



# ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE  
**MASTER EN GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE**  
**SPECIALITE : RESEAUX ELECTRIQUES**

---

Présenté et soutenu publiquement le 28/01/2021 par

**KEITA Alassane 2014 0803**

Encadrant 2iE : **Ing. BASSOLE**, Enseignant au département Génie Électrique Énergétique et Industriel de 2iE

Maître de stage : **Ing. SEA Vincent, Ingénieur Électricien a SEP I & C**

Structure d'accueil du stage : SEP Ingénierie & Conseil

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Dr. GOMNA Aboubacar**

Membres et correcteurs :

**Ing. NTUMBA Delbon**

**Ing. BASSOLE Justin**

**Promotion [2020/2021]**

## DEDICACES

*Je tiens à dédier ce modeste travail :*

*À ma Maman KEITA Nasseneba et mon Papa DIA Ciré, à mes Oncles KEITA Mamadou, KEITA Yacouba, Dr KEITA Moctar, KEITA Ibrahim et KEITA Aboubacar Sidicki ainsi qu'à mes Tantes KEITA Moussokoura, KEITA Mariam, KEITA Aminata, KEITA Aissata, KEITA Sita et KONE Massandjé pour leur soutien, leur confiance et leur amour infini.*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Merci pour l'éducation, vos prières et vos bénédictions qui m'ont été d'une très grande utilité pour mener à bien mes études et dans toutes les situations de ma vie.*

*À mes tuteurs KOITA Aboubacar et OUEDRAOGO Naimatou qui m'ont accueilli et traité comme si j'étais leur fils.*

*À tous les membres de ma famille, je dédie ce travail dont le grand plaisir leur revient pour leurs conseils, aides et encouragements.*

*À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer et qui m'ont accompagné durant mon parcours scolaire.*

**CITATIONS**

*« La seule sorcellerie des études, c'est la lecture  
quotidienne. »*

*Josué Mwenibamba*

## REMERCIEMENTS

Je ne saurais débiter cette rubrique sans remercier Allah, lui sans qui rien n'est, et sans la bénédiction ainsi que la grâce de qui, mon parcours à l'institut 2IE ainsi que ce travail n'aurait jamais été accomplis.

J'adresse mes remerciements, les plus sincères à l'endroit de toutes les équipes, aussi bien pédagogiques qu'administratives de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) pour m'avoir accueilli et intégré dans un environnement multiculturel au sein duquel j'ai pu m'épanouir et acquérir à la fois savoir-faire et savoir-vivre.

Par le biais du chef de département, le **Dr Y. Moussa SORO**, je profite également pour remercier particulièrement, tout le département « Génie Électrique, Énergétique et Industriel », pour tout le savoir ainsi que les vertus qu'ils m'ont transmises tout au long de cette formation, dans les domaines de l'énergie et de l'électricité mais aussi de la vie professionnelle.

J'adresse également l'expression de ma profonde gratitude et ma haute reconnaissance à :

**M. Justin BASSOLE**, mon encadreur académique, pour sa disponibilité ainsi que le soutien et la patience dont il a fait preuve dans le suivi et l'encadrement, et cela malgré la distance.

**M. SEKONGO Drissa**, Directeur général de SEP Ingénierie & Conseil pour m'avoir offert cette opportunité.

**M. CISSE Adama**, Responsable Projet de SEP Ingénierie & Conseil, pour m'avoir offert l'opportunité de faire ce stage au sein de l'entreprise.

**M. SEA Vincent**, mon encadreur professionnel, pour son encadrement, ces conseils et ses qualités humains.

Je remercie également **l'Etat de Côte d'Ivoire** pour avoir financé mes études et mon séjour au Burkina Faso.

Toute l'équipe de SEP Ingénierie & Conseil, pour m'avoir accueilli, intégré et permis de vivre cette aventure incroyable à ses côtés.

Par ailleurs, à tous ceux et celles dont les noms ne figurent pas sur cette liste, qu'ils trouvent en ces mots, l'expression de notre profonde gratitude.

## **RESUME**

Ce mémoire de fin d'études de Master en Génie électrique et énergétique (GEE), option Réseaux électriques rend compte de l'étude d'APD pour l'amélioration de la qualité et le renforcement du réseau basse tension de 20 postes HTA/BT de DRYOP.

À l'issu de la présente étude, il ressort que pour contribuer à l'amélioration de qualité et au renforcement du réseau basse tension de la commune de Yopougon, des investissements prioritaires sont nécessaires, à savoir 18 km du réseau HTA souterrains en CIS 240mm<sup>2</sup>, 23km de réseau BT et 20 postes de distribution HTA/BT.

Ce seront 5 980 abonnés potentiels qui pourront avoir accès à l'électricité grâce au renforcement des postes de distribution d'une puissance de 8 763 kVA supplémentaire générés par le projet.

Pour réaliser le projet d'amélioration de la qualité du réseau basse tension de la commune de Yopougon, les coûts pour la fourniture et les travaux d'extension de réseau de distribution a été évalué selon deux variantes liées à l'éclairage public : La variante 1 qui est l'éclairage public utilisant les lampes au Sodium Haute Pression (SHP) a son coût hors taxe estimé à **2 719 700 000 FCFA HT HD** soit **3 592 990 000 FCFA TTC**, la variante 2 qui est l'éclairage public utilisant les luminaires LED a son coût hors taxe estimé à **2 784 710 000 FCFA HT HD** soit **3 680 380 000 FCFA TTC**.

Le projet permettrait de renforcer la qualité de l'électricité fournie en réduisant les pertes techniques sur le réseau de distribution, la fréquence et la durée des coupures.

### **Mots Clés**

---

**1 – Amélioration**

**2 - Postes HTA/BT**

**3 –Qualité**

**4- Renforcement**

**5- Eclairage public**

## **ABSTRACT**

This Master's thesis in Electrical and Energy Engineering (GEE), option Electrical Networks reports on the detailed preliminary design study in the framework of the quality improvement and reinforcement of the low voltage network of 20 MV/LV substations of DRYOP.

At the end of this study, it appears that in order to contribute to the improvement of quality and the reinforcement of the low voltage network of the commune of Yopougon, priority investments are necessary, namely 18 km of underground MV network in CIS 240mm<sup>2</sup>, 23 km of LV network and 20 MV/LV distribution stations.

These will be 5,980 potential subscribers who will be able to access electricity thanks to the reinforcement of the distribution stations with an additional 8,763 kVA power generated by the project.

In order to cope with the improvement of the quality of the low-voltage network in the municipality of Yopougon, the pre-tax cost for the supply and extension works of the distribution network has been evaluated according to two variants related to public lighting : Variant 1 which is the public lighting using High Pressure Sodium lamps (HPS) has its cost before tax estimated at 2,719,700,000 billion FCFA HT HD or 3,592,990,000 billion FCFA TTC, variant 2 which is the public lighting using LED lights has its cost before tax estimated at 2,784,710,000 billion FCFA HT HD or 3,680,380,000 billion FCFA TTC.

The project would enhance the quality of electricity supplied by reducing technical losses on the distribution network, the frequency and duration of outages.

### **Key words**

---

**1 - Improvement**

**2 - MV/LV stations**

**3 - Quality**

**4 – Reinforcement**

**5– Street lighting**

## SOMMAIRE

DEDICACES .....	i
CITATIONS .....	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT .....	v
SOMMAIRE.....	vi
LISTE DES ABRÉVIATIONS .....	viii
LISTE DES FIGURES .....	ix
LISTE DES TABLEAUX .....	x
INTRODUCTION.....	1
I. PRÉSENTATIONS DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET.....	2
I.1 Société d'Études et de Prestations Ingénierie & Conseil (SEP I & C) .....	2
I.2 Présentation du projet .....	3
II. LE SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA COTE D'IVOIRE ET LES POSTES ÉLECTRIQUES .....	6
II.1 Le système électrique.....	6
II.2 Le système électrique de la Côte d'Ivoire .....	7
II.3 Les postes électriques.....	9
III. ÉTAT DES LIEUX.....	13
III.1 Postes sources alimentant la zone d'étude .....	13
III.2 Diagnostic du réseau existant de la zone d'étude .....	14
III.3 Qualité du produit de la zone d'étude.....	16
III.4 Conclusion sur le Diagnostic du réseau existant .....	24
IV. PRÉVISIONS DE LA DEMANDE DE LA ZONE D'ÉTUDE .....	25
IV.1 Méthodologie de la prévision des charges de la zone d'étude .....	25
IV.2 Résultats de la prévision selon les scénarios bas, moyen et haut .....	25
V. ANALYSE DU RÉSEAU .....	26

<b>V.1</b>	<b>Rappel des éléments de doctrine distribution sur le développement du réseau HTA, BTA-EP</b> .....	<b>26</b>
<b>V.2</b>	<b>Méthodologie utilisée pour l'amélioration de la qualité du réseau basse tension</b> .....	<b>27</b>
<b>V.3</b>	<b>Analyse des besoins de renforcements et d'extension du réseau HTA-BTA</b> .....	<b>28</b>
<b>V.4</b>	<b>Besoins de renforcement poste HTA/BTA et du réseau BTA</b> .....	<b>28</b>
<b>V.5</b>	<b>Envergure des travaux a réalisé</b> .....	<b>30</b>
<b>VI.</b>	<b>ÉTUDES TECHNIQUES DE LA FAISABILITÉ DES RENFORCEMENTS DES POSTES HTA/BT</b> .....	<b>31</b>
<b>VI.1</b>	<b>Normes et Standards</b> .....	<b>31</b>
<b>VI.2</b>	<b>Ligne HTA</b> .....	<b>32</b>
<b>VI.3</b>	<b>Postes HTA/BTA</b> .....	<b>36</b>
<b>VI.4</b>	<b>Ligne basse tension</b> .....	<b>44</b>
<b>VI.5</b>	<b>Mise à la terre</b> .....	<b>49</b>
<b>VII.</b>	<b>ESTIMATION DU COÛT D'INVESTISSEMENT</b> .....	<b>51</b>
<b>VII.1</b>	<b>Fourniture et montage</b> .....	<b>51</b>
<b>VII.2</b>	<b>Coût des études, supervision et contrôle des travaux</b> .....	<b>52</b>
<b>VII.3</b>	<b>Coût des indemnités des personnes impactées (Mesure Environnementale Et Sociale)</b> .....	<b>52</b>
<b>VII.4</b>	<b>Audit technique et financier</b> .....	<b>53</b>
<b>VII.5</b>	<b>Imprévue physique et révision de prix</b> .....	<b>53</b>
<b>VII.6</b>	<b>Coût total financier</b> .....	<b>53</b>
<b>VIII.</b>	<b>Analyse économique et financière</b> .....	<b>57</b>
<b>IX.</b>	<b>ETUDE PRELEMINAIRE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL</b> .....	<b>61</b>
	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>64</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>65</b>
	<b>LISTE DES ANNEXES</b> .....	<b>66</b>

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

<b>2Ie</b>	:	Institut International de l'Eau et de l'Environnement
APD	:	avant-projet détaillé
BT	:	Basse Tension
BTA	:	Basse tension catégorie A
CI-ÉNERGIES	:	Société des Énergies de Côte d'Ivoire
CIE	:	Compagnie Ivoirienne d'Électricité
DQE	:	Devis Quantitatifs Estimatif
DRYOP	:	Direction Régional de Yopougon
LED	:	Light-Emitting Diode
HTA	:	Haute Tension Catégorie A
HTB	:	Haute Tension Catégorie B
Kv	:	kilo Volt
Kva	:	kilo Volt Ampère
kW	:	kilo Watt
KWh	:	kilo Wattheure
MVA	:	Méga Volt Ampère
MW	:	Méga Watt
NFC/ EN	:	Normes françaises homologuées ou européennes
PTDAE	:	Projet de Transport, de Distribution et d'Accès à l'Electricité
SEP I & C	:	Société d'Études et de Prestations Ingénierie & Conseil
SHP	:	Sodium Haute Pression
TDR	:	Termes De Référence

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : ORGANIGRAMME DE SEP I & C .....	3
FIGURE 2 : PRESENTATION DE LA ZONE DU PROJET.....	4
FIGURE 3: SCHEMA SIMPLIFIE D'UN RESEAU ELECTRIQUE .....	7
FIGURE 4:POSTE SOURCE D'AZITO .....	10
FIGURE 5:POSTE HAUT DE POTEAU (H61) [1] .....	11
FIGURE 6:POSTE EN CABINE (H59) [1].....	11
FIGURE 7: CARTOGRAPHIES DES POSTES HTA / BT[4] .....	14
FIGURE 8 : PLAN DU RESEAU DES 20 POSTES DE DISTRIBUTION BT .....	15
FIGURE 9 : PARAFoudre AVEC DECONNECTEUR .....	36
FIGURE 10 : SCHEMA ELECTRIQUE AVEC BT 8/1200 .....	41
FIGURE 11 : TABLEAU DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES DES CABLES .....	45
FIGURE 12 : .....	46
FIGURE 13 : POTEAU EN BETON ARME .....	47
FIGURE 14 : PLAN DU POSTE 5156 EXISTANT .....	105
FIGURE 15 : PLAN DU RESEAU RESTREINT.....	106
FIGURE 16 : PLAN DU POSTE 5156 AMELIORE .....	107

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1:CLASSIFICATION DES RESEAUX PAR NIVEAUX DE TENSION ET PUISSANCES TRANSITEES .....	7
TABLEAU 2:INSTALLATIONS DE PRODUCTION DE LA CIE ET DE CI-ENERGIES [4] .....	8
TABLEAU 3:INSTALLATIONS EN LOCATIONS SUR LE TERRITOIRE IVOIRIEN .....	8
TABLEAU 4: POSTES SOURCES DE RATTACHEMENT DES POSTES ETUDIES .....	13
TABLEAU 5 : TAUX DE CHARGE DES TRANSFORMATEURS AVEC LA CHARGE EXISTANTE .....	16
TABLEAU 6 : TAUX DE CHARGE DES DEPARTS BT .....	18
TABLEAU 7 : CHUTE DE TENSION DE CHACUN DES DEPARTS .....	21
TABLEAU 8: RECAPITULATIF GENERAL DE LA PREVISION .....	25
TABLEAU 9: PRINCIPE DE PROPOSITION DES SOLUTIONS SELON LA DOCTRINE [4].....	29
TABLEAU 10: PRINCIPE DE PROPOSITION DES SOLUTIONS .....	29
TABLEAU 11: QUELQUES NORMES DE REFERENCES UTILISEES .....	31
TABLEAU 12 : SPECIFICATION TECHNIQUE DU TRANSFORMATEUR.....	39
TABLEAU 13 : SPECIFICATION TECHNIQUE DU TUR [4] .....	41
TABLEAU 14 : METHODOLOGIE DE DIMENSIONNEMENT DES SECTIONS DE CABLE .....	45
TABLEAU 15: RECAPITULATION DES COUTS DE FOURNITURE ET MONTAGE (EN FCFA).....	52
TABLEAU 16: HYPOTHESES FINANCIERES (EN MILLIONS DE FCFA) .....	54
TABLEAU 17: MONTANT RECAPITULATIF DE LA VARIANTE 1 : ÉCLAIRAGE PUBLIC UTILISANT DES LUMINAIRES SHP (EN FCFA) .....	55
TABLEAU 18: MONTANT RECAPITULATIF VARIANTE 2: ÉCLAIRAGE PUBLIC UTILISANT LUMINAIRES LED (EN MILLIONS DE FCFA) .....	56
TABLEAU 19: PARAMETRES QUANTIFIABLES CONSIDERES POUR L'ETUDE ECONOMIQUE.....	58
TABLEAU 20: INDICATEURS ECONOMIQUES DE LA VARIANTE 1 EP SHP.....	59
TABLEAU 21: INDICATEURS ECONOMIQUES VARIANTE 2 EP LED.....	59
TABLEAU 22: ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIOECONOMIQUES. ....	61
TABLEAU 23: MESURES CONTRE LES IMPACTS NEGATIFS EST LE SUIVANT. ....	62
TABLEAU 24: PLAN CADRE DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE .....	63

## INTRODUCTION

L'électricité est un secteur de première importance pour le développement économique et social d'une nation. C'est dans ce sens que les pays du monde entier en général et ceux en voie de développement en particulier mettent en place des projets d'extension ainsi que de renforcement de leur patrimoine électrique et énergétique ; la Côte d'Ivoire n'en fait pas l'exception.

En effet, le gouvernement ivoirien de par son ministère du Pétrole, de l'Énergie et du Développement des Énergies renouvelables (MPEDER) a donné naissance à plusieurs projets de construction électrique [7]. Nous pouvons citer entre autres les projets ENERGOS et PTDAE. Le Projet de Transport, de Distribution et d'Accès à l'Électricité (PTDAE) a pour objectif d'accroître la capacité de transit des lignes et postes des réseaux de transport et de distribution d'énergie afin d'améliorer le cadre de vie et de lutter contre la pauvreté.

