



**ANALYSE DE L'APPORT DES ENERGIES RENOUVELABLES DANS
L'OFFRE ENERGETIQUE DE LA SOCIETE D'ELECTRICITE DE
GUINEE (EDG) : CAS DE LA CENTRALE HYDROELECTRIQUE DE
KALETA**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE
MASTER

OPTION : GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE

Présenté et soutenu publiquement le 03 juillet 2019 par :

Alain GBILIMOU

Encadrant 2iE : Justin BASSOLE, Enseignant au département GEEL.

Maître de stage : Mohamoud MAGASSOUBA, Ingénieur Electromécanicien

Chef de département hydro électromécanique au projet Souapiti.

Structure d'accueil : SOGES – PAHS

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Daniel YAMEGUEU

Membres et correcteurs : Dr Moussa Y. SORO

Ing. Justin BASSOLE

Promotion [2018/2019]

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce travail a nécessité l'intervention de nombreuses personnes, que nous remercions très sincèrement pour leur collaboration active.

Nos remerciements s'adressent particulièrement à :

- ✓ L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) pour la formation de qualité des jeunes africains dans les secteurs public et privé.
- ✓ Monsieur Justin **BASSOLE**, mon encadreur de 2iE pour sa disponibilité, ses remarques et suggestions et à tout le corps professoral de 2iE pour l'enseignement et la formation reçus, parts importantes à toute réalisation humaine.
- ✓ Monsieur Amara **CAMARA** Directeur Général du Projet d'Aménagement Hydroélectrique de Souapiti (PAHS) pour m'avoir offert un stage d'une durée de 8 mois au sein de sa structure.
- ✓ Monsieur Morlaye Karo **TOURE** Directeur Général Adjoint Chargé de la Gestion Technique et,
- ✓ Monsieur Foromo Denis **SAGNO** Directeur Général Adjoint Chargé de l'Administration et des Finances ; pour leur soutien technique et financier pendant le stage.
- ✓ Monsieur Mohamoud **MAGASSOUBA**, mon maître de stage Chef de département Hydro-Electro-Mécanique de PAHS pour ses critiques et suggestions dans l'élaboration de ce document.
- ✓ Tous les travailleurs de SOUAPITI pour leur accueil.
- ✓ Maman Seny **PRICEMOU**, ma mère pour ses bénédictions et son soutien constant.
- ✓ Son Excellence Monsieur Abdoulaye Yero **BALDE**, Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, pour son intervention à toutes les étapes de la formation.
- ✓ Docteur Oumar **KEITA**, Directeur Général de l'Institut Supérieur des Mines et de la Géologie de Boké, qui n'a ménagé aucun effort pour la réussite de cette formation.
- ✓ J'exprime mes amitiés sincères à mes camarades de promotion pour les moments inoubliables.
- ✓ Enfin je tiens à remercier tous ceux qui de près ou de loin ont contribué d'une manière ou d'une autre, à la réussite de cette formation.

DEDICACES

Je dédie ce présent Mémoire :

✚ *A mon feu père Nyankoye Apollinaire **GBILIMOU** dont l'affection et les instructions guident quotidiennement mes pas dans le combat de la vie.*

✚ *A ma tendre et aimable mère Seny **PRICEMOU**.*

✚ *A mes adorables enfants Joseph Racine **GBILIMOU** et Seny Mariame **GBILIMOU**.*

CITATION :

" Il n'y a pas point de bonheur sans courage, ni de vertu sans combat "

Jean Jacques ROUSSEAU
Artiste, Ecrivain Philosophe (1712-1778)

RESUME

La contribution des énergies renouvelables (EnR) dans l'offre énergétique de la société d'Electricité de Guinée (EDG) se résume à nos jours à l'apport de l'hydroélectricité qui a contribué à **72%** de la production totale en 2018. Le but de cette étude est d'analyser l'apport des EnR dans l'offre énergétique de l'EDG. A travers cette analyse, nous montrons en nous appuyant sur l'inventaire du potentiel hydroélectrique de la Guinée, estimé à **6000 MW**, l'impérieuse nécessité de choisir l'option de la mise en valeur des énergies renouvelables et la réduction du mode de production thermique. Cette option a retenu notre attention au regard des multiples inconvénients de la production thermique en comparaison aux avantages des EnR.

Les résultats de notre étude ont permis de comprendre les impacts positifs, dans le processus de la fourniture d'électricité au réseau interconnecté de Conakry, de la centrale de Kaléta depuis sa mise en service en mai 2015. Kaléta a contribué à une baisse des charges de fonctionnement (achat du carburant et autres consommables) de 31% soit **122 milliards** de franc guinéens équivalent à **13.224.931,76 USD**. La production de Kaléta représente environ 43% du parc de la production nationale. La situation d'exploitation a connu une grande amélioration avec une augmentation de 44% d'électricité produite et distribuée entre 2015 et 2018 et une baisse substantielle des temps de coupure de 40%.

L'apport de Kaléta et l'existence d'un potentiel considérable pour l'hydroélectricité et le solaire ; la préservation de l'environnement pour les générations présentes et futures par l'utilisation d'énergies non polluantes, la volonté d'Etat de tendre vers l'indépendance énergétique sont autant de raisons qui nous amènent à plaider pour un mix énergétique à travers une combinaison rationnelle de la source hydroélectrique, solaire et du thermique.

Mots Clés :

1. Analyse
2. Hydroélectricité
3. Energies Renouvelables (EnR)
4. Impacts
5. Mix énergétique

ABSTRACT

The contribution of renewable energies (RE) in the energy supply of the company Electricity of Guinea (EDG) is summarized today to the contribution of hydroelectricity which contributed to **72%** of the total production in 2018. The purpose of this study is to analyze the contribution of renewable energy in the energy supply of EDG. Through this analysis, we show, based on the inventory of Guinea's hydropower potential, estimated at **6000 MW**, the imperative need to choose the option of the development of renewable energies and the reduction of thermal production mode. This option caught our attention with regard to the multiple disadvantages of thermal generation compared to the advantages of renewable energy.

The results of our study have made it possible to understand the positive impacts, in the process of the supply of electricity to the interconnected network of Conakry, of the Kaleta power station since it was commissioned in May 2015. Kaleta has contributed to a reduction of the charges. operating cost (purchase of fuel and other consumables) of 31% or **122 billion** Guinean francs equivalent to **13.224.931,76 USD**. Kaleta production represents about 43% of the national production fleet. The operating situation has improved significantly with a 44% increase in electricity produced and distributed between 2015 and 2018 and a substantial reduction in cut-off times of 40%.

The contribution of Kaleta, The existence of considerable potential for hydroelectricity and solar; the preservation of the environment for present and future generations through the use of non-polluting energies, the will of the State to strive towards energy independence are all reasons which lead us to plead for an energy mix through a rational combination of hydroelectric, solar and thermal sources.

KEYWORDS

1. **Analysis**
2. **Hydroelectricity**
3. **Renewable Energy**
4. **Impacts**
5. **Energy mix**

LISTE DES ABREVIATIONS

2IE	Institut International d'Ingénierie de L'Eau et de L'Environnement
AFD	Agence Française de Développement
CLSG	L'Interconnexion de la Cote D'ivoire, Liberia, Sierra Leone et la Guinée
CO₂	Dioxyde de carbone
DDO	Distillate Diesel Oil (Huile Diesel Distillée)
DPT	Direction de Production et du Transport de l'EDG
DNE	Direction Nationale de l'Energie
E	Energie en MWh
E&M	Exploitation et Maintenance
EDG	Electricité De Guinée
GEEI	Génie Electrique, Energétique Et Industriel
GES	Gaz à Effet de Serre
GWh	Gigawatt-heure
IPP	Producteur Prive Indépendant ou Independent Private Production
IRENA	International Renewable Energy Agency
kWh	Kilo-Watt-Heure
MUSD	Million de dollars américain
MW	Mégawatt
OMVG	Organisation de la Mise en Valeur du fleuve Gambie
OMVS	Organisation de la Mise en Valeur du fleuve Sénégal
PAHS	Projet d'Aménagement Hydroélectrique de Souapiti
PCI	Pouvoir Calorifique Intérieur
PV	Photovoltaïque
Q	Débit en m ³ /s
SA	Société Anonyme
SIE	Système D'Information Energétique
SOGES	Société de Gestion et d'Exploitation de Souapiti
TCAM	Taux De Croissance Annuel Moyen
TEP	Tonne Equivalent Pétrole
WAPP	West Africa Power Pool

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	I
DEDICACES	II
CITATION :	III
RESUME	IV
LISTE DES ABREVIATIONS	VI
I. INTRODUCTION	5
1. Contexte et problématique	5
2. Présentation de la structure d'accueil :	7
3. Historique du projet Souapiti :	7
4. Description et localisation de l'aménagement hydroélectrique de Kaléta.....	8
II. OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS	10
1. Objectif général	10
2. Objectifs spécifiques	10
3. Questions de Recherches.....	10
4. Résultats attendus :	10
III. METHODES ET MATERIELS	11
III.1 Présentation du système électrique guinéen :.....	12
III.1.1 Présentation des sources de production :.....	12
III.1.2 Perspectives et Evolution de la production électrique en Guinée	15
III.1.3 Evolution de la demande électrique de base en Guinée	16
III.1.4 Présentation des réseaux de transport et interconnexions en Guinée.....	17
III.2 Analyse de l'apport de la centrale de Kaléta dans l'offre de EDG	20
III.2.1 Analyse de l'apport énergétique de la centrale de Kaléta.....	20
III.2.2 Analyse de l'apport économique :	20

III.2.3 Analyse de l'apport environnemental et social :.....	21
III.3 Proposition des Mesures d'amélioration de l'offre de l'EDG	21
IV. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	24
IV.1 Présentation des sources d'énergie de l'EDG	24
V.2 Apport de la centrale de Kaléta	26
IV.3 Propositions des mesures d'amélioration de l'offre	29
V. RECOMMADATIONS.....	37
VI. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	38
VII. BIBLIOGRAPHIE :.....	39
VIII. ANNEXE :.....	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Les centrales thermiques utilisées par EDG	12
Tableau II : Récapitulatif des centrales hydroélectriques en Guinée	13
Tableau III : Récapitulatif des projets hydroélectriques en Guinée	16
Tableau IV : Le potentiel énergétique Guinéen	26
Tableau V : Caractéristiques énergétiques des principaux fleuves	27
Tableau VI : La production électrique de EDG avant Kaléta	26
Tableau VII : La production électrique de EDG après Kaléta	27
Tableau VIII : Evolution de la demande énergétique à l'horizon 2025.....	29
Tableau IX : Caractéristiques de la demande future du scenario1	30
Tableau X : Caractéristiques de la demande future du scenario2	31
Tableau XI : Etat du parc de production de l'EDG	45
Tableau XII : Estimation du potentiel solaire des pays de la CEDEAO.....	47
Tableau XIII : Capacité de production existante des pays de la CEDEAO en 2015	48

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le barrage de Kaléta.....	9
Figure 2 : Illustration du principe de fonctionnement d'une centrale hydroélectrique.....	14
Figure 3 : Evolution de la production en MWh	15
Figure 4 : la situation de référence de la Guinée.....	18
Figure 5 : Les caractéristiques de la demande future du scenario1	22
Figure 6 : Les caractéristiques de la demande future du scenario2.....	23
Figure 7 : Présentation des sources de production de l'EDG	24
Figure 8 : Représentation de la production de l'EDG après Kaléta.....	27
Figure 9 : Situation électrique de la Guinée à l'horizon 2025	31
Figure 10 : LCOE de 63 projets hydro du WAPP étudiés par IRENA 2018	32
Figure 11 : L'évolution de la consommation énergétique par source d'énergie	32
Figure 12 : Comparaison des coûts des options alternatives thermique à Souapiti	33
Figure 13 : Représentation des deux barrages en cascade	33
Figure 14 : Influence de Souapiti sur le productible de Kaléta.....	34

I. INTRODUCTION

1. Contexte et problématique

De nos jours, il est difficile d'imaginer un monde sans électricité. L'énergie est un facteur indispensable pour le développement socio-économique de tout pays ; elle est à l'origine du développement industriel et permet l'amélioration des conditions de vie des populations. L'énergie électrique est actuellement devenue une denrée incontournable dans la vie quotidienne des populations. Les choix du passé nous ont rendus dépendants de trois produits énergétiques non renouvelables : le pétrole, le gaz et le charbon. Cette dépendance est particulièrement forte pour les pays les plus développés aux modes de vie énergivores tels que les Etats Unis.

Dans un monde où la demande énergétique augmente continuellement. L'humanité est aujourd'hui face à trois défis majeurs : la sécurité énergétique, le changement climatique et le développement durable [1]. Ces défis sont interdépendants et reliés entre eux par la problématique commune, l'énergie. La consommation de l'énergie fossile pose de graves problèmes environnementaux : La perturbation de l'effet de serre, la pollution atmosphérique, la dégradation maritime et la déforestation. Cette problématique générale se pose avec acuité et nécessite une approche responsable.

En Guinée, la part de l'Electricité, dans la consommation totale est restée assez faible ne dépassant pas 4% sur la période observée. Cela traduit le faible développement du système électrique en Guinée qui n'arrive à résorber que très faiblement les besoins énergétiques de l'ensemble du pays.

