/Index/212777/?documentId=181658>

⁵ M. NDAY WA MANDE, Mémento de méthode de recherche en Sciences sociales et Humaines, Likasi, Ed .Zoe créativité 31, 2006, p.32..

⁶ M. kinkani Pescie H., Modélisation objet avec le processus unifié et UML, notes de cours G3 FASI, Janvier 2023

b. Techniques

- **L'observation** : Cette technique a permis d'observer pendant un bon moment et de si près la façon dont sont exécutées ces tâches reprises ci-haut par la SNEL et déceler des éléments sur lesquels il faut apporter une certaine amélioration.
- **L'interview** : L'observation n'a pas été suffisante pour décider de ce qui ne marche pas en réalité dans l'ancien système en place. L'interview a beaucoup aidé en interrogeant à chaque niveau les acteurs qui interviennent dans ce processus afin de comprendre réellement le fonctionnement.
- **Technique documentaire** : Celle-ci était également importante dans la mesure où il fallait examiner les documents qui sont élaborés dans ce processus, notamment la facture, afin de savoir quelles données sont utilisées et pour quelle finalité. Elle a aussi aidé pour faire recours aux documents scientifiques passés qui ont abordé ces aspects.
- **Techniques de questionnaires ou Enquête** : Cette technique a été utilisée au niveau des abonnés de la SNEL pour recevoir d'eux également des avis sur comment ils aimeraient que le système se présente.

0.5 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

L'objectif principal poursuivi dans ce travail est la mise en place des systèmes qui améliore le processus de la facturation en y apportant ces éléments :

- Un compteur intelligent qui enverra des données de la consommation de l'énergie en temps à l'utilisateur à partir de son portable, tablette ou ordinateur dans l'environnement Web.
- Un système de génération de facture électronique à partir de données prélevées dans le compteur.
- Un moyen de paiement mobile pour régler ses factures.
- La possibilité de garder en historique les factures passées, en état payé ou non.

0.6 CONTRIBUTION DE L'ETUDE

Ce travail scientifique, loin d'être parfait, ni ayant la prétention de s'ériger en maître sur tous les précédents travaux, apporte en des mots les plus modestes sa contribution tant méthodologique que pratique.

- **Contribution théorique :**

- Sur le plan scientifique :

Ceci s'ajoute à la documentation et à la liste des travaux abordant l'aspect numérisation de la relation SNEL-Abonné. Il s'ajoute aussi aux références pour les futurs chercheurs. La plupart des documents actuellement n'abordent que certains aspects de ce travail en particulier. Mais celui-ci regroupe le tout en un. Tenant compte des avantages du numérique, ce travail se penche dans le sens d'un domaine vers lequel le monde migre pour un rendement optimal des tâches. Quant au respect de textes de notre pays, ce travail s'y conforme afin d'être légal.

- Sur le plan personnel :

Ce travail nous a permis de rechercher et d'apprendre un peu plus dans ce domaine, de croître en expérience, de lire certains Auteurs et de rendre aigu notre sens de recherche dans le cadre scientifique. Il en résulte une satisfaction sans pareille.

- **Contribution pratique :**

- Sur le plan sociétal :

Au niveau de la société nationale d'électricité et de ses abonnés, ce travail apporte une transparence pour ce qui est de la facturation, un gain de temps, une élimination de coût d'impression de factures, l'élimination de l'encombrement des factures papiers ; une certitude et la conscience de payer exactement sa consommation.

0.7 DELIMITATION DU TRAVAIL

Ce travail étant scientifique, il répond aux règles qui régissent ceux-ci, notamment la délimitation dans le temps et dans l'espace.

