

**UNIVERSITE PROTESTANTE AU CONGO**



**FACULTE DES SCIENCES INFORMATIQUES**

**Département de Génie Informatique**

**BP : 4745**

**KINSHASA II/ LINGWALA**

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

Par

**Devernay MBALA MAKONDA**

*Travail présenté et défendu en vue de  
l'obtention du grade de Gradué en Sciences  
Informatiques*

**DIRECTEUR : Jean Marc KALOMBO, Chef des travaux**

**RAPPORTEUR : Christian ESAKI, Assistant**

**Septembre 2023**

## **EPIGRAPHIE**

**Devernay Mbala**

## DEDICACES

Devernay Mbala

## REMERCIEMENTS

Devernay Mbala

# Table des matières

<b>EPIGRAPHIE</b>	1
<b>DEDICACES</b>	2
<b>REMERCIEMENTS</b>	3
<b>LISTE DES FIGURES</b>	6
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	6
<b>LISTE DES ABBREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES</b>	7
<b>0. INTRODUCTION</b>	8
<b>0.1 MISE EN CONTEXTE</b>	8
<b>0.2 PROBLEMATIQUE</b>	9
<b>0.3 HYPOTHESES</b>	11
<b>0.4 METHODES ET TECHNIQUES</b>	12
a. Méthode	12
b. Techniques	13
<b>0.5 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE</b>	13
<b>0.6 CONTRIBUTION DE L'ETUDE</b>	14
<b>0.7 DELIMITATION DU TRAVAIL</b>	15
<b>0.8 DIVISION DU TRAVAIL</b>	15
<b>CHAPITRE 1 REVUE DE LA LITTÉRATURE</b>	16
<b>1.1 REVUE DE LA LITTÉRATURE THEORIQUE</b>	16
1.1.1 SMART GRID (Réseau intelligent)	16
1.1.2 SMART METER (Compteur communicant)	18
1.1.3 Numérisation de la relation SNEL – Abonné	19
1.1.4 Base des données	20
1.1.5 Système d'informations	22
1.1.6 Facturation	23
1.1.7 Relevé d'un compteur électrique	24
1.1.8 Réseau	24
<b>1.2 REVUE DE LA LITTÉRATURE EMPIRIQUE</b>	25
1.2.1 Compteur électrique intelligent de l'Etablissement OSAT/RDC, par l'ingénieur Bernice ZUIYA (2019)	25
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)	26

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)	27
1.2.4	SNEL & Moi et SNEL BOX	28
1.2.5	Prise connectée	29
<b>CHAPITRE 2 CAPTURE DE BESOINS ET ELABORATION</b>		<b>30</b>
2.1	CONTEXTE DE L'ETUDE	30
2.1.1	Localisation de la SNEL	30
2.1.2	Bref historique de la SNEL	30
2.1.3	Objectifs de la SNEL	31
2.1.4	Statut juridique	31
2.1.5	Organigramme de la SNEL	31
2.2	ANALYSE DE L'EXISTANT	33
2.2.1	Analyse des départements à informatiser	33
2.2.2	Analyse des documents	35
2.2.3	Proposition de solutions	36
2.3	ETUDE DE FAISABILITES	36
2.3.1	Faisabilité opérationnelle	36
2.3.2	Faisabilité financière	40
2.4	CAPTURE DES BESOINS	41
2.4.1	Capture des besoins fonctionnels	41
2.4.2	Capture des besoins techniques	45
2.5	ELABORATION	46
2.5.1	Package « Compteur »	46
2.5.2	Package « Administrateur »	47
2.5.3	Package « Abonné »	49
<b>CHAPITRE 3 CONSTRUCTION ET TRANSITION</b>		<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>		<b>53</b>

## LISTE DES FIGURES

### CHAPITRE 1

<i>Fig. I - 1. Exemple d'un Smart Grid.</i>	17
<i>Fig. I - 2. Exemple d'un Smart Meter.</i>	18
<i>Fig. I - 3. Quelques SGBD.</i>	22
<i>Fig. I - 4 Compteur électrique intelligent par l'ingénieur Bernice ZUIYA</i>	26
<i>Fig. I - 5. Module de communication Xbee</i>	27
<i>Fig. I - 6. Application mobile SNEL &amp; Moi</i>	28
<i>Fig. I - 7 Prise connectée</i>	29

### CHAPITRE 2

<i>Fig. II - 1. Organigramme de la SNEL.</i>	31
<i>Fig. II - 2. Organigramme de la DKC.</i>	32
<i>Fig. II - 3. Facture des abonnés.</i>	35
<i>Fig. II - 4. Réseau PERT.</i>	38
<i>Fig. II - 5. Diagramme de contexte.</i>	42
<i>Fig. II - 6. Diagramme de cas d'utilisation.</i>	43
<i>Fig. II - 7. Diagramme de séquence.</i>	44
<i>Fig. II - 8. Environnement Web.</i>	45
<i>Fig. II - 9. Architecture 2-tiers, Client/serveur.</i>	46
<i>Fig. II - 10. Package de cas d'utilisation « Compteur »</i>	46
<i>Fig. II - 11. Package de séquence « Compteur ».</i>	47
<i>Fig. II - 12. Package de cas d'utilisation « Administrateur ».</i>	47
<i>Fig. II - 13. Package de séquence « Administrateur ».</i>	48
<i>Fig. II - 14. Package de cas d'utilisation « Abonné ».</i>	49
<i>Fig. II - 15. Package de séquence « Abonné »</i>	50

## LISTE DES TABLEAUX

### CHAPITRE 1

<i>Tab I - 1. Type de bases de données.</i>	21
<i>Tab I - 2. Type de factures</i>	23

### CHAPITRE 2

<i>Tab. II - 1. Document pour prélèvement des index.</i>	35
<i>Tab. II - 2. Identification des tâches et durée des opérations du projet.</i>	37
<i>Tab. II - 3. Faisabilité financière (Les coûts).</i>	38
<i>Tab. II - 4. Description textuelle de package « Compteur ».</i>	47
<i>Tab. II - 5. Description textuelle de package « Administrateur ».</i>	49
<i>Tab. II - 6. Description textuelle de package « Abonné ».</i>	51

## LISTE DES ABBREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES

SNEL	: Société nationale d'électricité
SGBD	: Système de gestion des bases de données
DKC	: Direction Régionale de Kinshasa Centre
IKC	: Informatique Kinshasa Centre
CVS	: Centre de ventes et services
P.P	: Point de perception
CV	: Chef de ventes
CVS	: Chef de ventes et services
CMC	: Chargé de mouvements compteur
CPR	: Chargé de paiement et recouvrement
UML	: Unified Modeling Language



## 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<sup>e</sup> 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 intensité<sup>1</sup>.

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.

---

<sup>1</sup> 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 nécessaire<sup>2</sup>.
- 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.

---

<sup>2</sup> 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* »<sup>3</sup>, voilà quelques mots parmi tant d'autres par lesquels l'ouvrage « **Le Livre Blanc de la Facture Electronique** »<sup>4</sup> 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 liaison<sup>5</sup>.

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 logiciels<sup>6</sup>, le présent travail s'est servi de ses diagrammes pour modéliser les objets de la réalité et aboutir au résultat voulu.

<sup>3</sup> 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>

<sup>4</sup> 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>

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

<sup>6</sup> M. kinkani Pescie H.2023, Modélisation objet avec le processus unifié et UML, Kinshasa : EDUPC.

## 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 »<sup>7</sup>.

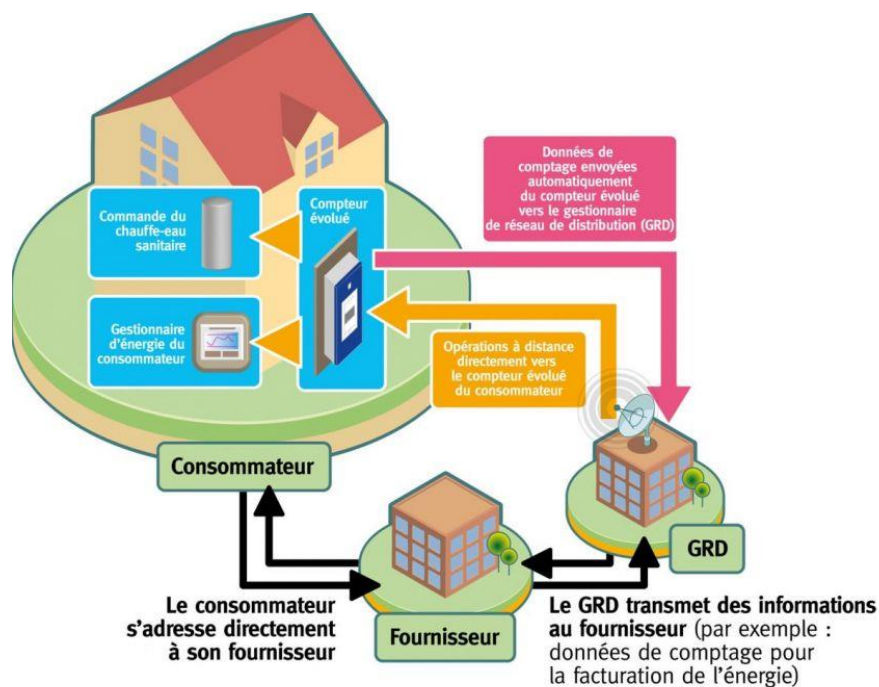
C'est donc un réseau qui fait intervenir des technologies modernes et innovantes qui permettent donc d'ajuster ou d'améliorer le flux d'électricité entre les sociétés qui fournissent l'énergie électrique et les consommateurs qui sont des abonnés dans notre travail.