Depuis l'indépendance en 1958, aucun gouvernement guinéen n'a su mettre en place un programme de développement énergétique, afin de résoudre de manière durable les problèmes d'approvisionnement en énergie électrique. Or, le potentiel de la Guinée est tel qu'elle serait capable desservir la sous-région en énergie électrique. Les installations de groupes thermiques comme kaloum 2, 3, ou 4 à Conakry ne peuvent représenter qu'une solution provisoire.

Au cours de ces trente dernières années, le gouvernement n'a réalisé que le barrage de Garafiri, qui est incapable de satisfaire les besoins de la seule ville de Conakry. Ce phénomène de « Délestage » est à l'origine des tensions sociales. La population guinéenne ne cesse de se plaindre du manque d'électricité, les empêchant de vaquer à leurs activités. Une plainte qu'elle exprime à travers des manifestations de rues.

Le taux d'électrification est passé de 18,5% en 2010 à 33,5% en 2016 [3]. La consommation électrique est concentrée en milieu urbain, l'électricité est quasi indisponible pour les ménages ruraux. En 2014, la production des centrales thermiques était devenue prédominante se situant entre 60% à 70%. A partir de la mise en service de Kaléta en 2015, la situation s'est beaucoup améliorée, la production hydroélectrique est passée à 72% [7].

Les potentiels hydroélectrique et solaire de la Guinée sont très importants estimés respectivement à **6000 MW** et **40 343 MW** [5], mais la capacité de production électrique est encore insuffisante pour couvrir les besoins nationaux et répondre aux objectifs d'accélération de la croissance.

Le Gouvernement Guinéen conscient du déficit énergétique du pays a entamé depuis près d'une décennie, un vaste programme de mise en valeur des ressources hydrauliques disponibles afin de favoriser la croissance économique et de réduire le taux de pauvreté tout en diminuant la part des énergies fossiles au profit de l'hydroélectricité. C'est dans cette optique qu'il nous a paru utile et judicieux de traiter le thème : "**Analyse de l'apport des énergies renouvelables dans l'offre énergétique de la société d'électricité de Guinée (EDG) : cas de la centrale hydroélectrique de Kaléta 240 MW**".

Pour mieux cerner ce thème, nous l'avons abordé en six principales parties :

- ❖ La première partie, l'introduction qui situe le contexte, justifie l'importance du sujet et annonce la problématique à traiter.
- ❖ La deuxième partie fixe les objectifs à atteindre et formule les questions de recherches.
- ❖ La troisième partie annonce la méthodologie de travail et le matériel utilisé pour atteindre les objectifs.
- ❖ La quatrième partie présente les différents résultats et leurs discussions.
- ❖ La cinquième partie, à l'issue des observations et analyses formule des recommandations.

❖ Et la sixième partie, la conclusion vient clore ce présent travail

2. Présentation de la structure d'accueil :

La **SOGES SA.** est une société anonyme mixte de gestion et d'exploitation du Projet d'Aménagement Hydroélectrique de Souapiti (PAHS). Elle est dotée de la personnalité morale, juridique et d'une autonomie financière créée par le Décret : [16]. Elle est placée sous la tutelle des Ministres en charge de l'Energie et de celui des Finances.

3. Historique du projet Souapiti :

1945-1950 : Inventaire des sites de Konkouré dans lesquels apparaissent le site Souapiti et les études détaillées de conception avec démarrage des travaux en 1958 du complexe Souapiti-Kaléta.

A partir des années 70, reprise des études du complexe Souapiti-Kaléta dans la perspective de l'implantation d'une usine d'Aluminium en aval du complexe.

Puis en 1999, qui avait abouti au choix visant à construire deux barrages et deux usines aux sites respectivement de Kaléta et Souapiti, en parallèle du démarrage des Etudes d'Impact Environnemental et Sociale (EIES) avec le recensement exhaustif du nombre de personne (39 000 personnes).

Il faut attendre encore 10 ans, pour voir naître la construction de la centrale électrique de Kaléta (2012-2015), et commencer à repenser Souapiti, avec appel d'offre en 2012 pour EIES, par le Ministère de l'énergie et de l'hydraulique (financement de la BAD) sur la base des études de faisabilité de 1999 [6].

Mission

La SOGES SA. a pour mission, la réalisation, l'exploitation et la gestion de l'aménagement hydroélectrique de Souapiti.

A ce titre, elle est chargée de :

Entreprendre pour le compte de l'Etat Guinéen les activités de la promotion nécessaires à :

- La mobilisation du financement du projet Souapiti ;
- La réalisation et la mise en œuvre des études techniques, financières et économiques ;
- Le suivi de l'exécution du Projet Souapiti ;
- Réaliser les études d'impact environnemental et social ;

- Veiller au recasement des populations installées dans la zone du réservoir
- Favoriser le développement local ;
- Participer à l'intégration sous régionale par l'interconnexion avec les réseaux des pays voisins (Mali, Sénégal, Gambie, Libéria, etc.) ;
- Acquérir et gérer le patrimoine nécessaire à l'exécution de la mission de la société [16].

Organigramme (voir l'annexe 8)

4. Description et localisation de l'aménagement hydroélectrique de Kaléta

L'aménagement hydroélectrique de Kaléta est situé sur le fleuve Konkouré dans la sous-préfecture de Tondon, préfecture de Dubréka, à 115 km de Conakry. La cote de retenue normale est de 110 m, avec un réservoir au fil de l'eau qui a une superficie de 2,82 km² et un volume total d'eau de 22 millions de m³, sa puissance installée est de 240 MW.

L'aménagement comprend les ouvrages ci – après :

- Un Barrage poids en béton compacté au rouleau (BCR) d'une hauteur sur fondation de 22 m et une longueur en crête de 983 m.
- Une Usine électrique en pied de barrage équipée de 3 groupes turbines-alternateurs de type Kaplan de 80 MW chacun de puissance installée et un débit d'équipement de 180 m³/s par groupe, soit un débit d'équipement total de 540 m³/s; alimentée par 3 conduites forcées qui amènent l'eau aux bâches spirales des turbines Kaplan de la centrale.
- Deux cités d'habitation du maître d'ouvrage.
- Une Route d'accès d'une longueur de 70 km depuis la localité de Koubya sur la route nationale Conakry – Boké.

La figure ci-dessous représente la localisation de la zone de notre étude



Figure 1 : Le barrage de Kaléta

II. OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS

Les objectifs de notre travail sont déclinés en objectif général et objectifs spécifiques, de manière à ce que l'atteinte des objectifs spécifiques puisse favoriser la réalisation de l'objectif global.

1. Objectif général

Cette étude vise à proposer un scénario permettant à la société d'électricité de Guinée (EDG) d'améliorer le mix énergétique afin d'augmenter le taux d'électrification nationale.

2. Objectifs spécifiques

De façon spécifique, il s'agira de :

- Présenter les sources d'énergie dans l'offre énergétique de l'EDG.
- Analyser l'apport énergétique de la centrale hydroélectrique de Kaléta.
- Proposer des mesures pour améliorer la qualité de l'offre de l'EDG.

3. Questions de Recherches

Dans le but d'atteindre les objectifs cités plus haut, nous tenterons de répondre aux questions suivantes :

1. Comment les énergies renouvelables permettent-elles de réduire la consommation des énergies fossiles en Guinée ?
2. Quels sont les impacts de la centrale de Kaléta dans le système électrique Guinéen ?
3. Quels choix énergétiques pour l'avenir de la Guinée ?

4. Résultats attendus :

Le résultat attendu associé à notre premier objectif spécifique est la caractérisation des sources d'énergie utilisées par EDG. Quant au deuxième objectif spécifique, il s'agit de la contribution de la centrale hydroélectrique de Kaléta dans le système électrique Guinéen. Pour le dernier objectif spécifique, le résultat attendu est la proposition des mesures pour améliorer la qualité de l'offre énergétique de l'EDG.

III. METHODES ET MATERIELS

La démarche méthodologique que nous avons suivie comporte deux aspects que sont la collecte des données et les méthodes adoptées pour leur acquisition. Elle est basée sur une approche mixte (quantitative et qualitative). Elle précise les types de données collectées, les techniques adoptées, les outils de collecte utilisés, l'organisation et la structure des travaux effectués

a. Collecte des données

Pour la collecte des données, les informations quantitatives et qualitatives ont été collectées sur le terrain grâce aux questionnaires adressés aux différents intervenants d'une part, et aux entretiens directs et semi directs avec les personnes ressources d'autre part.

b. Méthodes adoptées

Pour collecter les données quantitatives, les stratégies qui ont été privilégié sont : l'enquête par questionnaire, le géo-référencement. Pour collecter les données qualitatives, les stratégies privilégiées sont : l'exploitation documentaire, l'observation directe et l'entrevue semi-dirigée.

Toutes ces données ont été collectées en fonction des objectifs spécifiques et ont été analysées, traitées, et interprétées. Ainsi les techniques de collecte adoptées sont détaillées ci-dessous

c. Technique de collecte des données :

▪ Exploitation documentaire :

Cette technique a été utilisée dans les objectifs spécifiques N°1 et N°3.

▪ Analyse documentaire :

Consiste à tirer de ces informations, celles qui nous permettent de caractériser la situation énergétique du pays afin de comprendre les principales ressources énergétiques de l'EDG.

▪ Enquête par questionnaire :

Dans notre cas, il a été utilisé pour l'atteinte des objectifs spécifiques N°1 et N°2.

▪ Observation directe et Entrevue semi-dirigée :

Cet outil d'investigation pour la collecte des données qualitatives a permis de réaliser notre objectif spécifique N°2.

III.1 Présentation du système électrique guinéen :

A l'instar des autres systèmes électriques, le système électrique de la Guinée comporte deux composantes à savoir : les sources de production et les réseaux de transport et de distribution.

III.1.1 Présentation des sources de production :

L'enquête par questionnaire auprès de la direction de production et de transport de l'EDG, nous a permis de comprendre les différentes sources d'énergie qui caractérisent le parc de production et de faire l'état des lieux de la société d'électricité de Guinée. En fait, EDG dispose un parc de production composé essentiellement des centrales thermiques et hydrauliques :

A. LES CENTRALES THERMIQUES

A travers l'enquête exploratoire, nous avons inventorié les centrales thermiques opérationnelles que l'EDG utilise pour satisfaire sa clientèle. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des centrales thermiques existantes.

Tableau I : Les centrales thermiques utilisées par EDG

CENTRALES	ANNEE DE MISE EN SERVICE	PUISSANCE INSTALLEE EN MW	PUISSANCE DISPONIBLE EN MW	EXPLOITANT
Kaloum 1	2015	24	21	AON
Kaloum 2	2016	26	24	AON
Kaloum 3	1997/1999	44	22	Hors Service depuis 2015
Kaloum 5	2005	32,4	21,6	EDG
Kipé	2016	50	40	AON
Boké	2011	5,7	4,5	EDG
Kankan	2012	9	6,65	EDG
Faranah	2012	1,40	1,45	EDG
N'Zérékoré	2012	2,9	2,9	EDG
Total		195,40	144,1	

Source : [7]

B. CENTRALES HYDRAULIQUES

A travers une enquête par questionnaire, nous avons récapitulé la capacité de production hydroélectrique actuelle en Guinée dans le tableau ci-dessous :

Tableau II : Récapitulatif des centrales hydroélectriques en Guinée

Région	Nom	P installée en MW	Mise en service	Opérateur	Rivière
N'zérékoré	Loffa	0,15	1958	EDG	Ouin-Ouin
Kindia	Samankou	0,15	1995	EDG	Samankou
Faranah	Tinkisso	1,65	1970	EDG	Tinkisso
Mamou	Kinkon	3,4	1966	EDG	Kokoulo
Kindia	Banéah	5	1969	EDG	Samou
Kindia	Donkéa	15	1965	EDG	Samou
Kindia	Grandes chutes	27	1953	EDG	Samou
Kindia	Garafiri	75	1999	EDG	Konkouré
Kindia	Kaléta	240	2015	SOGEKA	Konkouré
Total		367,85			

Source : [7]

L'hydroélectricité constitue, la seule source d'énergie renouvelable utilisée actuellement par la société d'électricité de Guinée, c'est pourquoi nous allons nous focaliser sur les énergies hydrauliques.

B.1 Généralités de l'énergie hydraulique :

Les centrales hydrauliques produisent de l'électricité grâce à la force de l'eau. Le principe est le suivant : La force motrice de l'eau fait tourner une turbine qui entraîne un générateur électrique (système comparable à une dynamo) pour produire de l'électricité.