- Pour la délimitation temporelle, ce travail a mené ses études pour une période allant de Septembre 2022 à Mars 2023. Toutefois, pour une amélioration du travail plus tard, la période de recherche s'étendra pour plus d'informations.
- Pour la délimitation spatiale, la SNEL déjà citée ci-haut est la société sur laquelle ce travail s'intéresse. Et l'étude a été faite principalement dans la commune de Ngiri-Ngiri, ainsi que quelques régions où est implanté le compteur à prépaiement, notamment une petite partie de la commune de Kinkole.

0.8 DIVISION DU TRAVAIL

Ce travail est subdivisé en trois chapitres ci-dessous :

CHAPITRE 1 : Revue de la littérature

CHAPITRE 2 : Capture de besoins et Elaboration

CHAPITRE 3 : Construction et Transition

CHAPITRE 1 REVUE DE LA LITTÉRATURE

Il est important de nous rappeler que quand on rédige un travail scientifique, il n'est pas qu'à la disposition des personnes étant du domaine dans lequel le travail est rédigé. Il peut aussi être sujet à la lecture des plusieurs autres personnes. C'est ainsi que quelques-uns de travaux scientifiques restent incompris par des lecteurs profanes du domaine à ce jour. Alors, comprenant cet aspect de choses, et souhaitant être lu par tout le monde, et voulant accompagner nos chers lecteurs du début à la fin de ce travail, qu'il nous soit accordé de passer en revue certains concepts et travaux similaires au notre.

Ainsi, dans ce chapitre il sera question d'expliquer certains concepts liés à ce travail afin d'enrichir la compréhension de nos lecteurs et aussi revenir sur certains travaux pour fixer certains parallélismes, certaines similarités et quelques omissions qui marqueront la différence avec notre travail.

1.1 REVUE DE LA LITTÉRATURE THEORIQUE

Nous allons définir et expliquer progressivement des concepts clés de notre travail en en parlant de façon brève. Il sera question de concepts de notre sujet et de ceux qui interviendront inévitablement afin d'apporter une contribution nette à ce travail.

1.1.1 SMART GRID (Réseau intelligent)

Un Smart Grid, ou un réseau intelligent est un concept important actuellement appliqué dans beaucoup de domaines, notamment l'électricité ; le domaine dans lequel nous allons également l'exploiter dans ce travail. Selon une commission française, « un smart grid est un réseau d'énergie qui intègre des technologies de l'information et de la communication, ce qui concourt à une amélioration de son exploitation et au développement de nouveaux usagers tels que l'autoconsommation, le véhicule électrique ou le stockage » (CRE, 2011 : smartgrids-cre.fr)

C'est donc un réseau qui fait intervenir des technologies modernes et innovantes qui permettent donc d'ajuster ou d'améliorer le flux d'électricité entre les sociétés qui fournissent l'énergie électrique et les consommateurs qui sont des abonnés dans notre travail. Plusieurs sous-concepts y interviennent, cela part de la production à la consommation en passant par la distribution de l'énergie électrique. Au niveau de la consommation par l'abonné, le smart grid présente plusieurs avantages :

- ✓ Le contrôle des flux d'électricité en temps réel : Il existe des capteurs qui sont bien installés afin d'indiquer et de déterminer la consommation en temps réel de l'énergie par l'abonné. Il peut s'agir des capteurs de tension et de courant qui vont recueillir les informations pour une utilisation optimale par après.
- ✓ La gestion plus responsable de la consommation individuelle par l'abonné : Grâce aux compteurs mentionnés au premier point, l'abonné est en mesure de suivre sa propre consommation en âme et conscience. Ce suivi qui lui permettra en toute honnête d'ajuster sa consommation en fonction de son utilisation pour éviter de se servir abusivement de l'énergie électrique, ce qui aurait plusieurs conséquences plus tard.