---

<sup>7</sup> CRE (Commission de Régulation de l'énergie).2011. Introductions aux Smart grids. Smart Grids. Récupéré de [www.smartgrids-cre.fr](http://www.smartgrids-cre.fr)

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. I - 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 communicant 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. 1 - 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 sûr et dans les bonnes conditions des documents et une accessibilité rapide et garantie.

La relation, y est quant à elle définie, dans le dictionnaire LaRousse, 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.

- 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<sup>8</sup>.

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 :

---

<sup>8</sup> Alain Kuyunsa.M, 2022, cours de base des données. Kinshasa : CPS Edition

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 I - 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. 1 – 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<sup>9</sup>. 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.

<sup>9</sup> Pescie MAMPUYA. K. 2022, Méthode d'analyse informatique. Kinshasa : SolTechPrint

### 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 I - 2. Type de bases de données**

### **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.<sup>10</sup>

## 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)

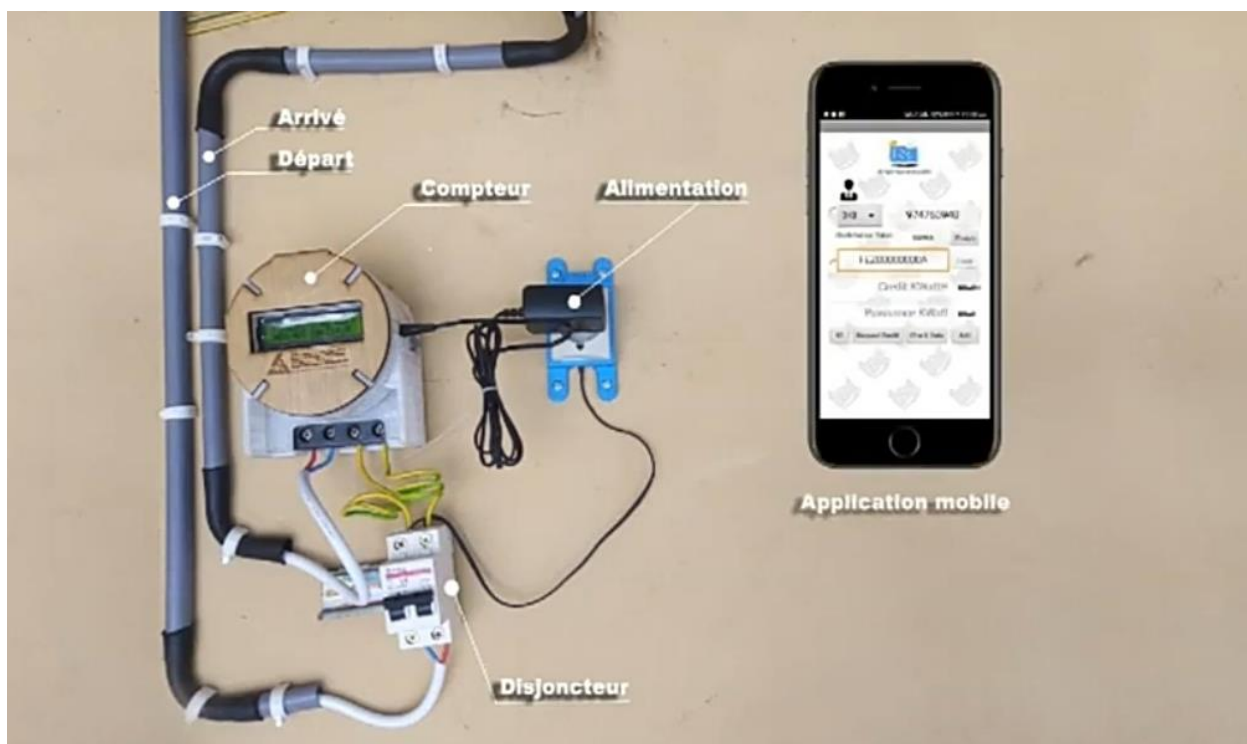
*« N'importe quel type peut faire les choses plus compliquées. Mais il faut du génie pour faire plus simple »,* mais réussi et efficace (*Albert Einstein*). Voilà comment on complèterait cette citation d'Einstein pour illustrer le génie dont a fait preuve l'ingénieur Bernice ZUIYA pour concevoir ce compteur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

---

<sup>10</sup> Vogel KIKETA, 2022. Réseaux informatiques. Kinshasa : Soltech Print.



**Fig. I – 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. 1 – 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'autre 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. I – 6. 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<sup>11</sup>.

---

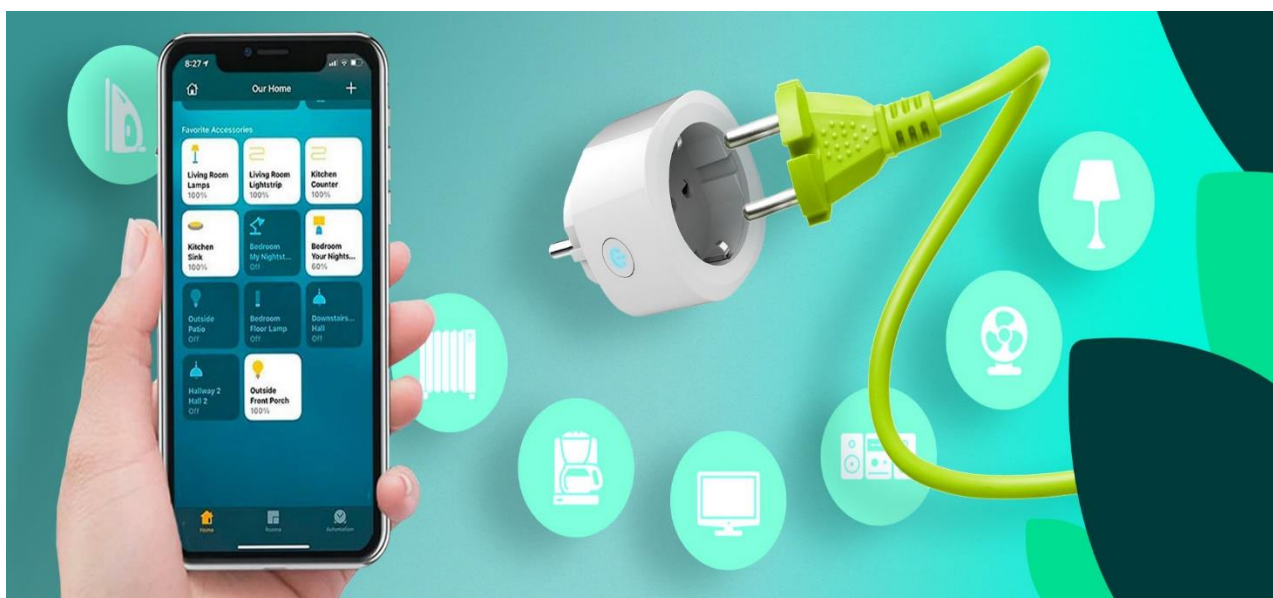
<sup>11</sup> SNEL, Site de l'application SNEL & Moi : <https://sneletmoi.cd>

## 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. I – 7. Prise connectée**

## **CHAPITRE 2 CAPTURE DE BESOINS ET ELABORATION**

### **2.1 CONTEXTE DE L'ETUDE**

Comme le reprend notre sujet, le cadre dans lequel notre étude a été menée est la Société Nationale d'électricité, plus précisément dans sa Direction régionale de Kinshasa Centre (DKC) dans la ville province de Kinshasa.

#### **2.1.1 Localisation de la SNEL**

La SNEL est une société dont la Direction Générale se trouve à l'ouest de la ville province, plus précisément dans la commune de la Gombe, sur l'avenue de la justice n°3281 au croisement des avenues Justice et Batetela. Mais la SNEL ayant en son sein des Départements, Directions et Divisions repartis aux travers différents territoires nationaux, la DKC dans laquelle notre étude a été menée est située aux croisements de l'avenue Ngiri-Ngiri et la direction Elengesa, dans la commune de Ngiri-Ngiri, ville province de Kinshasa.

#### **2.1.2 Bref historique de la SNEL**

Après la découverte de chutes d'eau en RDC à l'époque coloniale par les dirigeants en place, plusieurs sociétés avaient mis la main dans la pâte de la production d'énergie électrique, notamment le Cometrick, les forces de l'Est, les forces du Bas-Congo, la SOGEFOR (Société Générale Zaïroise des Forces Hydro-électrique), la SOGELEC (Société Générale Africaine d'Electricité) et le Cogelin, des sociétés commerciales privées au même rang que la SNEL, société publique mandatée par l'Etat.