Chargé de ce projet en tant que bureau d'étude en groupement avec l'entreprise Arc-Ingénierie, il importe à SEP Ingénierie & Conseil (SEP I & C) d'élaborer les études d'avant-projet détaillé définies comme « l'ensemble des études de base permettant de définir les caractéristiques principales d'un projet » sous la supervision de la société des énergies de Côte d'Ivoire (CI-ÉNERGIES) qui agit en qualité de maître d'ouvrage. Dans le cadre de notre mémoire de fin d'études, il nous a été soumis le thème suivant : **ÉTUDE D'AVANT-PROJET DÉTAILLÉ DANS LE CADRE DE L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ ET LE RENFORCEMENT DU RÉSEAU BASSE TENSION DE VINGT (20) POSTES HTA/BT DE DRYOP.**

Il s'agira pour nous de réaliser les études de faisabilité et d'élaborer les documents techniques, économiques et administratifs. Pour mener à bien ce travail, le document sera divisé en huit grandes parties suivie des études d'impact environnemental et de la conclusion :

- ❖ La première partie porte sur la présentation de l'entreprise, le contexte et les objectifs du projet ;
- ❖ La deuxième partie se base sur les généralités du système et les postes électriques de la Côte d'Ivoire ;
- ❖ La troisième partie sera consacré à l'état des lieux des 20 postes HTA/BT ;
- ❖ La quatrième partie présente les prévisions de la demande de notre zone d'étude ;
- ❖ La cinquième partie porte sur l'analyse du réseau électrique de notre zone d'étude ;
- ❖ La sixième partie parle de l'étude technique de faisabilité des renforcements des postes HTA/BT ;

- ❖ La septième partie porte sur l'estimation financière et en suite nous verrons l'étude économique.

## **I. PRÉSENTATIONS DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET**

Cette toute première partie illustre le contexte principal dans lequel notre projet de fin d'études s'est déroulé, tout en faisant l'objet de la présentation de l'entreprise, SEP Ingénierie & Conseil, sur le plan national en Côte d'Ivoire. Cette partie se propose de référencer dans les détails, les secteurs d'activités et les différentes marques qui composent SEP Ingénierie & Conseil, spécialisée dans la production, le transport, la transformation et la distribution d'énergie électrique auprès de laquelle nous avons effectué notre stage.

### **I.1 Société d'Études et de Prestations Ingénierie & Conseil (SEP I & C)**

#### **I.1.1 Historique**

SEP-Ingénierie & Conseils a été créé en 2015 par des cadres et ingénieurs ivoiriens, diplômés des grandes écoles nationales et internationales réunis autour d'un idéal commun : la promotion de l'emploi et du développement socioéconomique durable.

SEP-Ingénierie & Conseils, est une Société Anonyme à Responsabilité Limitée (SARL) avec un capital de 1.000.000 (Un Million de FCFA).

SEP Ingénierie & Conseils se positionne comme bureau d'étude de planification et de suivi des projets. Depuis, la société s'est développée rapidement et joue maintenant un rôle important dans la fourniture des prestations d'Ingénierie et de Conseils auprès des secteurs publics et privés en Côte d'Ivoire. SEP Ingénierie & Conseils accompagne ses clients durant toute la durée de vie du projet : études d'identification, études de faisabilité, élaboration de dossier d'appel d'offres (DAO), études d'exécution, mission de suivi, de contrôle et d'évaluation.

SEP Ingénierie & Conseils a été en mesure d'assumer ses prestations avec succès en utilisant effectivement et efficacement son personnel permanent et ses consultants expérimentés.

#### **I.1.2 Domaine d'activité**

La Société d'Études et de Prestations Ingénierie & Conseils en abrégée SEP-Ingénierie & Conseils est une référence dans les domaines de l'ingénierie :

- Énergie & Électricité
- Infrastructures & Bâtiments

- Eau & Assainissement
- Hydraulique

Et des conseils dans les domaines :

- Économie
- Gouvernance et Management public

### I.1.3 Organisation de l'entreprise

SEP INGÉNIERIE & CONSEILS emploie actuellement une vingtaine de personnes dont l'organigramme se présente ci-dessous :

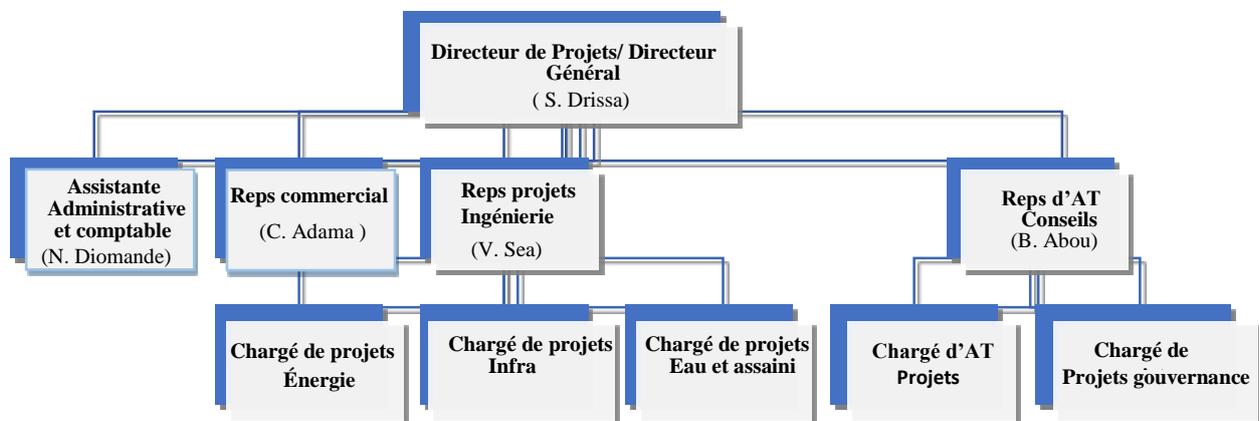


Figure 1 : Organigramme de SEP I & C

## I.2 Présentation du projet

Le projet sur lequel nous travaillons concerne l'amélioration de la qualité et de renforcement de 85 postes HTA/BT de la ville d'Abidjan lancé par CI Énergies, l'organe de régulation du secteur. Ce projet a été établi à partir de l'APS établi par CI-Energies et des informations recueillies auprès des agents de CI-Energies qui ont préparé le document initial. Il a pour but de fournir une électricité de bonne qualité et à moindre coût pour satisfaire une demande en énergie sans cesse croissante. L'APD décrit tous les travaux qui doivent être réalisés, ces travaux qui seront développés dans cette étude concernent 20 postes sur le territoire de la DRYOP, dont la qualité de service et les contraintes sur le matériel étaient déplorables.

### I.2.1. Localisation

Le projet d'amélioration de la qualité et du renforcement du réseau basse tension de la ville d'Abidjan couvre les quatre directions régionales d'exploitation CIE ; le Lot 4 objet de l'étude

se situe dans la Direction Régionale Yopougon (DRYOP) précisément dans les quartiers Locodjoro, Attié, Loko, Niangon et Andokoi.

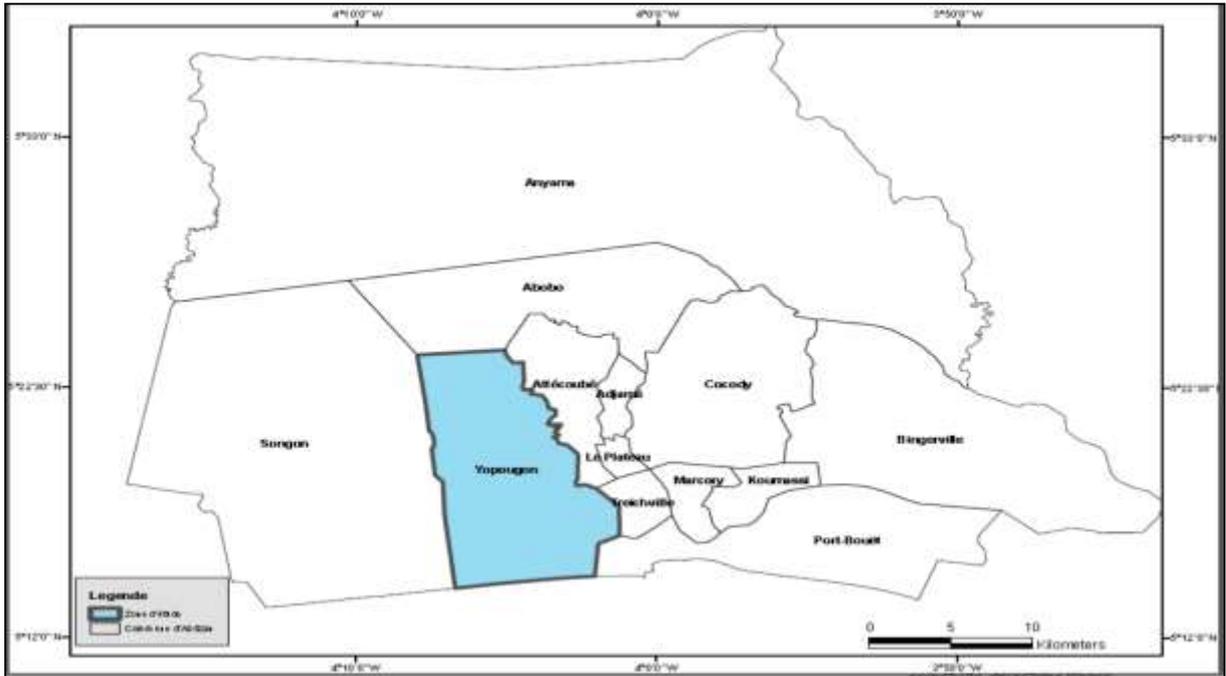


Figure 2 : Présentation de la zone du projet

### I.2.2. Contexte et justification

Le développement des différentes zones urbaines de la Côte d'Ivoire en général et du district autonome d'Abidjan en particulier, se fait à un rythme exponentiel. Cette évolution galopante a pour corollaire l'augmentation du nombre d'habitants, l'augmentation des activités socioprofessionnelles, mais aussi, la construction de nouvelles unités industrielles. Par conséquent, les besoins en énergie électrique deviennent de plus en plus importants. Malheureusement, l'état du réseau électrique actuel, marqué par la saturation des lignes (taux de charge important), le vieillissement de certains ouvrages, l'insuffisance de couverture de certaines zones habitées par le réseau électrique ne permettent pas de satisfaire toutes les demandes en électricité des populations. Pour traduire la vision du gouvernement en actes, le ministère en charge de l'Énergie, à travers Côte d'Ivoire Énergies (CI-ÉNERGIES), a réalisé des plans directeurs dans les segments de la production, du transport, de la distribution d'énergie électrique, l'électrification rurale et dans la conduite du réseau [6]. Ces plans ont permis d'identifier les investissements à réaliser sur la période 2014-2030. Ces projets de développement et de renforcement du réseau électrique devront permettre de fournir une électricité abondante, de qualité et à moindre coût pour satisfaire une demande en énergie sans

cesse croissante. Au nombre de ces projets urgents figure l'amélioration de la qualité et du renforcement du réseau basse tension de la ville d'Abidjan. En effet, avec l'urbanisation spectaculaire de la ville d'Abidjan, des quartiers sont sujets à des chutes de tension source de plaintes récurrentes des clients dans certaines zones. Selon la CIE, le temps moyen de coupure était de 22 heures et 20 minutes en 2018 [5]. Ces contraintes se manifestent par les limites de capacité des différents ouvrages et surtout des baisses de tension sur les réseaux BT (image d'un taux élevé de pertes techniques). Cette situation s'explique aussi bien par les nouvelles extensions de réseau BT pour desservir de nouvelles zones d'habitation, mais surtout par l'évolution même des architectures des constructions dans les zones déjà habitées.

Ainsi, la Compagnie Ivoirienne d'Électricité (CIE), la structure chargée de l'exploitation du réseau électrique, a identifié quatre-vingt-cinq (85) postes de distribution prioritaires en contraintes et repartis dans les quatre directions régionales d'Abidjan dont. C'est dans se conteste que se situe notre étude \*

- **Objectifs de l'étude.**

- Objectif principal

L'objectif général de l'étude est de confectionner un document économique, technique et administratif nécessaire à la réalisation du projet.

- Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques sont de :

- Réaliser l'étude de faisabilité montrant la capacité du réseau existant (réseau BT) et le cas échéant les besoins en investissements de renforcement nécessaires ;
- Présenter les améliorations à apporter à la qualité de la desserte de l'électricité, dans les communes d'Abidjan concernées ;
- Évaluer les coûts, l'analyse financière et économique faisant ressortir la rentabilité des investissements ;
- Renforcer les postes de distribution publique et le réseau BT des quartiers concernés ;
- Tracé du réseau BT alimentant la zone d'étude ;
- Présenter les Devis Quantitatifs estimatifs (DQE) nécessaires à la consultation des entreprises

## **II. LE SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA COTE D'IVOIRE ET LES POSTES ÉLECTRIQUES**

### **II.1 Le système électrique**

#### **II.1.1 Définition et généralités**

Le système électrique désigne l'ensemble des activités mis en place dans le but de produire et faire ensuite transiter l'énergie électrique depuis les centres de production vers les lieux de consommation. Il est organisé comme suite : les centres de production et le réseau électrique. Il fait subir plusieurs transformations à l'énergie avec l'objectif final d'assurer les trois fonctions clés que recherche généralement le consommateur : la qualité, l'accessibilité du coût d'achat et la continuité de service.

#### **II.1.2 La production d'énergie**

La production d'énergie électrique est essentiellement un secteur industriel qui approvisionne ses consommateurs en énergie électrique adaptée à leurs besoins. Pour les fournisseurs d'électricité, il s'agit de la première étape de cet approvisionnement, qui est suivie du transport et de la distribution et comprend le stockage.

Il s'agit d'usines, plus connues sous le nom de « centrales électriques » dont le rôle est de convertir les énergies primaires en énergie électrique (kWh), qui constitue la véritable source d'énergie directement utilisée par les consommateurs. Cette énergie est généralement produite sous moyenne tension (HTA : 5,5 à 20 kV) au niveau de sites plus ou moins distants des lieux de consommation. Les sources d'énergies primaires à partir desquelles est produite l'électricité sont multiples et afin de les distinguer, on attribue généralement leurs noms aux centres de production : centrales hydrauliques, nucléaires, thermiques, solaires, éoliennes, etc.

#### **II.1.3 Réseau électrique**

Le réseau électrique est un ensemble d'équipements mis en place pour faire transiter l'énergie électrique des centres de production vers les lieux de consommation. Il est pour la cause, organisé en deux principaux niveaux : le réseau de transport et le réseau de distribution.

Le réseau de transport assure grâce aux lignes électriques, le transport sous haute / très haute tension (à partir 50 kV) d'une grande quantité d'énergie (jusqu'à 1 500 MVA par lignes) des lieux de production et d'interconnexion vers les grands postes régionaux pour la répartition. La

tension de l'énergie sortant des centres de production est élevée au moyen de transformateurs élévateurs installés à la sortie des générateurs avant son départ pour les lignes de transport.

Le réseau de distribution assure alors quant à lui, à partir des postes régionaux ou de répartition, la connexion vers la clientèle qui selon la puissance et la configuration de ses installations, est raccordée au réseau basse tension via les postes de distribution publics ou directement au réseau moyenne tension (HTA) via les postes privés. Le **Tableau 1** suivant nous donne la classification des réseaux par niveau de tension et par puissances transitées.

Tableau 1:Classification des réseaux par niveaux de tension et puissances transitées

Catégorie de réseau	BT	HTA	HTB 1	HTB 2	THT
Type	Distribution	Distribution	Répartition	Transport	Transport
Puissance (MVA)	Environ 0,25	10 à 15	100 à 150	500 à 1 500	1 500 a plus
Niveau tension (kV)	$U \leq 1$	$1 < U \leq 50$	$U > 50$		
Valeurs usuelles (kV)	0,22/0,23/0,38/0,4	10/15/ 20/33	63/90	150/225/400	400 a plus

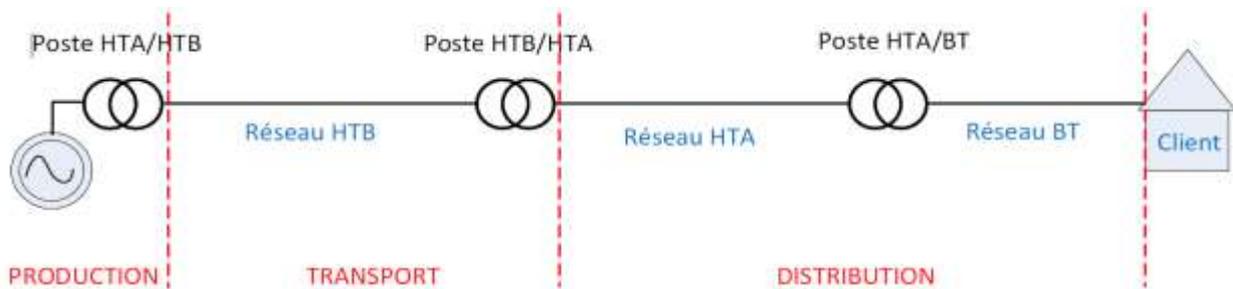


Figure 3: Schéma simplifié d'un réseau électrique[11]

## II.2 Le système électrique de la Côte d'Ivoire

### II.2.1 La production

La production électrique de la Côte D'Ivoire est fortement dominée par l'énergie de nature thermique et est principalement assurée par le secteur privé.