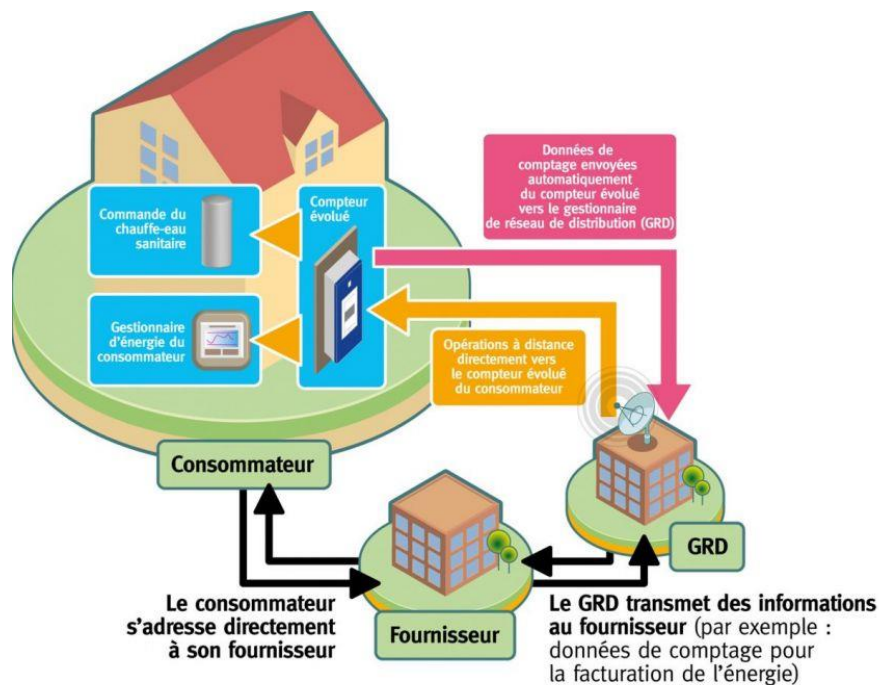


Fig.1 Exemple d'un Smart Grid

Dans sa mission d'analyser et transmettre les informations reçues pour un traitement par les fournisseurs et les abonnés, un des équipements qui joue un rôle prépondérant dans un smart grid est « un smart meter », ou un compteur communiquant qui sera aussi défini à son tour dans les lignes qui suivent.

1.1.2 SMART METER (Compteur communicant)

En effet, le smart meter joue un rôle très important dans la mise en place des smart grids. Il est aussi appelé compteur intelligent. Mais le concept « Intelligent » portant encore quelques longues discussions se basant sur la compréhension de chacun, nous l'appellerons très souvent « compteur communicant » ou simplement « smart meter ». Certains réfutent qu'un simple compteur, défini pour certaines tâches soit intelligent, d'autres par contre affirment qu'il suffit d'un capteur tant extéroceptif qu'intéroceptif pour parler du concept « intelligent ».



Fig.2 Exemple d'un Smart Meter

Quoi qu'il en soit, d'aucun ne nie que c'est un compteur qui peut transmettre les données reçues, et c'est justement l'un de ses contributions dans un smart grid. D'ailleurs, chez les particuliers, ou ceux qui n'ont pas réellement besoin de plusieurs équipements pouvant intervenir dans un smart grid pour leur installation, le fait de mettre un compteur communicant est déjà une première étape, si pas la plus déterminante, dans la mise en place de leur réseau intelligent. Ce qui sera le cas pour ce travail puisque particulièrement nous traiterons la consommation du côté Abonné.

Ces smart meters sont conçus avec la capacité de suivre en temps réel la consommation électrique chez les consommateurs. Après suivi et prélèvement de cette consommation, le mot « communicant » prend tout son sens parce qu'il peut transmettre les informations soit aux fournisseurs, pour une amélioration de la distribution et la production, soit aux consommateurs, pour une gestion beaucoup plus responsable de leur énergie comme cité ci-haut. Ces informations sont transmises par plusieurs moyens (Un afficheur dans le compteur pour certains, par internet pour d'autres, par mobile simplement...)

Nous avons parlé des facturations forfaitaires, alors ce compteur communicant intervient fortement et de façon optimale à la facturation.