A l'origine, elle n'avait mandat que de maitre d'ouvrage, maitre pour les travaux de la première étape du site d'Inga. Après la mise en service de la centrale d'Inga, le 24 Novembre 1972, la SNEL devient producteur, transporteur et distributeur d'énergie électrique. Quelques temps après, le gouvernement mit en marche le processus d'absorption de ces sociétés privées citées ci-haut par la SNEL. Elle sera alors favorisée par la loi n°74/012 du 14 Juillet 1974 du monopole dans ce secteur. Elle aura donc mandat désormais de traduire dans les faits une véritable société d'électricité à l'échelle nationale et internationale ; ainsi que définir son développement à court, moyen et long terme en rapport avec les objectifs généraux reçus de l'Etat.

### 2.1.3 Objectifs de la SNEL

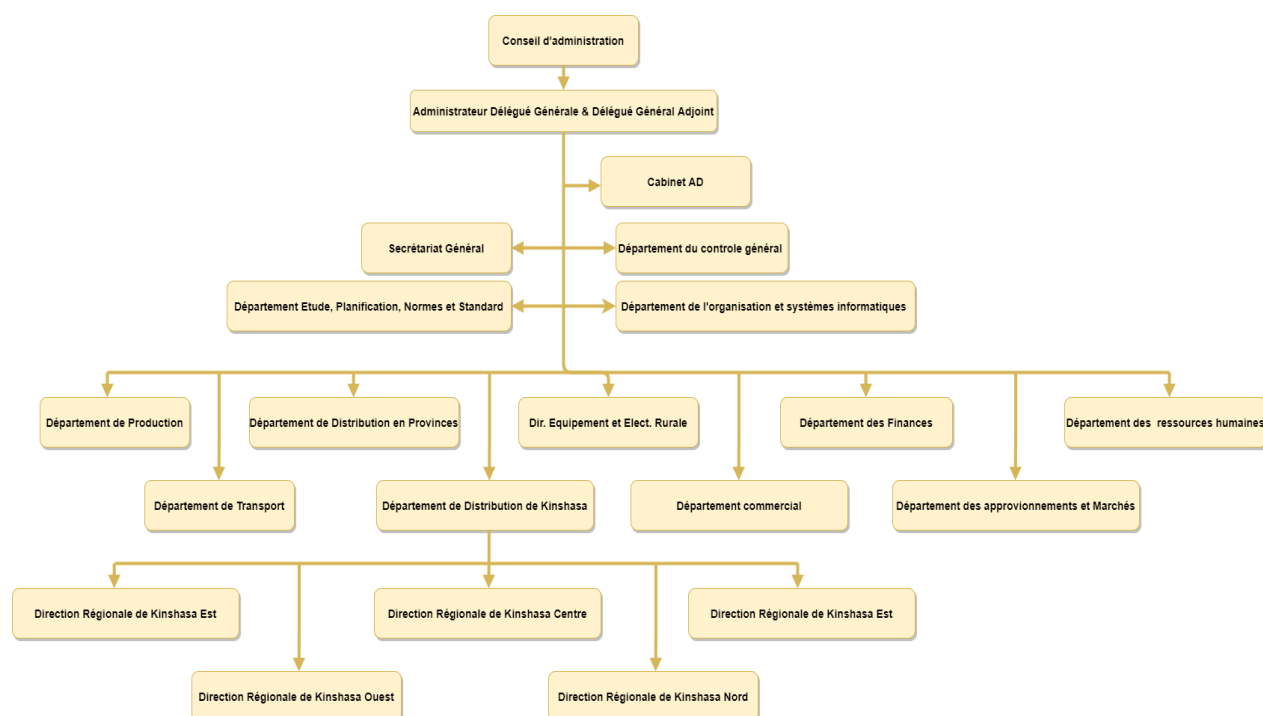
Les principaux objectifs de la SNEL sont :

- ✓ Production, transport et distribuer l'énergie électrique au moindre cout possible pour permettre contribuer aux conditions sociales du pays ;
- ✓ Permettre au pays de vendre de l'électricité aux pays voisins afin d'avoir des devises nécessaires.

### 2.1.4 Statut juridique

La SNEL est un établissement de droit public à caractère industriel et commercial créé par l'ordonnance n°73/033 du 16 Mai 1970. Et ses statuts ainsi que ses missions sont régis par la loi sur les entreprises publiques et l'ordonnance n°78/196 du 05 Mai 1978.

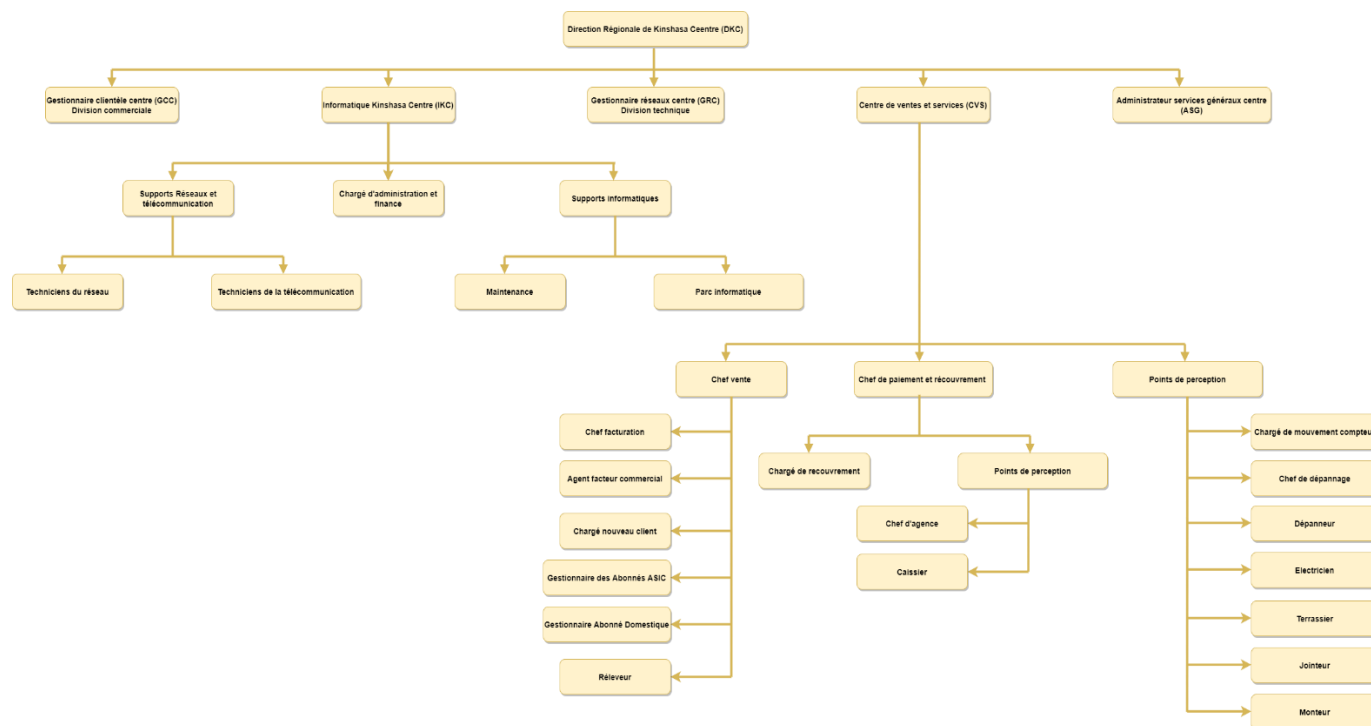
### 2.1.5 Organigramme de la SNEL



**Fig. II – 1. Organigramme de la SNEL**



Puisque notre étude a été précisément menée au sein de la DKC, nous représentons aussi ci-dessous l'organigramme de celle-ci, lequel organigramme décrira également les postes de travail concernés dans notre travail :



**Fig. II – 2. Organigramme de la DKC**

Partant de cet organigramme qui reprend la structure de la DKC, nous pointons du doigt la division de l'IKC ainsi que le CVS, sous-systèmes dans lesquels nos études ont été réellement menées et qui comprennent les secteurs sur lesquels ce travail se focalise. Il sied de noter que le DKC gère huit (8) CVS repartis dans les six (6) communes qu'elle gère, nous citons : Selembao, Kalamu, Bumbu, Ngiri-Ngiri, Mont-Ngafula et Makala.

Les huit (8) CVS gérés par la DKC sont : Matonge, Yolo, Makala, Mont-Ngafula, Kindele, Selembao, Bumbu et Ngiri-Ngiri. Mais dans l'objectif de se rapprocher plus de ses abonnés et leur faciliter la tâche quant à leur mobilité, chaque CVS contient ce que l'on appelle des Points de Perception (P.P). Il y a en tout vingt-trois (23) P.P pour les huit (8) CVS. Mais restant dans les cadre et contexte de notre étude, nous n'en mentionnerons que les 2 qui sont sous la responsabilité du CVS Ngiri-Ngiri :

- ✓ P.P Ngiri-Ngiri
- ✓ P.P Elengesa

## 2.2 ANALYSE DE L'EXISTANT

Dans ce sous-point nous allons passer en revue les tâches et postes de travail qui interviennent vraiment dans les domaines que nous numérisons. Il sera question de les déterminer, leurs rôles dans le système, les documents utilisés ainsi que les solutions que le nouveau système proposera.