- **Production personnelle : la Compagnie Ivoirienne d'Électricité (CIE) et la CI-Énergies**

La CIE, dont les principales responsabilités sont la production, le transport et la distribution de l'énergie électrique aux populations ivoiriennes, dispose d'un parc de production à forte

dominance hydraulique d'une puissance installée de 700 MW, dont 454,5 MW utiles. Ce parc est composé de centrales hydroélectriques qui fournissent 390 MW contre 64,5 MW pour l'énergie thermique. Le parc est constitué des centrales hydroélectriques de Kossou, Taabo, Buyo, Ayamé1 et 2, Fayé et de la centrale thermique de Vridi. En ce qui concerne la centrale hydroélectrique de Soubré, elle est directement exploitée par CI-Energies. Elle est la plus grande centrale hydroélectrique de la CI et est composée de 3 groupes de 90 MW chacun et d'un petit groupe de 5 MW portant la puissance totale installée à 275 MW. Le **Tableau 2** présente un récapitulatif des centrales ci-dessus citées.

Tableau 2:Installations de production de la CIE et de CI-Energies [4]

Localisation de la source	Nature	Puissance installée (MW)	Puissance utile (MW)	Possession / Opération	État de l'installation
<b>Kossou</b>	Hydroélectrique	174	45	CIE	Disponible
<b>Taabo</b>	Hydroélectrique	210	210	CIE	Disponible
<b>Ayamé1</b>	Hydroélectrique	30	30	CIE	Disponible
<b>Ayamé2</b>	Hydroélectrique	30	25	CIE	Disponible
<b>Buyo</b>	Hydroélectrique	165	80	CIE	Disponible
<b>Fayé</b>	Hydroélectrique	5	-	CIE	Indisponible
<b>Vridi</b>	Thermique	86	64,5	CIE	Disponible
<b>Soubré</b>	Hydroélectrique	275	275	CI-Energies	Disponible

#### ▪ Locations

Pour sécuriser son approvisionnement en énergie, la Côte D'Ivoire a également recours à la location de centrales thermiques auprès de producteurs privés comme la Compagnie Ivoirienne de Production d'Électricité (CIPREL), AZITO Energie et Aggréko pour une puissance de 1 231 MW [5]. Soit le **Tableau 3** récapitulatif suivant donnant les puissances des sources en location par la CI :

Tableau 3:Installations en locations sur le territoire ivoirien

Localisation	Nature	Puissance utile (MW)	Possession	État
<b>CIPREL</b>	Thermique	556	CIPREL	Disponible
<b>AZITO</b>	Thermique	475	AZITO Énergie	Disponible
<b>AGGREKO</b>	Thermique	200	Aggréko	Disponible

## **II.2.2 Le transport**

Intermédiaire incontournable entre la Production et la Distribution, le réseau de transport d'énergie électrique se compose de lignes et de postes à haute et très haute tension. Ils permettent d'acheminer l'énergie produite depuis les centrales vers les centres de consommation dans des conditions optimales. En Côte d'Ivoire, le transport d'énergie se fait en 90 kV et 225 kV. Il est assuré par la CIE qui détient le monopole et la structure qui s'en occupe au sein de la Compagnie est la Direction, Transport d'Énergie et Télécommunication. Le réseau de transport (HTB) est long d'environ 7 428 km (source : CI-Energies). Il est composé d'un total de 68 postes dont 31 postes 225 kV (avec 65 transformateurs HTB/HTB 3 912 MVA de puissance totale) et 37 postes 90 kV (avec 134 transformateurs HTB/HTA et 4 274 MVA de puissance totale). La carte du réseau ivoirien avec tous ces détails est consultable en Annexe 1.

## **II.2.3 La distribution**

La distribution de l'énergie en Côte D'Ivoire est placée exclusivement sous la tutelle de la CIE qui est donc chargée de la gestion et la maintenance quotidienne du réseau de distribution. Ce dernier est constitué dans son ensemble, d'un réseau moyenne tension pour la desserte entre postes régionaux et la distribution de l'énergie aux clients ou abonnés HTA/BT et d'un réseau basse tension pour la distribution aux abonnés basse tension. La distribution moyenne tension s'effectue avec les niveaux de tension 15 et 33 kV et la distribution basse tension s'effectue en 400 V pour les abonnements en triphasés et 230 V pour les abonnements en monophasé.

### **▪ Le réseau moyenne tension HTA**

Le réseau moyenne tension s'étend sur une longueur totale de 26 134 km qui est répartie de façon régionale pour assurer la desserte des postes régionaux.

### **▪ Le réseau BT**

Le réseau BT s'étend quant à lui sur une longueur totale de 25 575 km et assure la distribution de l'énergie aux consommateurs basse tension.

## **II.3 Les postes électriques**

### **II.3.1 Définition**

Comme dit plus haut, les postes électriques sont des éléments principaux du réseau électrique. Ils reçoivent l'énergie électrique, la transforment et la répartissent. On y trouve un certain

nombre d'appareils électriques qui participent au bon fonctionnement du réseau. Ils sont indispensables au transport et à la distribution. Ils ont trois principales fonctions : le raccordement de plusieurs réseaux d'électricité, l'interconnexion entre différentes lignes électriques et la transformation de l'énergie en différents niveaux de tension. On distingue ainsi trois grandes catégories de postes électriques :

- **Les postes de transformation (ou postes sources)**

Le poste source constitue l'interface entre le réseau de transport HTB et le réseau de distribution d'électricité (réseaux HTA et BT). D'une certaine façon, il peut être vu comme un nœud du réseau de transport sur lequel le réseau de distribution prend sa source. Son rôle est de transformer la tension du niveau HTB vers le niveau HTA, depuis une ou plusieurs lignes HTB et par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs transformateurs HTB/HTA et d'alimenter ensuite des consommateurs ou des industriels à partir de plusieurs départs HTA (Figure 4).

Sur le réseau ivoirien, les postes sources sont alimentés en 90 kV pour la quasi-totalité et en 225 kV pour le reste. Ils desservent ensuite le réseau de distribution en 33 kV et en 15 kV.



Figure 4: Poste source d'AZITO

- **Les postes d'interconnexion**

Le poste d'interconnexion permet d'interconnecter plusieurs lignes électriques notamment celles qui relient deux ou plusieurs pays. Le niveau de tension généralement mis en jeu est la très haute tension (HTB). En ce qui concerne la Côte d'Ivoire, cette tension est 225 kV. La figure 5 présente une vue d'ensemble d'un poste électrique. Cette figure illustre comment peuvent se présenter un poste source et un poste d'interconnexion.

- **Les postes de distribution**

Les postes de distribution électriques sont les derniers maillons de transformation de l'énergie. Ce sont des transformateurs qui abaissent la haute tension en basse tension. Un poste de distribution, quelle que soit sa forme, se présente en deux catégories : le poste public et le poste privé.

Un poste public abaisse la tension sur un réseau basse tension, et ce réseau basse tension est partagé entre un certain nombre d'abonnés. Un poste privé abaisse la tension et alimente un réseau basse tension qui alimente uniquement un seul abonné, qui est bien souvent une entreprise ou une industrie.

Le poste de distribution peut se présenter sous deux formes différentes : soit haut de poteau (voir Figure 5, soit en cabine voir Figure 6).

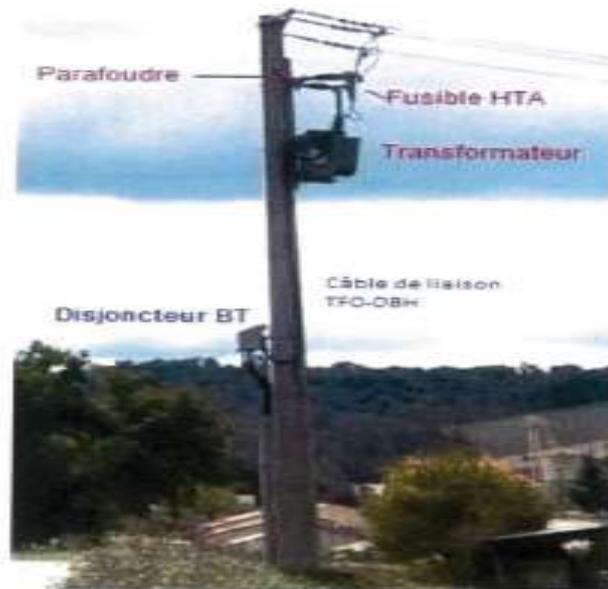


Figure 5: Poste Haut de Poteaux (H61) [1]



Figure 6: Poste en Cabine (H59) [1]

### II.3.2 Éléments principaux

Comme vu plus haut, les postes, ont différentes fonctions au sein d'un réseau. Cependant, les postes sont généralement constituées de :

- **Lignes électriques**

C'est une liaison électrique aérienne permettant le transport d'électricité de poste à poste. Elle est composée de : support, 3 conducteurs (pour un réseau triphasé), d'armement (chaines de fixation à la charpente ou au pylône) et d'un câble de garde qui assure la protection contre la foudre. Dans un poste, la ligne électrique est appelée tendue aérienne.

- **Le disjoncteur**

Appareil destiné à établir, supporter et interrompre des courants sous la tension assignée, dans les conditions normales de service, pour ouvrir ou fermer un circuit un réseau électrique par exemple. Mais aussi dans des conditions anormales spécifiées, en particulier pour éliminer un courant de court-circuit dans le réseau provoqué par exemple par la foudre. Le disjoncteur est l'appareil de protection essentiel d'un réseau à haute tension, il est le seul capable d'interrompre un courant de court-circuit et donc d'éviter que le matériel connecté sur le réseau ne soit endommagé. Il peut contenir du gaz SF<sub>6</sub> pour permettre de « souffler l'arc électrique », de l'huile ou de l'air.

- **Le sectionneur**

C'est un appareil électromécanique permettant de séparer, de façon mécanique, un circuit électrique et son alimentation, tout en assurant physiquement une distance de sectionnement satisfaisante. Il permet d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur la partie isolée du réseau électrique ou d'éliminer une partie du réseau en dysfonctionnement pour pouvoir en utiliser les autres parties.

- **Le parafoudre**

Il protège les installations électriques et de télécommunications contre les surtensions en général qui peuvent avoir, par exemple, pour origine la foudre ou la manœuvre d'appareils électriques (surtensions dites de manœuvre), contrairement à un paratonnerre qui a pour rôle de protéger une structure contre les coups de foudre directs. Ce rôle, dans un poste, est assuré par le câble de garde.

### III. ÉTAT DES LIEUX

Une mission de collecte et reconnaissance a été conduite par les experts et les agents d'exploitation de la CIE en vue de réaliser l'état des lieux des installations actuelles. Les sites des installations des postes ont été identifiés ainsi que les lignes électriques HTA et BTA.

L'objectif de cette phase était de disposer des éléments suivants :

- La topologie et l'état des postes ;
- Une situation globale du réseau HTA et BTA
- Le développement de l'urbanisation de la zone d'influence des postes

#### III.1 Postes sources alimentant la zone d'étude

La commune de Yopougon est desservie par quatre (4) postes sources, soit 33% des douze (12) postes sources installés sur la ville d'Abidjan. Les postes de distribution HTA/BTA alimentant la zone d'étude sont constitués de huit (8) postes H59 (06 postes maçonnés et 02 postes préfabriqués) et douze (12) postes H61. Le tableau ci-dessous donne la répartition des vingt postes de distribution HTA/BTA de la direction régionale de Yopougon par poste source. Soit le tableau suivant

Tableau 4: Postes sources de rattachement des postes étudiés

POSTE SOURCE	NOMBRE DE POSTES	TYPE DE POSTE	N° DE POSTE
<b>YOPOUGON 1</b>	5	H59	5156 / 566 / 5655 / 5722
		H61	553
<b>YOPOUGON 2</b>	2	H61	5563 / 5546
<b>AZITO</b>	11	H59	5342 / 5728 / 5766 / <b>5687</b>
		H61	535 / 5967 / 534 / 5604 / 5231 / 5703 / 5566
<b>ABOBO</b>	2	H59	5228 / 562

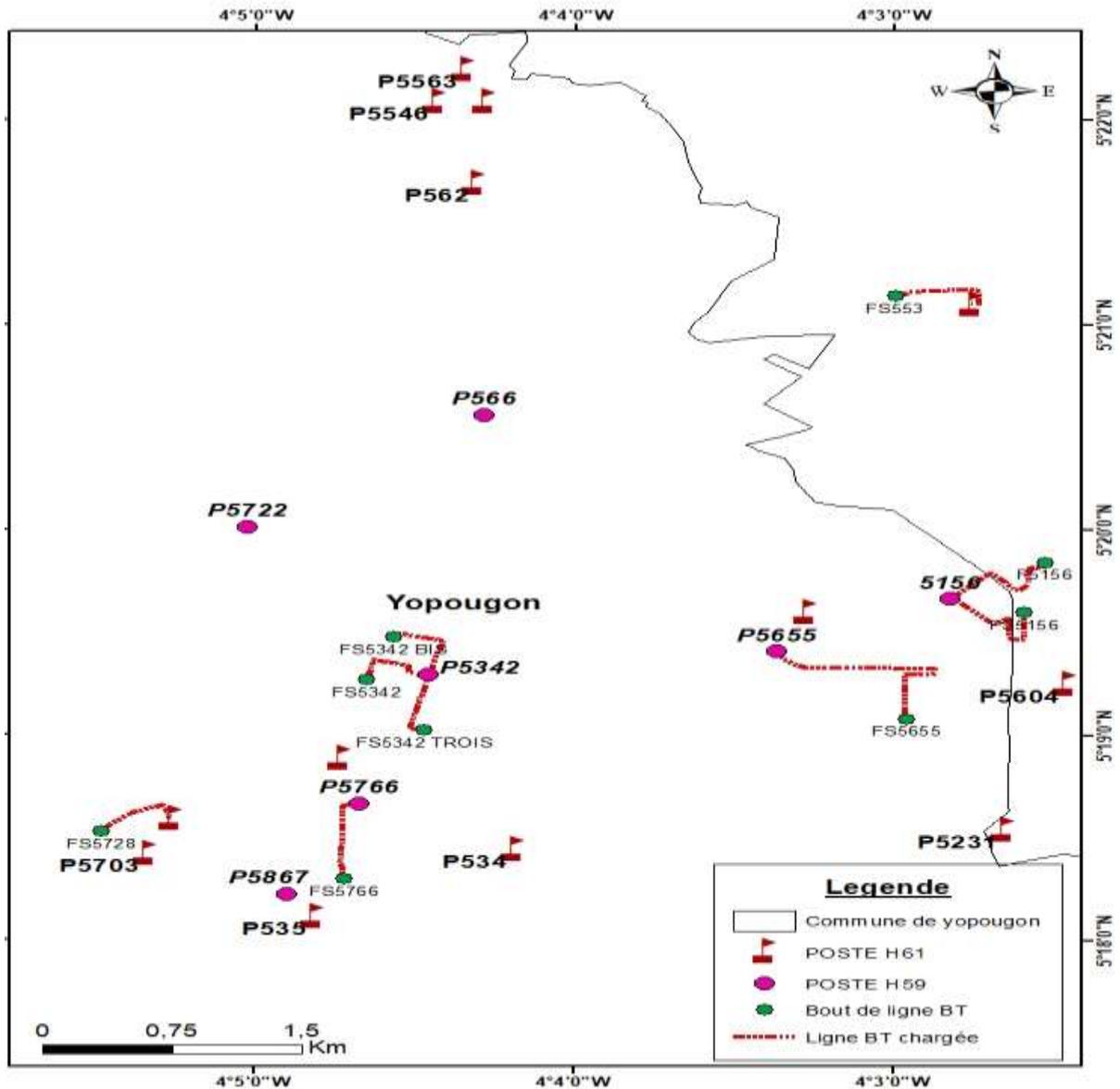


Figure 7: Cartographies des postes HTA / BT[4]

### III.2 Diagnostic du réseau existant de la zone d'étude

Le réseau de distribution électrique de la commune de Yopougon est constitué de [10] :

- 414 km de réseau HTA, dont 270 km de ligne HTA aériens et 244 km de câble HTA souterrains ;
- 852 km de réseau BTA, dont 716 km de ligne BTA aériens et 136 km de câble BTA souterrains ;
- 891 postes HTA/BTA, dont 396 postes de Distribution publique, 494 postes privés et 01 poste mixte.