1.1.3 Numérisation de la relation SNEL – Abonné

Selon le dictionnaire LaRousse 2013, numériser, verbe de « numérisation », *c'est représenter une information (son, texte, image) sous forme numérique*. C'est le processus qui consiste à passer de la forme analogique d'une information.

La numérisation visant entre autres l'intégrité d'une information, les documents en forme analogique actuellement resteront les mêmes, seulement une copie en numérique sera faite et qui sera accessible même à distance sans avoir la copie en papier. Cette numérisation permet un archivage sur et dans les bonnes conditions des documents et une accessibilité rapide et garantie.

La relation, y est quant à elle définie (LaRousse, op.cit) comme un rapport, un lien. Ce rapport peut faire intervenir deux entités. Dans le cas de notre travail, c'est une relation entre la SNEL et ses abonnés. Cette relation a longtemps été de nature manuelle, physique, et jusqu'à ce jour dans certains aspects comme mentionnés dans la problématique. La numérisation de cette relation qui renferme la facturation et le paiement fera donc partie intégrante de notre travail pour un rendement scientifique, sociale et personne.

1.1.4 Base des données

Une base de données peut être définie comme étant un ensemble structuré de données enregistrées sur des supports accessibles par l'ordinateur pour satisfaire simultanément un ou plusieurs utilisateurs de façon sélective en temps opportun et qui répond aux trois critères suivants : L'exhaustivité, la non-redondance et la structure (KUYUNSA, 2021).

- L'exhaustivité : Il faut que la base des données renferme tous les renseignements qui ont un lien avec les objets dont il est question dans la base de données. Il ne devrait pas manquer quelques informations et qui rendraient incomplète la base des données.
- La non-redondance : Ceci signifie que la base des données ne doit pas avoir des informations répétitives. Il ne doit y avoir qu'une et une seule fois.
- La structure : Il s'agit de l'adaptation du mode de stockage des informations par rapport aux traitements qui s'y feront, ainsi qu'au coût de stockage dans l'ordinateur. Donc la structure devra permettre de répondre aux besoins en espace et en consistance des traitements dans la base des données.

Il existe aujourd'hui plusieurs types de bases de données sur base de leurs modèles correspondants aujourd'hui afin de faciliter leur maniabilité. Il faut accéder plus rapidement à une base des données et plus facilement trouver des réponses de façon précise à des requêtes. C'est dans cette optique que nous pouvons aujourd'hui distinguer des types de bases de données que nous regroupons dans le tableau ci-dessous.

Base de données orientée texte
Base de données hiérarchique
Base de données réseau
Base de données relationnel
Base de données orienté objet
Base de données distribuée

Tab 1. Type de bases de données

Les bases de données relationnelles sont actuellement les plus utilisées. Elles sont basées sur un modèle relationnel. Les informations étant plus faciles à accéder grâce à sa structure, les bases de données relationnelles se définissent par des concepts clairs tels que les entités, les propriétés et qui sont en liens entre elles par le concept qu'on appelle des associations ou de relations. Parlant de ces quelques avantages et tous ceux qu'on n'a pas mentionnés, ce travail sera dirigé vers une base de données relationnelle pour sa réalisation.

Mais pour permettre une excellente manipulation de ces bases de données, nous faisons recours aux systèmes de gestion de bases de données appelés communément « SGBD ».

Ces SGBD sont des logiciels qui permettent de gérer les données dans la base de données, le moteur de base de données permettant d'accéder aux données et la structure logique de la base de données au travers un schéma de base de données. Ayant ces 3 éléments au complet, on peut se fier à la sécurité, l'intégrité et l'uniformité des procédures de la base de données.