La puissance électrique disponible dépend de deux facteurs la hauteur (H en m) de la chute d'eau et le débit de l'eau (Q en m³/s). Elle est déterminée par :

$$P = \rho * g * Q_{max} * H \quad (1)$$

Avec ρ : Masse volumique de l'eau 1kg/l et g : L'accélération de la pesanteur 9,8 m/s²

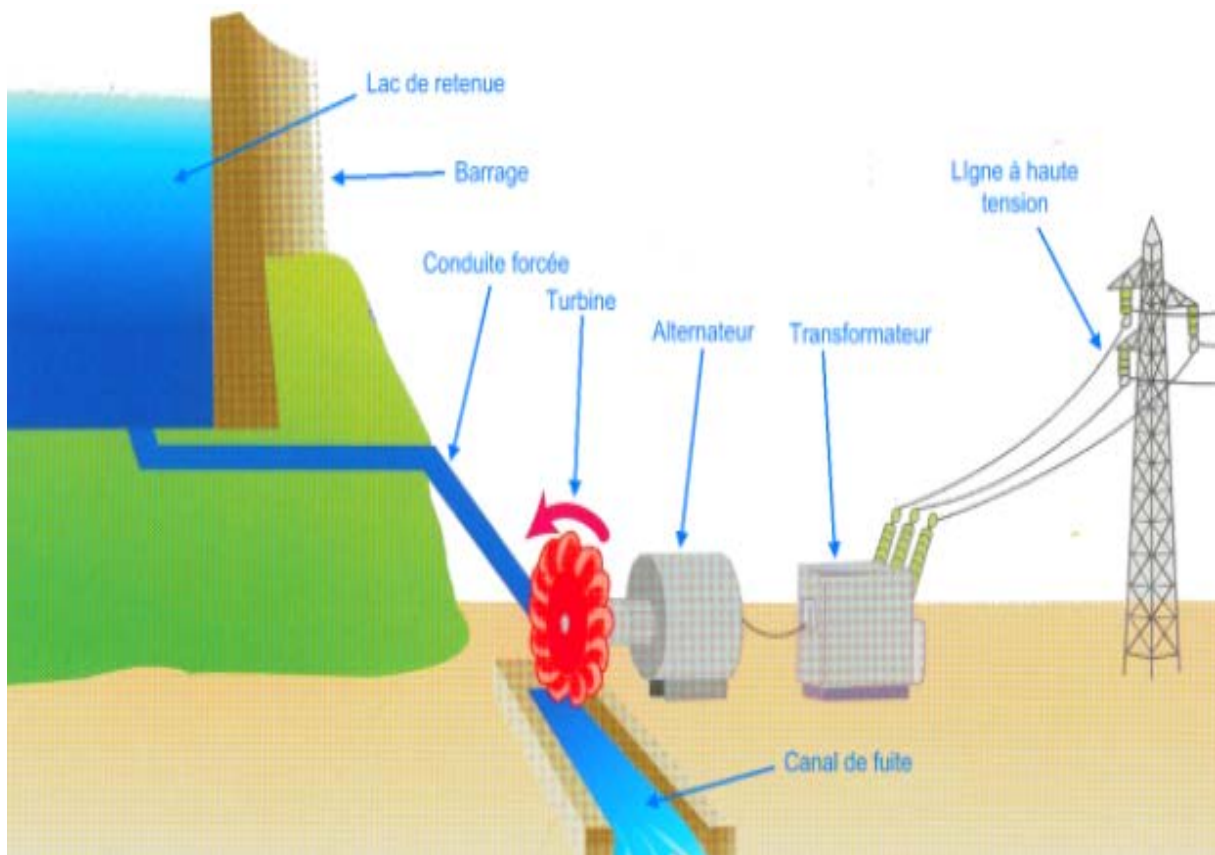
De cette façon l'énergie électrique est définie par :

$$E = P * t \quad (2)$$

Un transformateur élève la tension du courant électrique produit par l'alternateur pour qu'il puisse être plus facilement transporté dans les lignes à haute tension.

Enfin, l'eau turbinée qui a perdu de sa puissance rejoint la rivière par un canal spécial appelé canal de fuite. On distingue quatre étapes fondamentales lors du fonctionnement d'un barrage comme indiquée sur la *figure 10* dans l'annexe :

1. La retenue d'eau ;
2. La conduite forcée
3. La production d'électricité
4. L'adaptation de la tension



Source : [19]

Figure 2 : Illustration du principe de fonctionnement d'une centrale hydroélectrique

III.1.2 Perspectives et Evolution de la production électrique en Guinée

III.1.2.1 Evolution de la production électrique :

Grace à la recherche documentaire, nous avons récapitulé l'évolution de la production au cours de ces dernières années, que nous représentons sur la figure ci-dessous.

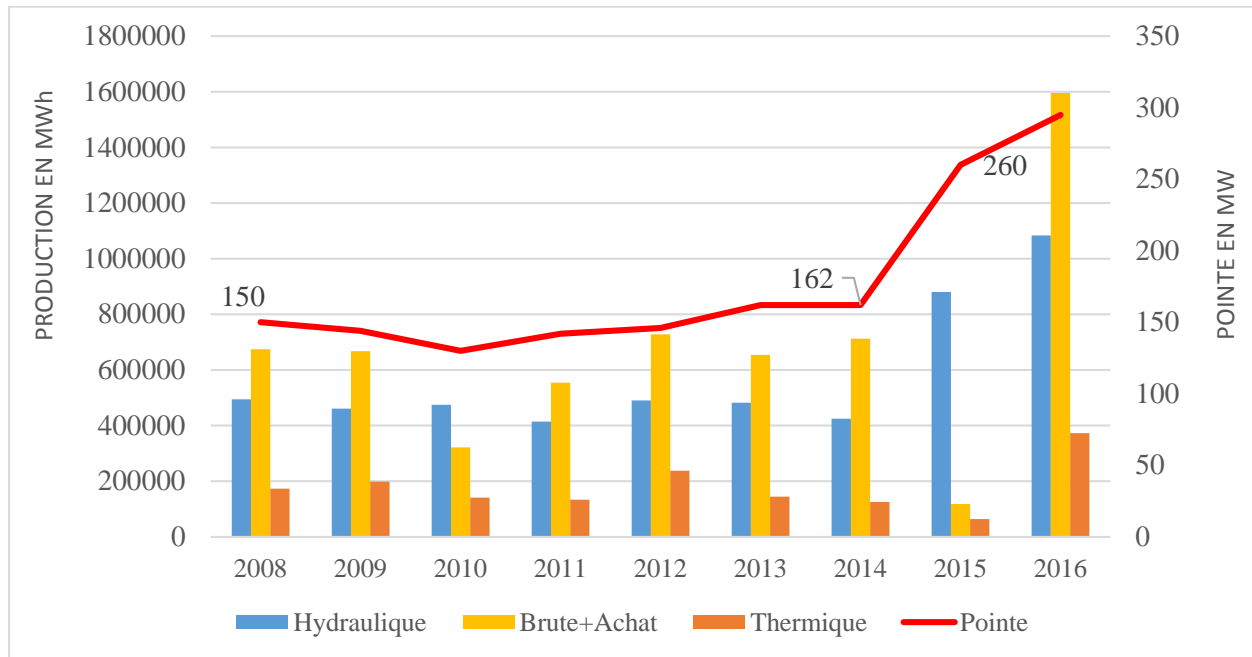


Figure 3 : Evolution de la production en MWh

Interprétations :

L'achat représente sur ce graphique, l'énergie que l'EDG achète auprès des producteurs privés indépendant (IPP) comme AGGREKO.

Le Brute est la production de l'EDG, elle-même, il représente la somme des productions thermique et hydraulique de l'EDG (Brute = Thermique + Hydraulique).

Ainsi la production totale de l'EDG est la somme du brute et les achats.

III.1.2.2 Perspectives du système de production électrique

Pour renforcer le système d'approvisionnement en énergie électrique de la Guinée, d'importants projets relatifs à la production de l'énergie électrique sont en cours. Nous résumons entre autres, ces différents projets dans ce tableau :

Tableau III : Récapitulatif des projets hydroélectriques en Guinée

CENTRALES	CAPACITE EN MW	DISPONIBILITE ANNUEL MOY en %	COÛT E&M USD/kW	COÛT INVEST USD/kW	MISE EN SERVICE	STATUT
Amaria	280	0,61	43,89	1463	2020	Engagé
Balassa	181	0,30	49,89	1663	2030	Engagé
Bouréya	114	0,73	68,48	2283	2023	Prévu
Daboya (recherche de Finance)	2,8	0,31	139,35	4645	2021	Prévu
Fomi	90	0,47	253,64	8455	2029	Prévu
Keno (recherche de Finance)	2,1	0,31	139,35	4645	2021	Prévu
Kogbedou (recherche de Finance)	44	0,11	139,35	4645	2021	Prévu
Koukoutamba	294	0,34	45,66	1522	2021	Engagé
Morissananko	100	0,60	67,18	2239	2026	Prévu
N'Zebela (recherche de Finance)	27	0,50	139,35	4645	2021	Prévu
Poudaldé	90	0,43	54,36	1812	2040	Prévu
Samankou (réhabilitation)	130	0,44	175,63	5855	2020	Prévu
Touba (recherche de Finance)	5	0,54	139,35	4645	2021	Prévu
Korafindi	100	0,63	67,18	2239	2045	Prévu
Souapiti (Construction)	450	0,52	139,35	4645	2021	Engagé
Mise à niveau Tinkisso	4,6	0,44	130,44	4348	2016	Prévu
Grand Total	1914,5					

Source : [5]

III.1.3 Evolution de la demande électrique de base en Guinée

L'état des lieux indique que la puissance totale installée était égale à **562,7 MW** en 2018, tandis que d'après les estimations de la demande dans le plan directeur du Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique, la demande pourrait atteindre **1096 MW** en 2025 [2]. Le déficit énergétique entre l'offre et la demande de la Guinée est énorme, pour relever ce déficit, nous avons analysé deux scénarios afin de proposer le scénario le plus rentable.

III.1.4 Présentation des réseaux de transport et interconnexions en Guinée

Pour bien comprendre la stratégie de développement de l'hydroélectricité en Guinée, il est important de connaître la situation des réseaux de transport et les perspectives d'interconnexion envisagées à partir de projets hydroélectriques clés. Le système du réseau électrique guinéen est composé de deux ensembles interconnectés et d'une multitude de centres isolés :

- ❖ Le premier système interconnecté, qui dessert la plus forte concentration d'utilisateurs s'étend de Conakry à Labé et est alimenté par les centrales thermiques de Kaloum (77,2 MW) et Kipé (50 MW), ainsi que les centrales hydroélectriques de Grandes Chutes (27 MW), Donkèa (15 MW), Baneah (5 MW), Garafiri (75 MW), Kinkon (3,4 MW) et Kaléta (240 MW).
- ❖ Un second système interconnecté se situe au centre du pays. Il est alimenté par la microcentrale hydroélectrique de Tinkisso (1,65 MW) et la centrale thermique de Faranah (1,45 MW). Ce système dessert les villes de Dabola, Faranah et Dinguiraye, où est également localisée une microcentrale thermique de 160 kW.

Les autres composantes du système électrique du pays sont :

- ❖ Onze centres isolés (Boffa, Gaoual, Téliélé, Lelouma, Kissidougou, Kouroussa, Boké, Kankan, Kérouané, Macenta et N'Zérékoré), alimentés par des groupes diesels développant 10,14 MW au total.
- ❖ Deux pico-centrales hydrauliques isolées à Samankou (0,41 MW) et Loffa (0,15 MW) alimentant respectivement Téliélé dans l'ouest et Macenta au sud-est du pays.

La carte de la Guinée ci-dessous montre le réseau de production et transport en 2018 avec les niveaux de tension distincts utilisés, à savoir le 110 kV, 60 kV, 30 kV, 20 kV et 15 kV.

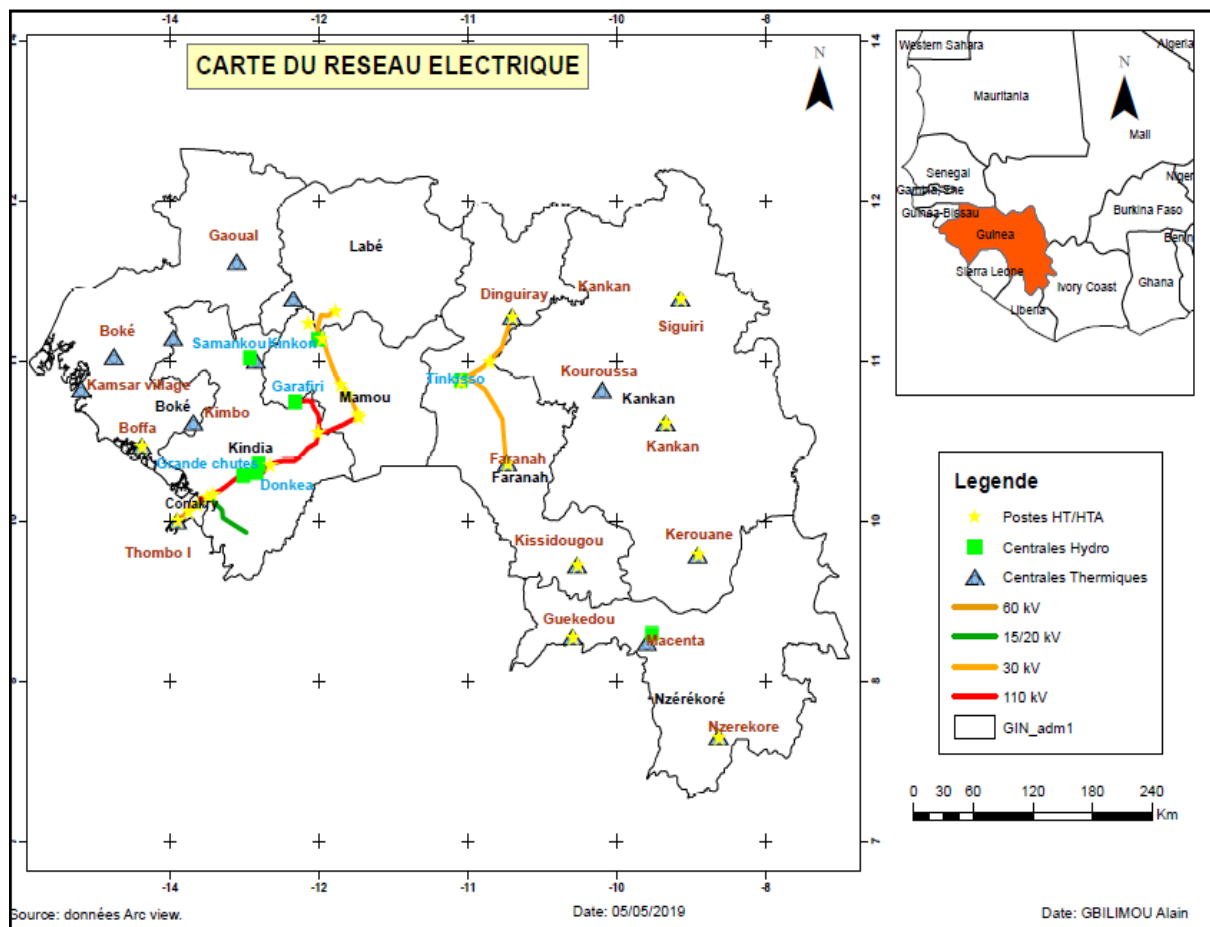


Figure 4 : la situation de référence de la Guinée

III.4.1 Perspectives et évolution des réseaux électriques en Guinée

Grace à l'analyse documentaire, nous avons compris que la Guinée est intégrée dans plusieurs initiatives et perspectives de coopération et de promotion d'échanges électriques bi et multilatéraux dans la sous-région, dans le cadre des Organismes suivants :

Le Système d'Echanges d'Energie Electrique Ouest Africain (EEEOA ou WAPP (West African Power Pool), au niveau duquel sont visées des perspectives de développement d'un réseau régional interconnecté. Il a pour but de faciliter le transit de l'énergie électrique, qui sera régulé par l'Autorité de Régulation Régionale du Secteur de l'Electricité de la CEDEAO (ARREC). Le réseau régional devra relier les réseaux de tous les pays membres de la CEDEAO (Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest).