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

Les distances des réseaux de distribution BT alimentant la zone d'étude ainsi que les postes sources et les départs HTA de rattachement sont consignées en **Annexe 2**.

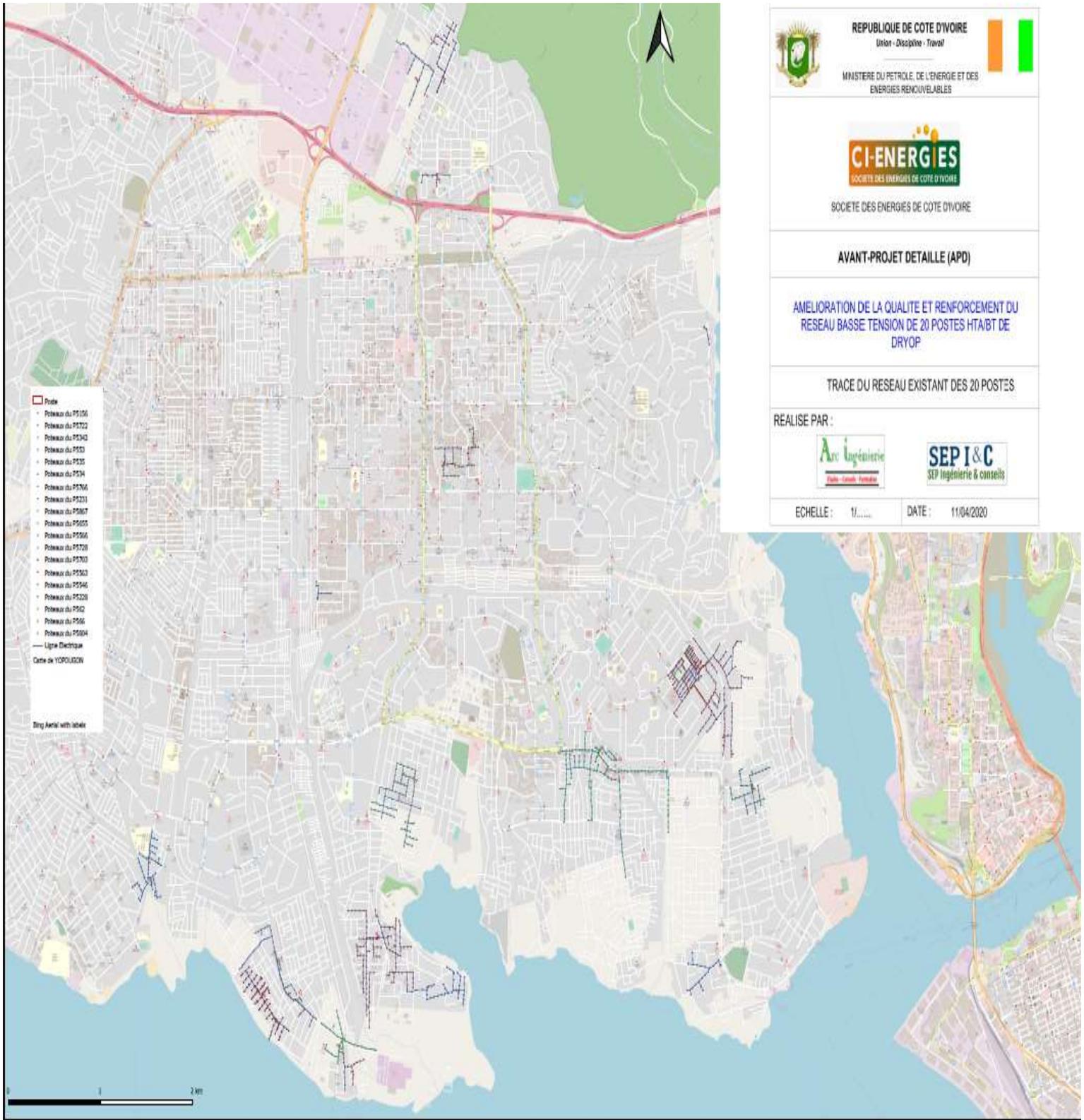


Figure 8: Plan du réseau des 20 postes de distribution BT

### III.3 Qualité du produit de la zone d'étude

Pour l'ensemble des 85 postes objet du projet global, la fourniture de l'électricité est dégradée dans certaines zones de la commune de Yopougon. Après les investigations et les collectes de données, il ressort que parmi les postes de distribution en contrainte : 20 postes de distribution dont 08 postes H59 (06 postes maçonnés et 02 postes préfabriqués) et 12 postes H61 ; les taux de charge des transformateurs avec la charge existante ainsi que les taux de charge des départs BT et les chutes de tension par départ sont respectivement consignés dans le **Tableau 5**,

**Tableau 6** et **Tableau 7** suivants :

Tableau 5 : Taux de charge des transformateurs avec la charge existante

N° Poste	PTfo (kVA)	P mesuré (kVA)	Taux de charge	Charge à compléter en kVA	Analyse Charge	Action à mener
POSTE_5156_1	400	226	56%	96	Charge normale	RAS
POSTE_5156_2	630	404	64%	100,8	Charge normale	RAS
POSTE_535	160	101	63%	27,2	Charge normale	RAS
POSTE_5867	630	333	53%	170,1	Charge normale	RAS
POSTE_5728	400	287	72%	32	Charge normale	RAS
POSTE_5342	400	257	64%	64	Charge normale	RAS
POSTE_534	160	66	41%	62,4	Sous Charge	Prévoir une augmentation de charge

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

<b>POSTE_5604</b>	160	93	58%	35,2	Charge normale	RAS
<b>POSTE_5546</b>	160	134	84%	-	surcharge	Réaliser une diminution de charge
<b>POSTE_5563 A</b>	160	77	48%	51,2	Sous Charge	Prévoir une augmentation de charge
<b>POSTE_5563 B</b>	160	128	80%	-	Charge normale	RAS
<b>POSTE_5228</b>	160	104	65%	24	Charge normale	RAS
<b>POSTE_5231</b>	160	219	137%	-	Surcharge	Réaliser une diminution de charge
<b>POSTE_562</b>	160	106	66%	22,4	Charge normale	RAS
<b>POSTE_5703 A</b>	160	81	50%	48	Charge normale	RAS
<b>POSTE_5703 B</b>	160	77	48%	51,2	Sous Charge	Prévoir une augmentation de charge
<b>POSTE_553</b>	160	74	46%	54,4	Sous Charge	Prévoir une augmentation de charge
<b>POSTE_5566</b>	160	107	67%	20,8	Charge normale	RAS

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

<b>POSTE_5655_1</b>	630	332	53%	170,1	Charge normale	RAS
<b>POSTE_5655_2</b>	400	229	57%	92	Charge normale	RAS
<b>POSTE_5722</b>	400	252	63%	68	Charge normale	RAS
<b>POSTE_5766</b>	630	206	33%	296,1	Sous Charge	Prévoir une augmentation de charge

NB : On limite en général à 80% la charge maximale du transformateur afin d'augmenter la durée de vie du transformateur.

Tableau 6 : Taux de charge des départs BT

N° Poste	I nom (A)	I neutre	Imoy	Taux de charge Phase	Taux de déséquilibre phase	Taux de déséquilibre neutre	Analyse du déséquilibre	Action à mener
POSTE_5156_1	576	39	335	58%	95%	11.64%	Charge équilibrée	RAS
POSTE_5156_2	907	109	599	66%	98%	18.21%	Charge équilibrée	RAS
POSTE_535	230	69	148	64%	76%	46.73%	Charge très déséquilibrée	Procéder à un équilibre de réseau
POSTE_5867	907	122	482	53%	86%	25.33%	Charge déséquilibrée	Tenir compte des phases lors des branchements ultérieurs

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

N° Poste	I nom (A)	I neutre	Imoy	Taux de charge Phase	Taux de déséquilibre phase	Taux de déséquilibre neutre	Analyse du déséquilibre	Action à mener
POSTE_5728	576	122	394	68%	87%	30.94%	Charge déséquilibrée	Tenir compte des phases lors des branchements ultérieurs
POSTE_5342	576	45	377	66%	98%	11.93%	Charge équilibrée	RAS
POSTE_534	230	128	96	42%	55%	133.80%	Charge très déséquilibrée	Procéder à un équilibre de réseau
POSTE_5604	230	85	154	67%	90%	55.31%	Charge très déséquilibrée	Procéder à un équilibre de réseau
POSTE_5546	230	85	197	86%	98%	43.15%	Charge très déséquilibrée	Procéder à un équilibre de réseau
POSTE_5563 A	230	53	111	48%	89%	47.60%	Charge très déséquilibrée	Procéder à un équilibre de réseau
POSTE_5563 B	230	88	186	81%	96%	47.23%	Charge très déséquilibrée	Procéder à un équilibre de réseau
POSTE_5228	230	78	151	66%	86%	51.54%	Charge très déséquilibrée	Procéder à un équilibre de réseau

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

N° Poste	I nom (A)	I neutre	I moy	Taux de charge Phase	Taux de déséquilibre phase	Taux de déséquilibre neutre	Analyse du déséquilibre	Action à mener
POSTE_5231	230	92	345	150%	98%	26.67%	Charge déséquilibrée	Tenir compte des phases lors des branchements ultérieurs
POSTE_562	230	80	148	64%	74%	53.93%	Charge très déséquilibrée	Procéder à un équilibre de réseau
POSTE_5703 A	230	44	115	50%	88%	38.26%	Charge déséquilibrée	Tenir compte des phases lors des branchements ultérieurs
POSTE_5703 B	230	60	109	47%	75%	55.05%	Charge très déséquilibrée	Procéder à un équilibre de réseau
POSTE_553	230	78	107	46%	76%	72.90%	Charge très déséquilibrée	Procéder à un équilibre de réseau
POSTE_5566	230	51	163	71%	93%	31.22%	Charge déséquilibrée	Tenir compte des phases lors des branchements ultérieurs
POSTE_5655_1	907	165	529	58%	85%	31.21%	Charge déséquilibrée	Tenir compte des phases

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

N° Poste	I nom (A)	I neutre	Imoy	Taux de charge Phase	Taux de déséquilibre phase	Taux de déséquilibre neutre	Analyse du déséquilibre	Action à mener
								lors des branchements ultérieurs
POSTE_5655_2	576	94	361	63%	91%	26.01%	Charge déséquilibrée	Tenir compte des phases lors des branchements ultérieurs
POSTE_5722	576	138	371	64%	91%	37.23%	Charge déséquilibrée	Tenir compte des phases lors des branchements ultérieurs
POSTE_5766	907	88	295	33%	92%	29.80%	Charge déséquilibrée	Tenir compte des phases lors des branchements ultérieurs

Tableau 7 : chute de tension de chacun des départs

POSTES N°	Linéaire départ (m)	Chute tension
H59_CART_5156_1	1300	0.99%
	490	0.54%
	293	2.53%
	2590	3.01%

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

POSTES N°	Linéaire départ (m)	Chute tension
	336	0.79%
H59_CART_5156_2	315	0.93%
	1049	3.81%
	145	0.26%
	233	1.60%
	1300	3.88%
	1400	1.89%
	1000	4.87%
	600	1.49%
	H61_535	620
H61_ANT_5867	1435	
H59_CART_5728	374	
	536	
	900	
	991	
H59_ANT_5342	2100	<b>11.52%</b>
	850	1.70%
	475	1.30%
H61_ANT_534	831	3.20%
	469	1.95%
H61_ANT_5604	285	1.88%
	1209	5.93%

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

POSTES N°	Linéaire départ (m)	Chute tension
H61_ANT_5546	1200	8.84%
H61_5563_A	630	2.85%
H61_5563_B	630	4.56%
H61_ANT_5228	505	3.08%
H61_ANT_5231	900	<b>11.53%</b>
H61_ANT_562	500	3.00%
H61_ANT_5703_A	1088	4.83%
H61_ANT_5703_B	1209	5.34%
H61_ANT_553	150	0.91%
H61_ANT_5566	1900	<b>11.47%</b>
H59_ANT_5655_1		
H59_ANT_5655_2	1345	3.88%
	1122	3.71%
	99	0.86%
	2990	<b>11.88%</b>
H59_CART_5722	161	1.38%
	199	0.38%
H59_ANT_5766	704	1.23%
	729	1.23%
	454	2.18%
	2400	<b>10.72%</b>

### **III.4 Conclusion sur le Diagnostic du réseau existant**

Le diagnostic actuel du réseau basse tension de la zone d'étude des 20 postes DRYOP montre que :

- le poste 5231(H61) est le seul poste surchargé avec 137%, cela est dû au faite du développement et aussi de l'insuffisance de la capacité installée dans ces quartiers ;
- trois postes (5156\_1, 5156\_2 et 5342) ont des charges équilibrées ;
- les chutes de tension dont la valeur est supérieure à 10% sont constatées aux postes : 5342(11.52%), 5231 (11.53%), 5566 (11.47%), 5655\_2 (11.88%) et 5766 (10.72%). Ces chutes de tension sont la cause des réseaux BT trop longs, mal structurés et de l'extension de certains quartiers sans que le développement du réseau BT soit suivi.

Ainsi, le renforcement de ces quartiers par la construction de nouveaux postes de distribution et le développement de nouveaux réseaux BT associés sont nécessaires pour garantir une meilleure fourniture de l'énergie électrique à la population de Yopougon

## IV. PRÉVISIONS DE LA DEMANDE DE LA ZONE D'ÉTUDE

### IV.1 Méthodologie de la prévision des charges de la zone d'étude

La prévision de la demande d'énergie en kVA est traitée localement poste par poste en prenant en compte des conditions particulières locales. La méthode s'appuie sur les paramètres principaux suivants :

- ✓ Sur la charge mesurée pendant la campagne de mesures réalisée avec CIE ;
- ✓ Sur l'état d'occupation par des constructions de la zone d'implantation du poste ; les visites de terrain ont permis de faire l'état de l'habitat et de constater les cas de constructions nouvelles : ainsi les sites des postes ont pu être classés en zone de potentiel élevé, de potentiel moyen et de potentiel bas ;
- ✓ Sur un taux d'évolution de la demande basé sur le taux moyen de la consommation BT de DRYOP [10] ; la situation locale de chaque poste est prise en compte par son classement dans l'une des trois zones de potentiel de croissance. Le tableau de calcul de prévision de la demande adopté est avec 3 scénarios : le scénario de base est encadré d'un scénario optimiste et d'un scénario pessimiste.

Le calcul de la prévision se fera avec la formule suivante :

$$P_n = (1 + \tau)^n P_0$$

Avec  $P_n$  : Puissance de l'année  $n$  ;  $P_0$  : Puissance de l'année d'origine ;  $n$  : nombre d'années  
 $\tau$  : Taux d'évolution de la demande

Les tableaux de potentiel de développement des zones et le taux de croissance selon le potentiel et les scénarios sont consignés en Annexe 3

### IV.2 Résultats de la prévision selon les scénarios bas, moyen et haut

Sur la base du Tableau 8 ci-dessous, les prévisions de demande globale pour les 20 postes se présentent comme suit selon le scénario de base :

Tableau 8: Récapitulatif général de la prévision

SCÉNARIO	DEMANDE EN kVA 2020	DEMANDE EN kVA 2025	DEMANDE EN kVA 2035
OPTIMISTE	4164	6400	11331

## **V. ANALYSE DU RÉSEAU**

### **V.1 Rappel des éléments de doctrine distribution sur le développement du réseau HTA, BTA-EP**

#### **V.1.1 Réseau HTA**

Le réseau HTA de la ville sera à terme un réseau souterrain selon la doctrine distribution. Le type de câble uniquement recommandé pour les artères HTA est le câble CIS 240 mm<sup>2</sup> ALU [4] pour tenir compte des possibilités de bouclages entre départs HTA. Les départs HTA sont bouclés entre eux à travers des postes de réflexion ou par des grappes entre postes sources voisins. Le réseau HTA à développer est en général en coupure d'artère, exceptionnellement en antenne [2].

#### **V.1.2 Transformateur**

Les transformateurs HTA/BTA de puissance nominale inférieure ou égale à 160 kVA (50kVA ou 100kVA voire 160 kVA) sont montés sur poteaux en béton (H61). Au-delà de 160 kVA, ces transformateurs sont posés en cabine (H59) dont les puissances varient entre 250 et 630 kVA. Leur puissance et leurs nombres sont fonction de la charge. À Abidjan, les puissances des transformateurs pour les nouveaux postes sont des postes H59 de capacité 400 kVA et 630 kVA afin de faire face à la forte demande en énergie électrique [1].