DBMS - Most Popular Database Management Systems



Fig.3 Quelques SGBD

En effet, nous disposons de plusieurs SGBD : Oracle, SQL Server, Ingres, Mongo DB, PostgreSQL, Maria DB, SYBASE, MySQL, IBM DB2 et tant d'autres. Et pour ce travail, notre choix est porté sur le **SGBD MySQL** grâce aux avantages qu'il présente, notamment sa distribution ouverte et disponible et sa simplicité à manipuler ; ce qui l'a d'ailleurs rendu populaire dans le monde.

1.1.5 Système d'informations

Un système d'informations est un ensemble de personnes, de procédures et de ressources qui recueillent de l'information, la transforment et la distribuent au sein d'une organisation. (MAMPUYA KINKANI Pescie, MAI 2022).

Il s'agit alors d'une certaine structure organisée qui doit collecter, traiter, stocker et communiquer les informations selon les besoins de l'utilisateur. Le système qui sera mis en place dans ce travail sera également d'un système d'informations parce qu'on pourra faire véhiculer les informations après traitement pour un but précis.

1.1.6 Facturation

La facturation est le processus de facturer un client par un prestataire de services. Elle se fait par l'établissement d'un document qui contiendra la réalisation de la prestation, les services vendus, le montant que le client doit au prestataire et quelques autres libellés sur les services consommés par le client. C'est sur base de ce document que le client règle ses factures, reconnaissant avoir réellement consommé ces services.

Une facture a une valeur légale. Par conséquent, elle doit répondre à certaines exigences de la loi, des mentions légales et faire office d'un document reconnu. Qu'elle soit en format papier ou numérique, elle doit contenir ces éléments et ne pas en faire omission.

Nous distinguons plusieurs types de factures :

Facture d'acompte	Elle intervient lorsqu'une partie du montant final est versé en amont de la réalisation complète de la prestation. Son contenu revient encore sur la facture finale.
Facture de doit	Elle atteste simplement le montant qu'un acheteur doit au vendeur.
Facture d'avoir	Elle intervient s'il faut annuler ou rectifier une facture qui était déjà émise.

Facture intermédiaire	Egalement appelée « Facture de provision », elle est émise plusieurs fois l'année pour déterminer le paiement d'une consommation annuelle ou d'une somme importante à titre de rappel aussi.
Facture de régularisation	Elle est généralement établie suite à un prélèvement d'index d'un compteur. C'est ainsi que nous allons particulièrement nous intéresser, et ça sera ce type de facture que nous utiliserons dans ce travail.
Facture de clôture	Après plusieurs services vendus, ce contrat intervient pour mettre fin à un contrat ou signer la fin d'une période de consommation.
Facture proforma	Elle est juste un devis provisoire qui revêt la forme d'une facture. Elle peut contenir des prix, des éléments au titre d'informations qui pourraient renseigner les clients sur les modalités pour ces services à vendre du prestataire.
Facture véritable	Le document définitif établi après toute la réalisation de la prestation.

Tab 2. Type de factures

1.1.7 Relevé d'un compteur électrique

Faire un relevé de compteur électrique consiste à savoir la consommation en kWh (Kilowatt / heure), donc la quantité d'énergie que nous avons consommée sur une période connue. Généralement il n'est pas question de réinitialiser de temps en temps le compteur à la fin de cette période pour en commencer une autre. D'où, pour déterminer la facture au temps X, le principe est de prendre l'actuel index (la consommation totale du compteur), y déduire l'index de X-1, donc l'index de la période précédente, et on aura l'actuel index qui nous permettra de facturer en fonction de cela.

De nature, la société plaçant les compteurs envoie ses prestataires faire ce relevé, mais ce travail permettra un relevé automatique, et donnera à toutes les 2 parties de vérifier directement et en temps réel la facture vraie découlant du compteur, ce qu'on appelle de « l'auto-relevé ».

1.1.8 Réseau

Un réseau est un ensemble d'équipements électroniques (ordinateurs, imprimantes, scanners, modems, routeurs, commutateurs, téléphone...) interconnectés et capables de communiquer par l'intermédiaire d'un support de communication. Ils peuvent donc envoyer ou recevoir des informations afin de les traiter.

