



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE

UFR ENVIRONNEMENT

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique

ANNEE ACADEMIQUE :
2018-2019

N° D'ORDRE : 0287 / 2020

N° CARTE D'ETUDIANT :
CI0413002074

MASTER

Physique-chimie appliquée

Option : Environnement

THEME :

**OPTIMISATION DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION
ELECTRIQUE EN MILIEU URBAIN : CAS DE LA VILLE DE DUEKOUÉ**

LABORATOIRE :

SCIENCES ET
TECHNOLOGIES DE
L'ENVIRONNEMENT

Présenté par :

TIECOURA Elisée Kouadio Gaël

JURY

Président : M. KOUASSI Kouakou Lazare, Maître de Conférences, Université
Jean LOROUGNON GUEDE

Directeur : M. KONAN Kouakou Séraphin, Maître de Conférences,
Université Jean LOROUGNON GUEDE

Encadreur : M. KOUASSI Bi Guessan Armand, Maître-Assistant,
Université Jean LOROUGNON GUEDE

Examineur : M. DIARRA Moussa, Maître-Assistant,
Université Jean LOROUGNON GUEDE

Soutenu publiquement
Le :12/06/2020



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE

UFR ENVIRONNEMENT

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique

ANNEE ACADEMIQUE :
2018-2019

N° D'ORDRE : 0287/2020

N° CARTE D'ETUDIANT :
CI0413002074

MASTER

Physique-chimie appliquée

Option : Environnement

THEME :

**OPTIMISATION DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION
ELECTRIQUE EN MILIEU URBAIN : CAS DE LA VILLE DE DUEKOUÉ**

LABORATOIRE :

SCIENCES ET
TECHNOLOGIES DE
L'ENVIRONNEMENT

Présenté par :

TIECOURA Elisée Kouadio Gaël

JURY

Président : M. KOUASSI Kouakou Lazare, Maître de Conférences,

Université Jean LOROUGNON GUEDE

Directeur : M. KONAN Kouakou Séraphin, Maître de Conférences,

Université Jean LOROUGNON GUEDE

Encadreur : M. KOUASSI Bi Guessan Armand, Maître-Assistant,

Université Jean LOROUGNON GUEDE

Examineur : M. DIARRA Moussa, Maître-Assistant,

Université Jean LOROUGNON GUEDE

Soutenu publiquement

Le : 12/06/2020

TABLE DES MATIERES

Pages

REMERCIEMENTS	v
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES ANNEXES.....	vii
INTRODUCTION.....	1
PARTIE I : GENERALITES	4
I- ORGANISATION DU RESEAU ELECTRIQUE.....	5
I-1- Définition du réseau électrique.....	5
I-2- Réseau de production d'électricité.....	5
I-3- Réseau de transport et de distribution électrique.....	6
I-4- Organisation du réseau de distribution.....	7
II- ENVIRONNEMENT ELECTRIQUE	8
II-1-Electricité à Duékoué.....	8
II-2- Structures de gestion de l'électricité	10
II-2-1- Côte d'Ivoire Energie (CI-ENERGIE).....	10
II-2-2- Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE)	10
II-2-3- Autorité Nationale de Régulation du Secteur de l'Electricité de Côte d'Ivoire (ANARE).....	11
II-3- Autres sources d'énergie	12
III- PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	13
III-1- Situation géographique de la ville de Duékoué	13
III-2- Situation socio-économique de Duékoué.....	14
III-3- Population consommatrice d'électricité.....	15
III-3-1- Population de Duékoué.....	15
III-3-2- Besoin en électricité de la population.....	16
PARTIE II : MATERIEL ET METHODES	13
I- MATERIEL	18
I-1- Matériel pour recueil de données.....	18
I-2- Matériel pour traitement de données	19
II- METHODES	19
II-1- Stratégie d'enquête.....	19

II-2- Traitement de données	20
PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION.....	21
I- RESULTATS.....	22
I-1- Dynamique d'occupation de la ville de Duékoué.....	22
I-2- Consommation antérieure de la population	24
I-3- Caractérisation de la population enquêtée et de l'équipement	26
I-4- Consommation estimative et prévisionnelle de la population	27
I-5- Rendement actuel et prévisionnel de la distribution électrique	31
II- DISCUSSION	32
CONCLUSION	35
REFERENCES.....	38
ANNEXES	

REMERCIEMENTS

Il m'est agréable au moment de présenter ce travail, d'exprimer ma reconnaissance aux nombreuses personnes qui ont facilité, et contribué à sa réalisation.

Je remercie :

- Le Professeur TIDOU A. Sanogo épouse KONE, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé, pour son dévouement dans la formation des étudiants.
- Le Professeur KONE Tidiani et le Docteur AKAFFOU D Sélastique vice-présidents de l'Université Jean Lorougnon Guédé, qui ont bien voulu accepter mon inscription au sein de leur établissement me donnant ainsi l'opportunité de faire mes études de Master.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance au Directeur de l'UFR Environnement, Docteur KOUASSI K. Lazare, maître de conférences pour ses actions en faveur de l'UFR.

J'exprime ma profonde gratitude au Docteur KONAN K Séraphin qui a bien voulu accepter d'assurer la direction scientifique de ce mémoire. Je lui suis reconnaissant pour sa très grande disponibilité. Je le remercie pour tous les moyens matériels et financiers qu'il a mis à ma disposition pour l'aboutissement de ce travail. J'ai pu bénéficier de ses conseils et de sa rigueur scientifique.

Je remercie le Docteur KOUASSI Bi G Armand, pour avoir accepté d'être mon encadreur, son accès facile, son humilité, sa disponibilité, ses encouragements et ses conseils avisés ont été le socle de la réalisation de ce mémoire.

Je voudrais remercier spécialement le Docteur KPATA N. Edith et le Docteur KONAN K. Felix pour leurs conseils et leurs assistances pendant les bons et mauvais moments.

Qu'il me soit maintenant permis de remercier l'ensemble des enseignants de l'UJLoG sans oublier le personnel administratif et technique pour leur appui dans la formation.

Merci à ma famille qui depuis mon jeune âge, m'a soutenu et supporté. Je dis spécialement merci à ma mère N'DA A. Cathérine, à ma grand-mère N'ZI N'Da Adèle qui ont consenti tant de sacrifices pour mes frères, sœurs et moi. Que DIEU vous garde dans le creux profond de ces mains et vous couvre de ses bienfaits.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AIE	: Agence Internationale de l'Energie
BT	: Basse tension
CHR	: Centre Hospitalier Régional
CIE	: Compagnie Ivoirienne d'Electricité
CI-ENERGIES	: Côte d'Ivoire Energies
CNTIG	: Comité National de Technologie et d'Information Géographique
DGE	: Direction Générale de l'Energie
GPS	: Global Positioning System
HT	: Haute Tension
IFEF	: Institution de Formation et d'Education Féminine
KV	: Kilovolt
KVA	: Kilovolt Ampère
LCD	: Liquid Cristal Display
MT	: Moyenne Tension
PTDAE	: Projet de Transport, de Distribution et d'Accès à l'Electricité
RGPH	: Rassemblement Général de la Population et de l'Habitat
SIE	: Système d'Information Energétique
THT	: Très Haute Tension
ANARE-CI	: Autorité Nationale de régulation du secteur de l'électricité de Côte d'Ivoire

LISTE DES TABLEAUX

Pages

Tableau I : Ouvrages hydroélectriques	6
Tableau II : Ouvrages de production thermique d'électricité	6
Tableau III : Population du secteur communal de Duékoué	16
Tableau IV : Statistiques d'exploitation du réseau électrique de distribution de Duékoué	24
Tableau V : Consommation estimative des différents appareils	29
Tableau VI : Nombre d'ampoules en fonction du type de maison	30

LISTE DES FIGURES	Page
Figure 1 : ligne de transport et de distribution	7
Figure 2 : Transformateur.....	10
Figure 3 : Energie solaire	12
Figure 4 : Groupe électrogène	13
Figure 5 : cadre de la ville de Duékoué.....	14
Figure 6 : Quelques matériels techniques.....	19
Figure 7 : Contour de Duékoué 2007	23
Figure 8 : Contour Duékoué 2013	23
Figure 9 : Contour de Duékoué 2016	23
Figure 10 : Contour de Duékoué 2019.....	23
Figure 11 : Perte annuelle d'électricité à Duékoué (Kwh).....	25
Figure 12 : Différents consommateurs enquêtés	26
Figure 13 : Branchements anarchiques	27
Figure 14 : Consommation provisionnel de Duékoué.....	30
Figure 15 : Rendement (en %) de la distribution de Duékoué	31

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiches d'enquête

INTRODUCTION

Introduction

De nos jours, l'énergie électrique qui est une ressource indispensable est quotidiennement devenue vitale non seulement pour l'individu mais aussi pour la société entière. Toutefois, les moindres pannes électriques ou la non satisfaction du besoin en puissance électrique a des conséquences économiques et sociétales considérables. La nécessité d'avoir un réseau électrique fiable et économique est un enjeu de plus en plus important (Fergani, 2017).

En effet, ce réseau doit s'adapter à l'essor des énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque...), au développement des véhicules électriques, à l'installation des feux tricolores dans les villes, au grandissement de la population et à l'évolution des modes de consommation de l'électricité. De récentes estimations ont montré qu'actuellement près de 2,2 milliards de la population mondiale ne sont toujours pas raccordés aux grands réseaux d'électricité (soit environ 44 % de la population mondiale), pour la plupart situés dans les pays du Tiers Monde (Stoyanov *et al.*, 2007). La forte croissance de la population prévue dans les années avenir devrait encore augmenter les besoins en électricité.

Cette évolution de la demande exige la mise au point d'outils capable d'optimiser en permanence l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité sur le réseau au niveau rural, urbain et péri urbain. La mise à niveau et l'amélioration du niveau technique des réseaux de distribution d'électricité sont unes des priorités des gestionnaires des réseaux de distribution (Gladkikh, 2015).