#### **V.1.3 Réseau BTA**

Les réseaux BTA seront réalisés en majorité avec des supports de type béton de 9 à 10 mètres de hauteur avec des efforts de 400 à 1000 daN [3]. Le réseau BTA est en câble réassemblé de section 150, 70, ou 50 mm<sup>2</sup>, le neutre des transformateurs HTA/BTA est mis à la terre à travers d'une prise de terre dont la résistance ne peut dépasser une valeur maximum 100  $\Omega$ . Le neutre BTA est distribué et est encore mis à la terre en différents endroits du réseau (terre en bout de ligne ou terre de renforcement). Les sorties BTA des postes de distribution sont faites en câble souterrain CIS 150 mm<sup>2</sup>. La construction du réseau BTA respecte les spécifications suivantes en zone urbaine :

- Les sorties des départs et les remontées sur poteau sont réalisées par un câble ARV FV 3x150 mm<sup>2</sup> ;
- L'ossature principale du réseau est réalisée en câble torsadé PRC 3x150+70+16 mm<sup>2</sup>;

- Les dérivations sont réalisées en câble torsadé PRC 3x70+54,6+16 mm<sup>2</sup> ;
- La longueur maximale réseau recommandée (ossature principale) est fixée à 350 mètres ;
- Le rayon de couverture du réseau BTA d'un poste HTA/BTA varie de 150 à 350 mètres en zone urbaine dense ;

#### **V.1.4 Éclairage public**

La politique nationale d'éclairage public mise en œuvre en Côte d'Ivoire a pour objectif de :

- garantir la sécurité des personnes et des biens
- faciliter les activités diurnes
- sécuriser les déplacements sur les voies carrossables
- améliorer le bien-être des populations.

Cela se traduit par la prise en compte systématique de l'éclairage public dans notre projet de renforcement et d'amélioration de la qualité basse tension.

Sur les extensions BT qui seront réalisées, les systèmes d'éclairage seront installés.

Afin d'être conformes au mécanisme à un développement plus propre, les lampes installées devront être plus économes en énergie. Les lampes existantes sont des lampes en Sodium Haute Pression (SHP) chaque support est équipé d'un équipement lanterne crosse avec ampoule de 150w. Et ces lampes (SHP) seront remplacées par des lampes LED avec une puissance de 30w [4]. L'entreprise aura à fournir au moins 1020 points lumineux, lanterne crosse lampes et accessoires, à installer.

### **V.2 Méthodologie utilisée pour l'amélioration de la qualité du réseau basse tension**

La méthodologie adoptée pour l'amélioration de la qualité du réseau basse tension est basée sur les 4 critères suivants :

- Pour l'alimentation HTA : Améliorer la sécurité d'alimentation HTA par l'insertion en coupure d'artère de tous les postes HTA créés et anciens si des postes voisins existent et rechercher éventuellement les bouclages entre postes sources différents ;

- Pour les départs BT : limiter les longueurs à 350m et implanter les postes au centre des zones de consommation ;
- La mise en place d'un dispositif de téléconduite à l'intérieur des postes pouvant être bouclés sur un départ d'un poste source différent.

### **V.3 Analyse des besoins de renforcements et d'extension du réseau HTA-BTA**

L'analyse des besoins de renforcements et d'extension du réseau HTA-BTA se base sur le diagnostic du réseau actuel et le scénario moyen de la prévision de la demande. Le diagnostic du réseau a permis de ressortir les contraintes immédiates à traiter sur les vingt (20) postes de distribution. Ces contraintes sont principalement liées aux :

Taux de charge des postes de distribution ; d'après les données de l'APS (Avant-Projet sommaire) qui n'ont pu être rafraichies dans la dernière campagne de mesures 3 postes sont surchargés : ce sont les postes H61 5231 (137%) 562 (111%) et 5546 (84%). Si ces situations sont confirmées, elles sont d'une urgence extrême.

Le taux de charge est le rapport en pourcentage, du courant prélevé aux bornes du disjoncteur c'est-à-dire la somme des courants transitant dans les canalisations des différents départs, sur le courant nominal du transformateur. Sa formule est la suivante

Le taux de charge par départ :  $TC = \frac{I_{moy}}{I_n}$  avec  $I_{moy}$  = Courants moyens transitant dans les canalisations et  $I_n$  = Courant nominal

- chutes de tension (réclamations des clients en basse tension) ;
- types des postes de distribution ;
- zones de couverture des postes.

Toutes ces situations sont prises en compte dans la méthodologie.

### **V.4 Besoins de renforcement poste HTA/BTA et du réseau BTA**

Compte tenu des résultats du diagnostic et de la prévision de la demande, il est nécessaire de créer de nouveaux postes de distribution cabine (H59) 630kVA pour décharger les postes existants surchargés et/ou couvrant une zone trop étendue (engendrant des chutes de tension sur les longs départs). Pour assurer la décharge des postes existants, les départs BTA issus des nouveaux postes reprendront des grappes de départs BTA existants sujets de baisse de tension chez les clients.

Tableau 9: Principe de proposition des solutions [4]

<b>CRITÈRES</b>	<b>SELON LES MESURES</b>	<b>SELON APS</b>	<b>SOLUTION DE PRINCIPE</b>
<b>Taux charge TFO sup à 80%</b>	Aucun	3 postes H61 : 5231, 5546, 562	Créer un nouveau poste avec ses raccordements HTA et 4 à 6 départs BT
<b>Raccordement Antenne</b>	12 postes H61 et 2 H59 5342, 5766		Insérer en coupure d'artère si possible les postes H59 et déposer les H61 et créer des H59 si possible en coupure d'artère
<b>Tension basse Bout de ligne longueur départ sup à 500m</b>	H61 5156, H61 535, H59 5342 H59 5728 H61 5228 et 5231 H61 553 et 5566 H59 5655 (à dédoubler) H59 5756, soit 4 H59 et 6 H61		créer un nouveau poste mieux centré, de préférence en coupure d'artère avec 4 départs BT (et déposer le H61 le cas échéant)
<b>Anomalies postes H59 à corriger</b>		Plusieurs	

Tableau 10: Principe de proposition des solutions[4]

<b>PROBLÉMATIQUES</b>	<b>CONDITION NÉCESSAIRES</b>	<b>MODALITÉS</b>
<b>Créer un nouveau Poste H59</b>	<p>1. La demande prévisionnelle 2030 en kVA de la zone du poste et des zones rattachées est couverte par la capacité installée du schéma proposé OU BIEN</p> <p>2. La tension est basse en bout d'un départ et la zone a un potentiel moyen ou élevé sinon créer poste H61</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localisation du site du nouveau : décalée par rapport au poste actuel et centrer sur zone de desserte</li> <li>• Dimension TFO : 630 kVA dans le principe exception envisageable en 400 kVA</li> <li>• Schéma d'insertion : principe Coupure d'artère, exception Antenne quand il n'y a pas de poste voisin</li> <li>• Longueur HTA souterraine : minimum 450 m pour raccordement amont ou 900 m pour amont et aval</li> </ul>
<b>Créer des Départs BT</b>		De 3 à 6 départs par poste selon la voirie soit de 1050 à 2100 m par poste créé.

Le récapitulatif des solutions des besoins de renforcement est consigné dans le tableau de l'**Annexe 5**.

Cela implique le démantèlement de 17 postes H61 et un poste H59 400kVA pour la création de 17 postes H59. Le poste **5687** n'a pas été traité, car il n'a pas été identifié sur site. Le poste **566** aussi il n'a pas été traité, car il vient d'être réaménagé.

## **V.5 Envergure des travaux a réalisé**

L'envergure des travaux consiste à raccorder au réseau HTA existant un poste HTA/BT, à réaliser un réseau aérien BT issu de ce poste et à poser des panneaux de comptage et disjoncteurs pour décharger ou remplacer les postes de distribution en contrainte.

Pour faire face au besoin électrique de renforcement des postes de distribution existants et prioritaires dans la DRYOP, il sera nécessaire de construire :

- **18 postes de distribution** répartis dans les différentes Directions Régionales d'Abidjan engendrant une **capacité supplémentaire de 8 763 kVA** ;
- **18 km de réseau HTA souterrains en câble CIS 240 mm<sup>2</sup> Alu** pour le raccordement des différents postes de distribution au réseau électrique ;
- **23 km de réseau BT** pour l'alimentation des clients et le développement de l'éclairage public ;

L'envergure des travaux à réaliser et le récapitulatif des charges et des chutes de tension par départs des nouveaux postes sont consigné dans **Annexe 5**.

## VI. ÉTUDES TECHNIQUES DE LA FAISABILITÉ DES RENFORCEMENTS DES POSTES HTA/BT

### VI.1 Normes et Standards

Les principales normes et guides utilisées pour traiter la partie technique (ingénierie électrique) de ce travail sont :

- La norme NFC 11-201
- Guide technique réseau de distribution. Partie 1 : POSTE HTA/BTA
- Guide technique réseau de distribution. Partie 2 : RÉSEAUX HTA
- Guide technique réseau de distribution. Partie 3 : RÉSEAUX BTA

En plus de cette norme et de ces guides, cette étude fait recours à d'autres normes en complément dont certaines sont citées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11: Quelques normes de références utilisées

NFC/ EN	NORMES FRANÇAISES HOMOLOGUÉES OU EUROPEENES	
NF C	11-201	Réseau de distribution publique énergétique
NF C	32-321	Câbles rigides isolés au polyéthylène réticulé sous gaine de protection en polychlorure de vinyle – U100 R2V
NF C	33-226	Câbles isolés et leurs accessoires pour réseaux d'énergies. Câbles de tensions assignées comprises entre 6/10 (12kV) et 18/30 (36kV)
NF C	33-001	Câble isolé et leurs accessoires pour réseaux d'énergies. Accessoires pour câbles à isolant synthétique de tensions assignées de 1,8/3(3,6kV) à 18/30 (36kV)
NF C	67-200	Poteau en béton armé
NF C	33-050	Boîtes de jonction de transition
NF C	33-090-1	Cosses et manchons Alu et Alu/Cuivre
NF C	34-125	Conducteur nu en alliage d'aluminium et en alliage d'aluminium acier, pour lignes aeriennes
NF C	66-400	Ferrure pour ligne aérienne – galvanisation à chaud des pièces en métaux ferreux
IEC	60020 60024	Boîtes de jonction de transition

NFC/ EN	NORMES FRANÇAISES HOMOLOGUÉES OU EUROPEENES	
IEC	600099	Partie 4 : Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour réseaux à alternatif Partie 5 : Recommandations pour le choix et l'utilisation des parafoudres
IEC	60104	Conducteur nu
IEC	60282	Fusible moyenne tension
NF C	13-102	Poste de livraison : postes simplifiés préfabriqués sous enveloppe, alimentés par un réseau de distribution publique MT (jusqu'à 33kV)
IEC	60076	Transformateur triphasé de distribution immergée dans l'huile 50Hz, de 50 à 2500kVA, de tension la plus élevée pour le matériel ne dépassant pas 36Kv
IEC	62271-200	Postes préfabriqués haute tension /basse tension
NF C	33-002	Accessoire de câbles de distribution de tension assignée 0,6/1 kV
NF C	33-020	Connecteur à perforation d'isolant 6Kv
NF C	33-021	Matériaux de raccordement pré isolé à restreindre pour réseau et branchement aérien en conducteur isolé torsadé de tension assignée 0,6/1Kv
NF C	33-030	Jonction aérosouterraine
NF C	17-200	Installation d'éclairage public
UTE C	17-205	Détermination des caractéristiques des installations d'éclairage public

## VI.2 Ligne HTA

Toutes portions du réseau HTA à construire pour alimenter les nouveaux postes (postes à créer) seront souterraines. Pour ce réseau, seul le câble CIS de type unipolaire torsadé 3x1x240 mm<sup>2</sup> sera utilisée, avec une tension spécifique 12/20kV et 24kV comme tension maximale, selon les normes : NF C 33-226. Ce choix de tension spécifique est justifié par le niveau tension des lignes HTA. Tous les postes concernés sont alimentés en 15kV. Le raccordement au réseau HTA se fera comme suit :

- La création des postes liés aux postes H61 étudiés prendra leur alimentation sur les lignes aériennes alimentant ces derniers, par une descente aérosouterraine ;
- La création des postes liés aux postes H59 étudiés prendront leur alimentation depuis ces derniers, en ajoutant une cellule - interrupteur.

Lors de la mise en œuvre, l'entreprise en charge des travaux devra prendre les dispositions suivantes :

- Manutention :

Il est formellement interdit de laisser tomber un touret de conducteur sur le sol du haut du camion ou d'une remorque.

- Déroulage :

Le conducteur est à dérouler, tirer et mis en place avec le plus grand soin en évitant toute torsion, boucle ou traînée ; éviter le désassemblage des brins.

- Protection contre les infiltrations d'eau : tout câble dont une longueur a été prélevée doit être capoté de façon étanche.
- Pose du câble (enterré)

Le câble est posé sur un lit de câble et doit être recouvert par une épaisseur de 20cm de sable fin exempts de tout élément susceptible de détériorer la gaine de protection du câble.

### **VI.2.1 Descente aérosouterraine**

Cette partie concerne les postes à créer qui prennent leurs sources depuis une ligne arienne. La descente aérosouterraine est le raccordement entre la ligne aérienne et le réseau souterrain. Elle sera faite sur un support d'arrêt 12/1250daN et constitué de :

- Armement à traverse d'encrage
- Chaine d'isolateurs
- Raccord à anneau
- Cosse à sertir Alu
- Plaquette de fixation en aluminium
- Parafoudre synthétique ZNO et sa ferrure de fixation

- Feuillard 0,4
- Gaine de protection mécanique pour la remontée
- Boulons galvanisés 14x30
- Extrémité de câble extérieure la descente aura un circuit de mis à la terre des masses réalisée au pied du support.

### **VI.2.2 Extrémité de câbles extérieure**

Les boîtes d'extrémités doivent assurer : le contact électrique, l'isolement de la pièce de contact et l'étanchéité des extrémités.

- Le contact est assuré par cosses, des embouts ou têtes de boites sertis ou soudés, mais le plus généralement poinçonné
- l'isolement est obtenu par un remplissage de la boîte avec de la matière isolante (boîte coulée) ou par des matériaux synthétiques disposés autour du câble (câble à isolement synthétique)

L'étanchéité est obtenue par un bon serrage des joints ou par matériaux synthétiques. Elles sont de différents types :

- les boîtes d'extrémités pour l'intérieur
- les boîtes d'extrémités pour l'extérieur
- les prises de courant.

Le raccordement des câbles HTA souterrains au réseau aérien est à réaliser avec des boites d'extrémités types extérieures avec emploi de cosses en aluminium. Ce sera un jeu de trois boites d'extrémité de câbles rétractable à froid type extérieur pollué 24kV alu 240mm<sup>2</sup>. Il est formellement interdit de reconstituer le jeu de trois extrémités par un assemblage épars.

### **VI.2.3 Boites de jonction**

Les boîtes pour jonctions doivent assurer :

- Le contact électrique,
- L'isolement des contacts, afin que les conducteurs soient aussi isolés dans la traversée des boîtes qu'ils le sont en plein câble

- L'étanchéité de l'accessoire.
- Le contact est assuré par des raccords poinçonnés
- L'isolement des contacts est réalisé soit par reconstitutions de l'isolant du câble et de son ou ses écrans éventuels (semi-conducteur métallique) soit par reconstitution pareille au moyen des cônes défecteurs ou remplissages de champ et de séparateurs, fuseaux ou rubanages.

L'étanchéité des accessoires est assurée soit :

- par des matériaux rétractables
- par rubanage à l'aide d'un ruban synthétique à mailles lâches dans lequel est injectée une matière isolante à froid
- par un bon serrage des joints des boîtes au moyen de presse-étoupe sur les gaines de câbles à isolation synthétique. Pour le raccordement des câbles en souterrain, il sera utilisé des boites de jonction HTA rétractable à froid 240mm<sup>2</sup> 12/20kV pour câble CIS avec manchon à serrage mécanique. À la mise en œuvre, les câbles doivent être préparés par un spécialiste (câblier) avec des outils appropriés et en bon état. Le câblier doit suivre rigoureusement les instructions indiquées dans la notice de mise en œuvre.

#### **VI.2.4 Parafoudre**

Les parafoudres sont destinés à la protection des transformateurs de puissance et des réseaux de distribution HTA contre les surtensions atmosphériques transitoires élevées et à limiter la durée et l'amplitude du courant de fuite [1]. Les trois caractéristiques pour le choix d'un parafoudre sont :

- La tension maximum en service continu qui assure que la puissance est maintenue dans les limites de conception et qu'il n'y a pas d'emballement thermique ;
- Le niveau de protection d'un parafoudre mesuré par la tension résiduelle, aux bornes du parafoudre ;
- La tenue thermique qui vise à garantir la non-destruction du parafoudre en cas de choc long.