L'Organisation de Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) qui regroupe les 4 pays à savoir : La Guinée, le Mali, le Sénégal et la Mauritanie, pour l'exploitation rationnelle et partagée des ressources du fleuve Sénégal et de sa vallée.

L'Organisation de Mise en Valeur du fleuve Gambie (OMVG) : qui définit un plan de développement de l'intégration énergétique entre la Guinée, la Gambie, le Sénégal et la Guinée-Bissau dans le cadre de la rationalisation des ressources communes du bassin du fleuve Gambie. Dans le cadre de ces coopérations, quatre projets d'interconnexions du réseau HT de la Guinée avec les réseaux électriques des pays de la sous-région, sont définis pour le court terme :

1. L'interconnexion Guinée – Mali (G-M, en 225 kV) : où la Guinée est déjà identifiée comme exportateur qui débitera sa production hydroélectrique à partir de son parc interconnecté, vers le Mali, via le poste de Siguiri (région de Kankan, en Haute Guinée).

2. L'interconnexion OMVS (en 225 kV) : qui liera la Guinée, le Mali, le Sénégal et la Mauritanie, en vue de partager la production des ouvrages hydroélectriques suivants :

- En Guinée : Koukoutamba (294 MW), Balassa (181 MW) et Bouréya (114 MW)
- Au Mali : Gouina (140 MW), Gourbassi (18 MW) et Badoumbé (70 MW) [2].

Le nœud de raccordement du réseau de la Guinée à celui du Mali via cette interconnexion est le futur poste de Bouréya (région de Faranah en Haute Guinée).

3. L'interconnexion OMVG (en 225 kV) : qui permettra de relier les réseaux Guinée-Sénégal– Gambie – Guinée Bissau, pour partager la production hydroélectrique des deux sites suivants : En Guinée : Kaléta (240 MW) et au Sénégal : Sambagalou (128 MW), dont le projet est à la recherche de financement. Le nœud de raccordement du réseau de la Guinée avec celui du Sénégal est le poste de Mali (région de Labé, en Moyenne Guinée) et celui de jonction avec le réseau de la Guinée-Bissau est le poste de Boké (région de Boké en Basse Guinée) ;

4. L'interconnexion CLSG (Côte d'Ivoire – Libéria - Sierra Léone – Guinée) dans le cadre du WAPP (en 225 kV) : prévue pour raccorder le réseau de la Guinée avec ceux des trois pays indiqués via deux postes : (1) Linsan (région de Kindia, Basse Guinée) qui sera le nœud de jonction avec la Sierra Léone et (2) Nzérékoré (Guinée Forestière) qui permettra le raccordement avec le Libéria et la Côte d'Ivoire.

III.1.5 Identification des problèmes de production d'électricité en Guinée

Pour comprendre la nature et les principaux problèmes liés à la production de l'énergie en Guinée, nous avons fait une étude qualitative auprès de 50 individus à travers la méthode des entretiens convergents. La collecte des données s'est effectuée grâce à un guide d'entretien.

III.1.6 Les énergies renouvelables en Guinée

Pour la collecte des données, nous avons privilégié la stratégie de l'enquête par questionnaire auprès de la direction des statistiques de l'EDG. Les données nécessaires sont les différentes sources existantes et leurs potentialités. Nous résumons l'ensemble de ces données du potentiel Guinéen dans le tableau IV en annexe.

III.2 Analyse de l'apport de la centrale de Kaléta dans l'offre de EDG

En ce qui concerne l'analyse de l'apport, nous avons effectué une visite de terrain afin de comprendre les différents impacts de la production de cette centrale de Kaléta sur l'environnement. A travers la méthode de l'observation directe et entrevue, nous avons collecté les données qualitatives indispensables pour cette analyse. 65 cas d'individus de différents âges ont été entretenus. Pour les données quantitatives, un questionnaire a été élaboré à ce sujet.

L'analyse se porte principalement sur trois aspects qui sont : énergétique, économique et environnemental et social :

III.2.1 Analyse de l'apport énergétique de la centrale de Kaléta

L'analyse documentaire nous a permis de comprendre que l'aménagement hydroélectrique de Kaléta depuis sa mise en service en mai 2015, a permis de doubler la production hydraulique nationale et de classer la Guinée 5^{ème} sur les 15 pays de l'Afrique de l'Ouest [5]. La production de Kaléta représente environ 43% du parc de la production nationale.

III.2.2 Analyse de l'apport économique :

Le but de l'analyse économique est de déterminer, si la production des EnR apporte plus de bénéfice économique que la production thermique dans le système électrique Guinéen. Pour cela, il existe des outils pour faire une analyse économique qui sont : Le Taux de Rentabilité Interne (TRI), La Valeur actuelle nette (VAN) et Le Coût de production (LCOE) [8].

Dans le cadre de notre recherche, nous avons utilisé le coût de production parce qu'il permet de comparer les différentes technologies de production d'électricité sur une base cohérente. Il prend également en compte théoriquement l'ensemble des coûts relatifs à une installation électrique, et ce pour toute sa durée de vie. Il est déterminé par la formule 3 :

$$LCOE = \frac{I+E&M+comb}{E} \quad (3)$$

I : Investissement en USD

E&M : coût d'exploitation et de maintenance en USD

E : Quantité d'énergie produite par an en MWh

Comb : Coût du combustible en USD

III.2.3 Analyse de l'apport environnemental et social :

Grace à une enquête exploratoire et un entretien collectif, nous avons collecté des données qualitatives et quantitatives qui indiquent clairement que la production hydraulique a des effets positifs et négatifs. Au-delà du fait qu'elle ne pollue pas l'environnement, l'installation des barrages entraînent le déplacement des populations, la disparition des terres agricoles et l'ennoiement de voies de communication (routes et ponts).

III.3 Proposition des Mesures d'amélioration de l'offre de l'EDG

Dans le but de réduire considérablement la production thermique au profit de l'hydroélectricité et d'assurer l'équilibre de l'offre et de la demande du système électrique Guinéen à l'horizon 2025. Nous avons évalué deux scénarios afin de proposer le plus rentable.

III.3.1 Analyse du scénario 1 : (sans interconnexion entre les villes et sans Souapiti).

Le scénario1 constitue la situation de référence qui est caractérisé par l'exploitation et le développement autonome du parc de production thermique de chacune des villes hors le RIC.

Cette prévision des 1096 MW de l'évolution de la demande est constituée :

- Des installations existantes hydrauliques et thermiques diminuées de celle des unités thermiques déclassées (**562,7 MW**). [7]
- Des nouvelles installations thermiques engagées au début de la période d'étude (**50MW** centrale de T-POWER en cours de construction)

La capacité nécessaire pour atteindre les 1096 MW s'élève à environ **483,3 MW** ; pour un coût total d'investissement de **500 Millions de dollars US**. *La figure 11* en annexe présente la situation de référence du pays.

a) Analyse de l'offre et de la demande future du scénario1

Connaissant la prévision de la demande à travers les données du tableau VIII, nous avons évalué l'écart entre l'offre et la demande en vue de faire des propositions concrètes pour résorber le déficit. Ainsi le tableau IX présente les résultats de nos calculs de la demande du scénario1. A partir des données de ce tableau, nous représentons sur ce graphique les caractéristiques du scénario1

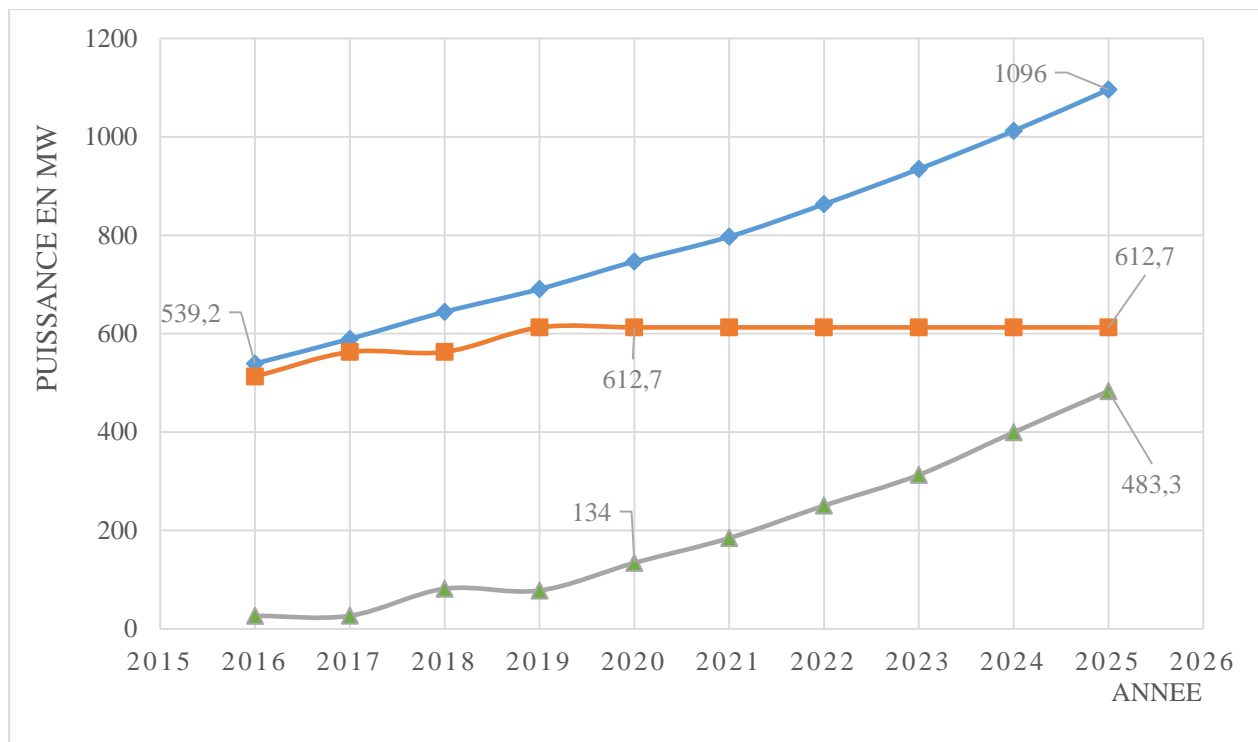


Figure 5 : Les caractéristiques de la demande future du scénario1

Interprétation :

Le scénario1 dont les caractéristiques sont représentées sur la figure ci-dessus, consiste à combler le déficit énergétique par l'ajout d'unités de centrale thermique. Nous constatons qu'avec cette hypothèse de référence, le coût de l'exploitation et de maintenance est non seulement élevé, mais le déficit énergétique entre l'offre et la demande, ne serait pas toujours résorbé et serait grandissant à l'horizon 2025, égal à 488 MW comme l'indique sur le graphe.