Face aux difficultés d'électrification en Côte d'Ivoire, la Société des Energies de Côte d'Ivoire (CI-ENERGIE) a sollicité un appui financier de la Banque mondiale d'un montant estimé à 250 millions de dollars, soit environ 125 milliards de FCFA (PTDAE, 2017). Ce projet a été conçu dans le but de capitaliser d'une part, les acquis en matière d'électricité et d'autre part de construire de nouveaux postes, de les renforcer et de les sécuriser. Tout cela dans le but de répondre aux besoins des consommateurs. Ce projet inclut la localité de Duékoué située à l'ouest de la Côte d'Ivoire. C'est dans ce cadre que notre travail a porté sur l'optimisation du réseau de distribution électrique dans la localité de Duékoué. Notre étude consiste à proposer une planification de la distribution électrique dans la zone de Duékoué qui est une ville en expansion. Plus spécifiquement, il s'agira de :

- évaluer dans le temps et selon l'évolution démographique, les consommations électriques des populations ;
- évaluer la production en électricité en fonction de la dynamique des secteurs de distribution ;
- estimer le rendement actuel et prévisionnel de la distribution électrique.

Le présent travail de mémoire est divisé en trois parties qui traitent les aspects suivants :

Introduction

Dans la première partie, nous présenterons, les généralités sur la zone d'étude, sur l'environnement électrique, sur la structure d'électrification en Côte d'Ivoire en occurrence CI-ENERGIE et sur l'environnement démographique.

La deuxième partie concerne le matériel et les méthodes utilisés pour atteindre nos objectifs tandis que la troisième partie met en relief les résultats obtenues et les discussions que suscite ce travail.

PARTIE I : GENERALITES

I- ORGANISATION DU RESEAU ELECTRIQUE

I-1- Définition du réseau électrique

On entend ici par "réseau électrique" un système constitué de moyens de production alimentant des consommateurs par l'intermédiaire d'un réseau de transport maillé ; lui-même composé de lignes et de transformateurs (Blanchon & Dodu, 1990). Ce système peut être schématisé par un graphe comprenant N nœuds et L arcs. Un nœud représente un site de production et/ou de consommation. Un arc représente une ligne ou un transformateur. Les lignes et les transformateurs sont parcourus par du courant alternatif.

I-2- Réseau de production d'électricité

On peut distinguer trois types de centrales de production d'électricité : thermiques, hydroélectriques et nucléaires. En Côte d'Ivoire, les centrales thermique et hydroélectrique sont les plus récurrentes.

La centrale électrique est un bâtiment industriel qui produit de l'électricité. Cependant, en fonction du type de centrale, l'électricité n'est pas générée de la même manière. C'est principalement grâce à elle que les consommateurs, les particuliers et les entreprises, peuvent bénéficier d'un réseau électrique (Anonyme 1).

Pour produire de l'électricité à travers les centrales, on utilise une source d'énergie qui peut être de l'eau, de la vapeur, un gaz ... etc. Cette énergie fait tourner une énorme turbine qui est reliée à un alternateur. L'alternateur agit comme un aimant et il attire les électrons, ce qui les oblige à se déplacer. Et le déplacement des électrons génère le courant électrique.

La production électrique des dix dernières années montre une prédominance du thermique : en moyenne, 67% de l'électricité est produite par les centrales thermiques (SEFA, 2012). A capacité installée quasiment égale (48% hydraulique et 52% thermique), la production hydraulique ne représente qu'un tiers de la production totale d'électricité. Cela s'explique par la vétusté des ouvrages et par la fluctuation des apports hydrauliques.

Selon Autorité Nationale de Régulation du Secteur de l'Electricité de Côte d'Ivoire (ANARE-CI), le parc de production de l'électricité du réseau interconnecté à fin 2018 totalise une capacité de 9948,2 Gwh. Il est composé de centrales hydrauliques d'une puissance totale de 2047,9 Gwh et de centrales thermiques d'une puissance totale de 7901 Gwh. Le tableau I présente les puissances installées et productible du parc de production de la Côte d'Ivoire en 2018.

Généralités

Tableau I : Ouvrages hydroélectriques

Centrales hydrauliques	Date de mise en service	Puissance installée (MW)	Productible (Gwh/an)
AYAME 1	1959	20	101,7
AYAME 2	1965	30	114,8
KOSSOU	1972	174	87,8
TAABO	1979	210	610,4
BUYO	1980	165	729,8
FAYE	1983	5	0
SOUBRE	2017	275	1317,7
TOTAL		879	2962,2

Tableau II : Ouvrages de production thermique d'électricité

Centrales thermiques	Date de mise en service	Capacité installée (MW)
VRIDI 1 (4*25 MW)	1984	100
CIPREL (VRIDI 2) (3*33+111+111 MW)	1995 - 1997 - 2009	321
AZITO ENERGIE (148+148 MW)	1999 - 2000	296
AGGREKO	2010	70
TOTAL		787

Source : rapport d'activité 2018 ANARE

I-3- Réseau de transport et de distribution électrique

Les réseaux électriques de transport (transport et distribution) ont pour rôle d'acheminer l'énergie des sites de production vers les lieux de consommation, avec des étapes de baisse du niveau de tension dans des postes de transformation. La tension à la sortie des grandes centrales est portée à 400 000 volts (ou 400 kV) pour limiter les pertes d'énergie sous forme de chaleur dans les câbles des lignes électriques de transport (ce sont les pertes par « effet joule »). Ensuite, la tension est progressivement réduite au plus près de la consommation, pour arriver aux différents niveaux de tension auxquels sont raccordés les consommateurs (400 000 volts, 225

Généralités

000 volts, 90 000 volts, 63 000 volts, 20 000 volts, 400 volts ou 220 volts suivant leurs besoins en puissance).

Le réseau public de transport de l'électricité se compose d'un réseau dit de grand transport et d'interconnexion, d'une part, et d'un réseau dit de répartition, d'autre part.

Le réseau de grand transport et d'interconnexion pour Haute Tension de niveau B (Tension supérieure 50 000 Volt) permet de transporter d'importantes quantités d'énergie sur de longues distances (Braun, 2017).

Le réseau de répartition quant à lui assure le transport de l'électricité à l'échelle régionale. Il est exploité par des niveaux de tension HTB (haute tension).



Figure 1 : Ligne de transport et distribution haut tension

I-4- Organisation du réseau de distribution

a- Réseau principal

Le réseau de distribution permet d'adapter la tension et la puissance distribuées aux besoins de chaque utilisateur grâce à des réseaux de distribution moyenne et basse tension, à des transformateurs et à des postes de distribution.

Chaque centrale électrique est raccordée au réseau électrique. Selon les distances à parcourir et la puissance à transmettre, la tension du réseau évolue d'une tension moyenne à la haute tension et du courant alternatif au courant continu haute tension pour le transport sur de longues distances ou si les réseaux ont des caractéristiques différentes (Anonyme 2).

b- Principe de distribution

Principal élément de sécurité dans une installation électrique est le disjoncteur. C'est lui qui assure la protection contre les courts-circuits ainsi que les surcharges. Il possède une entrée et une sortie si c'est un monophasé ou plusieurs entrées et sorties si c'est un bipolaire (2), 3 pôles. Dans ce cas, si un déclenchement se produit sur une de ses phases, l'ensemble des phases se coupent. Sa principale caractéristique est son intensité maximum admissible au-delà de laquelle il déclenche et donc coupe l'alimentation électrique en sortie.

Après le compteur électrique vient un tableau électrique pour distribuer l'énergie vers les consommateurs et, surtout, pour isoler des morceaux d'installations (circuit) afin qu'une anomalie sur un circuit ou sur un consommateur dans ce circuit n'ait pas d'incidence sur les autres parties de l'installation. Chaque circuit est donc protégé et isolé du reste par un disjoncteur dont la fonction est de couper l'alimentation si un consommateur ou le circuit lui-même a un défaut. Il coupe l'alimentation si l'intensité prévue est dépassée afin de protéger les câbles d'une surchauffe qui risque de créer un incendie. La répartition de l'énergie entre le compteur et les disjoncteurs se fait via une barrette de distribution appelée aussi peigne (Braun, 2017).

c- Dimensionnement des éléments

Les éléments constitutifs d'un réseau électrique sont choisis suivant les besoins des consommateurs finaux. Un câble doit être proportionnel au disjoncteur de protection. En effet, si nous mettons une protection de 20 A sur un câble de 1,5 mm², le câble chauffera par effet Joule car l'intensité sera trop importante par rapport à sa section. Le câble aura donc la fonction de fusible : il conduira l'électricité jusqu'au moment où il fondra et alors ne conduira plus. Il y a aussi des risques d'incendie des éléments en plastique composant le câble dû au dégagement de chaleur.

II- ENVIRONNEMENT ELECTRIQUE

II-1- Electricité à Duékoué

La source d'énergie la plus récurrente en Côte d'Ivoire est l'énergie hydroélectrique produite à travers les barrages et les centrales thermiques. Toutefois, l'électricité produite est en quantité suffisante dans la mesure où le pays en exporte vers les pays voisins (Burkina Faso, Ghana, Mali.....). Cependant, le pays enregistre d'énormes perturbations électriques dues au réseau déséquilibré et des postes en limite de potentiel de capacité (Kitandala *et al.*, 2014).

Généralités

La production de l'électricité parvient aux consommateurs par le biais d'un réseau électrique. Le réseau électrique ivoirien est constitué de lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. Les postes de transformation permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs (Dodu, 1978). Le réseau électrique assure la gestion dynamique de l'ensemble production - transport - distribution, mettant en œuvre des réglages ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ensemble.

A Duékoué, l'alimentation de la localité est assurée par une ligne de 33 kV connectée au poste de 225 kV de Man. Cependant, la saturation de cette ligne (réservé aux localités de Logoualé, Bangolo, Zagné et Bloléquin) entraîne des perturbations. La perturbation est renforcée par la croissance de la population (Kitandala *et al.*, 2014). Cette situation entraîne des baisses de tension et de coupures électriques récurrentes. Pour combler les insuffisances, certaines populations s'équipent de groupe électrogène ou de panneau solaire pour renforcer leur alimentation.

La mauvaise qualité de l'électricité dans les ménages est due à divers raisons dont les plus influentes sont :

- L'inadéquation des appareils de production et de distribution avec les besoins ;
- Evolution de l'urbanisation et de la population ;
- Mauvais choix du nombre d'ampérage lors de l'abonnement du consommateur.

La manifestation du réseau électrique de la ville de Duékoué est nettement représentative des phénomènes que l'on peut observer dans plusieurs ville du pays de façon analogue : coupures d'électricité à répétition, falsification des lignes électriques...

Notre étude s'est donc portée sur la ville sus-indiquée. A la périphérie de la ville de Duékoué, son quartier dénommé Père-thête étant en habitation, permet de mesurer des paramètres physiques liés à la variation démographique de la localité.