Le parafoudre est installé uniquement au niveau des remontées aérosouterraines. Il sera de type à oxyde de ZINC, soit le parafoudre synthétique ZNO 10kA 24kV avec déconnecter, selon la

norme IEC 60099[7]. À la mise en œuvre, le module est fixé par un support isolant au poteau. Il sera relié à la terre par l'intermédiaire d'un dispositif de déconnexion automatique raccordé à une tresse en cuivre étamé.



Figure 9 : Parafoudre avec déconnecteur

#### **VI.2.5 Fouille**

Les fouilles à réaliser seront de 50cm de largeur et de profondeur 80cm (particulièrement 100cm pour les traversées de voies). Le câble est posé sur un lit de sable et doit être recouvert par une épaisseur de 10cm de sable fin exempt de tout élément susceptible de détériorer la gaine de protection du câble. Sur toute sa longueur, le câble enterré sera signalé par un grillage avertisseur entièrement inaltérable de couleur rouge (conformément aux normes) et placé, au moins à 20cm au-dessus de lui.

#### **VI.2.6 Bornes de signalisation**

Elles seront positionnées pour repérage des sorties de poste, des boites de jonction et les changements de direction (traversées de routes, contournement d'obstacles, etc.). Elles seront géo référencée et peintes en couleur rouge durable (peinture à l'huile type extérieur).

### **VI.3 Postes HTA/BTA**

Les caractéristiques des équipements électriques principaux (Cellules, transformateur, TUR et le coffret d'éclairage public) sont les suivants :

- **Tableau HTA**

L'appareillage est constitué de différentes Unités fonctionnelles (UF) dont les fonctions sont spécifiées dans les paragraphes suivants. Le tableau sera constitué de trois (3) unités ; une unité arrivée, une unité départ et une unité de protection transformatrice.

Toutes les unités fonctionnelles sont équipées d'indicateurs de présence tension et comparateur de phase. Ceux-ci devront pouvoir être remplacés sans outillage spécifique et sans altérer le niveau de protection de l'UF.

L'appareillage sera de type GIS ou AIS motorisable modulaire et extensible associé avec une tension assignée de 24kV.

▪ **Unité fonctionnelle** « Arrivée ou départ interrupteur »

La cellule arrivée sera un interrupteur-sectionneur de courant nominal de 400A, de courant de court-circuit 12,5kA/1s à coupure du SF6 ou dans l'air. Son rôle est d'assurer une liaison directe entre le réseau HTA et le jeu de barres du tableau. Cette unité comporte un dispositif de raccordement du câble « arrivé » et les moyens permettant la réalisation des opérations d'exploitation suivantes :

- mise à la terre et en court-circuit des extrémités du câble « arrivée ou départ » par sectionneur de terre
- injection de tension et de courant sur les conducteurs
- contrôle de l'état de tension du câble arrivée
- contrôle de la concordance des phases avec les autres UF arrivées du tableau.

Cette unité comprend en outre, un interrupteur-sectionneur afin de permettre les manœuvres d'ouverture et de fermeture, à vide ou en charge (exceptionnellement fermeture sur court-circuit), et le sectionnement de la liaison. Cette Unité fonctionnelle sera motorisée.

▪ **Unité fonctionnelle** « Interrupteur-fusibles associé »

Son rôle est d'alimenter un transformateur de poste HTA/BTA dans les conditions définies dans la norme NF C 13-100. Un interrupteur-sectionneur permet d'effectuer les manœuvres d'ouverture et de fermeture, à vide ou en charge (exceptionnellement fermeture sur court-circuit) et le sectionnement du circuit dérivé. Chaque pôle de l'interrupteur dispose en série d'un fusible assurant la protection du réseau HTA Amon contre les courts-circuits pouvant affecter le circuit dérivé jusqu'aux protections BTA.

Cette unité fonctionnelle comprend également un dispositif de raccordement du câble d'alimentation du transformateur et les moyens permettant la réalisation des opérations d'exploitation suivantes :

- Mise à la terre et en court-circuit en aval et en amont des fusibles par sectionneur de terre
- Contrôle de l'état de tension en aval des fusibles.

Cette unité pourra être motorisée. Elle devra permettre l'alimentation de transformateur 630kVA ainsi que l'installation des fusibles de protection associés. Elle sera donc un interrupteur-fusible associé avec trois (3) coupe-circuits fusibles HPC moralisés de type aM 43A de 24kV.

#### ▪ **Transformateur de puissance**

Le transformateur à utiliser est un 630kVA triphasé (15kV/400V) à isolement dans l'huile et à refroidissement naturel, ayant un couplage de type Dyn11 avec neutre sorti. Le circuit magnétique est en tôle à cristaux orientés et les enroulements sont en cuivre ou en aluminium. Il sera livré avec l'huile de premier remplissage intégrale dont la teneur polychlorobiphényle (PCB) ne doit pas dépasser 0,02% et muni des accessoires suivants :

- Galets lisses de roulements orientables dans les deux sens ;
- Thermomètre avec indicateur de maximum ;
- Niveau d'huile par tube en verre ;
- Bouchon de remplissage ;
- Bouchon de vidange ;
- Plaque signalétique ;
- Anneaux de levage ;
- Bornes de mise à la terre ;
- Cosse BTA verticale (prise barre).

Tableau 12 : spécification technique du transformateur

Désignation	Unité	Spécifié
Type		Triphasé
Exécution		Tropicalisée
Installation		Extérieure
Refroidissement		ONAN
Diélectrique		Huile sans PCB
Traversées MT		Embroschables
Traversées BT		Porcelaine
Caractéristiques électriques :		
Puissance nominale	kVA	100 à 1000 kVA (1)
Couplage		Dyn 11
Fréquence assignée	Hz	50
Tension primaire assignée	kV	17,5 et 24
Tension primaire d'emploi assignée	kV	15 et 20
Tension secondaire assignée	kV	1,1
Tension secondaire d'emploi assignée	kV	0,23 /0,4
Réglage de la tension 3 prises		p1=-2, 5 % p2=0%
Niveau MT :		
Tenue de tension industrielle (50 Hz/1 mn)	kV	38 ou 50(2)
Tenue de tension onde de choc (1,2/50 µs)	kV	95 ou 125 (2)
Niveau BT :		
Tension de tenue à la fréquence industrielle (50 Hz/1 mn)	kV	10
Tension de tenue à l'onde de choc (1,2/50 µs)	kV	30(2)
Tension de court-circuit	%	5 (6 pour 1000kVA)
Neutre dimensionné pour une charge	%	100
Pertes à vide max.	W	Voir tableau spécifique
Pertes en charge max.	W	Voir tableau spécifique
Courant de court-circuit	A	à indiquer
Courant à vide/courant assigné	%	1 (1,5 pour 160kVA)
Enroulements		
Matériau des enroulements		Cuivre électrolytique
Matériau de l'isolant		à indiquer
Niveau de bruit max.	dB	Voir tableau spécifique

▪ **Tableau de répartition BTA**

Le tableau sera de type TUR avec 8 départs (DIM 8 -1200A) équipés par fusibles HPC type DIN NH2. Il sera muni des accessoires suivants :

- Interrupteur à coupure en charge de courant nominal 1200A cadenassable ;
- Huit départs BTA équipés de coupe-circuit à couteaux avec fusibles HPC de type ;
- Un emplacement permettant d'indiquer le nom des départs ;
- Dispositif permettant le branchement des postes et de l'éclairage du poste (avec protection fusible gG 16A) ;
- Appareil de Coupure Général (ACG) en charge tétra polaire avec fusible 80A (interrupteur sectionneur-fusible) pour l'éclairage public.
- Panneaux de commande
- Prise de réalimentation

Ses principales fonctions sont :

- assurer l'alimentation BT des abonnés ;
- répartir la distribution en multipliant le nombre de départs ;
- assurer la coupure générale basse tension ;
- couper, isoler et condamner chaque départ.

Le choix de ce tableau est en fonction de la puissance maximale du transformateur, de la tension assignée, du courant nominal et du courant de court-circuit.

Le tableau ci-dessous montre les différents types des TUR en fonction des puissances maximales des transformateurs.

Tableau 13 : spécification technique du TUR [4]

Puissance maxi du transformateur	=<250 kVA	=<400 kVA	=<630 kVA	=<1000 kVA
Type de tableau	TUR 4 - 800 D	TUR 4 - 800 I	TUR 8 - 1200 I	TUR 8 - 1800 I
Organe de manœuvre	Disjoncteur 400	Interrupteur 800 A	Interrupteur 1200 A	Interrupteur 1800 A
In (A)	400	800	1200	1800
Pouvoir de coupure	2000	800	1200	1800
Avec Fusibles HPC tenue aux ICC (kA eff)	10	16	25	32
Pouvoir de fermeture (kA Crête)	20	32	52	72
Nombre de départs	4	4	4/8	8/12

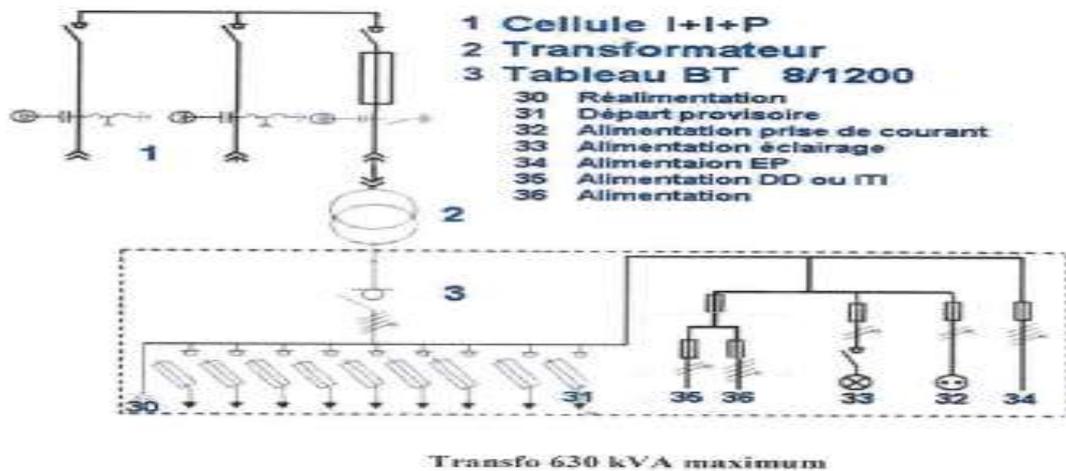


Figure 10 : Schéma électrique avec BT 8/1200[3]

▪ Coffret de l'éclairage public

Ce coffret sera un tableau en permalite intégrant le système de commande et de protection. Il sera équipé de :

- Un contacteur ;

- Un sectionneur ;
- Un relais numérique ou un temporisateur ;
- Un interrupteur ;
- Une cellule photoélectrique ou horloge ;
- Un compteur d'énergie ;
- Un disjoncteur modulaire.

### **VI.3.1 Liaisons internes du poste**

Les liaisons entre ces équipements seront réalisées par le constructeur du poste préfabriqué. La liaison appareillage HTA/transformateur est réalisée en câbles unipolaires à isolation synthétique conforme aux normes NF C 33-223 ou C 33-226, de section 50 mm<sup>2</sup> Alu 12/20kV. Les câbles seront raccordés au transformateur par des connecteurs séparables de type 250A 24kV conformes à la norme NF C 33-051. Le rayon de courbure des câbles à respecter est de 45 cm pour le 50 mm<sup>2</sup>.

Chaque câble recevra un repère fonctionnel à chacune de ses extrémités (repères L1 - L2 -L3). La hauteur des lettres et des chiffres doit être au moins de 5mm. Ces repères peuvent être constitués de gaine thermorétractable ou de bande adhésive autocollante de couleur noire avec inscription blanche.

Le même repérage sera indiqué sur la cellule HTA protection transformateur, en lettres et chiffres d'au moins 30mm. Plaque plastique gravée ou caractères autocollants à forte adhérence.

Le repère sera posé à proximité de la borne de raccordement (cellule insensible à l'environnement), sur le capot de la cellule (autre appareillage).

La liaison du transformateur au tableau BTA de type TUR est réalisée en câbles unipolaires à âme rigide en aluminium isolé au polyéthylène réticulé (PR), conforme à la norme NF C 32-321 de la série U-1000 AR02V 240mm<sup>2</sup>. On aura trois câbles par phase et un pour le neutre, soit 3x3x240mm<sup>2</sup> +2x240mm<sup>2</sup>.

Afin de limiter les échauffements, la pose des câbles est non jointive (cf. NF C 15-100). Les câbles BTA sont raccordés côté transformateur d'une part, et côté tableau BTA d'autre part, au moyen de cosses d'extrémité aluminium-cuivre, conformes à la spécification HN 68-S-90. Toute autre solution doit faire l'objet d'un accord avec CI-Énergies. Chaque câble recevra un

repère fonctionnel à chacune de ses extrémités : — conducteurs de phase — repères L1 - L2 - L3, conducteur de neutre — repère bleu clair. La hauteur des lettres et des chiffres doit être au moins de 5mm. Ces repères peuvent être constitués de gaine thermorétractable ou de bande adhésive autocollante de couleur noire avec inscription blanche pour les phases, et de couleur bleu clair pour le neutre. Les conducteurs repérés L1 seront raccordés sur les barres repérées 1 du tableau BTA, L2 sur 2 et L3 sur 3.

Les câbles de liaison du transformateur au tableau BTA seront posés sur le chemin de câbles en laissant entre eux une distance au moins égale à un diamètre du câble. Le chemin de câble sera de type métallique galvanisé, fixé au mur et raccordé à la terre des masses.

Les câbles des circuits auxiliaires doivent être conformes à la norme NF C 32-321 (séries U-1000 R2V). Ainsi la liaison TUR coffret EP sera réalisée en câble U1000 R02V 4x25 mm<sup>2</sup> Cu.

Pour permettre les interventions dans le poste, les compartiments du poste seront éclairage, avec un minimum de 300 lux. Ces compartiments comprendront chacune une prise de courant 2P+T.

### **VI.3.2 Raccordement du réseau HTA et BTA au poste.**

Les raccordements du poste aux réseaux HTA et BTA seront réalisés par le prestataire en charge d'exécution des travaux.

Le raccordement des câbles HTA souterrain au poste (tableau HTA) est réalisé par des extrémités de câbles intérieures de 400A ou 630A 24kV [1].

Les départs du réseau BTA, par contre, seront raccordés au tableau BTA (TUR) au moyen de cosses bimétalliques 150mm<sup>2</sup> Alu/Cu à poinçonner ou à serrage mécanique. Les cosses doivent être isolées avec une gaine thermorétractable 150 et les conducteurs doivent être suffisamment espacés pour permettre d'effectuer, dans de bonnes conditions, des mesures à la pince ampèremétrique.

### **VI.3.3 Affiches règlementaires**

En fin des travaux, il sera posé sous cadre un jeu de 5 affiches règlementaires intérieures et extérieures et un extrait du schéma du réseau à l'intérieur. Ces affiches sont :

- Affiche « POSTE DE TRANSFO – DANGER DE MORT – DÉFENSE D'ENTRE » ;
- Affiche instruction « SOINS AU ÉLECTRISÉS » ;

- Affiche instruction « CONSIGNES GÉNÉRALES » ;
- Affiche extraite « CONSIGNES DE SÉCURITÉ » ;
- Affiche l'ordre de service « EXTRAIT DE SCHÉMA DE RÉSEAU MODIFIABLE » ;
- Plaque-adresse.

## **VI.4 Ligne basse tension**

La configuration de notre réseau BTA sera basée sur six (6) départs. Tous les postes à créer seront donc constitués de six (6) départs chacun. Chaque départ aura une longueur d'environ 200 mètres.

### **VI.4.1 Câbles et Raccordements**

Les câbles à utiliser pour notre réseau BTA sont deux types. Un type pour le réseau souterrain qui par du poste (tableau BTA ou TUR) jusqu'à la remontée aéro-souterraine. Le deuxième type concerne le reste du réseau, qui sera aérien

- **Réseau souterrain :**

Les câbles BTA souterrains sont à arme aluminium multipolaire 3x150 + 70 mm<sup>2</sup> de série U1000 ARVFFV.

Lors de la mise en œuvre, l'ensemble du câble doit être signalé par un grillage avertisseur de couleur rouge et placé, autant que possible, à au moins 00,20 mètre au-dessus de lui. La profondeur minimale de pose du câble est de 0,85 mètre sous chaussée et de 0,65 mètre sous trottoir ou accotement.