### 2.2.1 Analyse des départements à informatiser

Partant de l'organigramme de la DKC réalisé à la section 2.1.5, quelques départements y ont été choisis pour faire l'objet de notre recherche, départements faisant partie des domaines qui interviennent dans notre travail. Il s'agit notamment du compteur, de mouvements de factures jusqu'à ses paiements ainsi que de la perception de l'argent dans la caisse.

Et les départements ou les postes de travail qui y interviennent sont repris ci-dessous selon l'ordre de leur intervention dans le système :

- ✓ Releveur
- ✓ Chef de ventes (CV)
- ✓ Chef de ventes et services (CVS)
- ✓ Chargé de mouvements compteur (CMC)
- ✓ Chargé de paiement et recouvrement (CPR)
- ✓ Caissier

Nous allons progressivement parler du rôle de chacun, ce qui nous permettra de répondre à la question « Qui fait quoi et quand ? ».

#### a. Releveur

Avec le système du compteur, à la fin du mois, après consommation de l'énergie électrique par les abonnés, il faut que la SNEL se rende dans chaque résidence de ses abonnés afin de prélever leur consommation mensuelle. Et c'est là qu'intervient le releveur. Il s'assure de prélever la consommation de tous les abonnés, ou les index et les ramène au CV.

**b. Chef de ventes (CV) :**

Le chef de ventes quant à lui ne fait qu'un travail par formalité et de respect de protocole, étant le chef direct du releveur et que ce dernier ne peut passer que par lui. Ainsi donc, il ne fait que voir que tout est là et donne au CVS.

**c. Chef de ventes et services (CVS) :**

La même logique se passe avec le CVS. Pour question de protocole, le CV passe par le CVS. Lui à son tour il donne au CMC pour une très grande partie de travail. Mais le CVS interviendra encore, par raisons protocolaires, après le travail du CMC.

**d. Chargé de mouvements compteur (CMC) :**

Le CMC lui par contre, il a quelques taches à son actif. Il reçoit du CVS tous les index prélevés par le releveur, et il fait ce qu'on appelle « Liste des validations ». La liste de validation est effectivement la vérification des paramètres pour voir quel abonné peut bénéficier d'un rabais. Mais cette étape n'est bénéfique que pour les abonnés ayant une facturation forfaitaire parce que le critère principal pour l'avoir, c'est la mauvaise qualité du courant chez vous. Ceux qui ont un compteur n'en bénéficient pas car ils sont déjà facturés en fonction de leur consommation réelle.

Quand le CMC finira avec les validations, il va faire les calculs des factures et les éditer. A la suite de ce dur travail, il rendra toutes les factures au CVS comme nous l'avons indiqué quand on parlait de lui. Le CVS réceptionne toutes les factures et les remet au CPR.

**e. Chargé de paiement et recouvrement (CPR) :**

Il appartient maintenant au CPR de nous faire parvenir les factures aux abonnés. Il se charge de la distribution des factures. Mais il ne sortira pas tout de suite des affaires car, après les 5 jours du délai que la SNEL donne à ses abonnés, il devra descendre sur terrain pour vérifier qui a payé et qui ne l'a pas fait. D'où, le recouvrement, à partir duquel il décidera de qui on arrêtera la fourniture de l'énergie électrique ou non.

**f. Caissier :**

Le caissier quant à lui, il perçoit très clairement les paiements de factures par les abonnés.

### 2.2.2 Analyse des documents

### 2.2.3 Proposition de solutions

L'actuel système, détaillé clairement lors de l'analyse des départements à informatiser, présente quelques problèmes qu'il faille améliorer, lesquels problèmes qui ont été largement exposé pendant le développement de la problématique. Ainsi donc, nous avons proposé une solution visant à réduire et éliminer, pour certains, ces problèmes ; et qui évite trop de formalisme, mais en gardant le même esprit de contrôle de la part des chefs. Pour le travail du releveur, sur terrain, nous avons proposé, à la place, un compteur communiquant. Ce travail aura pour rôle et fonctionnement d'envoyer automatiquement les données ou les index de la consommation non seulement à l'abonné, mais aussi aux administrateurs de la SNEL (CV, CVS...) parce qu'ils auront bel et bien la possibilité de voir la consommation de chacun de ses abonnés.

Pour le travail du CMC, déjà que nous serons dans un système de compteur, nul besoin de rabais, mais en plus, les calculs et les éditions de factures se feront automatiquement dans le système à partir des index reçus de compteurs. Pour le travail du CPR, il n'aura plus à aller distribuer les factures dans les résidences des abonnés parce qu'elles vont automatiquement se générer. Pour le recouvrement, il peut voir à partir du système qui n'a pas payé et combien de jours il lui reste, et ainsi lancer ses collaborateurs sur terrain pour coupure en cas de refus de paiement.

***N.B Nous resterons dans le cadre de la relation SNEL, sachant que la partie administrative de la SNEL ne fait pas l'objet de notre travail. On penchera plus du coté Abonné, ses relations avec la SNEL, et uniquement les abonnés aux basses tensions.***

## 2.3 ETUDE DE FAISABILITES

Cette section que nous diviserons en 2 est un processus par lequel on va évaluer la possibilité de mener à bien notre étude en examinant au préalable les différents éléments qui feront son succès. Nous arriverons à déterminer si l'étude est pratiquement réalisable. Comme déjà mentionné, nous la diviserons en 2 parties qui sont : La faisabilité opérationnelle et la faisabilité financière.

### 2.3.1 Faisabilité opérationnelle

Cette sous-section nous permettra de réaliser un planning de développement de notre travail, déterminer l'enchaînement des tâches en tenant compte de ces contraintes de durée pour palper

la possibilité de réalisation de cette étude. Pour bien y arriver, il est important de faire recours aux méthodes d'ordonnancement, lesquelles méthodes remplissent le rôle d'outils permettant cette étude sur la faisabilité opérationnelle.

Pour notre cas, nous portons le choix sur la méthode PERT. Cette méthode est un fruit américain utilisé avant pour gagner du temps dans la réalisation de missiles à ogives nucléaires en 1950. Ensuite, ils s'en sont servis dans le secteur civil et dès lors, elle s'est répandue. A ce jour, nous nous en servons également pour notre projet. La méthode PERT a pour avantages de prendre le projet sous un œil de durée pour une réalisation rapide, mais également de déterminer le chemin critique, les tâches pour lesquelles on ne peut se permettre aucun retard afin de rester sur nos gardes. Elle contient des étapes que nous mettrons en œuvre dès les prochaines lignes.

- **Identification des tâches et durée des opérations du projet**

<b>Code tâche</b>	<b>Libellé tâche</b>	<b>Tâche antérieure</b>	<b>Durée en jour</b>
<b>A</b>	Collecte d'informations et avis auprès des abonnés	-	<b>30</b>
<b>B</b>	Rédaction du travail	<b>A</b>	<b>53</b>
<b>C</b>	Prise de contact avec la SNEL	-	<b>7</b>
<b>D</b>	Recherche effectuée à la SNEL (Interview)	<b>C</b>	<b>4</b>
<b>E</b>	Analyse et critique de l'existant & Proposition des solutions	<b>D</b>	<b>2</b>
<b>F</b>	Capture des besoins	<b>E</b>	<b>3</b>
<b>G</b>	Elaboration du nouveau système	<b>F</b>	<b>2</b>
<b>H</b>	Conception et réalisation du compteur électrique	<b>D</b>	<b>6</b>
<b>I</b>	Construction du nouveau système	<b>G</b>	<b>25</b>
<b>J</b>	Test (En local)	<b>H, I</b>	<b>2</b>
<b>K</b>	Transition (Hébergement)	<b>J</b>	<b>1</b>
<b>L</b>	Test (En hébergement)	<b>K</b>	<b>1</b>
<b>M</b>	Validation du travail	<b>B, L</b>	<b>1</b>