Père-Thête est un quartier de la ville de Duékoué situé sur le tronçon qui mène à Guiglo. Ce quartier regorge plusieurs institutions d'éducation d'où le Lycée Moderne de Duékoué, le collège Legbedji Yao Jules et plusieurs établissements primaire comme l'école primaire Père-Thête et bien d'autre. Ce quartier situé à la périphérie de la ville ne cesse d'évoluer en termes de superficie ce qui explique l'augmentation en besoin électrique.

En ce qui concerne le quartier père-thête, il dispose de quatre (4) transformateurs dont deux (2) transformateurs publics et deux (2) autres transformateurs semi-privés de capacités comprises entre 50 -160 KVA.

Généralités

Pour renforcer ces transformateurs, ce quartier bénéficiera d'un transformateur de type H59, de configuration I+P 36 KV et de puissance 400 KVA lors du projet PTDAE.

Autrefois, tous les villages de la localité de Duékoué étaient électrifiés mais aujourd'hui, six (6) villages sur dix (10) ont accès à l'électricité à cause de la crise poste électorale de 2002 qui a suscité la destruction des équipements. La figure 2 présente un transformateur.



Figure 2: Transformateur

II-2- Structures de gestion de l'électricité

Le métier de gestion de l'électricité en Côte d'Ivoire est du ressort de CI-ENERGIE et de la CIE.

II-2-1- Côte d'Ivoire Energie (CI-ENERGIE)

En Côte d'Ivoire l'énergie électrique produite est majoritairement d'origine hydroélectrique et thermique. La société responsable de la production et du transport de cette énergie est CI-ENERGIE.

II-2-2- Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE)

Filiale du groupe « Eranove » liée à l'État de Côte d'Ivoire par une convention de concession de type affermage pour l'exploitation des ouvrages de production, de transport, de distribution, et de commercialisation, d'importation et d'exportation d'énergie électrique. La Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE), transporte l'énergie électrique à l'échelle locale, des centres de

Généralités

distribution vers le client final : les petites et moyennes entreprises, les villes, les grandes surfaces, les commerces, les artisans, les particuliers (Anonyme 1, 2020).

Il peut exister localement des sources de production qui injectent de l'électricité sur le réseau (éolien, microcentrales hydrauliques, photovoltaïques...). Grâce à des postes de transformation, la HT (90 000 ou 30 000 volts) est abaissée en Moyenne Tension (15 000 volts) puis en Basse Tension (220 volts) vers différents consommateurs.

Nos travaux de recherche se limitent aux réseaux de distribution et plus précisément à la Haute Tension A. Physiquement, ce périmètre est délimité par les postes de transformation HTB/HTA (limite supérieure) qui sont la frontière entre les réseaux de transport ou de répartition et le réseau de distribution. Les postes de transformation publique HTA/BT définissent notre limite inférieure. Toutefois nous modélisons la consommation des postes HTA/BT vue par le réseau HTA. En plus des éléments établissant ses frontières, un réseau de distribution dispose d'autres composants comme les lignes, les organes de coupure ou de sectionnement, télécommandés ou manuels et les gradins de condensateurs.

Selon l'appellation courante, on parle de THT, HT, MT et BT. L'appellation normalisée parle de HTB (THT et HT), de HTA (MT) et de BT.

II-2-3- Autorité Nationale de Régulation du Secteur de l'Electricité de Côte d'Ivoire (ANARE)

Conformément aux dispositions de l'article 44 de la loi n° 2014-132 du 24 mars 2014 portant Code de l'Électricité, les missions assignées à l'ANARE-CI sont notamment, de :

- Contrôler le respect des lois et règlements ainsi que les obligations résultant des autorisations ou conventions en vigueur dans le secteur de l'électricité ;
- Proposer à l'État des tarifs applicables dans le secteur de l'électricité, y compris les tarifs de l'accès aux réseaux ;
- Préserver les intérêts des usagers du service public d'électricité et de protéger leurs droits ;
- Régler les litiges dans le secteur de l'électricité notamment entre opérateurs et entre opérateurs et usagers ;
- Conseiller et d'assister l'Etat en matière de régulation du secteur de l'électricité (ANARE, 2018).

II-3- Autres sources d'énergie

L'obtention de l'électricité distribuée par la CIE dans la localité de Duékoué est un véritable souci. C'est dans cette optique que certains habitants comblent ce déficit en utilisant les différentes sources d'énergies. Ces sources, qualifiées généralement de source d'énergie renouvelable (SER) sont nombreuses et diverses. Celles rencontrées à Duékoué sont en majorité de sources solaires.

• **Energie solaire** : l'énergie solaire est une source d'énergie qui dépend du soleil. Cette énergie permet de produire de l'électricité à partir de panneaux photovoltaïques ou des centrales solaires thermiques, grâce à la lumière du soleil captée par des panneaux solaires (Stoyanov *et al.*, 2007). La figure 3 présente une installation d'énergie solaire.

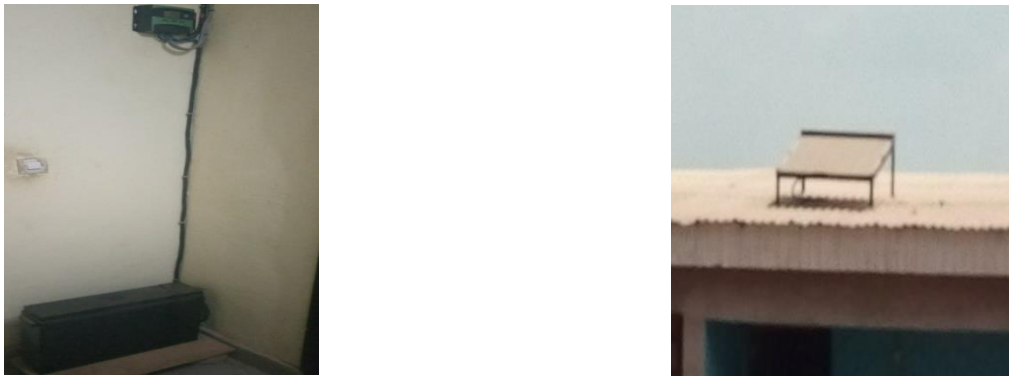


Figure 3 : Energie solaire

Pour une installation photovoltaïque trois (3) éléments sont nécessaires : des panneaux solaires, un onduleur et un compteur (Sidrach & Mora, 1992).

Ces trois éléments permettent de récupérer l'énergie transmise par le soleil, de la transformer en électricité puis de la distribuer à l'ensemble des clients connectés au réseau.

- Les panneaux solaires convertissent directement la lumière du soleil en courant électrique continu.
- L'onduleur permet ensuite de transformer l'électricité obtenue en courant alternatif compatible avec le réseau.
- Le compteur mesure la quantité de courant injectée dans le réseau.

L'utilisation des panneaux photovoltaïques est très avantageuse dans la mesure où l'énergie solaire est inépuisable et non polluante mais elle est d'un coût d'installation très élevé.

• **Groupe électrogène** : un groupe électrogène est un dispositif autonome capable de produire de l'électricité. La plupart des groupes sont constitués d'un moteur thermique qui actionne un alternateur. La figure 4 montre des groupes électrogène.



Figure 4 : Groupe électrogène

III- PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

III-1- Situation géographique de la ville de Duékoué

Duékoué est une ville de la Côte d'Ivoire, elle est également la capitale de la région du Guémon. Elle est limitée à l'ouest du pays, par le Libéria et de la Guinée. Elle est située dans une zone forestière et montagneuse. Sa population est essentiellement constituée de Wés et de Guéré. La figure 1 présente le département de Duékoué.