- **Réseau aérien :**

Le câble à utiliser est du torsadé Alu isolé au PRC 3x150 + 70 +16mm<sup>2</sup> pour les ossatures principales des départs. Pour les ossatures des dérivations BTA, il sera utilisé du 3x70 + 54.6 + 16mm<sup>2</sup> déposés. Le bout des lignes sera protégé par capuchon thermorétractable CRR 70-150. Les accessoires de fixations seront des ensembles de suspension (ES 70-1500) et d'ancrage ou doubles encrages (EAS ou EAD 70-1500).

La distance minimale à respecter au-dessus d'une voie publique avec le câble torsadé est de 6 mètres.

La réalisation de la continuité mécanique du conducteur aérien et du conducteur souterrain des départs se fera par jonction aérosouterraine (JASE), selon la norme NF C 33-030. Elle sera réalisée par une jonction aérosouterraine 150/150 selon la section des conducteurs, avec un montage à froid. Ainsi pour chaque sortie départ on aura une JASE, protégée par remontée BTA F800 et fixée sur le support avec des feuillets inox.

Composition du faisceau	R à 20° C $\Omega/\text{km}$	Chute de tension ( $\cos \varphi = 0.8$ ) V / A x km	$I_{\text{max}}$ A	Longueur maximale recommandée (m)	Charge de rupture du neutre porteur (daN)
3x35+54,6+16mm <sup>2</sup>	0,868	1,65	149	141	1660
3x70+54,6+16mm <sup>2</sup>	0,443	0,87	192	218	1660
3x150+70mm <sup>2</sup> +16mm <sup>2</sup>	0,206	0,46	344	222	2050

Figure 11 : Tableau des principales caractéristiques électriques des câbles

La réactance d'un faisceau torsadé est égale à 0,10  $\Omega/\text{km}$ , les calculs sont effectués pour une température ambiante de 20°C [3].

- **Vérification de la section de câble**

La chute de tension sur réseau HTA doit être limitée à 5%.

Tableau 14 : Méthodologie de dimensionnement des sections de câble

<b>1. Caractéristiques du câble</b>	
Nombre de conducteurs par phase	5
Âme du conducteur	Aluminium
Nature de l'isolant	PR
Mode de pose	Conducteur nu ou isolé sur isolateur
<b>2. Courant d'emploi du circuit <math>I_b</math></b>	
Puissance nominale (S en kVA)	630

Facteur de conversion de la puissance (e)	1,44
Courant d'emploi $I_b = S \times e$	$I_b = 907,2 \text{ A}$
$I_b$ par départ	$I_{bd} = 151,2 \text{ A}$
<b>3. Courant admissible <math>I_z</math></b>	
Formule du courant admissible $I_z$	$\frac{I_b}{k}$
<b>Facteurs de correction pour le mode de pose suspendu</b>	
k1 : influence de la température ambiante (20°C)	1,08
K2 : facteur de correction selon le mode de pose PR 17 F	1
k3 : facteur de correction selon le nombre de conducteurs (5)	0,8
Facteur global $F = k1 \times k2 \times k3$	0,768 A
Courant $I_z$	182,29 A
La section de conducteur	150 mm <sup>2</sup>
<b>4. Courant de court-circuit</b>	
Impédance du transformateur	$Z_{cc} = 0,66$
Courant de court-circuit au secondaire du transfo	$I_{cc} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times Z_{cc}} = 0,350 \text{ kA}$
<b>5. Chute de tension</b>	
$u = b \times (\rho \times \frac{L}{S}) \times I_b$	$u = 3,24\% < 5\%$
Avec : u la chute de tension ρ la résistivité du conducteur (0,037 Ω mm <sup>2</sup> /m pour l'aluminium) L la longueur de la liaison en metre b le coefficient égal à 1 S la section du câble en mm <sup>2</sup>	

On observe que le chute de tension est inférieures à la limite imposée par la norme et  $I_z > I_b$  donc la section 150 mm<sup>2</sup> imposer par le maitre d'ouvrage est bonne.

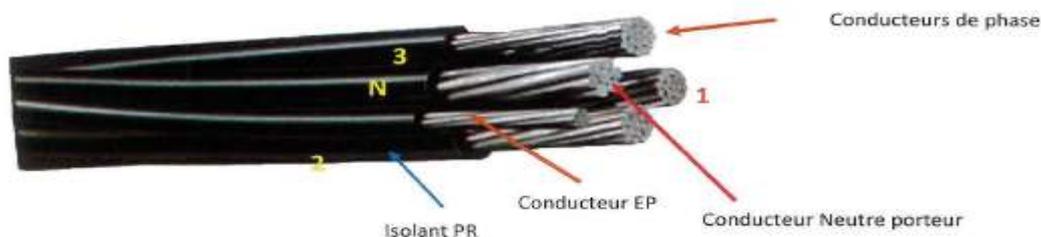


Figure 12 : Isolant AME et neutre PR couleur noire[3]

#### VI.4.2 Supports

Les supports utilisés seront de type béton armé. Les portées auront une longueur de 45m et 55m au maximum. Ils seront de classe A, de hauteur 9m. La gamme des efforts varie comme suit :

- 400daN pour les supports d'alignement ;
- 630daN ou 800daN pour les supports d'angle ;
- 800daN pour les supports d'arrêt.

Concernant la confection du massif de la fondation, le béton sera malaxé par bétonnière ou mélangé sur une tôle (non au sol) et vibré. Le poteau béton sera posé à l'axe de la fouille dans laquelle le massif est coulé en béton dosé en ciment CPJ45 à 250kg/m<sup>3</sup>. Ces fouilles auront les dimensions suivantes :

- P pour profondeur, L pour longueur et l pour largeur ;
- P : 140cm, L : 65 cm et l : 45 cm pour les 9A/400daN
- P : 140cm, L : 75 cm et l : 50 cm pour les 9A/630daN
- P : 140cm, L : 85 cm et l : 70 cm pour les 9A/800daN



Figure 13 : Poteau en béton armé

### **Manutention, transport et entreposage :**

- Les opérations de transport et de manutention doivent être menées de sorte qu'ils ne subissent aucun dommage à la suite de chocs ou effets trop importants (déformations, fissures, épaufrures : arrachage de particules).
- Pendant les opérations de chargement, de transport, déchargement, stockage, amené à pieds d'œuvre et levage, le poteau doit être sollicité suivant son sens de grande inertie et en tenant compte de ses caractéristiques de masse (centre de gravité).
- Le trainage du poteau sur le sol est interdit.

#### **VI.4.3 Éclairage public**

Il sera utilisé des crosses de 1,5 mètre, équipées de luminaires, montés sur chaque support BTA. Les luminaires seront donc séparés d'environ 45m. Ils seront raccordés en câble U1000R2V 3G2, 5mm<sup>2</sup> à âme cuivre rigide massive à isolation PVC et bourrage, gaine extérieure en PVC de couleur grise de tension nominale 0,6/1kV, In 16 A.

Les principaux paramètres pris en compte pour avoir un luminaire de bonne qualité sont l'étanchéité, la solidité, la protection électrique et la performance du luminaire.

- L'étanchéité : pour garantir une étanchéité suffisante. Le luminaire de cette installation aura un indice de protection IP55 minimum.
- La solidité : pour définir la résistance minimale à un choc transmis par une certaine énergie. Le luminaire de cette installation aura un indice de résistance au choc IK06 minimum.
- La sécurité électrique : qui assurer une bonne protection des équipements, il sera l'installé un luminaire de classe 2.
- La performance du luminaire traduite par son efficacité lumineuse.

Ces critères on permit de choisir les luminaires des deux types de variantes. La variante 1 qui utilise les luminaires SHP et la variante 2 qui utilise les luminaires LED.

En tenant compte de la durée de vie des luminaires choisis et l'évaluation des coûts d'investissement, des coûts de l'énergie à consommer, le choix définitif se porte sur la variante 2 (LED).

## **VI.5 Mise à la terre**

### **VI.5.1 Descente aérosouterraine**

La descente aura un circuit de mise à la terre des masses réalisée en conducteur nu cuivre, de section 29,3mm<sup>2</sup>. Il est constitué d'un conducteur d'équipotentialité reliant la ferrure support de parafoudre à la prise de terre. Cette prise de terre est réalisée au pied du support en respectant une géométrie adaptée aux courants de foudre et à la résistivité du terrain. Les éléments suivants sont aussi raccordés en déviation sur la descente de terre :

- Les tresses de mise à la terre des écrans des câbles HTA au niveau des boîtes d'extrémité ;
- La ferrure d'ancrage des conducteurs HTA

### **VI.5.2 Postes HTA/BTA**

Les masses des équipements constituant le poste seront raccordées individuellement à une borne principale de terre. Les principaux équipements mis à la terre sont les suivants :

- Grilles et portes ;
- Les écrans de câble HTA à partir des bornes prévues à cet effet ;
- La cuve du transformateur ;
- Le châssis du tableau BTA ;
- Les chemins de câbles ;
- L'armature de la fondation.

Deux masses simultanément accessibles par un opérateur seront reliées par un même conducteur. La prise de terre sera réalisée en fond de fouille de la fondation par un conducteur en cuivre nu 29,3mm<sup>2</sup>. Elle formera une boucle fermée sur le périmètre du poste. Aucune antenne n'est admise. Ce maillage est enterré à au moins 0,80m du sol fini afin qu'il soit toujours sous les circuits BTA et HTA. Ce conducteur émerge à l'intérieur du poste à une hauteur de 20cm au-dessus du sol et raccordé sur une borne principale de terre (barrette de mesure et de coupe-circuit).

Afin de maîtriser les tensions de toucher, une ceinture équipotentielle est également raccordée sur la borne principale de terre. Cette ceinture est aussi constituée par un conducteur cuivre nu

de section 29,3mm<sup>2</sup>, bouclé à proximité immédiate de son raccordement sur la borne principale, posée à une distance d'environ 1 m autour de l'enveloppe, à une profondeur d'environ 30 cm.

Les extrémités de la ceinture équipotentielle et de la boucle de fond de fouille sont ramenées à la borne principale de terre des masses pour éviter les connexions enterrées.

**NB** : Les conducteurs doivent être le plus possible en contact direct avec le sol d'origine, ne pas oublier de réaliser la liaison équipotentielle des écrans du câble à l'enveloppe des masses métalliques, ne pas raccorder les tresses d'écrans de câble à la masse du transformateur (fixation des bornes HTA, couvercle du transformateur), mais au circuit de terre des masses, ne pas oublier les plaques indicatrices de masse et terre.

### **VI.5.3 Réseau BTA**

Il y aura une répartition des prises de tout au long du réseau BTA. Les départs étant d'environ 200 mètres, sur chacune d'elle, l'entrepreneur en créera des points de mise à la terre : Aux extrémités du réseau ; aux étoilements. Ces mises à la terre seront faites par câble 29,3 mm<sup>2</sup> et protégé à l'aide d'une protection GPC 30x30 sur une hauteur de 2 mètres au-dessus du sol et de 0,5 mètre en dessous. La résistance de chaque prise de terre de neutre doit être inférieure ou égale à 100 Ohm. La résistance équivalente de toutes les prises de terre de neutre du départ BTA (terre globale) doit être inférieure ou égale à 15 Ohm.

## VII. ESTIMATION DU COÛT D'INVESTISSEMENT

Pour l'amélioration de la qualité et le renforcement du réseau basse tension de la ville d'Abidjan, les coûts ont été évalués selon deux variantes de l'éclairage public :

- Variante 1 : éclairage public utilisant les lampes aux Sodiums Haute Pression (SHP) ;
- Variante 2 : éclairage public utilisant les luminaires LED. À partir des devis par poste, qui ressortent les coûts des études, des fournitures et des travaux, il est déterminé le coût total d'investissement sur la base des hypothèses consigné en **Annexe 7**.

### VII.1 Fourniture et montage

Les coûts de fournitures sont présentés en **Annexe 6**. Le coût d'investissement hors taxes hors douanes pour la construction de nouveaux postes de distribution et le développement de nouveaux réseaux BTA associés est indiqué ci-dessous pour chacune des 2 variantes.

Le coût hors taxe pour la fourniture et les travaux de la variante 1 est estimé à 1 929 400 000 FCFA Hors Taxes, hors douane, dont :

- 1 588 230 000 FCFA en Fournitures CIF et
- 328 230 000 FCFA pour le montage.

Le coût hors taxe pour la fourniture et les travaux de la variante 2 est estimé à 1 982 600 000 FCFA Hors Taxes, hors douane, dont :

- 1 641 400 000 FCFA en Fournitures CIF et
- 328 230 000 FCFA pour le montage.

Tableau 15: Récapitulation des coûts de fourniture et montage (en FCFA)

LIBELLE	VARIANTE 1		VARIANTE 2	
	Fourniture	Travaux	Fourniture	Travaux
<b>I. ÉTUDE</b>		12 930 000		12 930 000
<b>II. POSTE HTA/BT A CRER</b>	795 710 000	28 650 000	795 710 000	28 650 000
<b>III. RÉSEAU HTA</b>	469 760 000	86 240 000	469 760 000	86 240 000
<b>IV. RÉSEAU BT – EP</b>	322 390 000	172 070 000	375 570 000	172 070 000
<b>V. AUTRES</b>	380 000	41 280 000	380 000	41 280 000
<b>S/TOTAL GÉNÉRAL HT, HD</b>	<b>1 588 240 000</b>	<b>341 170 000</b>	<b>1 641 390 000</b>	<b>328 230 000</b>
	82%	18%	83%	17%
	<b>1 929 400 000</b>		<b>1 982 600 000</b>	

## VII.2 Coût des études, supervision et contrôle des travaux

Le coût de la supervision et du contrôle des travaux évalués à 5% des coûts des fournitures et montage est indiqué pour chacune des variantes ci-dessous.

- **Variante 1 : 109 400 000 FCFA HT, HD dont :**
- 12 930 000 FCFA pour les études et
- 96 470 000 FCFA attribué à la supervision et contrôle des travaux.
- **Variante 2 : 112 060 000 FCFA HT, HD dont :**
- 12 930 000 FCFA pour les études et
- 99 130 000 FCFA attribué à la supervision et contrôle des travaux.

## VII.3 Coût des indemnisations des personnes impactées (Mesure Environnementale Et Sociale)

Cinq pour cent (5%) sur le coût des fournitures et montage serviront à l'indemnisation des personnes impactées par le projet. Il a été estimé à :

- 96 470 000 FCFA HT HD pour la variante 1 et
- 99 120 000 FCFA HT HD pour la variante 2.

#### **VII.4 Audit technique et financier**

Cinq pour cent (5%) sur le coût des fournitures et montage serviront à l'indemnisation des personnes impactées par le projet. Il a été estimé à :

- 96 470 000 FCFA HT HD pour la variante 1 et
- 99 120 000 FCFA HT HD pour la variante 2.

#### **VII.5 Imprévue physique et révision de prix**

Dix pour cent (10%) du coût de base (coûts des études et de l'audit exclus) sont affectés aux aléas (7% pour les imprévus physiques et 3% pour une éventuelle hausse de prix). Il est estimé à :

- 170 630 000 FCFA HT HD pour la variante 1 et
- 174 730 000 FCFA HT HD pour la variante 2.

#### **VII.6 Coût total financier**

Le coût total financier du projet qui représente le coût global intègre en plus des coûts des fournitures et du montage, les coûts des études, de la supervision et du contrôle des travaux ainsi que des provisions pour d'éventuels imprévus physiques et/ou une éventuelle hausse des prix due à la fluctuation des cours des matières premières (détaillés au précédent point).

En tenant compte de tous ces aspects du projet, le coût total financier du projet s'élève à

- 2 719 700 000 milliards de FCFA HT HD soit 3 592 990 000 milliards FCFA TTC pour la variante 1 et
- 2 784 710 000 milliards de FCFA HT HD soit 3 680,38 FCFA TTC pour la variante 2.