III.3.2 Analyse du scénario 2 : Avec Souapiti et l'interconnexion

Afin de répondre à notre question de recherche, nous avons proposé le scénario2, qui est composé de Souapiti et de l'interconnexion des villes du pays hors le RIC. Après la mise en service de Souapiti en septembre 2020 et l'interconnexion du système électrique du pays. Nous obtenons un scénario dont les caractéristiques sont représentées sur la figure ci-dessous :

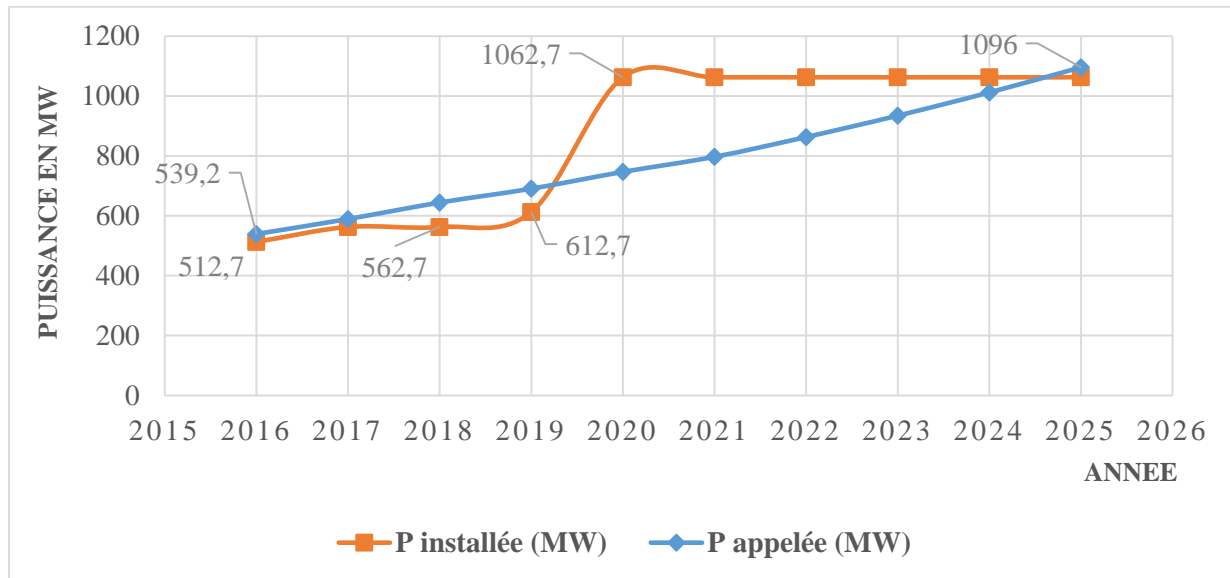


Figure 6 : Les caractéristiques de la demande future du scénario2

Interprétation :

Nous constatons avec ce scénario qui constitue Souapiti et l'interconnexion des villes du pays hors le Réseau Interconnecté, un équilibre entre l'offre et la demande qui est représenté sur le graphique par l'intersection des deux courbes. Par contre le déficit demeure en 2025, d'où l'importance de ce scénario 2 qui privilège l'exploitation du potentiel hydraulique dispersé à travers le pays.

IV. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans cette section, nous présentons les résultats de notre travail, suivis de leurs discussions. Nous avons organisé les résultats en tableaux et figures ci-dessous afin d'expliquer les différentes relations possibles.

IV.1 Présentation des sources d'énergie de l'EDG

Le graphique 2 présente les différentes sources d'énergie en Guinée.

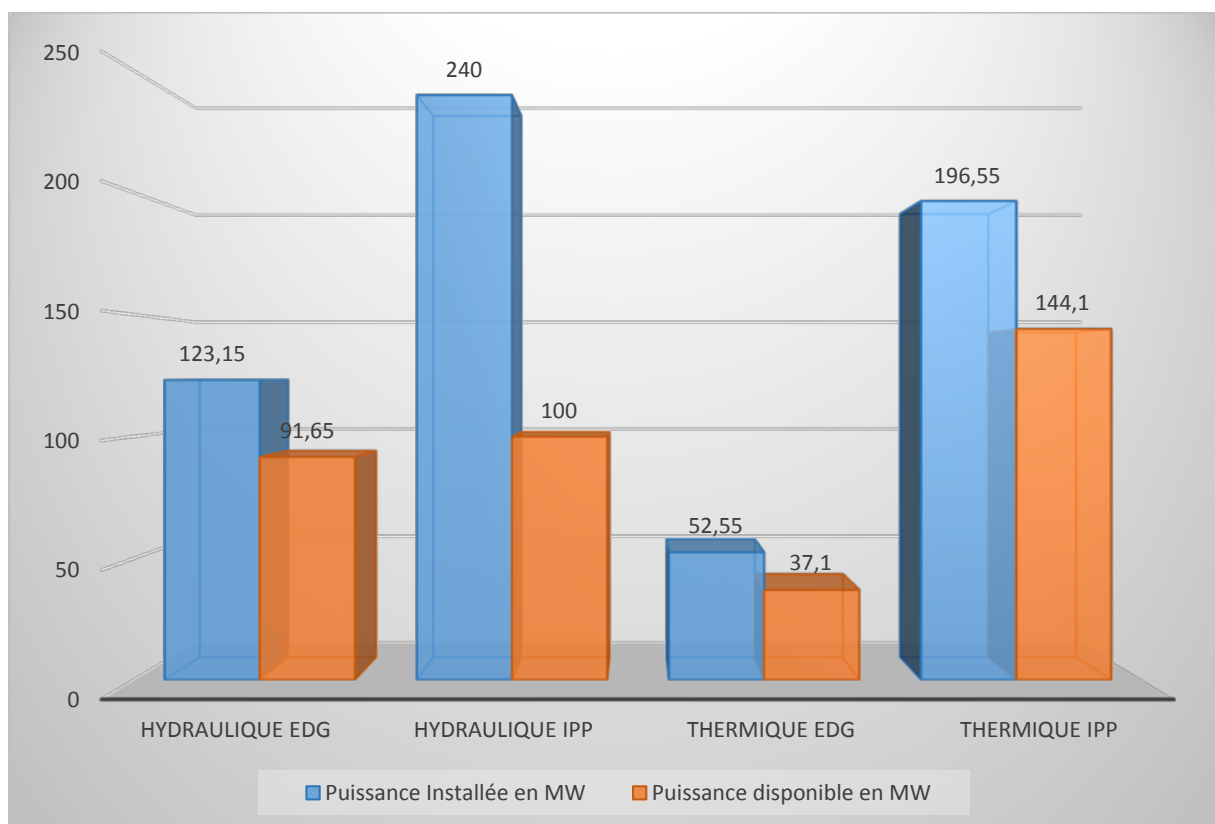


Figure 7 : Présentation des sources de production de l'EDG

Discussions :

On constate que le système de production électrique en Guinée est composé essentiellement des centrales thermiques et hydraulique. EDG procède à l'achat d'énergie auprès des producteurs privés pour résorber le déficit. Mais l'entreprise se trouve confronter à d'énorme difficultés de production que nous présentons par mode de production :

A. Production des centrales thermiques :

Les centrales thermiques qui sont traditionnellement utilisées dans la production d'électricité en Guinée et qui assurent 30% environ de la production nationale sont confrontées aux problèmes suivants :

- La problématique des pièces de rechange, car la Guinée ne dispose pas d'industrie de fabrication des équipements énergétiques. Le manque de matériels pour les centrales thermique à l'intérieur n'a pas de conséquences d'envergure, mais lorsqu'on se place à une échelle beaucoup plus grande, des manques pareils à répétition pourraient causer de réelles anomalies à répercussion directe sur les activités de la population et de l'EDG.
- En plus du fait que, l'Etat subventionne la production des centrales thermiques, ce mode de production, est également tributaire des fluctuations du prix de pétrole sur le marché international.
- Du point de vue environnemental ce mode de production entraîne l'émission des GES, la pollution des sols aux hydrocarbures, un environnement de travail chaud et avec beaucoup de bruit.
- Certaines centrales thermiques de l'intérieur du pays enregistrent régulièrement des arrêts par manque de carburant telle que : les centrales de Macenta, Lelouma, N'Zérékoré, Gueckedou, Faranah, Kissidougou, Dinguiraye, Boké, Gaoual, Siguiri, Kérouané et Kouroussa. Elles totalisent une puissance totale de 10,17 MW [11]. Cet exemple démontre une réelle précarité du niveau du système de production thermique en Guinée.

B. Production des centrales hydroélectriques

Huit barrages hydroélectriques assurent la production depuis assez longtemps, certains ont fait l'objet de réhabilitation. A ce groupe vient s'ajouter les centrales hydroélectriques de Kaléta (240 MW) qui fait l'objet de notre étude et de la centrale hydroélectrique de Souapiti (450 MW) en construction afin d'enrichir la capacité nationale de production. Les principaux problèmes liés à ce mode de production sont :

- La production hydroélectrique est tributaire des aléas climatiques d'où son évolution en dent de scie d'une année à une autre en fonction de la pluviométrie.
- La déforestation des bassins versant des barrages hydroélectriques engendre la baisse de la production.

- La vétusté des installations et la problématique de rechange des pièces.
- La problématique de la gestion optimale du lac du barrage.
- La perturbation de la stabilité du réseau électrique en période d'étiage.
- D'un point de vue environnemental et social, des coûts supplémentaires sont engendrés par ce mode de production dû au déplacement des populations riveraines, et à l'ennoiement de leur terre agricole

C. Production d'énergie solaire photovoltaïque

Les applications de l'énergie solaire photovoltaïque (PV) sont en cours de développement en Guinée, la puissance totale installée en progression rapide, est passée de 4 MWc en 2016 à environ 5 MWc en 2018 répartie entre les kits solaires, PV individuels et collectifs, l'éclairage des bâtiments. Ce mode de production n'est pas exploité par la société d'électricité nationale EDG, bien qu'il existe un potentiel très important.

Tableau IV : Le potentiel énergétique Guinéen

Sources d'énergie primaire	Potentiels
Hydraulique	6000 MW pour une énergie garantie de 19.300 GWh
Bois	32 millions de Tonnes par an
Gisement éolienne	Vitesse moyenne de vent de 3 m/s
Solaire	4,8 kWh/m²/jour pour une puissance de 40 343 MW
Géothermie	Non déterminé (nd)
Energies des mers	Non déterminé (nd)

Source : [13]

Discussions :

Concernant le secteur de l'énergie, la Guinée dispose d'un grand avantage comparé à ses voisins de la sous-région en matière de source de production d'énergie à travers son important réseau hydrographique (1165 cours d'eau) [9] et potentiel solaire. Le potentiel hydro-électrique estimé à **6000 MW**. Afin d'appuyer ce résultat, le tableau V présente les principaux fleuves avec leurs bassins versants et des potentialités de production en énergie électrique.

Tableau V : Caractéristiques énergétiques des principaux fleuves

Les fleuves	Bassin versant en km ²	Potentiel GWh/an	Productible GWh/an
Le Konkouré	16 730	12 000	6 000
Le Sénégal	15 700	10 000	3 000
Le Rio Corubal	14 850	6500	2 000
Le Niger	72 170	nd	1 000
La Fatala	6 110	2 000	700
La Gambie	7 070	4 500	500
La Kolenté	4 800	2 500	200
Le Kogon	7 750	2 000	200
Total	145 180	39 500	12 600

Source : [14]

Discussions

Ces huit fleuves étudiés sur le réseau hydrographique de la Guinée donnent un bassin versant de 145 180 km² sur une surface de 245 857 km², soit **60 %** environ de la surface totale de la Guinée. Il faut savoir par exemple que la région de Conakry reçoit en moyenne 5000 mm d'eau de pluie par an, alors que la ville d'Abidjan en reçoit 3 000 mm par an, Ouagadougou et Bamako moins de 1 800 mm par an [14]. Ces autres capitales possèdent une meilleure maîtrise de leurs problèmes d'eau et d'électricité.

V.2 Apport de la centrale de Kaléta

Après la collecte et le traitement des données, nous résumons les différents apports de la centrale hydroélectrique de Kaléta dans le système électrique Guinéen comme suit :

IV.2.1 Apport énergétique de la centrale de Kaléta

Après la mise en service de Kaléta la contribution de l'hydroélectricité devient considérable dans l'offre énergétique de l'EDG. Les figures ci-dessous représentent la part moyenne de chaque type d'énergie avant et après la mise en service de Kaléta.