1.2 REVUE DE LA LITTERATURE EMPIRIQUE

Dans cette section il sera question de mentionner quelques travaux antérieurs qui pour certains, nous inspirés, nous ont guidés ; et nous tâcherons de mettre en exergue, par rapport à quelques-uns de ces travaux, notre contribution, les omissions constatées des travaux ci-dessous ainsi que nos impressions quant à la réalité.

1.2.1 Compteur électrique intelligent de l'Etablissement OSAT/RDC, par l'ingénieur Bernice ZUIYA (2019)

« *N'importe quel type peut faire les choses plus compliquées. Mais il faut du génie pour faire plus simple* », mais réussi et efficace (*Albert Einstein*). Voilà comment on complèterait cette citation d'Einstein pour illustrer le génie dont a fait preuve l'ingénieur Bernice ZUIYA pour concevoir ce compteur électrique intelligent.

Ce compteur électrique intelligent a été réalisé dans le but de résoudre certains problèmes dans la gestion de l'électricité en RDC, quelques éléments mentionnés dans notre problématique là-dessus, notamment une non-transparence sur les factures à régler entre la SNEL et ses abonnés.

En effet, grâce à ce compteur, les abonnés sont en mesure de suivre leur consommation d'énergie en temps réel, et de voir clair sur les montants qu'ils doivent payer chaque mois en fonction de cette consommation. Ils peuvent vérifier cela d'eux-mêmes par une application mobile reliée au compteur électrique intelligent. Et toujours grâce à cette application mobile, ils peuvent régler leurs factures. Il est vrai que le compteur n'est pas encore dans le marché, mais ce fruit du génie connaîtra sans doute un bon rebondissement, et pour l'instant il nous a été bénéfique pour ce travail.