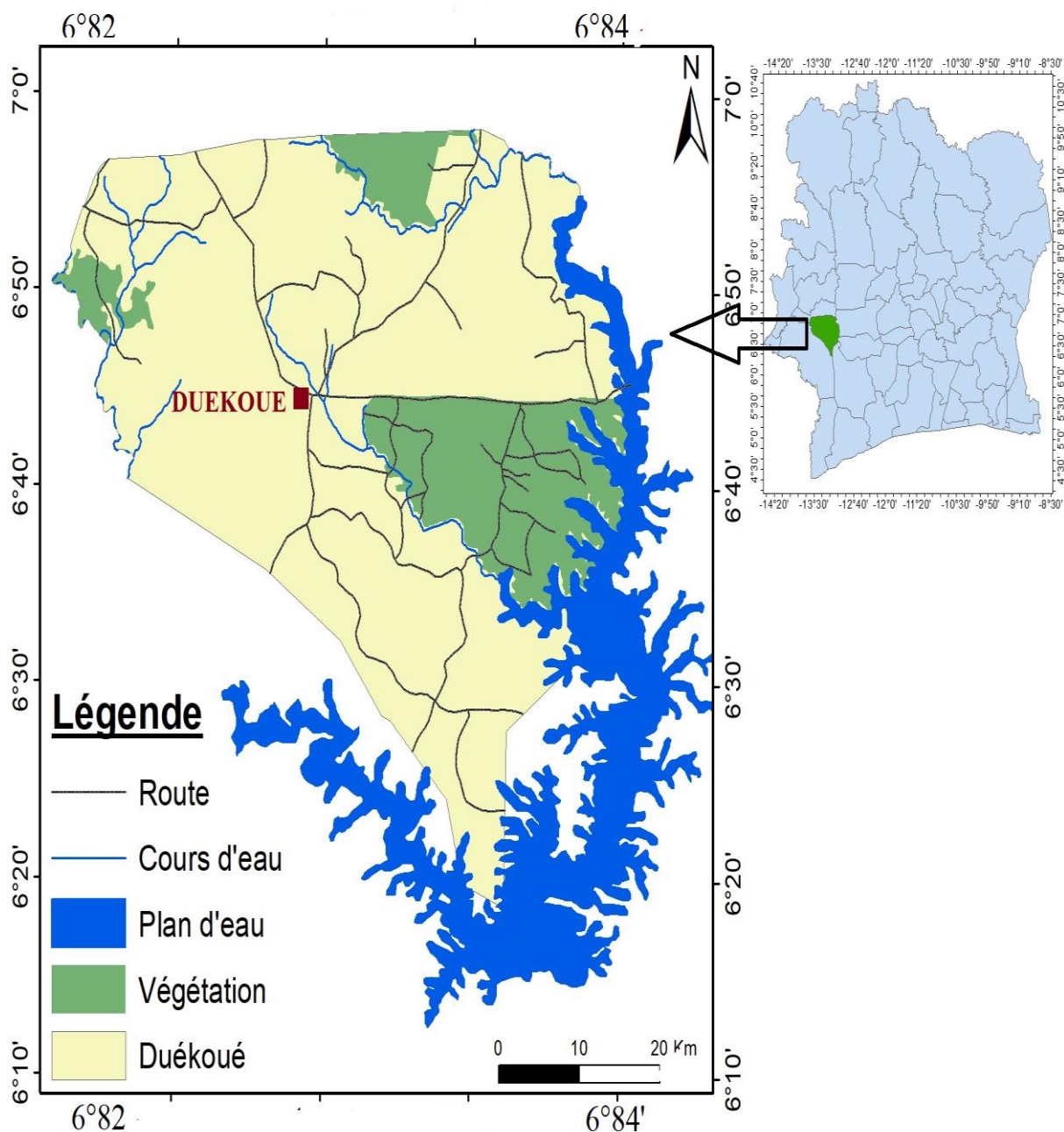


Figure 5 : Cadre de la ville de Duékoué

III-2- Situation socio-économique de Duékoué

L'activité économique dans la Commune de Duékoué repose sur l'agriculture, le commerce (vivriers, produits artisanaux, etc.) et les services (SGBCI, ECOBANK, BIAO, Orange, MTN, Moov, Koz, etc.). Le secteur des transports est tout aussi dynamique, à travers des compagnies de cars et quelques indépendants qui permettent de relier la ville aux autres villes de Côte d'Ivoire (CI-ENERGIE, 2017).

Généralités

Quant à l'agriculture nous pouvons citer entre autre :

- Les cultures pérennes : celles qui dominent dans cette ville sont par ordre d'importance : le cacao (171 225 ha), le café (25 560 ha), le palmier à huile (11 083 ha de plantations villageoises et de plantations industrielles) et l'hévéa (6 945 ha). Elles constituent l'essentiel de l'économie commerciale et représentent 80% du revenu monétaire ;

- Les cultures vivrières : les plus rencontrées sont le riz (riz pluvial, bas-fond et irrigué), le manioc, l'igname, le maïs, la banane plantain, patate douce, etc. Quant aux cultures maraîchères, elles portent sur l'aubergine, le gombo, le piment, le chou, le concombre et la laitue, etc. Ces activités agricoles sont principalement pratiquées par les femmes ;

- La production animale : un secteur d'activité peu développé dans la région, qui reste d'ailleurs très traditionnel et artisanal dans sa pratique. Les principaux animaux élevés dans ces localités sont les bœufs, les moutons, les cabris, les poulets, les porcs. Cette activité est pratiquée par les allochtones et les allogènes et souvent par les autochtones (poulets et porcs). L'habitat dans la Commune de Duékoué est caractérisé par un type haut standing, un type moyen et bas standing dans tous les quartiers. La couverture sanitaire de la Commune de Duékoué est assez bonne et diversifiée. Aussi, la ville abrite les infrastructures sanitaires suivantes : Centre Hospitalier Régional (CHR), Dispensaire Urbain, Secteur de Médecine Rurale, PMI, Centre Médico-Scolaire. Le département compte aussi une Institution de Formation et d'Education Féminine (IFEF) située au chef-lieu.

Du point de vue politique, la localité de Duékoué a connu un désastre matériel dû à la crise post-électorale de 2002 et 2010. En effet, les équipements de production de l'électricité, entre autres, ont été détruits.

III-3- Population consommatrice d'électricité

III-3-1- Population de Duékoué

Au plan démographique, la population du Département de Duékoué compte 408 148 habitants en 2014 selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (CI-ENERGIE, 2017), soit 90 274 habitants pour la commune de Duékoué. La majorité de la population est rurale. La population autochtone est constituée de Wobê et de Guéré, réunis sous l'identité culturelle Wê. Elle vit avec une forte communauté d'allochtones composées de plusieurs autres groupes culturels et ethniques ivoiriens ainsi que d'allogènes (maliens, burkinabés, nigériens, guinéens, libériens etc.) (CI-ENERGIE, 2017). Le tableau III ci-dessous renferme la population de Duékoué en 1998 et 2014.

Tableau III : Population du secteur communal de Duékoué (RGPH)

		1998	2014
Population	Hommes	42 973	46 617
	Femmes	39 240	43 657
	Total	82 213	90 274

III-3-2- Besoin en électricité de la population

Ce mémoire couvre essentiellement une partie de la ville de Duékoué (Père-Thête), principalement sur son réseau de distribution. Notre choix a porté sur la ville de Duékoué à cause des coupures à répétitions qu'elle connaît, ainsi que pour la facilitation dans le recensement de nos données. En effet, une fois cernée, la résolution de notre problématique devra nous permettre de résoudre celle des autres localités, confrontées aux mêmes difficultés. L'accès à l'électricité étant un bien majeur dans le développement des zones rurales pour le fonctionnement de la petite et moyenne entreprise d'où les populations ont recours à l'électricité qui est presque absent. Aussi le besoin se fait sentir dans les différents ménages qui en ont besoin pour le fonctionnement des appareils de divertissement, appareils électroménager et bien d'autre.

**PARTIE II : MATERIEL ET
METHODES**

I- MATERIEL

I-1- Matériel pour recueil de données

Le matériel utilisé lors de cette étude :

- Des fiches d'enquêtes pour enregistrer la consommation et les pertes en électricité des populations dans le temps et selon l'évolution de la population (Annexe 1)

Ces fiches ont été rédigées bien avant notre présence sur le site de mesure de données. En effet, la teneur du premier tableau doit prendre en compte la possible évaluation des paramètres nécessaire à l'évaluation et à la prévision de la distribution électrique à Duékoué. Ainsi, elle renseigne sur les grandeurs suivantes :

- Date de connexion à l'électricité : c'est la date qui indique le début d'une consommation légale ou illégale de l'électricité par un ménage.
- Date d'abonnement compteur : elle indique le début de la prise en compte de la consommation par les autorités de la CIE
- Coordonnées géographiques (longitude et latitude) : c'est un couple de données qui situent géographiquement la position du compteur électrique si celui-ci existe, ou du ménage.
- Ampérage : l'indicateur de la puissance souscrite par le consommateur.
- Type de consommateur : deux catégories de consommateurs ont été définies (les ménages et les entreprises). Chacune de ces catégories utilise des appareils qui ont été listés.
- Coût de consommation (bimensuel) : c'est le montant payé par le consommateur et qui servirait d'indicateur de puissance consommée chaque deux mois.

Quant au deuxième tableau, il a été adressé aux agents de la CIE et de la CI-ENERGIE. Dans ce tableau, les agents de la CIE, selon leurs rapports annuels nous ont fournis les différentes puissances électriques mises à la disposition de la ville de Duékoué, les consommations électriques des populations et les pertes sur le réseau ;

- Un Global Positioning system (GPS) pour enregistrer les coordonnées géographiques des points de consommation d'électricité ;
- Un appareil photographique pour les prises de vues sur les différents branchements électriques rencontrés sur le terrain ;

- Un wattmètre pour mesurer la puissance électrique qui arrive dans les différents points de consommation électrique.

La figure 5 présente quelques matériels techniques qui ont permis d'élaborer le travail.



Wattmètre



Appareil photographique



GPS

Figure 6 : matériels techniques

I-2- Matériel pour traitement de données

Le matériel pour le traitement de données est constitué des logiciels Excel, Google Map, et ArcGis. En effet, le logiciel google Map a permis de délimiter la zone d'occupation dans le but de percevoir la dynamique d'occupation spatiale du site. Ce fait indiquera le taux de croissance surfacique de la ville. ArcGis a permis de positionner les différents points de consommation selon leurs coordonnées GPS. Une différence de vue est nettement observable entre les points qui indiquent des paramètres différents.

Quant à Excel, il a permis de tracer des courbes et des histogrammes reflétant la variation des paramètres mesurés.

II- METHODES

II-1- Stratégie d'enquête

Dans le cadre de notre étude, pour la collecte des données, nous nous sommes rapprochés des agents de la mairie, de la CIE et de CI-ENERGIE ;

Les agents de la mairie nous ont fourni une série de coordonnées géographiques indiquant les limites des différents quartiers de la ville. Il ont aussi fourni le nombre d'habitants de la ville.

La CIE quant à elle nous a fourni les rapports annuels du département « distribution et commercialisation » des années 2017, 2018, 2019 afin de comprendre les réseaux de distribution, de connaître les consommations des populations ; ainsi la compréhension des pertes et des délestages au niveau de la distribution électrique dans la ville de Duékoué.

Aussi, des enquêtes ont été menées dans le quartier en question (Père-thête) pour collecter des données sur la consommation des populations. Un questionnaire a été renseigné pour chaque ménage (annexe 1). Dans la pratique, nous avons procédé au porte-à-porte pour interroger les ménages, les entreprises, et les personnes ressources selon les directives données par notre fiche d'enquête. Aussi, les coordonnées GPS des points de consommation ont été prélevées dans le but de les distinguer.

Nous avons procédé à la prise des images photographiques dans le but de percevoir la qualité des installations électriques au quartier père-thête en particulier et à Duékoué en général.

Pendant les enquêtes, la tension qui arrive dans les différents points de consommation a été mesurée à l'aide d'un wattmètre. Le wattmètre est un instrument de mesure très utile pour savoir ce que consomment les appareils électriques et électroniques d'un ménage. Pour pouvoir effectuer les mesures, les deux bornes du capteur de courant doivent être en série avec le dipôle et les deux bornes du capteur de tension en parallèle du dipôle dont on mesure la puissance consommée ou produite. Ces mesures ont été faites dans le but d'aider les différents ménages à connaître leur consommation afin de bien faire le choix de l'ampérage de leur compteur.

II-2- Traitement de données

La première démarche statistique consiste à caractériser les différents ménages du quartier.