**Tab II – 2. Identification des tâches et durée des opérations du projet**

- Réseau PERT

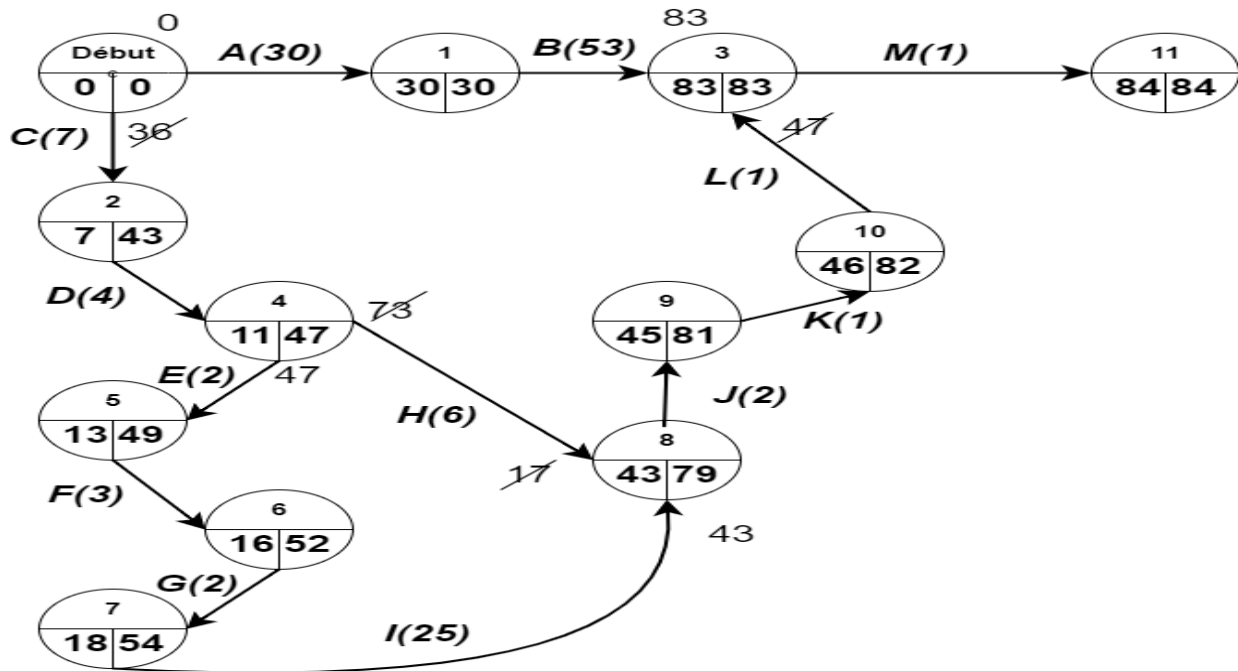


Fig. II – 4. Réseau PERT

- Calculs de dates

A. Date au plus tôt pour finir ce travail

Dto (Début) = 0

Dto (1) = 0 + 30 = 30

Dto (2) = 0 + 7 = 7

Dto (3) = 30 + 53 = 83 et 46 + 1 = 47 (Maximum 83)

Dto (4) = 7 + 4 = 11

Dto (5) = 11 + 2 = 13

Dto (6) = 13 + 3 = 16

Dto (7) = 16 + 2 = 18

Dto (8) = 11 + 6 = 17 et 18 + 25 = 43 (Maximum 43)

Dto (9) = 43 + 2 = 45

Dto (10) = 45 + 1 = 46

Dto (11) = 83 + 1 = 84

## B. Date au plus tard pour finir ce travail

$$Dta (3) = 84 - 1 = 83$$

$$Dta (10) = 83 - 1 = 82$$

$$Dta (9) = 82 - 1 = 81$$

$$Dta (8) = 81 - 2 = 79$$

$$Dta (7) = 79 - 25 = 54$$

$$Dta (6) = 54 - 2 = 52$$

$$Dta (5) = 52 - 3 = 49$$

$$Dta (4) = 49 - 2 = 47 \text{ et } 79 - 6 = 73 \text{ (Le minimum 47)}$$

$$Dta (2) = 47 - 4 = 43$$

$$Dta (1) = 83 - 53 = 30$$

$$Dta (\text{Début}) = 43 - 7 = 36 \text{ et } 30 - 30 = 0 \text{ (Le minimum 0)}$$

### • *Calculs de marges*

**A. Marge totale :** Le retard que peut prendre une tâche sans impacter la réalisation du travail entier.

$$MT (A) = 30 - 30 - 0 = 0$$

$$MT (B) = 83 - 53 - 30 = 0$$

$$MT (C) = 43 - 7 - 0 = 36$$

$$MT (D) = 47 - 4 - 7 = 36$$

$$MT (E) = 49 - 2 - 11 = 36$$

$$MT (F) = 52 - 3 - 13 = 36$$

$$MT (G) = 54 - 2 - 16 = 36$$

$$MT (H) = 79 - 6 - 11 = 62$$

$$MT (I) = 79 - 25 - 18 = 36$$

$$MT (J) = 81 - 2 - 43 = 36$$

$$MT (K) = 82 - 1 - 45 = 36$$

$$MT (L) = 83 - 1 - 46 = 36$$

$$MT (M) = 84 - 1 - 83 = 0$$



**B. Marge libre :** Le retard que peut prendre une tâche sans impacter la durée des tâches qui suivent celle en retard.

$$ML (A) = 30 - 30 - 0 = 0$$

$$ML (B) = 83 - 53 - 30 = 0$$

$$ML (C) = 7 - 7 - 0 = 0$$

$$ML (D) = 11 - 4 - 7 = 0$$

$$ML (E) = 13 - 2 - 11 = 0$$

$$ML (F) = 16 - 3 - 13 = 0$$

$$ML (G) = 18 - 2 - 16 = 0$$

$$ML (H) = 43 - 6 - 11 = 26$$

$$ML (I) = 43 - 25 - 18 = 0$$

$$ML (J) = 45 - 2 - 43 = 0$$

$$ML (K) = 46 - 1 - 45 = 0$$

$$ML (L) = 83 - 1 - 46 = 36$$

$$ML (M) = 84 - 1 - 83 = 0$$

- **Détermination du chemin critique :** Il désigne toutes les tâches pour lesquelles aucun retard n'est tolérable afin de ne pas compromettre le travail. Le chemin critique est déterminé en regardant toutes ces tâches qui valent 0 lors de la marge totale et de la marge libre. Pour notre travail, le chemin critique est :

**A – B – M**

### 2.3.2 Faisabilité financière

Ce travail étant scientifique et sérieux, il a fallu que l'on engage quelques dépenses pour parvenir à certaines informations et certains matériels pouvant nous permettre de réaliser le compte ainsi qu'obtenir un hébergement en ligne. C'est ainsi que nous allons regrouper dans un tableau les coûts qui ont engagé la réalisation de ce travail.

N°	Tache	Nombre de jours	Cout journalier	Cout total
1	Collecte d'informations et avis auprès des abonnés (Frais de déplacement)	30	3500 Fc	105.000 Fc
2	Prise de contact avec la SNEL (Frais de déplacement)	7	3500 Fc	24.500 FC
3	Recherche effectuée à la SNEL (Frais de déplacement)	4	3500 Fc	14.000 FC
4	Analyse et critique de l'existant & Proposition des solutions	2	3500 Fc	7.000 Fc
5	Conception et réalisation du compteur électrique + Frais de transport	6	4000 Fc	110 \$ + 24.000 Fc
6	Transition (Hébergement)	1	33\$	33\$
<b>TOTAL</b>		50	-	143 \$ + 174.500 Fc

**Tab. II - 3. Faisabilité financière (Les couts)**

## 2.4 CAPTURE DES BESOINS

Dans cette section nous allons nous intéresser à la question liée au fonctionnement du système que nous allons mettre en place, c'est-à-dire les fonctionnalités qui y seront. Cela partira de ce que peut faire les différents acteurs dans le système, chose qui nous permettra de faire une représentation de ce que sera le système de façon claire. Mais en plus de ces besoins fonctionnels, nous parlerons également de besoins techniques sur la façon de réaliser concrètement ces fonctionnalités afin de répondre aux besoins des utilisateurs.

### 2.4.1 Capture des besoins fonctionnels

Nul ne peut passer à l'informatisation d'un secteur sans en savoir exactement les intervenants.

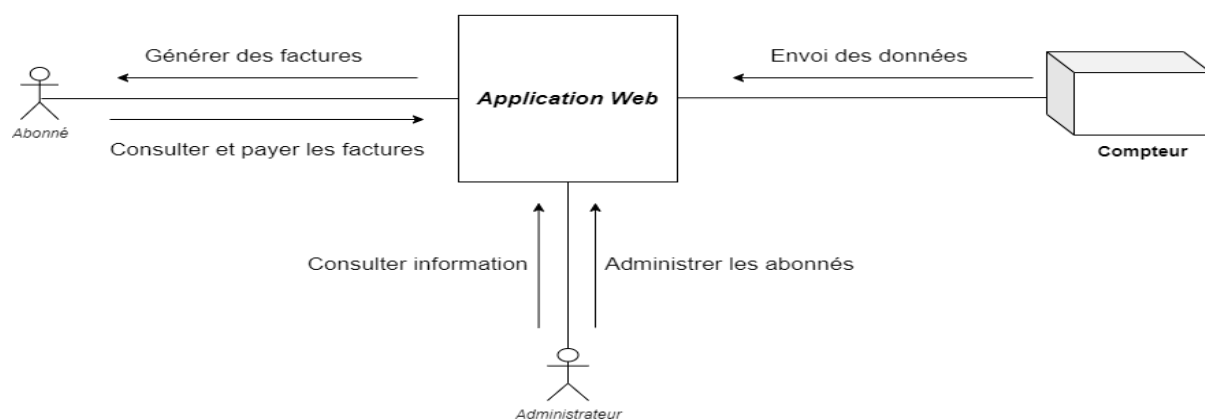
Nous nous efforcerons donc ici de représenter les différents acteurs, et leur rôle dans le système. Ceci étant un travail qui vise à instaurer un nouveau système à la SNEL, nous partirons avec cette conception des propositions des solutions faites à la section 2.2.3. Pour réussir cette section, nous utiliserons UML dont nous avons parlé dans la problématique, section 0.2. Ce langage nous aidera à modéliser le système avant de le réaliser. Il est composé de différents diagrammes, chacun remplissant son rôle. Pour cette capture des besoins fonctionnels, trois (3) diagrammes nous aideront, nous citons : **Diagramme de contexte, diagramme de cas d'utilisation et diagramme de séquence.**

- **Enoncé sur le fonctionnement entier du nouveau système**

*La consommation de l'énergie électrique de l'abonné passera par un compteur communiquant qui va incessamment la prélever. Ce dernier enverra en temps réel la consommation à l'abonné pour avoir déjà une idée sur ce que peut être sa facture mensuelle. En fonction des données prélevées par le compteur, à la fin du mois le système va générer une facture. L'abonné l'ayant reçu, il pourra régler cette facture en ligne. Mais en plus, il aura la grande possibilité de jeter un œil sur ses factures réglées ou non. Les administrateurs peuvent ajouter des abonnés en leur créant des comptes puisque c'est un système privé et fermé. Ils peuvent voir les factures payées ou non afin de passer au recouvrement. Ils peuvent également voir la consommation générale de l'énergie par les abonnés.*

**a. Diagramme de contexte**

Ce diagramme va nous permettre de déterminer à haut niveau les interactions entre les acteurs et le système, c'est-à-dire que nous restons dans une compréhension globale du système sans donner tous les détails de fonctionnalités.