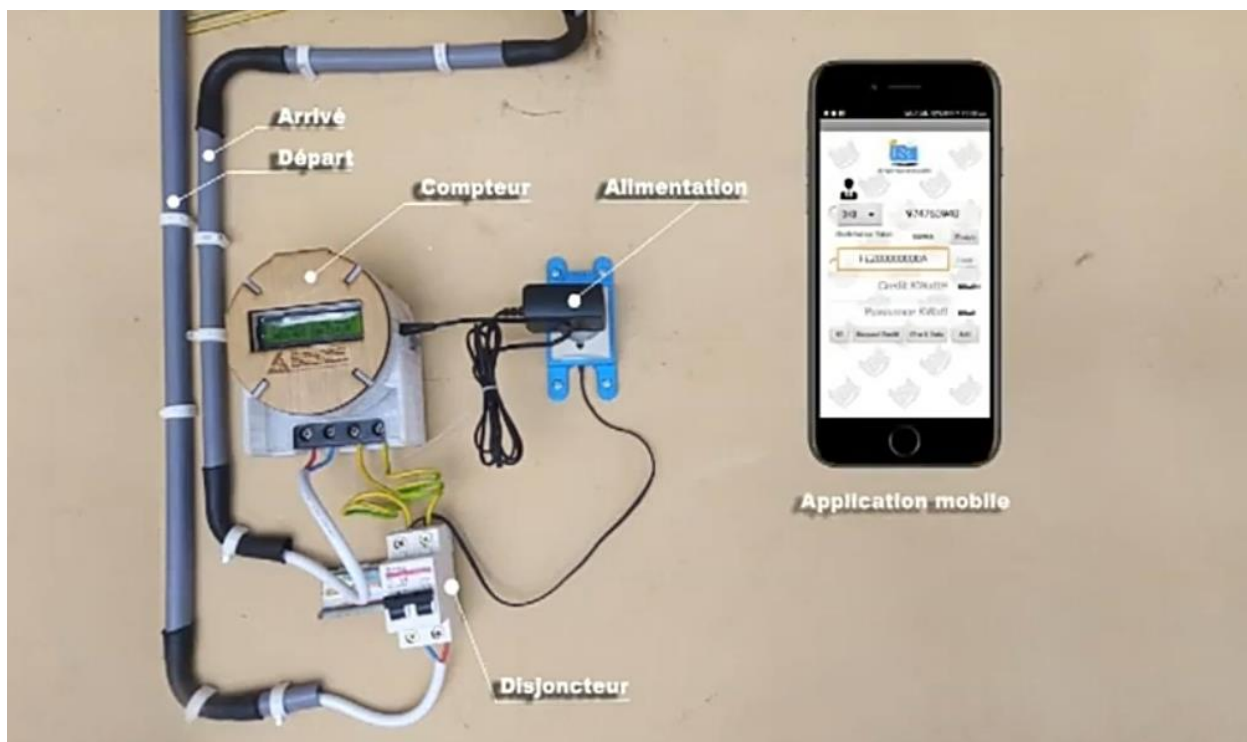


Fig.4 Compteur électrique intelligent par l'ingénieur Bernice ZUIYA

Néanmoins, dans le souci de numériser tout le processus de facturation par rapport à notre travail, nous avons constaté qu'il n'existe pas encore dans l'actuel travail en examen, une possibilité d'avoir sa facture numérique sous ce format net de la SNEL pour remédier aux problèmes de cout d'impression de factures ainsi que ceux que racontent les agents sur terrain lors des dépôts de ces factures.

1.2.2 Etude et réalisation d'un compteur électrique intelligent de base, El-Hassar & Mohammed Yassine (Université Abou Bekr Belkaid de l'Algérie, 2015)

Il a été question dans ce travail des smart grids pour ce qui est de l'avenir énergétique. Les compteurs électriques intelligents étant des appareils majeurs pour ces réseaux intelligents, on en a réalisé un qui fait aussi un suivi de données en temps réel.

Ce prototype de compteur utilisait un système de communication de type XBee afin de transmettre les informations en temps réel à un PC ou une tablette.



Fig.5 Module de communication Xbee

Néanmoins, il est constaté qu'ici également, les factures ne viennent pas en numérique. En outre, il n'y a pas un système de paiement de facture par mobile sans se déplacer.

1.2.3 Amélioration d'un prototype de compteur intelligent avec intégration de système de communication, LAZAAR Fatima & KERMAL Asmae (Université Aboubakar Belkaid de l'Algérie, 2018-2019)

Ce travail est un mémoire qui avait également proposé des solutions pratiques pour l'amélioration en numérique de la relation entre les fournisseurs d'électricité et leurs abonnés. Il a été réalisé ici un smart meter. Les données prélevées, après traitement, sont envoyées vers un Smartphone par un module Bluetooth. Ensuite, une application Android destinée à faire le relevé à distance de la puissance et de la consommation d'énergie d'une maison a été réalisée pour faciliter la tâche aux agents de la société.

Mais, les mêmes problèmes persistent ici aussi. Nous citons : Une facture qui demeure en papier et un paiement qui n'est pas numérique.

1.2.4 SNEL & Moi et SNEL BOX

SNEL & Moi est une application mobile, en théorie, conçue par la SNEL elle-même qui est censée gérer la consommation, recevoir et payer les factures en ligne, faciliter la facturation et les paiements électroniques. La SNEL BOX quant à elle n'est rien d'autres que le compteur électrique intelligent, mais que la SNEL a décidé de nommer autrement. Elle sera chargée de transmettre les données de consommation en temps réel aux clients et à la SNEL.