En effet chaque ménage a été évalué en fonction de la nature de la maison (nombre de pièce), y compris les appareils constitutifs de la maison tout en mettant en relief leur consommation mensuelle pour les clients classiques et bimensuelle pour les clients électroniques. Les données ont été saisies sur le tableur Excel pour les tracés des graphes de la consommation électrique dans le temps. Quant au logiciel ArcGis et Google Earth ; ils ont permis de faire la cartographie. Au titre de la classification des ménages et autres points de consommation d'électricité, nous avons identifié les groupes suivants :

- Les ménages inhabités : ce sont des lots abritant des constructions achevées ou non et qui ne sont pas habitées. En effet ces ménages sont susceptibles de faire la demande d'un compteur électrique qui pourrait augmenter la consommation en électricité ;

Matériel et méthodes

- Existence de groupe électrogène et/ou énergie solaire : ce sont des ménages qui n'utilisent pas de l'électricité provenant de la CIE mais des sources comme énergie solaire et de groupe électrogène pour diverses raisons.
- Ménage avec compteur : ce sont des consommateurs qui ne possèdent pas de compteur CIE mais qui utilisent de l'électricité. Ces derniers prennent l'électricité depuis un autre compteur ou utilisent l'électricité de façon frauduleuse ;

PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION

I- RESULTATS

I-1- Dynamique d'occupation de la ville de Duékoué

Les résultats de ce travail sont obtenus à partir des informations recueillies par enquête selon diverses sources :

- Enquête (porte à porte) menée dans une partie de la ville de Duékoué (père-thête) ;
- Des observations faites sur des installations électriques dans le quartier ;
- Les données numériques obtenues à travers les logiciel ArcGis, Google Map et Excel.

Ces informations sont élaborées et présentées sous diverses formes dans ce paragraphe.

Pour se représenter l'occupation de la ville de Duékoué notre prélèvement s'est limité à sa zone périphérique qui est le quartier Père-thête. C'est un quartier en habitation. Les cartes des figures 6, 7, 8, 9 présentent l'évolution du contour de la ville dans sa zone sud-est. Le positionnement des points enquêtés montre la dynamique d'occupation spatiale des consommateurs d'électricité.

En effet, en faisant une rétrospection de l'état des lieux de 2007 à 2019, nous constatons que le taux de points de consommations entrant dans le contour en d'autre terme, la superficie croit dans le temps ce qui explique l'évolution spatiale de la ville.

Ce constat peut donc être rapporté à toutes les zones périphériques habitables de la ville et aboutir à la conclusion suivante :

La dynamique d'occupation de la ville de Duékoué causée par l'accroissement de sa population implique un besoin croissant en énergie électrique de cette population. Et comme majoritairement c'est le courant électrique distribué par la CIE qui constitue la première demande en énergie électrique, alors la CI-Energie est donc appelée à interagir face à cette sollicitation en disposant d'une technique de distribution convenable et efficace.

Ainsi les cartes 6, 7, 8, 9 résumant la présentation des paramètres sur le site enquêté.

Résultats et discussion

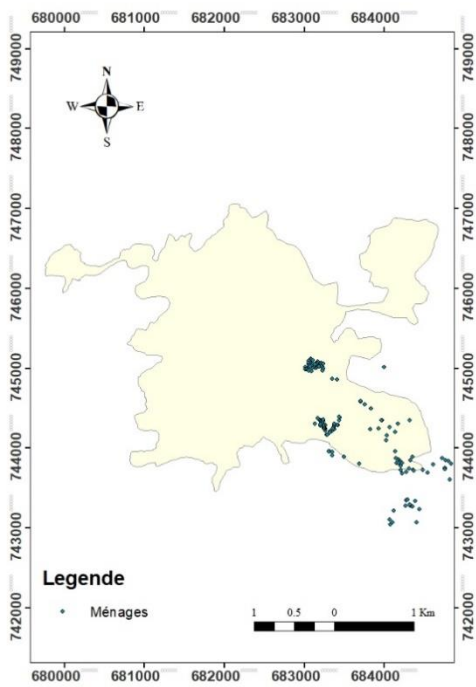


Figure 7 : Taux d'augmentation 2007

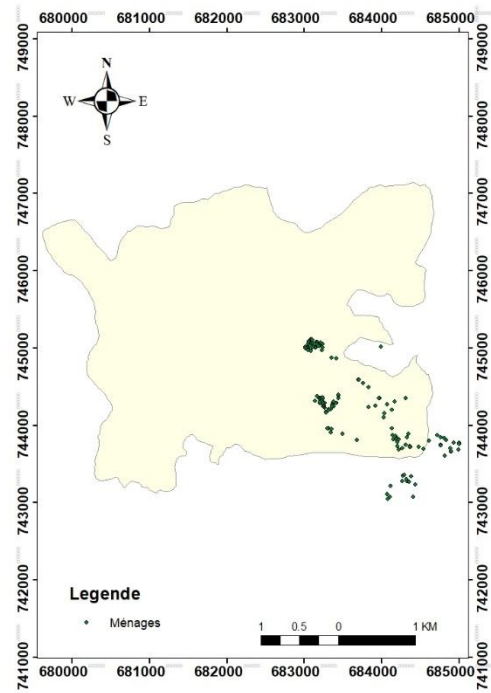


Figure 8 : Taux d'augmentation 2013

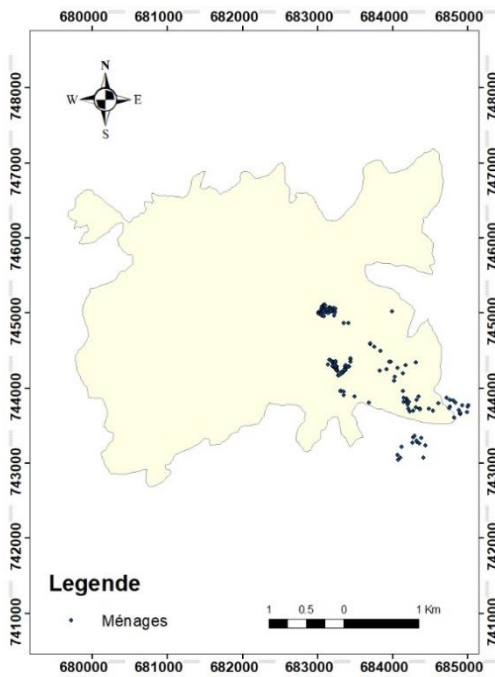


Figure 9 : Taux d'augmentation 2016

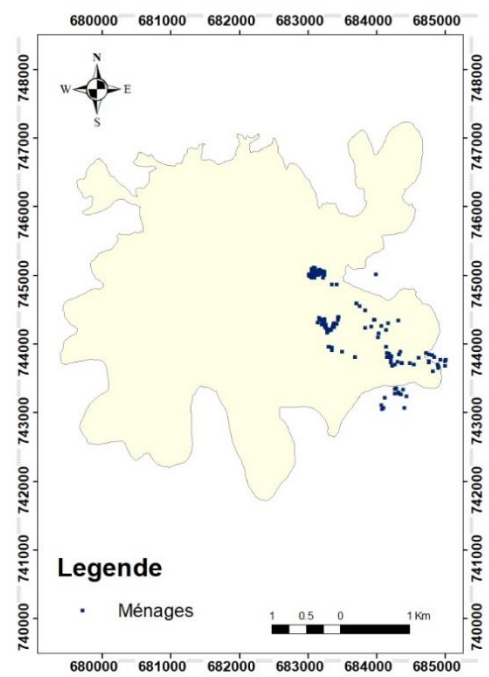


Figure 10 : Taux d'augmentation 2019

I-2- Consommation antérieure de la population

Le raccordement de la ville de Duékoué au réseau électrique national est fait par CI-ENERGIE qui a pris deux dispositions essentielles en faveur des consommateurs :

- disposition technique, qui est l'ensemble que forment le raccordement des abonnés, les installations des lignes, la maintenance et l'entretien du réseau de distribution. La distribution technique de la ville de Duékoué couvre la moyenne tension (MT) et la basse Tension (BT).
- disposition commerciale, qui est l'ensemble que forment l'établissement des factures, la souscription d'abonnement, le relevé des compteurs, la distribution et le paiement des quittances.

On a quatre types de clients dont les clients Moyenne Tension (MT), les clients Basse Tension (BT) au forfait et les clients BT au compteur et l'Etat (administrations publiques, membres du gouvernement, hôpitaux, les hautes personnalités militaires et civiles).

Les résultats d'enquête auprès des autorités de la CIE de Duékoué nous permettent de quantifier la consommation électrique de Duékoué avant 2020 (Tableau IV)

Tableau IV: Statistiques d'exploitation du réseau électrique de distribution de la ville de Duékoué

		2017	2018	2019	
Energie fournie au réseau de distribution (Logoualé, Bangolo, Duékoué, Guiglo) en Mwh		76 723	78 877	80 674	
Production moyenne annuelle (Duékoué) en Mwh		28 387,51	29 184,49	29 812,57	
Energie facturée en Mwh	Compteur classique	17 030	16 088	15 229	
	Compteur électronique	3 362	3 550	4 885	
	Clients HT	6 679	6 597	5 972	
	Total	27 071	26 235	26 086	
Perte	En %	4,64	10,11	12,5	
Nombre d'abonnés	MT	26	27	29	
	BT	électronique	4 491	5 341	7 698
		classique	6 656	6 944	6 660

Résultats et discussion

En regardant le tableau IV des statistiques d'exploitation du réseau électrique de distribution de la ville de Duékoué, on constate une croissance annuelle de l'énergie électrique fournie au réseau de distribution de la localité (Logoualé, Bangolo, Duékoué, Guiglo). Cette énergie nous a permis de générer la production annuelle de Duékoué. Une partie de cette énergie fournie a été consommée sous trois angles :

- Compteur classique : qui désigne l'ensemble des consommateurs qui possèdent un abonnement par compteur qu'on appelle communément à disque ;
- Compteur électronique : qui désigne l'ensemble des consommateurs qui possèdent un abonnement par compteur à carte ;
- Client MT qui désigne les clients connectés à la moyenne tension

Les agents de la CIE nous ont fournis les rapports annuels des 2017, 2018 et de 2019. Nous avons également fait le constat qu'une grande partie des clients BT sont au forfait. C'est-à-dire qu'ils ne paient pas leur consommation réelle. Cela explique une grande partie des pertes au niveau de l'énergie facturée, à cause du décalage entre la consommation estimée et réelle de ces consommateurs. Les clients d'Etat et les agents de la CIE ne paient pas de facture d'électricité à la mesure de leur consommation, ceci est aussi une source de perte.