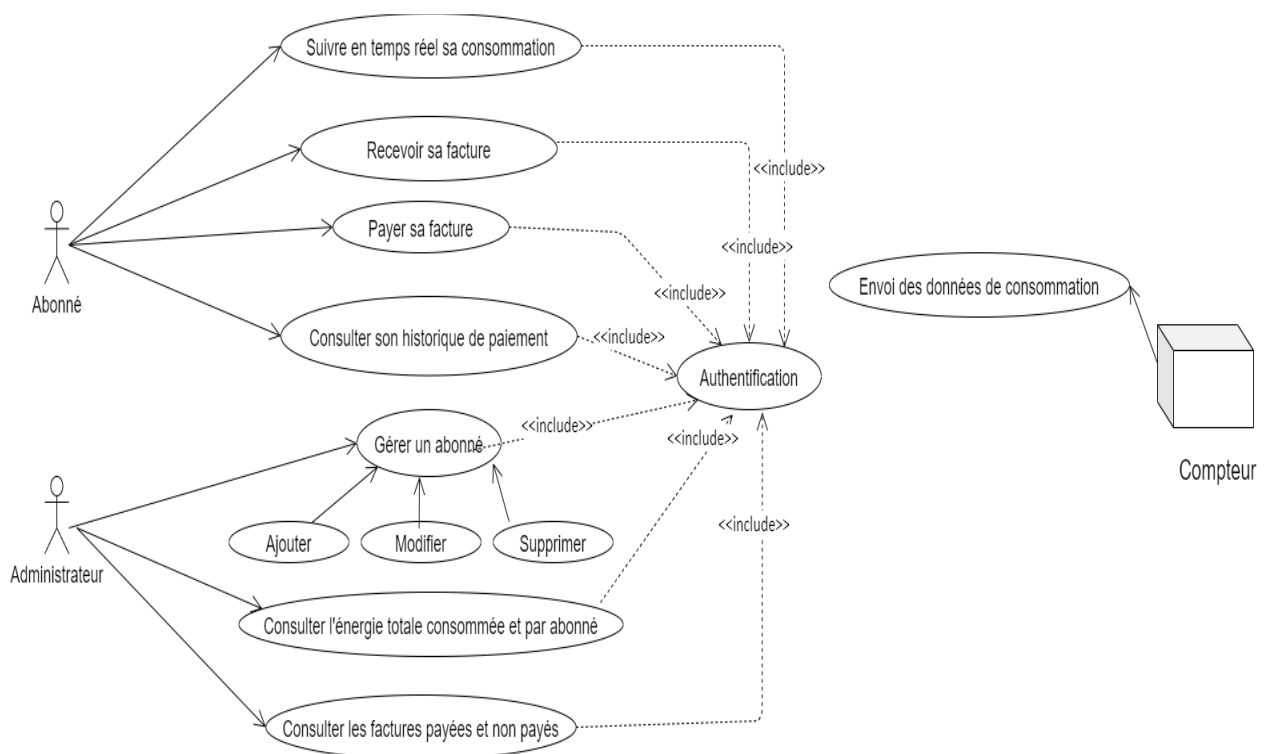


**Fig. II – 5. Diagramme de contexte**

### b. Diagramme de cas d'utilisation globale

Ce diagramme nous permet d'exprimer en détail les interactions entre les acteurs et le système. Nous y verrons ce que chacun peut concrètement faire. Nous représenterons les acteurs humains par un petit bonhomme, et les acteurs systèmes par un cube. Leurs cas d'utilisation seront encadrés et associés à l'acteur respectif. Nous constaterons cependant qu'il y aura des cas d'utilisation qui ne seront pas directement liés à un acteur, mais à d'autres cas d'utilisation. C'est ce qu'on appelle « Généralisation », c'est-à-dire que le cas d'utilisation qui lié au plus grand est un cas de ce dernier, comme inclus dans le plus grand.

En outre, nous constaterons certaines relations notées « include » entre les cas d'utilisation. Cela indiquera que ce cas d'utilisation dans la relation « include » et qui pointe vers l'autre dépend obligatoirement du cas d'utilisation vers lequel il pointe.



**Fig. II – 6. Diagramme de cas d'utilisation**

### c. Diagramme de séquence

Celui-ci nous aidera à définir, dans un ordre chronologique, les scénarios de chaque d'utilisation et les différents messages entre les acteurs et le système. Les traits continus seront des interactions des acteurs vers le système, et les traits interrompus seront du système vers les acteurs. D'autres messages seront dans des encadrés, notamment « loop » et « opt ». Les deux diront respectivement, la boucle ; que l'action ne peut pas passer quand la condition est encore remplie, et la condition ; que l'action ne peut se faire que quand la condition est respectée.