Tableau VI : La production électrique de EDG avant Kaléta

Centrales	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Tinkisso	7845,38	7904,25	6458,15	7902,53	6875,52	7785,86
Kaléta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Garafiri	218 758	245 885,45	209 508,15	240 589,15	285 501,15	265 665
Grandes Chutes	62 131,80	111 586	120657,1	111 586	120 657,1	62 131,8
Donkéa	38 566,25	66 950,23	70 528,45	60 545,50	72 569,80	50 456,00
Banéah	135,48	5 645,15	0	125,45	0	135,45
Kinkon	13 083,8	12 687,91	12 175,41	12 687,91	12 175,41	13 083,8
Total hydraulique	340 520,71	450 658,99	419 327,26	433 436,54	425 209,18	399 258,06
Kaloum1	0	0	0	101 473,11	98 745,50	78 406,10
Kaloum2	0	0	0	105 468,90	115 458,44	99 589,25
Kaloum3	0	0	12 635	0	12 635	0
kaloum5	35 047,90	60 599,70	50 580,70	70 459,50	55 452	31 045,90
G-Energie	0	0	0	0	0	138584,35
Kipé	167 070,95	181 689,7	213 311,6	181 689,7	213 311,6	167 070,95
Total thermique	202 118,85	242 289,4	276527,3	459 091,21	920 811,72	913 954,61
Grand Total	542 639,56	692 948,39	695 854,56	892 527,75	1 346 020,9	1 313 212,7

Tableau VII : La production électrique de EDG après Kaléta

Centrales	2015	2016	2017	2018
Tinkisso	7 576,67	7 936,34	7 902,53	6520,87
Kaléta	503 496	688 539,6	784 532,7	739 657,8
Garafiri	200 151,5	275 522	239 647,5	229 308,9
Grandes Chutes	90 946,3	62 131,8	111 586	120 657,1
Donkéa	61 672,1	34 590,45	51 930,23	73 200,74
Banéah	0	128,9	2 644,51	0
Kinkon	15 313,27	13 083,8	1 287,91	12 175,41
Total hydraulique	879 155,84	1081932,89	1 210 931,38	1 181 520,82
Kaloum1	0	98 306,1	99 473,11	114 748,49
Kaloum2	83 687	73 828,98	103 339,51	125 988,44
Kaloum3	65 204,24	0	0	12 635
kaloum5	23 144,28	21 047,9	56 599,7	165 807
G-Energie	2773	138 584,35	79 790,76	68 440,96
Kipé	53 591,9	167 070,95	181 689,7	21 3311,6
Total thermique	167 603,36	347 723,34	338 670,60	478 890,84
Grand Total	1 046 759,20	1 429 656,23	1 549 601,98	1 660 411,66

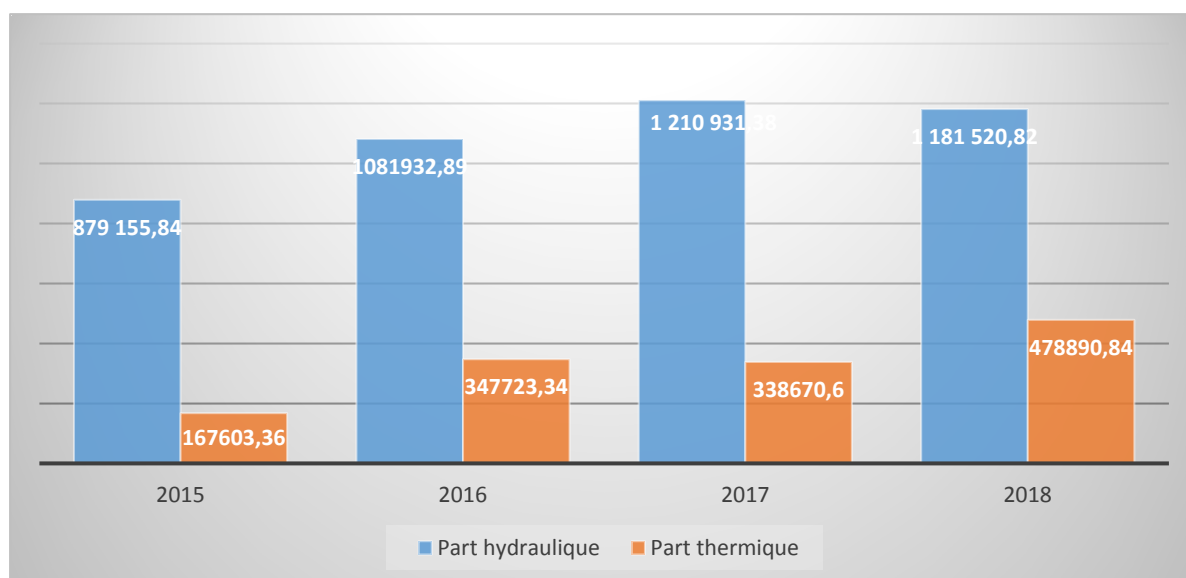


Figure 8 : Représentation de la production de l'EDG après Kaléta

Discussions :

L'aménagement hydroélectrique de Kaléta depuis sa mise en service en mai 2015, a permis de doubler la production hydraulique nationale et de classer la Guinée 5^{ème} sur les 15 pays de l'Afrique de l'Ouest [5]. La production de Kaléta représente environ 43% du parc de la production nationale [7].

Après la mise en service de Kaléta, la situation d'exploitation a connu une grande amélioration avec une augmentation de 44% d'électricité produite et distribuée entre 2015 et 2018 et une baisse substantielle des temps de coupure de 40% [7].

IV.1.2 Apport économique :

L'augmentation et l'amélioration de la distribution d'électricité, en qualité et en quantité suite à la mise en service de Kaléta a un impact économique positif dans la société d'électricité (EDG). Une baisse des charges de fonctionnement (achat du carburant et autres consommables) de 31% soit **122 milliards** de franc guinéens soit **13.224.931,76** a été enregistrés [10]. En effet, cela a favorisé l'amélioration des activités économiques et contribué à la création des emplois. Une estimation du Taux de Rentabilité Interne Economique a été faite par la Banque Mondiale sur la commune centrale de Dixinn avec une valeur estimée à 33% [12].

IV.2.3 Apports sociaux et environnementaux

Le projet a contribué fortement à améliorer l'accès aux services sociaux de base de la population de Conakry, c'est à dire il contribue à améliorer les services de santé et d'éducation.

L'AHE de Kaléta améliore également continuité de service électrique domestique et public (éclairage), ce qui favorise un impact positif sur la sécurité des quartiers.

L'un des effets sociaux est que, l'allongement de la durée d'électrification, engendrée par les réhabilitations réalisées et par la mise en service du projet Kaléta, ont conduit à une amélioration de la réfrigération des aliments et à un bénéfice positif pour les ménages, qui n'ont plus à dépenser une part de leur budget dans l'achat de glace. Malgré son apport considérable, l'aménagement hydroélectrique de Kaléta a causé entre autres :

Le déplacement de trois villages environ et de 643 personnes [15], l'annexe II présente la photographie d'un village déplacé. La disparition des zones agricoles, l'ennoiement des routes et ponts. La mise en eau du barrage a déséquilibré l'écosystème et la biodiversité (la mortalité de certains espèces).

IV.3 Propositions des mesures d'amélioration de l'offre

Le tableau VIII, représente l'évolution de la demande sur laquelle se porteront nos différentes propositions en vue de résorber le déficit à l'horizon 2025.

Tableau VIII : Evolution de la demande énergétique à l'horizon 2025

Année	Puissance en MW scenario de croissance faible	Puissance en MW, scenario de croissance moyenne	Energie en GWh/an	
2016	450,8	539,2	2020	2800,7
2017	500,6	589,3	2628	3250,1
2018	612	644,2	2968	3565,6
2019	650	690,6	3160	3800,2
2020	700	746,7	3320,1	4300,5
2021	710	797,1	3750,5	4650
2022	820,5	863,1	3800	4925
2023	860,4	934,6	4126,86	5200,25
2024	900,2	1012,1	4355	5350,3
2025	935,5	1096	4592,4	5891

Nous constatons dans ce tableau VIII, que le déficit énergétique entre l'offre et la demande de la Guinée est énorme, pour relever ce déficit, nous allons analyser deux scenarios afin de proposer le scenario le plus rentable.

Tableau IX : Caractéristiques de la demande future du scenario1

Année	P installée (MW)	P appelée (MW)	Taux de croissance	ΔP (Pinstallé-Pcharge) en MW
2016		539,2		
2017	562,7	589,3	9,29	-26,6
2018		644,2	9,32	-81,5
2019	+ 50	690,6	7,20	-77,9
2020		746,7	8,12	-134
2021		797,1	6,75	-184,4
2022		863,1	8,28	-250,4
2023		934,6	8,28	-321,9
2024		1012,1	8,29	-399,4
2025		1096	8,29	-483,3

Discussions :

On constate, que le déficit demeure jusqu'à l'horizon 2025 malgré l'ajout de la centrale thermique de la tannerie de 50 MW avec un coût d'investissement de **121 millions USD** [18]. Ce déficit est défini par la différence de la puissance installée moins la puissance appelée, égale à **483,3 MW** en 2025. Par extrapolation, l'investissement nécessaire pour l'installation des unités thermiques d'une puissance globale équivalente à 483 MW est de **1 286 544 600 USD**. Sur la base des données de référence obtenues dans le rapport de l'IRENA 2018 à la page 85, nous avons le coût de production égale à **313 USD /MWh**

Scénario2 :

Ce scénario proposé considère la mise en service industrielle de Souapiti et l'interconnexion de toutes les villes du pays hors le Réseau Interconnecté Conakry (RIC). La figure présente le scénario2

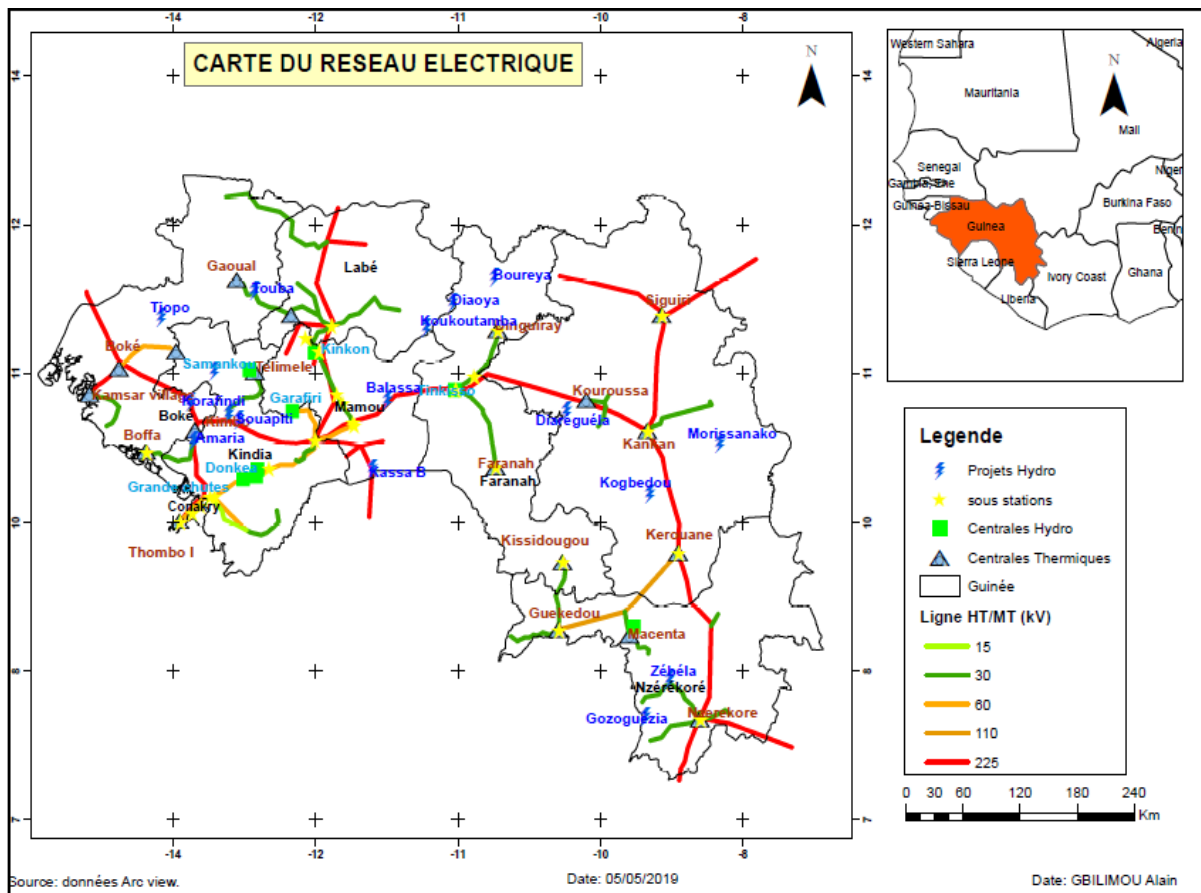
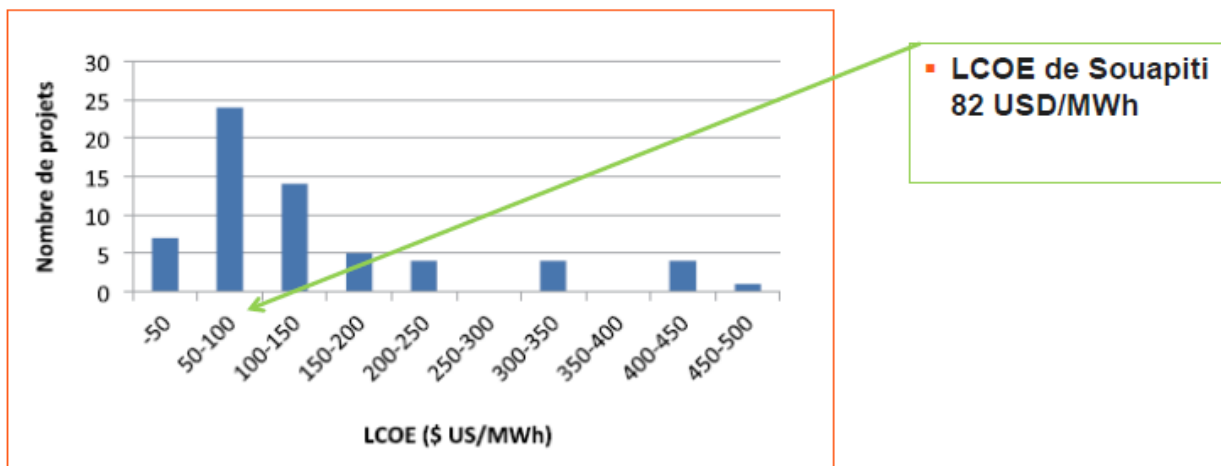


Figure 9 : Situation électrique de la Guinée à l'horizon 2025

Tableau X : Caractéristiques de la demande future du scenario2

Année	P installée (MW)	P appelée (MW)	Taux de croissance	P en MW Manquant	P Surplus en MW
2016		539,2			
2017		589,3	9,29		
2018		644,2	9,32		
2019	562,7+50	690,6	7,20	78	
2020	450	746,7	8,12		316
2021		797,1	6,75		265,6
2022	1062,7	863,1	8,28		199,6
2023		934,6	8,28		128,1
2024		1012,1	8,29		50,6
2025		1096	8,29	33,3	



Source : Rapport IRENA 2018

Figure 10 : LCOE de 63 projets hydro du WAPP étudiés par IRENA 2018

On constate sur *la figure 5*, que Souapiti a un coût de production largement faible par rapport aux projets de la sous-région, cela vient confirmer l'hypothèse de réduire considérablement la production thermique en Guinée au profit de l'hydroélectrique.