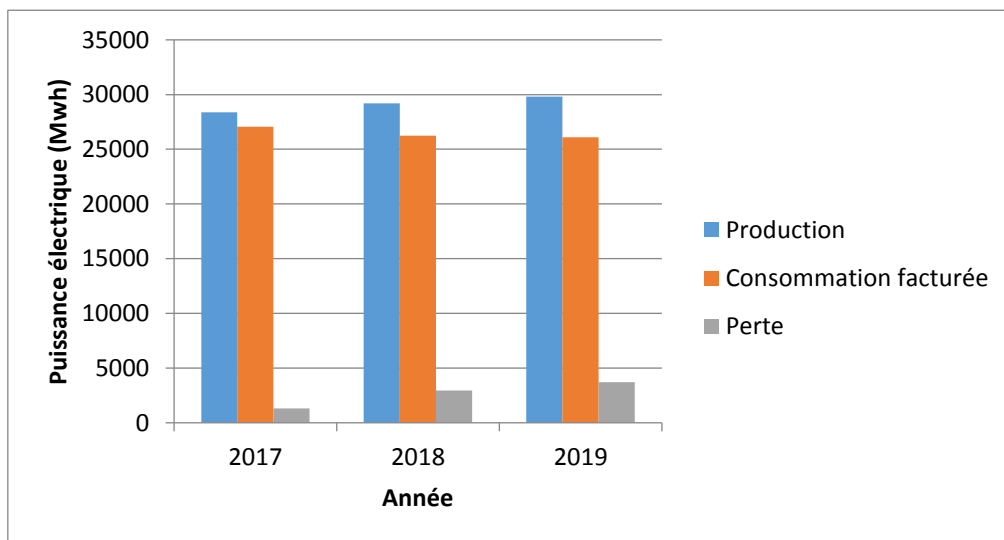


Figure 11 : Perte annuelle d'électricité à Duékoué (Kwh)

On remarque que les pertes sont grandissantes, ce qui s'explique par la surcharge des lignes 33kV et des transformateurs ainsi que des abonnés au forfait et des branchements pirates. Soit 7,86 % de la production électrique perdue en si peu de temps, en deux ans (de 2017 à 2019).

I-3- Caractérisation de la population enquêtée et de l'équipement

Sur la figure 10 se trouve les différents points enquêtés.

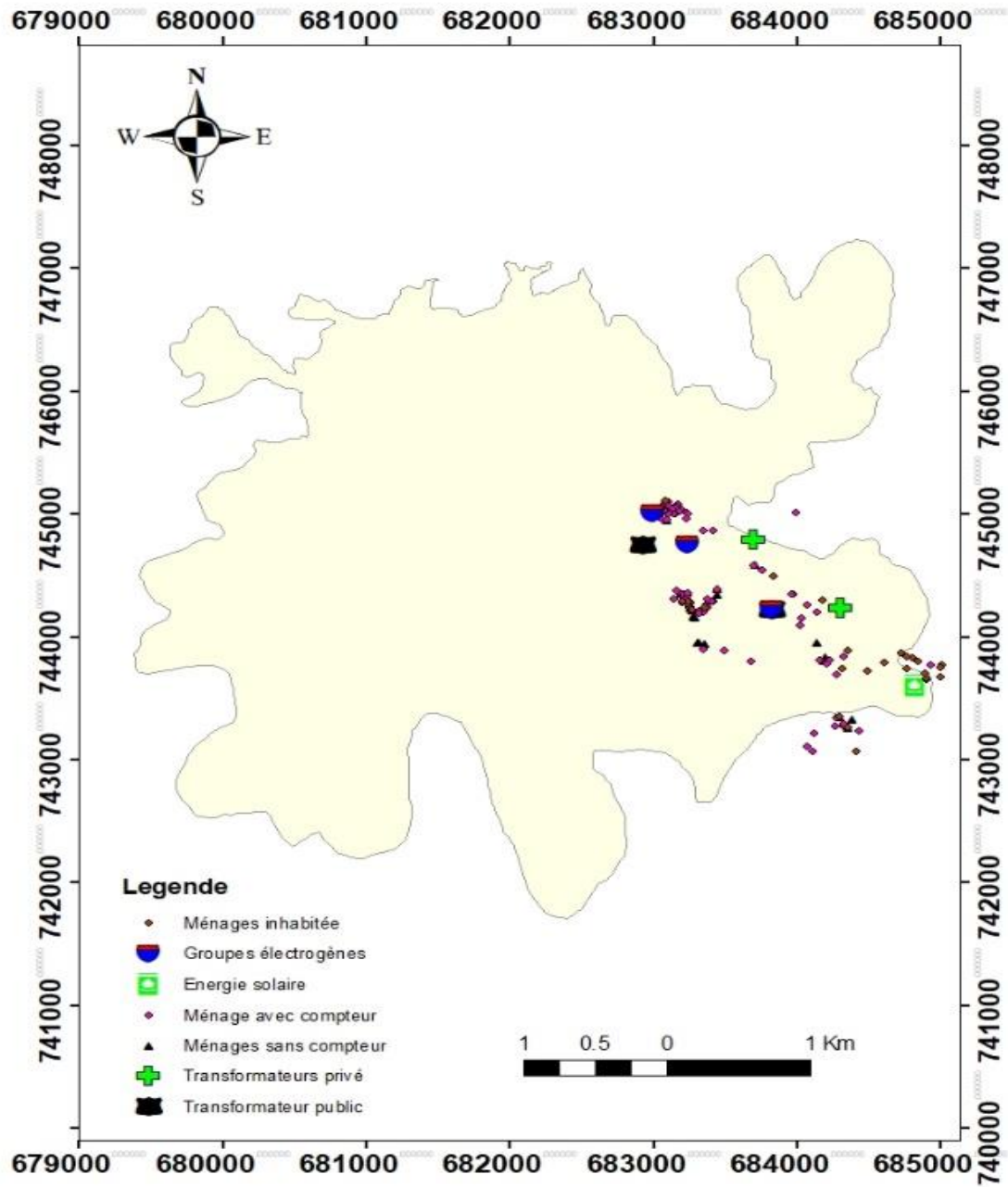


Figure 12 : Différents consommateurs enquêtés

Résultats et discussion

A travers cette figure, nous identifions trois sources d'énergie électrique consommées par les résidents du quartier Père-Thète : l'énergie électrique d'origine CIE (principalement), l'énergie solaire et les groupes électrogènes.

Pour les consommateurs de l'énergie électrique d'origine CIE, deux classes se distinguent : celle des consommateurs sans compteur électrique et celle des consommateurs possédant au moins un compteur électrique. Cela révèle un caractère non réglementaire à côté d'un caractère légal. En effet, ne pas posséder de compteur sous-entend non seulement qu'un second ménage s'appuie parallèlement sur un premier ménage, mais aussi un branchement anarchique sur le réseau électrique (réseau pirate) distribué pour une demande quantitative bien précise. Dès lors il s'en suit une détérioration de la qualité et une mauvaise gestion de la quantité de l'énergie distribuée. La figure 11 présente des branchements jugés d'anarchique dans la localité de Duékoué.



Figure 13 : Branchements anarchiques

I-4- Consommation estimative et prévisionnelle de la population

Les résidences ont été choisies pour leur représentativité du quartier dans son ensemble. Cette représentativité s'articulait autour des trois (3) critères suivants :

- Le type de maison
- La localisation géographique dans le quartier
- L'accès à l'électricité du ménage.

Résultats et discussion

Toutes les résidences visitées hormis celles inhabitées et celles qui disposent pas de l'électricité (100 au total) disposaient au minimum d'un téléviseur, d'un magnétoscope et d'un système de son.

Des clients visités détiennent une unité de climatisation qu'ils n'utilisent presque pas à cause des baisses de tension intensive aux heures de pointe sauf si le client possède une autre source d'énergie. Quant à la ventilation, les ménages utilisent des ventilateurs dont le nombre varie en fonction des pièces du ménage.

Parmi ces clients, certains sont dit des clients commerciaux et institutionnels (hôtel, église, cyber...).

Dans le tableau V, nous aurons un aperçu des consommations de certains électroménagers sur une année.

Résultats et discussion

Tableau V: Consommation estimative des différents appareils (Consommation moyenne des électroménagers, Août 2009)

	Type d'appareil	Puissance de l'appareil (w)	Période d'utilisation	Fréquence d'utilisation	Consommation moyenne annuelle (kWh)	Nombre d'appareils recensés	Consommation moyenne annuelle par type d'appareil (kWh)
Froid	Congélateur	15 à 20	365 jours	En continu	696	51	35496
	Réfrigérateur	200 à 350	365 jours	En continu	1320	13	17160
	Ventilateur	25	365 jours	12h/jour	110	276	30360
	Climatiseur	2600 à 4000	365 jours	5h/jour	7665	42	321930
	TV PLASMA en service 94 cm	250	365 jours	4h/jour	335	146	46910
	TV PLASMA en mode veille 94 cm	0,7	365 jours	En continu	6		876
	Ordinateur avec écran cathodique	100 à 120	365 jours	4h/jour	161	12	1932
	Ordinateur écran cathodique en veille	40 à 60	365 jours	En continu	40		480
	Ordinateur avec écran plat en service	70 à 80	365 jours	4h/jour	107	10	1070
	Ordinateur avec écran plat en veille	3	365 jours	En continu	24		240
Eclairage	Eclairage économique	12	365 jours	5 h/jour	20	-	
	Ampoule à incandescence classique	3	365 jours	5 h/jour	101	-	
Chauffage	Chauffe-eau	40 à 60	240 jours	6 h/jour	72	26	1872

Au total, nous obtenons une consommation moyenne annuelle par type d'appareil de 458 326 Kwh.

Résultats et discussion

Le tableau VI présente le nombre estimatif d'ampoules en fonction du type de maison

Tableau VI: Nombre estimatif d'ampoules en fonction du type de maison

Type de maison	Nombre d'ampoule
Une chambre	2
Studio américain	6
Deux pièces (1 chambre + salon)	6
Trois pièces (2 chambres + salon)	10
Quatre pièces (3 chambres + salon)	12
Cinq pièces (4 chambres + salon)	14
Six pièces (5 chambres + salon)	18

Considérant la consommation estimative par type d'appareil qui en résulte suite au calcul, l'on évalue le total de puissance électrique consommée par la population enquêtée. Cela revient à faire la somme de toute la consommation des appareils. Mais avant, nous avons calculé la consommation des ampoules en s'appuyant sur le nombre total de pièces pour toutes les maisons confondues : 314 pièces hormis les entreprises et les structures à caractère administratif (10). Cela revient approximativement à 31714 Kwh à laquelle il faut ajouter 458326 Kwh pour obtenir 490040 Kwh.