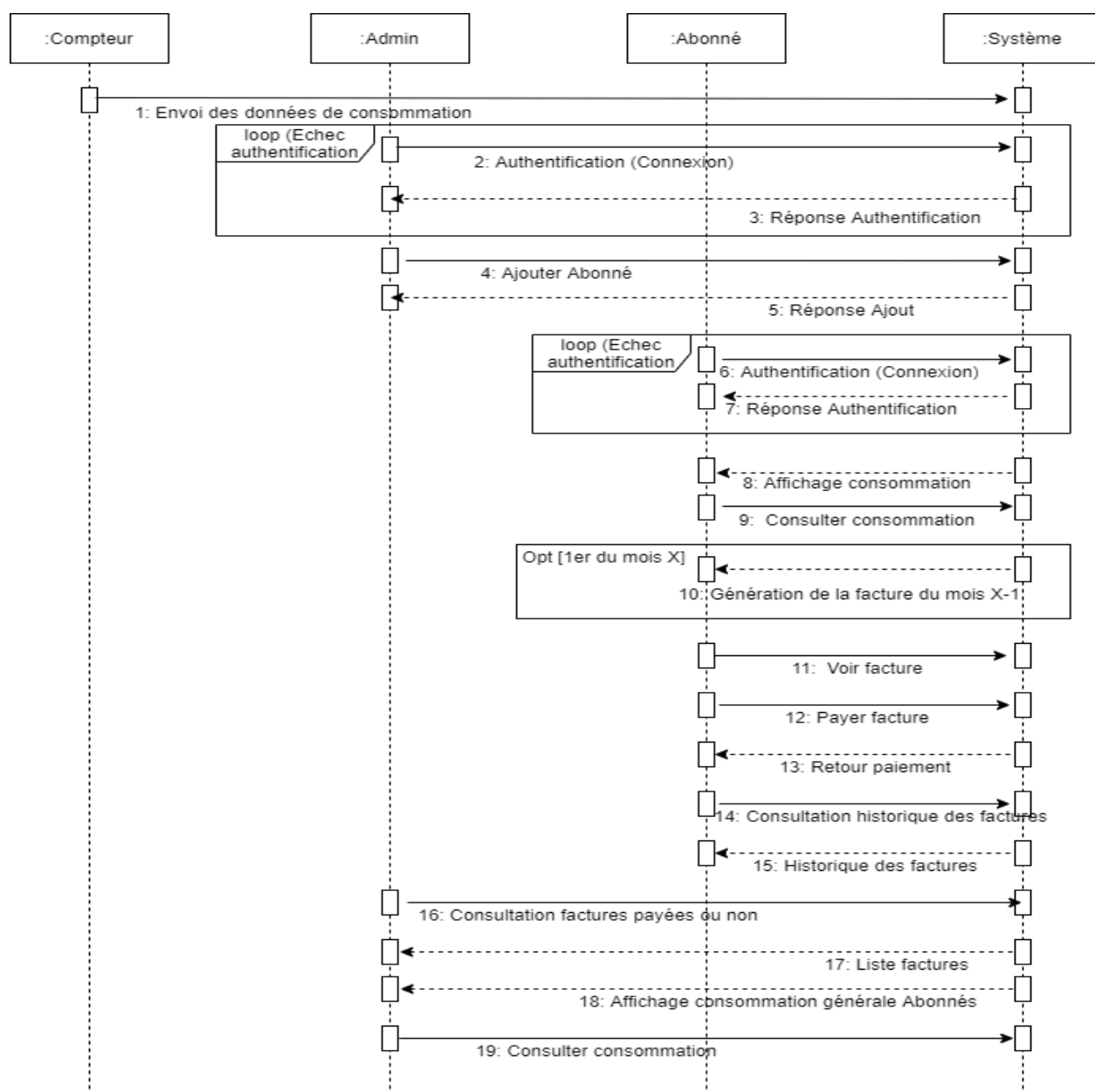


Fig. II – 7. Diagramme de séquence

## 2.4.2 Capture des besoins techniques

### a. Environnement du système

Cette solution que notre travail apporte sera utilisée tant par les abonnés de la SNEL, que par ses administrateurs. Ce fait montre déjà que ces différents acteurs ne seront pas aux mêmes endroits. Les abonnés seront chacun chez eux, et les administrateurs, dans les locaux de la SNEL. Mais en plus, partant de la nature informatique de notre travail, les administrateurs devraient être également en possibilité de se connecter de chez eux ou n'importe où quand c'est nécessaire. Tenant compte de ces éléments déjà, force est de savoir que notre système ne devra pas être en local, mais accessible sur internet. C'est ainsi que nous utiliserons ici l'environnement Web.

Donc l'application, Web, dans notre cas sera dans un serveur, ou dans un ordinateur qui nous aidera de stockage, et l'adresse de cet ordinateur nous servira de chemin pour l'atteindre sur internet.

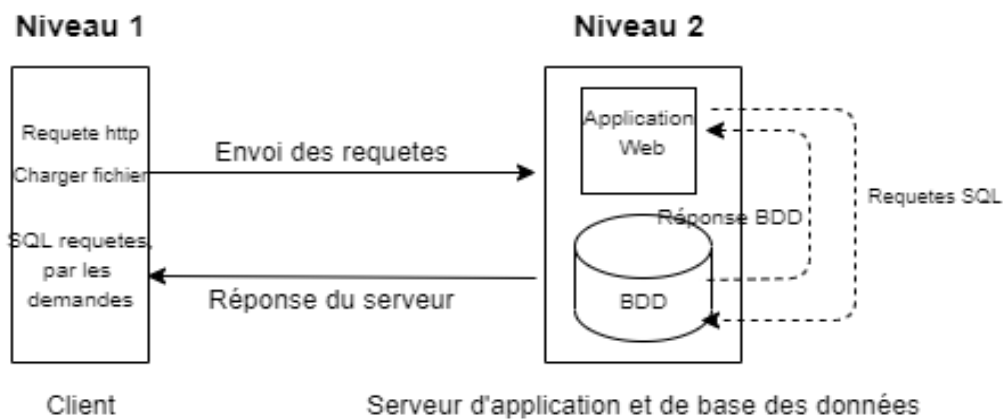


**Fig. II – 8. Environnement Web**

### b. Style d'architecture de déploiement

Le système, en plus d'avoir les acteurs cités ci-haut, le serveur où sera stocké l'application, il aura également une base de données (Voir section 1.1.4). Pour ce travail, la base de données également sera stockée dans le même serveur que l'application Web. D'où, nous opterons pour l'architecture 2-tier, une forme simple de l'architecture Client/serveur.

Donc, quand les acteurs adresseront leurs requêtes, le serveur les acceptera et sera en mesure de leur délivrer, et les pages Web, et son dynamique qui proviendra de la base des données avec toutes les informations dont ils ont besoin.



**Fig. II – 9. Architecture 2-tiers, Client/serveur**

## 2.5 ELABORATION

Dans cette section nous allons revenir sur le cas d'utilisation global du point *b* de 2.4.1. Mais nous y reviendrons, pas de façon globale, mais chaque acteur avec ses cas d'utilisation aura son diagramme unique pour lui, sous forme de package. A ce diagramme s'accompagneront le diagramme de séquence y correspondant ainsi qu'une description textuelle, c'est-à-dire, un tableau récapitulatif sur cet acteur. Pour notre système, nous avons 3 acteurs : Le compteur (qui est un autre système mais qui intervient et interagit avec le nôtre), l'administrateur ainsi que l'abonné.

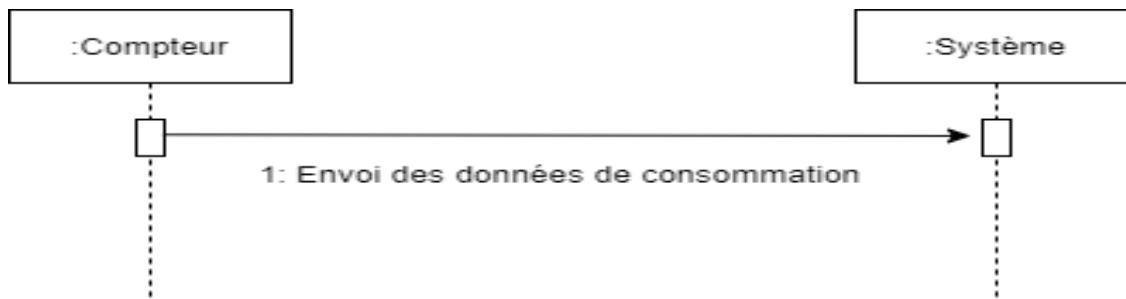
### 2.5.1 Package « Compteur »

#### a. Package de cas d'utilisation



**Fig. II – 10. Package de cas d'utilisation « Compteur »**

### b. Package de séquence



**Fig. II – 11. Package de séquence « Compteur »**

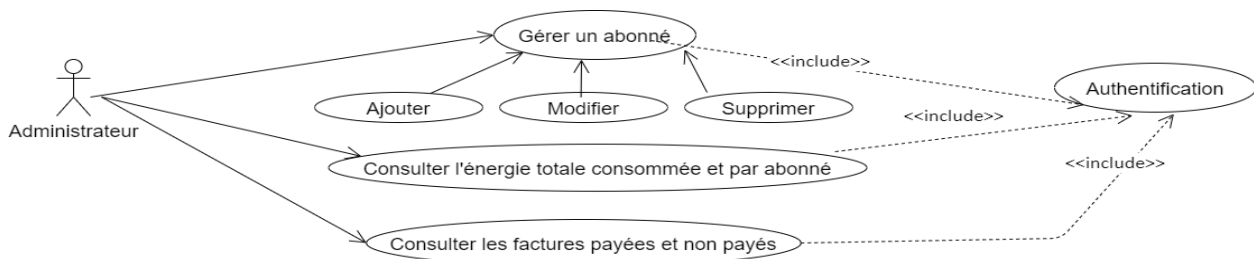
### c. Description textuelle

Acteur	Compteur
Cas d'utilisation	1. Envoi des données de consommation
Objectifs	1. Mesurer la consommation de l'abonné et fournir des données au système
Pré condition	1. Le compteur devra être alimenté électriquement
Scénario nominale	1. Dès que le compteur est alimenté, il mesure la consommation et envoie incessamment les données au système. Quand rien n'est branché, la consommation reste à 0. Quand un appareil y est branché, on en prélève la consommation
Alternative	1. S'il y a de l'énergie mais que le compteur ne répond pas, il faut voir le fusible qui s'y trouve. Il peut être descendu pour causer de court-circuit.