Fig. Application mobile SNEL & Moi

Mais si nous en avons justement parlé « en théorie », c'est parce que jusqu'à ce jour, au moment de la rédaction de ce travail., ces 2 outils ne sont pas toujours opérationnels. Présentés le 31 Décembre 2022, ils ne voient pas toujours le jour, et les abonnés n'en profitent pas encore. La SNEL & Moi étant une application mobile, elle doit être téléchargeable sur des plateformes de téléchargements (Play store ou App Store), chose qui n'est jamais faite. En outre, un site a été créé pour ça, mais qui reste vide de sens étant donné que ça ne nous renseigne encore sur rien, et les pages ne nous amènent nulle part (<https://sneletmoi.cd>).

1.2.5 Prise connectée

C'est une technologie qui intervient aussi dans la gestion de l'électricité. C'est un équipement qui peut aider à avoir le contrôle sur ses appareils consommant de l'énergie électrique, ainsi calibrer sa consommation en vue d'une facturation normale plus tard.

Nous distinguons deux types de prises connectées :

- ✓ La prise connectée murale
- ✓ La prise connectée mobile

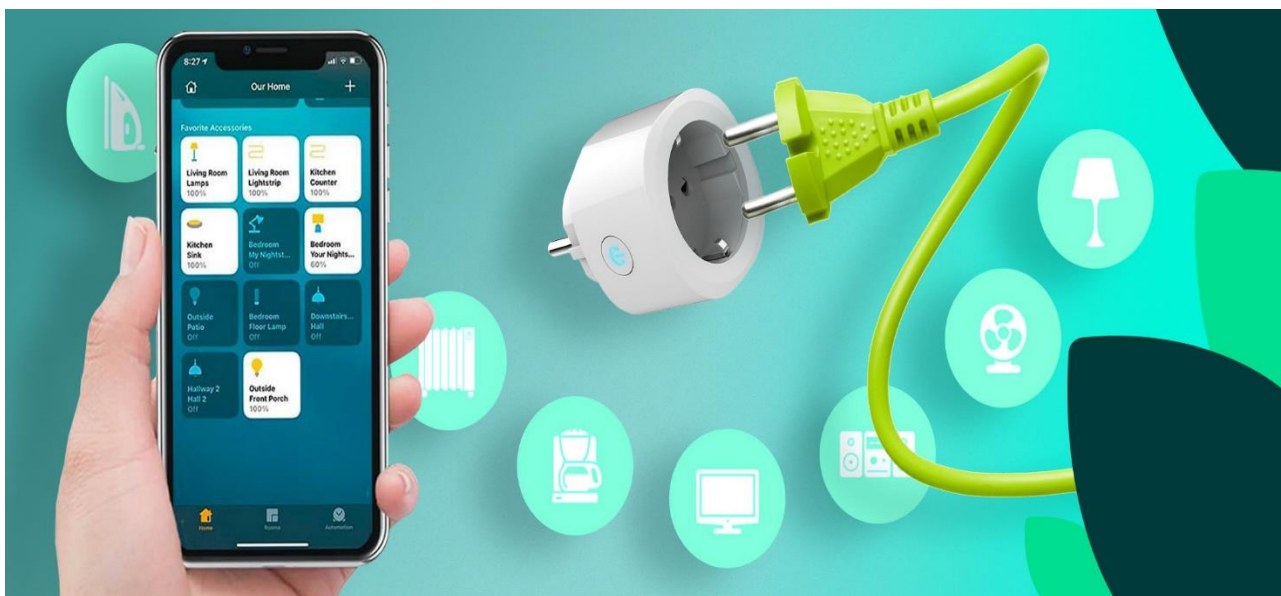


Fig.6 Prise connectée

CHAPITRE 2 CAPTURE DE BESOINS ET ELABORATION

BIBLIOGRAPHIE

- ✓ M. kinkani Pescie H., Modélisation objet avec le processus unifié et UML, notes de cours G3 FASI, Janvier 2023
- ✓ Constitution de la RDC
- ✓ Journal officiel
- ✓ DICTIONNAIRE LAROUSSE 2013