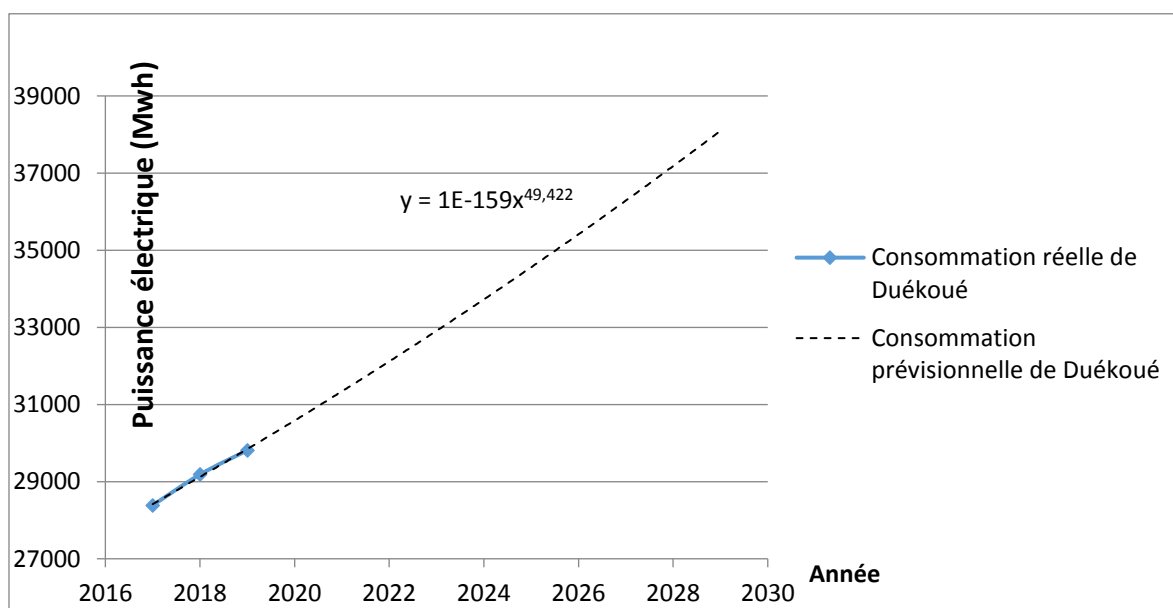


Figure 7 : Consommation prévisionnelle de Duékoué (en Mwh)

La tendance du besoin en électricité de la ville de Duékoué est très croissante selon la fonction $y = 1E-159x^{49,422}$. “y” étant la consommation en fonction des années “x”. Un tel résultat d’une grande importance, prédit le temps d’intervention des agents de CI-Energie et de la CIE dans la planification de l’adaptation de leurs équipements au besoin des consommateurs.

I-5- Rendement actuel et prévisionnel de la distribution électrique

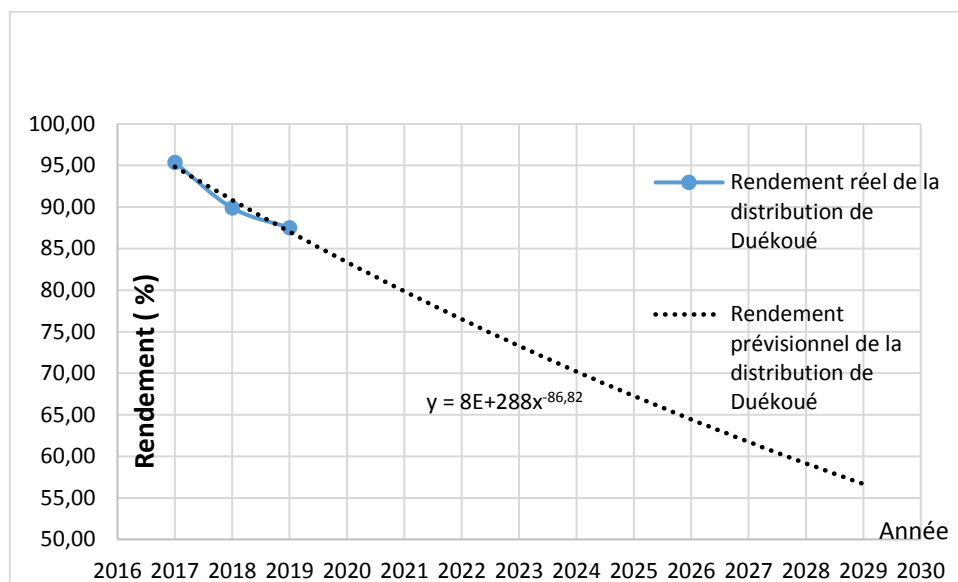


Figure 8 : Rendement réel de la distribution de Duékoué

Les informations recueillies sur l’ensemble du réseau de Duékoué ont permis de représenter le graphe ci-dessus. Il s’agit de la puissance électrique totale (facturée et non facturée) mise à la disposition des consommateurs.

Le graphique de la figure 10 montrent le rendement au niveau du réseau diminue avec une progression d’environ 5%chaque deux ans. Ainsi en faisant le rapport entre la production facturée et la production injectée dans le réseau de distribution, on atteindra un rendement qui tend vers 50% d’ici l’an 2030.

On constate une baisse rapide de rendement de 2017 à 2029 à 57 %, soit environ 38 % d’énergie perdue en 12 ans. . Il ressort de ce constat qu’une étude de correction et de planification s’avère nécessaire pour prévenir le déficit en électricité facturée.

II- DISCUSSION

L'Agence Internationale de l'Energie (AIE), dans son rapport 2010 indique que les besoins énergétiques mondiaux augmenteront d'environ un tiers d'ici à 2035 (Touré, 2014).

L'enquête menée dans la filière électricité dans la localité de Duékoué (quartier Père-thête) a montré une certaine insuffisance et problèmes rencontrés dans le secteur de distribution de ladite localité.

Actuellement, le réseau électrique de distribution ne répond plus à la demande en électricité, pour cela il faudrait le moderniser et l'optimiser en prenant comme horizon les dix (10) ans afin d'améliorer la politique du secteur, la distribution de l'électricité, l'injection de l'énergie dans la ville de Duékoué en générale et le quartier Père-thête en particulier, d'augmenter le taux d'accès à l'électricité à environ 90% et d'éradiquer les délestages chez les usagers.

En 2007, la ville de Duékoué avait une superficie de $10,44 \text{ km}^2$ puis en 2013 sa superficie devient $13,59 \text{ km}^2$. Aujourd'hui elle s'étale sur $18,15 \text{ km}^2$ et demain cette ville continuera d'évoluer d'où une forte demande prévu dans les années à venir. Cette augmentation de la superficie de la ville est en rapport avec l'évolution de la population d'où un besoin un peu plus considérable en électricité. Ces résultats sont similaires à ceux de Iwandza *et al.* (2015), qui souligne les problèmes liés au réseau électrique de distribution du Congo. Ce réseau ne répond plus à la demande en électricité à cause de l'évolution de la ville de Brazzaville. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que la ville de Duékoué soit la capitale de la région du Guémon. En effet, elle constitue un carrefour où de nombreuses personnes viennent dans le but d'acquérir un métier ou même pour la création d'entreprise. Ce qui explique l'évolution brusque de sa population. A ce déplacement massif des jeunes ivoiriens, s'ajoute une forte communauté d'allochtones composées de plusieurs groupes d'allogènes tels que les maliens, les burkinabés, les nigériens, les guinéens, les libériens etc (CI-ENERGIE, 2017). Alors les transformateurs mis à la disposition des populations n'arrivent plus à satisfaire les besoins de ceux-ci.

Les résultats de cette étude révèlent qu'avant la crise poste électorale, tous les villages de la localité de Duékoué et même la commune de Duékoué étaient électrifiés mais aujourd'hui six (6) villages sur dix (10) le sont. Ce résultat pourrait s'expliquer par la destruction de poste et d'appareils de distribution.

Toutes les données utilisées sont issues des rapports annuels de la CIE de la localité de Duékoué. Toutefois les rapports concernant le quartier enquêté n'ont pas été fournis. Au vue de ce qui précède, il est difficile d'accéder aux données détaillées sur l'électricité au quartier Père-thête.

Résultats et discussion

Au cours des prospections menées à la CIE de Duékoué, on enregistre des pertes dans le réseau de distribution à deux (2) niveaux, cela diminue la production :

- Les pertes techniques qui sont les pertes de puissance active qui interviennent dans les réseaux.

Ces pertes sont constituées des pertes dans les lignes de distribution par effet joule et des pertes dans les transformateurs par effet joule dans les enroulements et par l'hystérésis des entrefers et les pertes liées à la mauvaise qualité des compteurs. Comme le souligne Iwandza *et al.* (2015), dans plusieurs pays, l'évaluation physique des pertes est réalisée par l'audit des pertes techniques fait par un cabinet spécialisé.

Pour le cas du quartier Père-Thête, l'utilisation des compteurs intelligents à prépaiement est recommandée pour l'évaluation des pertes techniques sur les lignes de distribution, car elle permet de garantir l'encaissement des consommations réellement effectuées.

Afin de diminuer les pertes dans les transformateurs des postes MT/BT, nous recommandons

- ✓ Pour les zones moins denses, des transformateurs de 160kVA et nous limitons à chaque transformateur un rayon d'action de 1Km ;
 - ✓ Pour les zones plus denses, des transformateurs de 400kVA et nous limitons à chaque transformateur un rayon d'action de 500m
- Les pertes non techniques ou pertes commerciales sont dues :
 - ✓ A la facturation au forfait des clients. A Duékoué, la plupart des abonnés de la CIE sont facturés au forfait et ceux-ci dépassent souvent leur plage de consommation ;
 - ✓ Aux fraudes sur les compteurs ;
 - ✓ Aux branchements pirates.

Il est important de signaler l'importance des compteurs intelligents pour limiter les pertes. En effet, il faut remplacer les compteurs électromécaniques actuels par des compteurs intelligents à prépaiement doté de multiples avantages parmi lesquels s'inscrit : la réduction des pertes commerciales liées aux causes diverses (fraude, relevé erroné, branchement pirate etc...), l'augmentation du nombre d'abonnés, la fiabilité et la diversité des informations mesurées et enregistrées (puissance, courant, énergie, tension).