**Tab. II - 4. Description textuelle de package « Compteur »**

## 2.5.2 Package « Administrateur »

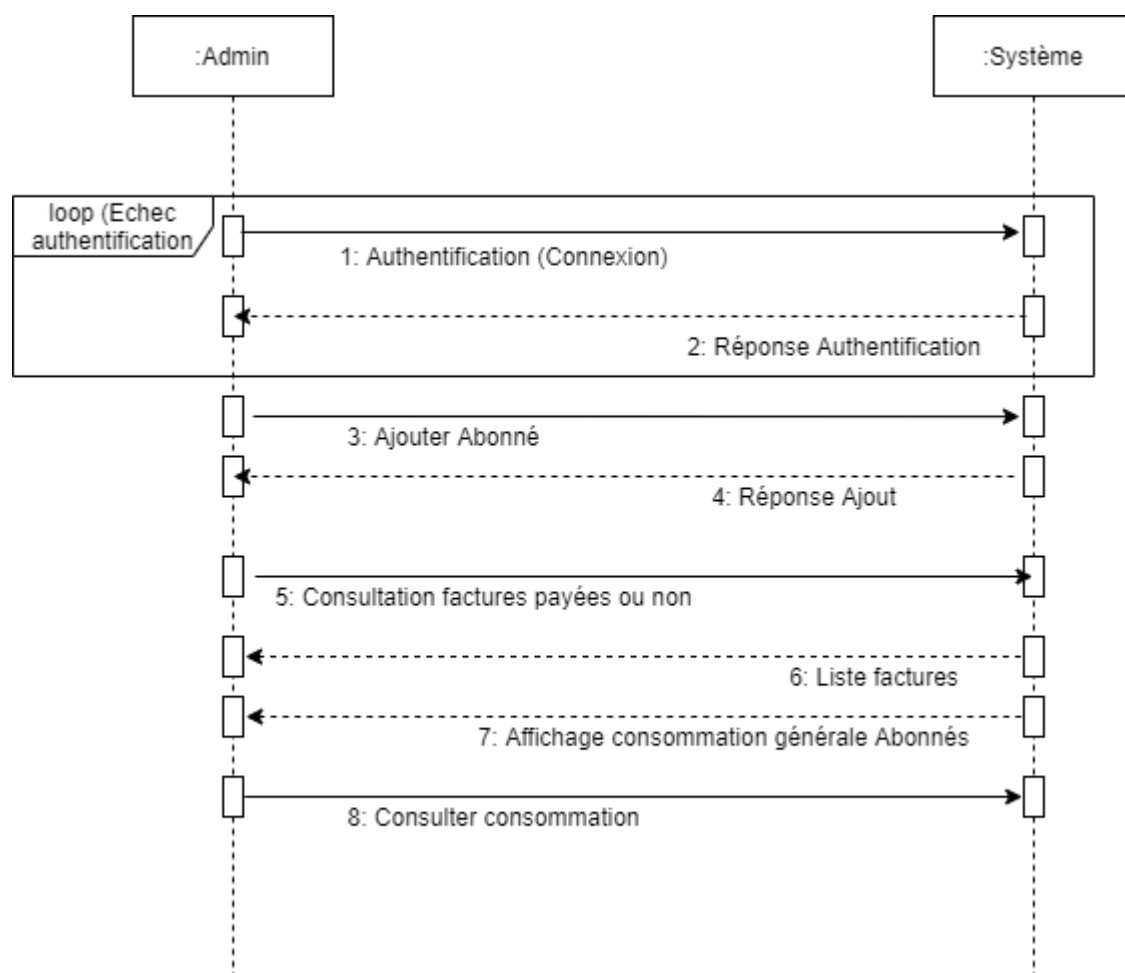
### a. Package de cas d'utilisation



**Fig. II – 12. Package de cas d'utilisation « Administrateur »**



## b. Package de séquence



**Fig. II – 13. Package de séquence « Administrateur »**

## c. Description textuelle

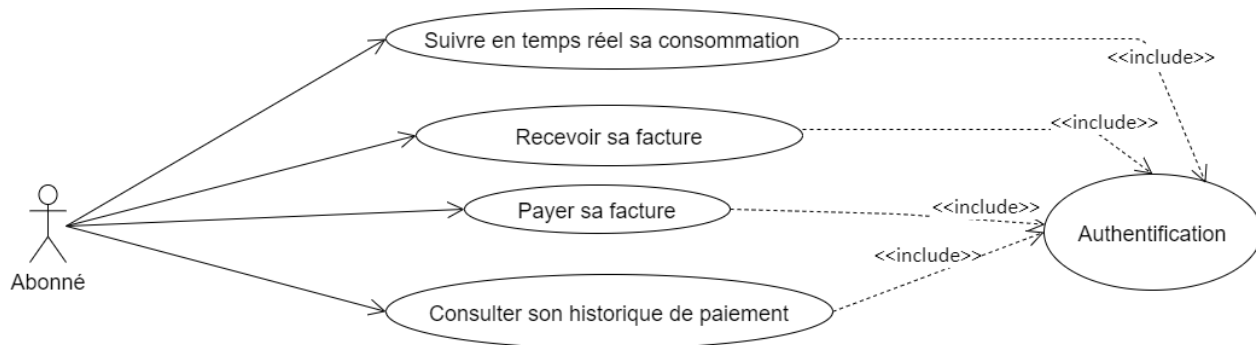
Acteur	Administrateur
Cas d'utilisation	1. Gérer un abonné 2. Consulter l'énergie totale consommée et par abonné 3. Consulter les factures payées et non
Objectifs	1. Ajouter un abonné, modifier et supprimer 2. Voir la consommation des abonnés 3. Voir les états de factures
Pré condition	1. S'authentifier 2. S'authentifier 3. S'authentifier

<p><b>Scénario nominal</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Un abonné se présente pour la création de son compte. Il est ajouté, mais peut être modifié avec des informations comme son code, et peut être supprimé en cas de fin de contrat avec la SNEL.</li> <li>2. Les abonnés ont consommé pour un mois donné, et l'administrateur peut voir cela de façon générale et même individuelle.</li> <li>3. Après générations de factures de tous les abonnés, l'administrateur peut voir quelles sont celles des abonnés déjà réglées ou non.</li> </ol>
<p><b>Alternative</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chaque erreur de champ dans le système affiche un message pour mieux guider l'administrateur.</li> <li>2. Rafraichir la page ou attendre la fin du mois pour avoir la consommation du mois X-1</li> <li>3. Rafraichir la page ou attendre la fin du mois pour la génération des factures</li> </ol>

**Tab. II - 5. Description textuelle de package « Administrateur »**

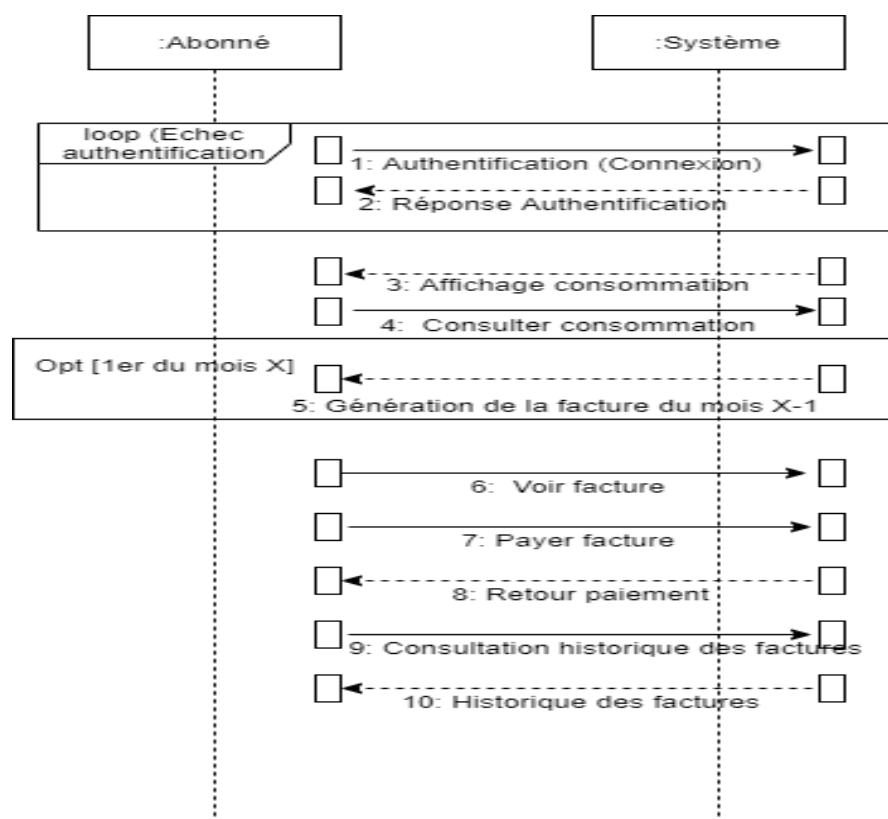
### 2.5.3 Package « Abonné »

#### a. Package de cas d'utilisation



**Fig. II – 14. Package de cas d'utilisation « Abonné »**

## b. Package de séquence



**Fig. II – 15. Package de séquence « Abonné »**

## c. Description textuelle

Acteur	Abonné
Cas d'utilisation	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suivre en temps réel sa consommation</li> <li>2. Recevoir sa facture</li> <li>3. Payer sa facture</li> <li>4. Consulter son historique de paiement</li> </ol>
Objectifs	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Voir comment il a déjà consommé depuis le début du mois et les statistiques de ses récentes consommations</li> <li>2. Il doit savoir combien il a consommé à la fin du mois et son équivalence pour combien il doit payer</li> <li>3. Après consommation, il doit payer cette énergie puisque c'est un contrat avec la SNEL.</li> <li>4. Il pourra garder les preuves sur ses paiements et voir les factures non payées</li> </ol>

<b>Pré condition</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S'authentifier et avoir une consommation en cours</li> <li>2. S'authentifier et être à la fin du mois</li> <li>3. S'authentifier et avoir une facture non payée</li> <li>4. S'authentifier et avoir déjà des factures dans son historique</li> </ol>
<b>Scénario nominale</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Après s'être authentifié, il verra sa consommation.</li> <li>2. Quand ça sera la fin du mois, le système va générer une facture</li> <li>3. Aux factures non payées, il pourra cliquer sur « Payer »</li> <li>4. Ayant des factures en historique, payées ou non, il peut toutes les consulter</li> </ol>
<b>Alternative</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rafraichir la page ou bien vérifier ses identifiants de connexion</li> <li>2. Rafraichir la page ou attendre la fin du mois</li> <li>3. S'assurer que la facture n'est pas encore payée dans l'historique</li> <li>4. Rafraichir la page</li> </ol>

**Tab. II - 6. Description textuelle de package « Abonné »**

## **CHAPITRE 3    CONSTRUCTION ET TRANSITION**

## BIBLIOGRAPHIE

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