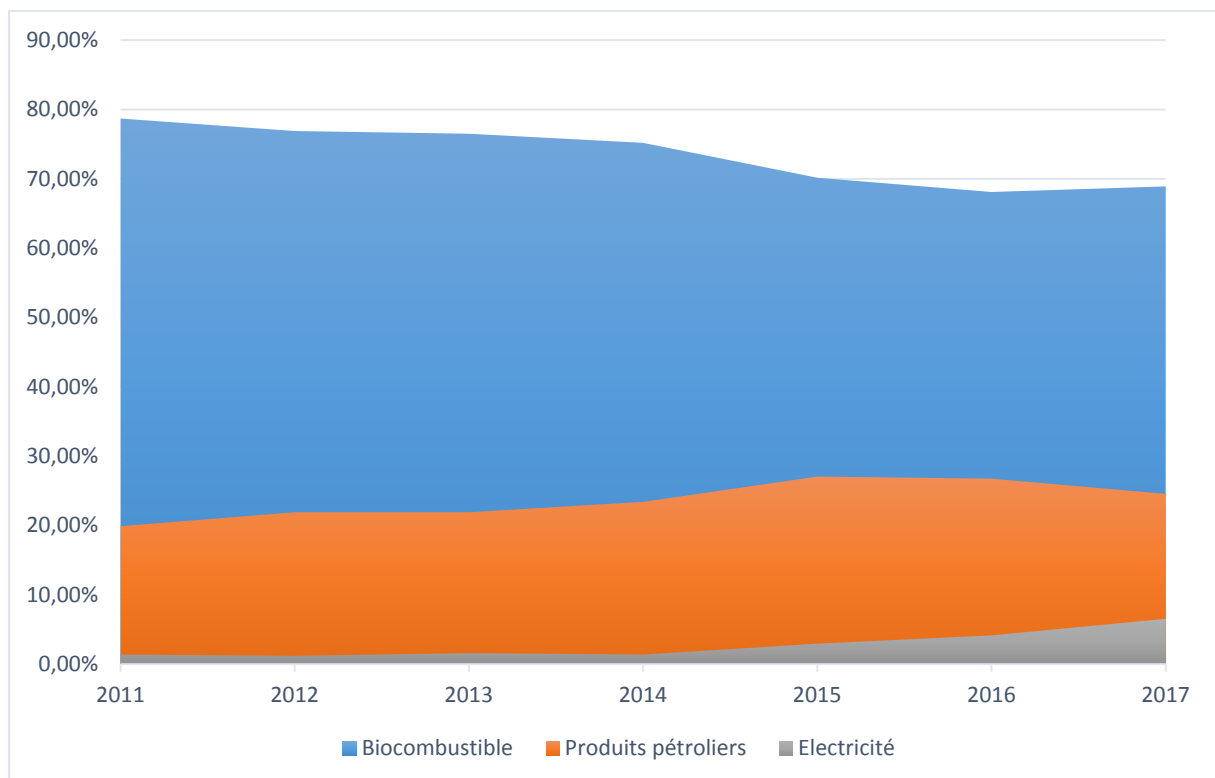


Figure 11 : L'évolution de la consommation énergétique par source d'énergie

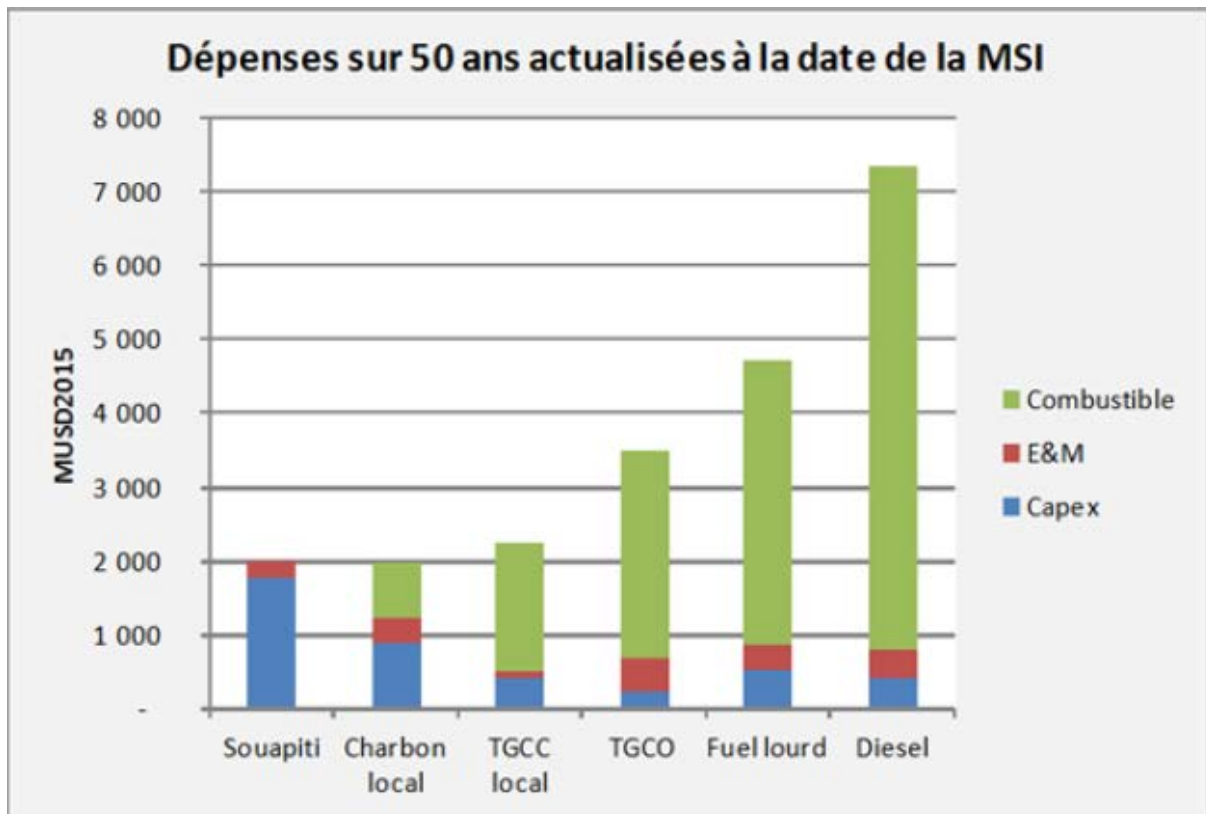


Figure 12 : Comparaison des coûts des options alternatives thermique à Souapiti

Source : [18]

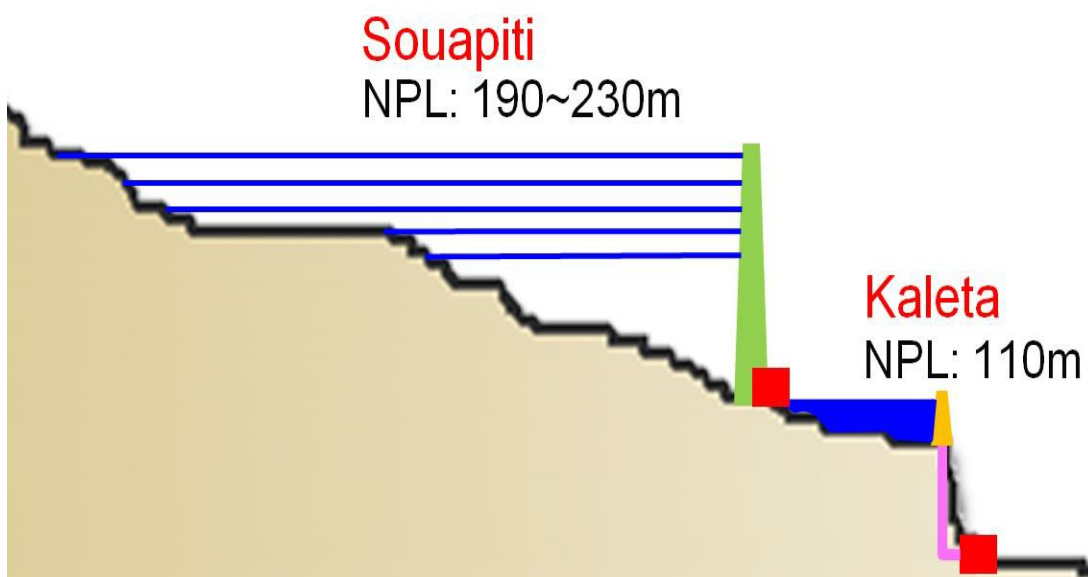
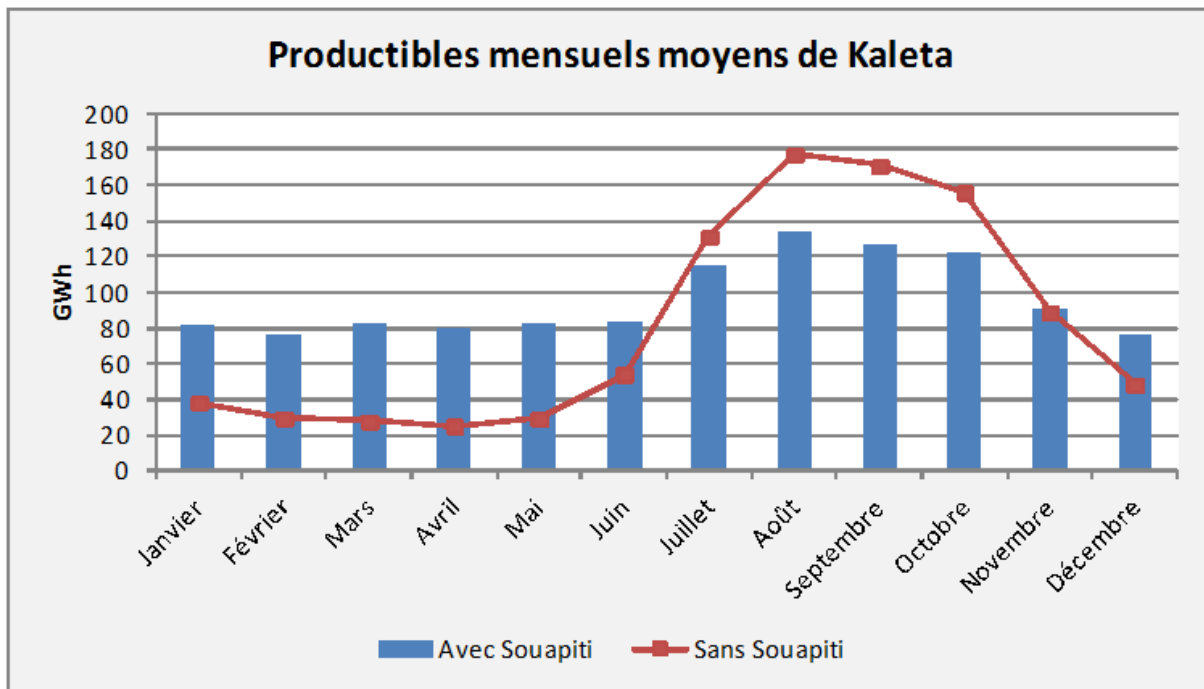


Figure 13 : Représentation des deux barrages en cascade



Source : [18]

Figure 14 : Influence de Souapiti sur le productible de Kaléta

Discussions :

Le tableau X montre clairement qu'avec les composantes du scénario2, la Guinée serait à mesure de satisfaire ses besoins énergétiques de base, cependant le déficit demeure en 2025 et c'est là où interviennent les projets potentiels hydroélectriques représentés dans le tableau III.

Il ressort de l'analyse de la **figure 11** que la part de la consommation de l'énergie électrique dans le bilan énergétique Guinéen reste assez faible et ne dépasse pas 4% dans la période observée. Ce qui revient à dire tout l'intérêt d'exploiter le potentiel hydroélectrique afin de rehausser la part de l'électricité dans la consommation énergétique.

Ensuite nous allons comparer les composantes du scénario 2 à des projets thermiques alternatifs qui fourniraient la même énergie que ce projet avec l'accroissement de production à Kaléta représenté sur **Figure 12**. On constate sur la **Figure 12** que Souapiti a une influence sur la productible de Kaléta, et cela vient encore une fois confirmer toute la rentabilité du scénario2.

La comparaison est faite sur la base des coûts totaux sur 50 ans actualisés, indiqué sur la **figure10**, à la date de mise en service industrielle du projet.

Les coûts comprennent :

1. Les dépenses d'investissement initial et de renouvellement partiel ou total pour les projets dont la durée de vie est beaucoup plus courte que celle de Souapiti,
2. Les charges d'exploitation et maintenance des installations,
3. Les dépenses de combustible pour les centrales thermiques.