Parallèlement aux techniques d'entretien courant, il serait plus que nécessaire de revoir l'ensemble des procédures d'entretien et de gestion des équipements, pour une bonne optimisation de la distribution. Un chronogramme d'intervention devra être défini, pour programmer les différentes interventions à faire sur le réseau, ainsi qu'un suivi des prévisions de production pour déterminer celles de ses infrastructures.

Résultats et discussion

Au-delà de sa fonction de produire et d'acheminer l'électricité jusqu'aux consommateurs, le système électrique, dans son ensemble, cumule plusieurs autres fonctions qui sont d'assurer la continuité de l'alimentation, l'équilibre entre la production et la consommation (puisque l'électricité ne se stocke pas à grande échelle à un coût raisonnable), la sécurité des biens et des personnes. Bien entendu, ces fonctions doivent être assurées à moindre coût.

L'habitat dans la Commune de Duékoué est caractérisé par un type haut standing, un type moyen et bas standing dans tous les quartiers.

Pour une population de 314 pièces enquêtées, la consommation estimative relevée est de 490040 Kwh.

En faisant la simulation de la pointe de la demande sur dix (10) ans avec une augmentation linéaire d'équation $y = 1E-159x^{49.422}$ nous atteignons pratiquement 38000 voire 39000 Mwh d'ici 2030 alors l'on doit prendre des mesures pour satisfaire la population avenir.

Avec une demande de 38000 Mwh voire 39000 Mwh d'ici l'horizon 2030, les transformateurs de capacité de 400KVA seront plus commodes. Des calculs ont été faits pour connaître la consommation moyenne estimative de différents types de maisons rencontrées. La population échantillonnée n'est cependant pas homogène. En effet, la consommation électrique journalière fluctue selon le type d'habitation.

CONCLUSION

Conclusion

L'étude menée dans le cadre du mémoire de master sur le thème « Optimisation du réseau électrique dans la localité de Duékoué » est axée sur le projet PTDAE initié par CI-Energie et financé par la Banque Mondiale. Elle est circonscrite à la ville de Duékoué, chef-lieu de la région du Guémon. Cette étude avait pour but de proposer à long terme, une utilisation optimale de l'électricité fournie à la ville de Duékoué qui est en urbanisation.

L'étude du réseau de distribution d'électricité à Duékoué s'est appuyée non seulement sur les données disponibles auprès de la mairie, de la compagnie ivoirienne d'électricité, du Ministère de la construction de Duékoué, mais aussi sur les données prélevées dans un quartier témoin du sud-ouest de la ville, quartier Père-Thète.

La chaîne de distribution, de consommation et de facturation du courant électrique engage différents maillons dont la CI-Energie, la CIE, les clients facturés, les clients non facturés et les équipements techniques. L'évaluation du rapport entre l'énergie injectée et l'énergie facturée montre l'existence d'une perte considérable et grandissante au fil des années. Le rendement, paramètre indicatif de la qualité du travail opéré dans la production et la facturation de l'électricité présente une tendance régressive. Toutes ces défaillances sont occasionnées par des pertes électriques de diverses sources.

L'évaluation des consommations des populations afin d'optimiser le réseau de distribution passe donc par une limitation des pertes et une forte prévention de la demande qui pourrait susciter un réel problème à venir dans le réseau.

Les résultats de l'enquête vers les consommateurs dans certains endroits ont montré l'utilisation frauduleuse de l'électricité dans la localité à travers nombreux branchements anarchiques.

Pour éviter les pertes dans le réseau électrique de distribution, il faudrait :

- renforcer tout en augmentant et modernisant les postes HT/MT afin de former une boucle et des postes MT/BT ;
- installer des compteurs intelligents à prépaiement pour avoir une tarification réelle et améliorer le réseau électrique de distribution ;
- supprimer les abonnements au forfait ;
- mettre tous les clients états au réel ;
- recruter et former de nouveaux commerciaux pour assurer de meilleurs recouvrements ;
- réduire le périmètre d'alimentation des postes pour diminuer les pertes ;
- construire un centre de conduite du réseau électrique dans la ville de Duékoué ;
- améliorer le corps du réseau électrique de distribution.

Dans une perspective proche, ce travail devrait être poursuivi dans les directions suivantes :

Conclusion

- Amélioration des performances techniques, commerciales et financières du réseau électrique
- Etudier à tous les niveaux la chaîne de l'électricité depuis la source de production jusqu'aux consommateurs.

REFERENCES

Références

- Anonym 1 (2020). <https://fr.eni.com/particuliers/maitriser-sa-consommation/le-guide-de-l-electricite/comment-fonctionne-une-centrale-electrique>. Consulté le 21 juillet 2020.
- Anonym 2 (2020). <https://www.cours-gratuit.com/cours-energie-electrique/cours-sur-le-transport-de-l-energie-electrique>. Consulté le 15 avril 2020.
- Blanchon G. & Dodu J.C. (1990). Optimisation des réseaux électriques de grande taille. *Conférence Internationale Analyse et Optimisation des Systèmes*, 423-424.
- Braun C. (2017). Aide à la distribution et exploitation électrique : simulation et optimisation. Mémoire de master, Faculté d'informatique, Université de Namur (Bruxelles, Belgique), 80 p.
- CI-ENERGIE (2017). Projet de Transport, de Distribution et d'Accès à l'Electricité (PTDAE) : cadre de politique de réinstallation (CPR). Rapport final, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 119 p.
- Fergani O.S. (2017). Optimisation du réseau d'un tertiaire alimenté par une source solaire, Thèse de Doctorat, Technique de l'énergie électrique, Université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed Boudiaf (Oran, Algérie), 149 p.
- Gladkikh E. (2015). Optimisation de l'architecture des réseaux de distribution de l'énergie électrique. Thèse de Doctorat, énergie électrique, Université Grenoble Alpes (France), 158 p.
- Iwandza P.R., Kouangha R., Mouambiko M.C. & Moukougoumi O.M. (2015). L'amélioration de la distribution électrique à Brazzaville : le socle nécessaire pour l'optimisation de la distribution électrique en République du Congo, Congo, 53 p.
- Kitandala R., Djaigbe P., Kinane M. I., Baiod S., Rugumba A., Bernoussi A. & Amadkou Z. (2014). Projet de renforcement du réseau de transport et d'électrification rurale, Côte d'Ivoire, 23 p.
- Schonek j. & Vernay M. (2002). L'alimentation des circuits d'éclairage. *Cahier Technique Schneider Electric n° 205*, 90 p. Consulté le 17 Mars 2020.
- SEFA (Sustainable Energie For All). (2012). Evaluation rapide et analyse des gaps de la Cote d'Ivoire : Energie durable pour tous. Conférence des Nations Unies sur le Développement Durable, Rio+20. (Rio de Janeiro, Brésil), 44 p.
- Sidrach M.C., & Mora L.L. (1992). *Optimization of hybrid photovoltaic/auxiliary generator systems for installations of rural electrification*, proceedings of the 11th Photovoltaic E.C. Solar Energy Conference, Montreux, Suisse, pp. 1287-1290.

Références

- Stoyanov L., Notton G., & Lazarov V. (2007). Optimisation des systèmes multi-sources de production d'électricité à énergies renouvelables, *Revue des Energies Renouvelables*, 10 (1) : 1.
- Touré S. (2014). Optimisation des réseaux : « réseau actif et flexible ». Thèse de Doctorat, Energie électrique, Université De Grenoble (France), 250 p.
- ANARE-CI (2018). Rapport d'activités. Côte d'Ivoire, 103 p.
- DODU J.C. (1978). Modèle dynamique d'optimisation à long terme d'un réseau de transport d'énergie électrique. *Recherche opérationnelle*, tome 12, n 2 : 141-167
- Anonym 2(2020).
- https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_distribution_%C3%A9lectrique.
Consulté le 27 juillet 2020.

ANNEXES

Annexes

2. Questionnaire adressé à la CIE

Année									
Production moyenne annuelle									
Energie fournie au réseau de distribution									
Energie facturée	En Mwh								
	En FCFA								
Perte	En Mwh								
	En %								
Nombre d'abonnés	MT								
	BT	Forfait							

Résumé

Pour une demande de plus en plus croissante de l'électricité dans les différentes localités, il convient d'adapter les appareils de production, de transport et de distribution de l'électricité à la demande. A l'opposé d'une demande grandissante, l'on enregistre dans la ville de Duékoué des pertes techniques et non techniques de l'électricité estimées à 7,86% de 2017 à 2019. Cela amène ainsi au rabais la quantité d'électricité distribuée et facturée. Les conclusions de la présente étude met à la disposition de CI-ENERGIE et de CIE des résultats pour l'atteinte d'une meilleure satisfaction des besoins des consommateurs en vue de l'amélioration de l'accès à l'électricité et de l'amélioration de leurs performances technique, commerciale et financière. La dynamique spatiale de la population implique un besoin croissant en électricité à Duékoué. Aussi, de l'exploitation des données de 2020, notre étude montre une décroissance linéaire du rendement (électricité facturée sur électricité injectée) de la structure. Dès lors, une prédiction de la demande en électricité est mise à disposition afin de permettre à CI-ENERGIE une meilleure planification conduisant à une optimisation de sa production injectée dans le réseau électrique de Duékoué.

Mot clés : Réseau électrique ; distribution électrique ; optimisation ; Duékoué.

ABSTRACT

In order to meet the ever-increasing demand for electricity in the various localities, the devices used to generate, transmit and distribute electricity must be adapted to the demand. In contrast to the growing demand, the city of Duékoué is recording technical and non-technical losses of electricity estimated at 7.86% from 2017 to 2019. This leads to a reduction in the amount of electricity distributed and billed. The conclusions of this study provide CI-ENERGIE and CIE with results for the achievement of a better satisfaction of the needs of consumers with a view to improving access to electricity and improving their technical, commercial and financial performance. The spatial dynamics of the population implies a growing need for electricity in Duékoué. Therefore, from the exploitation of 2020 data, our study shows a linear decrease in the efficiency (electricity billed on electricity injected) of the structure. Therefore, a prediction of the electricity demand is made available in order to allow CI-ENERGIE a better planning leading to an optimization of its production injected into the Duékoué power grid.

Keywords: Electrical network; electrical distribution; optimization; Duékoué