Les projets alternatifs sont des candidats génériques utilisant les différentes technologies et combustibles disponibles dans les pays du pool énergétique d'Afrique de l'Ouest. Les caractéristiques de ces candidats et les prix des combustibles sont repris de l'étude de l'IRENA de 2018 et indiqués sur *la figure 12*

Dans ce graphique, on remarque que :

TGCO désigne une turbine à gaz à cycle ouvert qui se caractérise par un faible coût d'investissement et un rendement assez faible.

TGCC désigne une turbine à gaz à cycle combiné dont le coût d'investissement est plus élevé mais le rendement également. Malheureusement que la Guinée ne dispose pas de ces combustibles, ce qui revient qu'elle doit importer tous les combustibles fossiles.

Le calcul du coût total actualisé est très minorant pour les projets thermiques alternatifs car d'une part, il ne tient pas compte du coût du raccordement au réseau de transport et d'autre part, il n'a pas été attribué de coût aux émissions liées à l'utilisation de combustibles fossiles et notamment aux émissions de CO₂.

Malgré ces hypothèses très défavorables pour la composante principale du scénario2, son coût total actualisé est plus faible indiqué sur la *figure 12* que ceux des thermiques alternatives à l'exception des candidats de type charbon supercritique et turbine à gaz en cycle combiné dont les coûts sont équivalents.

Conclusion sur l'analyse comparative des scénarios 1 et 2 :

Les résultats de l'analyse économique effectuée sur la base des estimations de coût des différents scénarios, confirment très clairement tout l'intérêt économique de la réalisation de l'AHE de Souapiti et du Réseau d'interconnexion.

De la comparaison du projet Souapiti à des projets thermiques alternatifs qui seraient susceptible de fournir la même production annuelle moyenne, il ressort que le coût total de

production actualisé de Souapiti est inférieur à celui de ces projets. Ce coût intègre l'investissement initial, les charges d'exploitation et maintenance et les dépenses liées au combustible consommé par les centrales thermiques mais il néglige, pour les projets alternatifs, le coût du raccordement au réseau de transport et le coût aux émissions de CO₂.

Malgré ces hypothèses très favorables pour les candidats thermiques, seul le charbon supercritique a un coût comparable à celui de Souapiti surtout si le charbon est produit localement.

Au final, sur la base du coût total de production, le scenario2 qui intègre le projet Souapiti est un choix plus économique pour le système électrique Guinéen que tous les projets thermiques alternatifs envisageables.

V. RECOMMANDATIONS

La transition énergétique, a fait l'objet de beaucoup de travaux de recherches, depuis la raréfaction des sources fossiles et le réchauffement climatique, sous différents aspects. Toutes fois, les résultats que nous avons obtenus au terme de ce travail de recherche, suscitent quelques recommandations à l'endroit des acteurs du secteur énergétique de la Guinée : l'Etat, l'EDG :

A l'endroit de l'Etat Guinéen, nous recommandons ce qui suit :

- ✓ L'adoption et la mise en vigueur urgente d'une loi portant sur l'efficacité énergétique et mettre les moyens nécessaires afin d'atteindre l'objectif visé, il s'agit entre autres de :
 - L'intégration en masse de l'énergie renouvelable (EnR), en détaxant l'ensemble des équipements solaires et hydrauliques ;
 - L'interdiction de l'importation et de la commercialisation des équipements électroménagers à très faible rendement, par exemple les lampes à incandescence.

- ✓ La promotion de l'utilisation du biogaz de manière à ce que cette forme d'énergie puisse couvrir 40% de l'ensemble de la demande en énergie en milieu rural à l'horizon 2025.
- ✓ La mise en œuvre d'un vaste programme d'aménagement de 10 sites hydroélectriques (KASSA B, POUDALDE, GOZOGUEZIA, FOMI, AMARIA, KOUKOUTAMBA BOUREYA, DIARAGUELA, KOGBEDOU, MORISANAKO), qui totaliseront 1058 MW et qui délivreront une énergie annuelle de 6 530 GWh.

A l'endroit de l'EDG, nous formulons les recommandations suivantes :

- ✓ Le développement de l'expertise nationale dans le domaine des énergies renouvelables surtout en ce qui concerne l'hydroélectricité. Approfondir les recherches sur le thermique solaire et les autres applications de cette ressource.
- ✓ L'accélération de la réhabilitation de kaloum3 et l'entretien du groupe 51G de kaloum5.
- ✓ Le remplacement des régulateurs de vitesse et joint tournant de Baneah et l'alternateur des grandes chutes.
- ✓ La mise en place un département de marketing pour accroître la vente d'électricité.

VI. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre principale ambition fût de démontrer la nécessité impérieuse pour la Guinée d'orienter sa stratégie de production énergétique vers les énergies renouvelables notamment l'hydroélectricité et le solaire.

Cette étude nous a permis de comprendre qu'au-delà du potentiel hydroélectrique estimé à plus de 6000 MW, il existe un potentiel solaire très important estimé à 40 343 MW. Par conséquent, la combinaison rationnelle de ces deux sources d'énergies renouvelables pourrait permettre à la Guinée d'atteindre l'indépendance énergétique.

Cette étude a permis également d'évaluer l'apport considérable de la centrale hydroélectrique de Kaléta. Kaléta a contribué à une baisse des charges de fonctionnement (achat du carburant et autres consommables) de 31% soit **122 milliards** de franc guinéens équivalent à **13.224.931,76 USD**. La production de Kaléta représente environ 43% du parc de la production nationale. La situation d'exploitation a connu une grande amélioration avec une augmentation de 44% d'électricité produite et distribuée entre 2015 et 2018 et une baisse substantielle des temps de coupure de 40%.

Au terme de cette réflexion nous pensons que le salut de l'EDG se situe dans une combinaison rationnelle des différentes sources d'énergie. Nous gagnerons à augmenter de façon substantielle la part des énergies renouvelables, particulièrement l'hydroélectricité, pour renforcer un mix énergétique capable d'apporter un équilibre et une certaine sécurité dans notre système d'approvisionnement en électricité. Notre objectif à terme est l'évolution vers une offre d'énergie durable et respectueuse de l'environnement et devenir pays exportateur d'électricité.

A l'échelle régionale, l'offre énergétique permettra de satisfaire de façon durable une demande dynamisée par une énergie moins coûteuse et plus compétitive, à partir de trois sources majeures : l'hydroélectricité qui aura fait l'objet d'investissements très importants, les énergies renouvelables (solaire, biomasse, éolien) mais aussi les échanges d'énergie.

VII. BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Dr David TSUANYO (2018), Cours d'enjeux énergétique 2iE, janvier 2018.
- [2] MEH, Rapport des études préliminaires du plan directeur de développement des infrastructures de production et de transport, version finale avril 2018.
- [4] Projet de Réhabilitation et Extension du réseau de transport et distribution de Conakry, février 2017
- [5] IRENA, Rapport de la planification et perspectives pour les énergies renouvelables de l'Afrique de l'Ouest, IRENA 2018.
- [6] Ingénieure Nathalie TOMCZAK, Barrage de Souapiti : Rôle de l'EIES dans la recherche des solutions socialement acceptables, TRACTEBEL^{ENGINES} Le 04/09/2019.
- [7] EDG, Rapport annuel des activités de 2016, 2017 et 2018, janvier 2019
- [8] L. REBAI, "Evaluation d'un projet d'investissement Cas pratique : CEVITAL."
- [9] BANQUE MONDIALE, Etude pour le développement d'un atlas du potentiel hydroélectrique de la République de Guinée" page 11
- [10] ABDENBI ATTOU (2018), Rapport du bilan des activités EDG, avril 2019
- [11] DPT, Rapport de production et du transport, décembre 2018
- [12] AFD, Projet de réhabilitation et extension du réseau de transport et de distribution de Conakry, 2016
- [14] Mohamed Mansour KABA (2012), Eau et Electricité : Solution durable, Page 4
- [15] Sékou FOFANA, DEDD (2013), Expériences de réinstallation des populations de Garafiri et de Kaléta, Atelier national-Conakry le 12 décembre 2013, Page4.
- [16] Décret : D/2017/241/PRG/SGG
- [18] EEEEOA, Rapport sur le dimensionnement du PAHS, janvier 2016.

Webographie :

- [3] [http : //donnees.banquemondiale.org/indicateur/EG.ELC.ACCS.ZS](http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/EG.ELC.ACCS.ZS), consulté le 05/02/2019
- [13] www.invest.gov.gn/document/presentation-sectorielle-energie consulté le 15/05/2019
- [17] [http : //www.agenceecofin.com/investissement/2803-55629-guinee-conakry-121-millions-pour-construire-la-centrale-thermique-de-te-50mw](http://www.agenceecofin.com/investissement/2803-55629-guinee-conakry-121-millions-pour-construire-la-centrale-thermique-de-te-50mw). Consulté le 12/04/2019
- [19] [http : tpeamklac-e-monsite.com/pages/barrages-hydroelectrique-solution.html](http://tpeamklac-e-monsite.com/pages/barrages-hydroelectrique-solution.html).

VIII. ANNEXE :

ANNEXE I : Parc de production de l'EDG	45
ANNEXE II : Estimation du potentiel solaire des pays de la CEDEAO	47
ANNEXE III : La capacité de production existante des pays de la CEDEAO en 2015	48
ANNEXE IV : Organigramme de SOGES-PAHS	49

ANNEXE I : Parc de production de l'EDG

Tableau XI : Etat du parc de production de l'EDG

Centrales		Nombre de Groupe Installés	Nombre de Groupes Disponibles	Puissance Installée en MW	Puissance Disponible en MW	Observations
Hydraulique EDG	Garafiri	3	3	75	54	La puissance de la centrale est limitée à 18MWpar groupe compte tenu du niveau de lac
	Baneah	2	0	5	0	Les 2groupes sont consignés pour défaut de régulateur de vitesses et joint tournant
	Donkea	2	2	15	13	
	Grandes Chutes	4	3	26	19,5	Le G2 est consigné pour défaut d'alternateur
	Kinkon	4	4	3,5	3,5	
	Tinkisso	3	3	1,65	1,65	
	Sous-Total	18	15	126,15	91,65	
Hydraulique IPP	Kaléta	3	3	240	100	Limité en charge suivant le plan de l'eau
	Total hydraulique	21	18	366,15	191,65	
	Taux de disponibilité	87,71%		52,34%		
Thermique EDG	Kaloum5	3	3	32,5	21,6	51G Consigné pour entretien
	Kankan	8	7	8,9	6,65	Le groupe YANAN est consigné pour défaut d'alternateur
	Nzérékoré	2	2	2,9	2,9	
	Faranah	1	1	1,45	1,45	
	Boké	5	4	6,8	4,5	Le groupe MITSUBISHI N°2 est consigné pour entretien
	Sous-Total	19	17	52,55	37,1	

Thermique IPP	Kaloum1	6	6	24	21	
	Kaloum2	3	3	26	24	
	Kaloum3	4	2	44	22	La centrale est en réhabilitation, un seul groupe est pour le moment en essai
	Kipé	6	6	50	40	
	Sous-Total	19	17	144	107	
	Total thermique	38	34	196,55	144,1	
	Taux de disponibilité	86,84		60,00%		
Grand Total	59	51	562,7	335,75		

ANNEXE II : Estimation du potentiel solaire des pays de la CEDEAO

Tableau XII : Estimation du potentiel solaire des pays de la CEDEAO

	Petit projet hydraulique	ESC solaire	Solaire photovoltaïque	Biomasse	Énergie éolienne
	MW	MW	MW	MW	MW
Bénin	187	-	3532	761	322
Burkina Faso	38	-	82556	1075	9881
Côte d'Ivoire	41	213	28919	3260	2548
Gambie	12	953	428	60	44
Ghana	1245	229	20295	4449	2014
Guinée	198	2774	37569	1732	2114
Guinée-Bissau	-	2583	1043	205	101
Libéria	66	41	2871	1375	192
Mali	117	103658	298812	447	7962
Niger	-	171136	442931	266	54156
Nigéria	735	36683	492471	7291	44024
Sénégal	-	5424	37233	466	4531
Sierra Leone	330	111	1885	587	131
Togo	144	-	2686	378	73

Source : [5]

ANNEXE III : La capacité de production existante des pays de la CEDEAO en 2015

Tableau XIII : Capacité de production existante des pays de la CEDEAO en 2015

	Pétrole	Gaz	Charbon	Hydroélectricité	Biomasse	Energie solaire	Energie éolienne	Total en MW
Nigéria	0	10 302	0	1 900	0	0	0	12 202
Ghana	690	310	0	1 580	0	3	0	2 583
Côte d'Ivoire	0	1 628	0	585	0	0	0	2 213
Sénégal	605	49	0	68	0	0	0	721
Guinée	252	0	0	367	0	0	0	619
Mali	300	0	0	249	0	10	0	560
Burkina Faso	256	0	0	23	0	0	0	279
Togo	49	120	0	67	0	0	0	235
Cap-Vert	165	0	0	0	0	5	9	179
Bénin	77	100	0	0	0	0	0	177
Niger	92	20	32	0	0	0	0	144
Sierra Leone	21	0	0	56	8	0	0	85
Gambie	84	0	0	0	0	0	0	84
Libéria	23	0	0	5	0	0	0	27
Guinée-Bissau	19	0	0	0	0	0	0	19
Total	2 631	12 529	32	4 899	8	18	9	20 126

Source : [5]

ANNEXE IV : Organigramme de SOGES-PAHS