Tableau 16: Hypothèses financières (en millions de FCFA)

<b>Hypothèses financières</b>	<b>Taux</b>		<b>Observation</b>
<b>Montant de base</b>	1 916 456 723	1 969 632 723	Coût Fourniture + Montage HT, HD
<b>Année de base</b>	2020		
<b>Évaluation du coût du projet</b>			
<b>Mesures environnementales et sociales</b>	5%		Sur Fourniture +Montage
<b>Supervision et contrôle des travaux</b>	5%		Sur Fourniture +Montage
<b>Audit technique et financier</b>	1%		Sur Fourniture +Montage
<b>Imprévus physiques</b>	7%		Coût de base hors études et Audit
<b>Prévision pour hausse de prix</b>	3%		Coût de base + imprévu physique
<b>Douane</b>	23%		
<b>Taxes</b>	18%		

Tableau 17: Montant récapitulatif de la VARIANTE 1 : Éclairage public utilisant des  
luminaires SHP (en FCFA)

<b>DÉSIGNATION</b>	<b>MONTANT HT, HD</b>	<b>DOUANE</b>	<b>TAXES</b>	<b>TTC</b>
<b>Études</b>	12 930 000		2 330 000	15 260 000
<b>Fournitures CIF</b>	1 929 390 000	443 760 000	347 290 000	2 720 440 000
<b>Montage</b>	<b>328 230 000</b>		59 080 000	387 310 000
<b>Mesures environnementales et sociales</b>	<b>96 470 000</b>			96 470 000
<b>Supervision et contrôle des travaux</b>	96 470 000		17 360 000	113 830 000
<b>Audit technique et financier</b>	19 290 000		3 470 000	22 770 000
<b>Coût de base</b>	<b>2 469 850 000</b>	<b>443 760 000</b>	<b>429 540 000</b>	<b>3 343 150 000</b>
<b>Imprévus physiques</b>	170 630 000			170 630 000
<b>Prévision pour hausse de prix</b>	79 210 000			79 210 000
<b>coût TOTAL FINANCIER (M FCFA)</b>	<b>2 719 700 000</b>	<b>443 760 000</b>	<b>429 540 000</b>	<b>3 592 990 000</b>

Tableau 18: Montant récapitulatif VARIANTE 2: Éclairage public utilisant luminaires LED  
(en millions de FCFA)

DÉSIGNATION	MONTANT HT, HD	DOUANE	TAXES	TTC
Études	12 930 000		2 330 000	15 260 000
Fournitures CIF	1 982 560 000	455 990 000	356 860 000	2 795 410 000
Montage	<b>328 230 000</b>		59 080 000	387 310 000
Mesures environnementales et sociales	<b>99 130 000</b>			99 130 000
Supervision et contrôle des travaux	99 130 000		17 840 000	116 970 000
Audit technique et financier	19 830 000		3 570 000	23 390 000
Coût de base	<b>2 528 880 000</b>	<b>455 990 000</b>	<b>439 680 000</b>	<b>3 424 550 000</b>
Imprévus physiques	174 730 000			174 730 000
Prévision pour hausse de prix	81 110 000			81 110 000
<b>coût total financier (M FCFA)</b>	<b>2 784 710 000</b>	<b>455 990 000</b>	<b>439 680 000</b>	<b>3 680 380 000</b>

## VIII. ANALYSE ECONOMIQUE ET FINANCIERE

### VIII.1 Méthodologie de l'analyse économique et financière

L'objectif est de déterminer et d'évaluer la rentabilité du projet en se basant sur des avantages quantifiables. Elle est fondée sur une Analyse Avantage-Coût qui compare la somme des valeurs économiques actualisées de l'ensemble des avantages, d'une part, et des coûts, d'autre part, du projet sur la durée de vie économique du projet. Les différents paramètres utilisés pour l'analyse économique sont les suivants :

- La durée économique du matériel électrique, soit 20 ans ;
- Le coût de l'investissement, hors taxes, hors Douane :
- Variante1 EP SHP : Fourniture et Montage **3 592 990 000 FCFA**
- Variante 2 EP LED : Fourniture et Montage **3 680 380 000 FCFA**
- Le taux d'actualisation généralement utilisé pour les projets de développement en Côte d'Ivoire est de 10% ;
- Les charges d'exploitation annuelles c'est-à-dire les coûts d'exploitation incluant les coûts d'exploitation et d'entretien récurrents sont évaluées à 3% du coût d'investissement ;
- **La valeur actuelle nette du projet**

La valeur actuelle nette (VAN) permet de mesurer si le capital investi peut réaliser les objectifs attendus par les investisseurs, la rentabilité. Elle est calculée comme la somme des flux de trésorerie engendrés, chacun étant actualisé de façon à réduire son importance dans la somme à mesure de son éloignement dans le temps. Soit la relation suivante :

$$VAN(r; X) = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

Avec **t** la période considérée, **r** le taux d'actualisation, **n** l'horizon du projet et enfin **CF<sub>t</sub>** le flux de trésorerie

- **Taux de rendement interne économique (TRIE)**

Le taux de rendement interne représente quant à lui est le taux d'actualisation pour lequel les avantages actualisés du projet égalent ses coûts actualisés. Il se calcule selon la formule suivante :

$$\sum_{i=1}^T \frac{\text{Avantages } t}{(1+\rho)^t} = \sum_{i=1}^T \frac{\text{coût } t}{(1+\rho)^t}$$

- **Délai de retour sur investissement (DR)**

C'est le nombre d'années à partir duquel le bénéfice économique cumulé du projet devient positif.

- **La volonté à payer comme valeur économique du kWh : 200 FCFA justifié ci-dessous. (Source Plan directeur)**

La volonté à payer est à mettre en relation avec le coût de substitution payé par les populations en absence du projet pour avoir des services énergétiques augmentés d'une prime à la qualité de service apportée par la disponibilité de l'électricité. Dans le cadre de l'étude du Plan directeur Électrification rurale réalisée en 2015, la volonté à payer a été fixée à **200 FCFA/kWh**. Ce montant a été conservé par la suite pour avoir une cohérence globale au niveau des études et du plan même si en zone urbaine, cette volonté pourrait être plus importante. Ce qui, de toute manière, serait bénéfique au projet. Les moyens de substitution à la fourniture de l'électricité par le réseau électrique pour une qualité de service quasi identique sont les batteries, les groupes électrogènes et kits solaires. L'analyse de sensibilité sera faite à la hausse avec le coût moyen de production du groupe électrogène qui est de l'ordre de **300 FCFA/kWh** et à la baisse avec la valeur économique du kWh estimée à **100 FCFA/kWh** par une étude menée dans le cadre du projet de la Banque Mondiale en 2012 (PURE) en 2012.

Entre les 2 variantes de l'éclairage public, les paramètres quantifiables suivants sont considérés.

Tableau 19: Paramètres quantifiables considérés pour l'étude économique

	<b>PUISSANCE UNIT</b>	<b>NB LAMPES/</b>	<b>VALORISATION</b>	<b>TOTALE</b>
	<b>W</b>	<b>DÉPART</b>		
<b>SHP</b>	150	10		90
<b>LED</b>	30	10		18
<b>GAIN kW</b>			425 000 F par kW	72
<b>GAIN kWh</b>			200 F par kWh	210240
<b>Valeur kWh en MF</b>				42,048

<b>Valeur kW_an à</b>				30,6
<b>425 000</b>				

## VIII.2 Analyse économique

Sur la base des paramètres et hypothèses ci-dessus définis, il ressort le tableau des indicateurs économiques.

**Tableau 20:** Indicateurs économiques de la VARIANTE 1 EP SHP

DÉSIGNATION	MONTANT
<b>Investissement</b>	3593
<b>Valeur récupération TFO</b>	20
<b>Vente</b>	3069
<b>Charge</b>	-569
<b>VAN</b>	2564
<b>TRIE</b>	17%
<b>DR</b>	1an 10 mois

**Tableau 21:** Indicateurs économiques VARIANTE 2 EP LED

DÉSIGNATION	MONTANT
<b>Investissement</b>	3681
<b>Valor recup</b>	20
<b>Vente</b>	3069
<b>Charge</b>	-604
<b>Economie_MWh</b>	358
<b>Economie_MW</b>	261
<b>VAN</b>	3084
<b>TRIE</b>	15%
<b>DR</b>	1an 06 mois

Les résultats obtenus sur les indicateurs permettent les observations suivantes :

- à propos du TRIe le Projet est rentable pour les 2 variantes : le TRIe est autour de 15% et supérieur au taux d'actualisation de 10% ; la variante 2 à un taux légèrement supérieur de 2% ;
- à propos du VAN : l'avantage de la variante 2 se confirme : plus de 20% à 3084 MF.
- À propos du DR (Délai de retour) : il est bon et pratiquement identique 1an 11 mois.

### **VIII.3 Analyse financière**

L'analyse financière évalue la faisabilité financière du projet du point de vue de l'Entreprise CI-ÉNERGIES ou CIE qui réalise le projet et non du point de vue de la collectivité. Les calculs sont faits hors taxes, hors Douane sur la base d'hypothèses de structure et conditions de financement réalistes déduites des projets similaires.

Avec les indicateurs financiers :

- Service de La Dette
- Marge sur Coûts variables
- Le Ratio marge sur Coûts variables/Service de la dette.

Après avoir prouvé la rentabilité du projet, l'étude doit montrer sa capacité à assurer le service de la dette.

Avec 80 F comme prix moyen du kWh BT

Les caractéristiques du prêt commercial sont explicitées ci-dessous pour la variante 2 :

- Montant en millions XOF : 3681
- Taux d'intérêt : 8% ;
- Durée du prêt : 20 ans ;
- Différé : 5 ans ;
- Amortissement : 15 ans ;
- Remboursement : 15 annuités.

## IX. ETUDE PRELEMINAIRE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

### IX.1 Impacts environnementaux et sociaux potentiels

Le projet localisé en zone urbaine résidentielle, consiste-en :

- La création de 18 postes HTA/BT préfabriqués
- L'ouverture de 18 km de lignes HTA 15 kV souterrains ;
- Le montage de 22 km de lignes BT aériens sur des poteaux béton de 9 à 11m.

Si les enjeux environnementaux existent, ils sont faibles de par la taille des installations et l'implantation sur le domaine public. Sur le plan social les impacts bien que locaux touchent des enjeux importants.

S'agissant des enjeux environnementaux, ils concernent tout le cycle de vie du projet : conception, réalisation, exploitation, démantèlement.

S'agissant des enjeux socioéconomiques, ils justifient le projet et sont une compensation indirecte des impacts environnementaux et dommages de voisinage.

Tableau 22: Enjeux environnementaux et socioéconomiques.

ACTIVITÉS	ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX	ENJEUX socioéconomiques
<b>Dépose De 12 Postes Construction Des 20 Postes Et Réhabilitations 8 Anciens Postes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empreinte Carbone                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Déchets</li> </ul> </li> <li>• Sols remaniés par terrassement et tranchée</li> <li>• Nuisances : qualité de l'air de l'eau, bruits</li> <li>• Pollution eaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empiètement sur terrain privé ou affecté (école)</li> <li>• Dégâts sur les réseaux eaux électricité, dommage voisinage (jardin, clôture)</li> <li>• Création emplois directs et induits                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension de l'accès à l'électricité et qualité améliorée (nouveaux clients potentiels de l'ordre de 7000)</li> </ul> </li> <li>• Amélioration qualité service aux clients anciens</li> <li>• Accidents riverains et/ou travailleurs-exploitants</li> </ul>
<b>Ouverture 18 km lignes HTA 15 kV (sur l'accotement de la voirie urbaine)</b>		
<b>Montage de 22 Km lignes Bt (accotement voirie)</b>		

## IX.2 Mesures de mitigation des impacts environnementaux et sociaux négatifs

Tableau 23: Mesures contre les impacts négatifs

IMPACTS	MESURES
<b>01 Empreinte Carbone</b>	Charge TFO et ligne optimum Choix technologie LED pour l'EP
<b>02 Déchets</b>	Recyclage des FO déposées dans le programme Électrification rurale
<b>03 Sols remaniés</b>	Reconstituer sols (il s'agit essentiellement de sols urbains bétonnés ou sous bitume) gravas en dépôts contrôlés
<b>04 Nuisance et Pollution</b>	Plan de surveillance
<b>05 Empiètement sur terrain privé pour l'implantation des postes</b>	Choix poste préfabriqué peu encombrant Éviter les terrains privés
<b>06 Dégâts</b>	Surveillance
<b>07 Accidents</b>	Surveillance

## IX.3 Plan Cadre de Gestion environnementale et Sociale (PCGES)

Le tableau PGES est le suivant ; un montant de 81 000 000 FCFA est prévu pour les mesures de suivi.

Tableau 24: Plan Cadre de Gestion environnementale et sociale

<b>IMPACTS et MESURES D'ATTÉNUATION</b>	<b>Actions de suivi</b>	<b>RESPONSABLES</b>	<b>INDICATEURS et document contrôlent</b>
<p>01 Empreinte Carbone</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Choix du LED pour EP</li> <li>• Charge TO inf à 80%</li> </ul>	<p>Suivre charge des TFO</p> <p>Choix du LED pour l'EP</p>	<p>Consultant/ CIE/ CI-ÉNERGIES/CIE</p>	<p>Taux de charge ouvrages</p> <p>Rapport APD et Rapports d'Exploitation</p>
<p>02 Déchets</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réutiliser les TFO 160 kVA déposés</li> <li>• Gravas dans dépôts contrôlés</li> </ul>	<p>Vérifier</p>	<p>CI-ÉNERGIES/ Entreprises de Travaux/auditeur financiers</p>	<p>Documents comptables de réutilisation</p>
<p>03 Dégradation Sols ou traversée rue</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstituer (éviter les traversées)</li> </ul>	<p>Contrôler</p>	<p>Entreprise de Travaux/Supervision travaux (MOE)</p>	<p>Plan Qualité et SSHT</p>
<p>04 Nuisance et Pollution</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éviter ou réduire</li> </ul>	<p>Contrôler</p>	<p>Entreprise travaux/supervision travaux (MOE)</p>	<p>Plan Qualité et SSHT</p>
<p>05 Empiètement sur terrain privé pour l'implantation des postes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éviter terrain privé</li> </ul>	<p>Vérifier</p>	<p>CI-ÉNERGIES /Consultant / Supervision travaux</p>	<p>APD</p>
<p>06 Dégâts clôture, jardin</p> <p>Éviter</p>	<p>Contrôler</p>	<p>Entreprise travaux/ Supervision travaux</p>	
<p>07 Accidents</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éviter respect consignes</li> </ul>	<p>Contrôler</p>	<p>Entreprise/CIE</p>	<p>Taux d'accidents</p> <p>Plan Q et SSHT</p>
<p>08 Ensemble Impacts positifs</p>	<p>Suivre Indicateurs</p>	<p>Ci-ENERGIES/CIE/</p>	<p>END, nombre de clients, Emplois directs</p>

## CONCLUSION

L'état des lieux des installations des postes de distributions a révélé la présence d'un réseau BT endommagé à cause de la présence des postes surchargés et qui ont de mauvaises tensions en bout de ligne ; pas de secours au niveau HTA ou non opérationnel. Les postes sont dans les quartiers résidentiels périphériques, souvent dans les villages atteints par l'extension de la ville.

Dans l'étude nous avons évalué la demande de la zone d'étude pour les années 2025 et 2035 et la démarche a révélé trois types de zones : les zones a potentiel de croissance bas, moyen et élevé. La méthodologie a pris en compte cette caractéristique combinée au taux de croissance historique.

Les solutions techniques proposées pour la faisabilité du projet d'amélioration et renforcement sont comme suite : déposer tous les postes H61, la création de 18 postes H59 cabines implantées au centre des zones de desserte contiguës aux postes de référence, tenant des critères économiques environnementaux sécurité, le choix des technologies GIS pour le matériel notamment HTA et pour l'éclairage public la solution LED. Le coût de l'investissement évalué pour la variante de l'éclairage public LED s'élève à 2,172 milliards pour le coût CIF et à 3,422 milliards pour le coût global dont 69% sont financés par la BAD et 31% par l'État de Côte d'Ivoire. Les travaux devraient durer 6 mois.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] CI-ENERGIES. 2016. « Guide technique réseau de distribution. Partie 1, POSTE HTA/BTA »
- [2] CI-ENERGIES. 2016. Guide technique réseau de distribution. Partie 2 : RÉSEAUX HTA
- [3] CI-ENERGIES. 2016. Guide technique réseau de distribution. Partie 3 : RÉSEAUX BTA
- [4] CI-ENERGIES. 2019. « Avant-Projet Sommaire. »
- [5] D. de la communication, « Compagnie Ivoirienne d'Electricité », CIE. [www.cie.ci](http://www.cie.ci) (consulté le : Mai 14, 2020).
- [6] « Côte d'Ivoire ENERGIES – v2.0.0 ». <https://www.cienergies.ci/> (consulté le : Mai 14, 2020).
- [7] « Ministère du Pétrole, de l'Energie et du Développement des Energies Renouvelables ». [http : //www.mpeder.ci/](http://www.mpeder.ci/) consulté le juil. 20, 2020).
- [8] Normes : NFC 11 201, NF EN 50 341-1, NFC 15 100, CEI 61865, NFC 15 105, 50 182, IEC 60099
- [9] Ismaël Tassirou DAKA. 2016. « Amélioration de la planification de la production et de la distribution de l'énergie électrique de la ville de NIAMEY
- [10] CIE. 2018. « Compte Rendu Technique Annuel »
- [11] HOUSSAMATOU DOUDOUA Maman Kabirou. 2018. « Etude de la construction d'une ligne haute tension de catégorie A et la conception d'un réseau HTA/BT pour l'alimentation en énergie électrique de la citée de MAOUREY ». Mémoire de Master, département GEE, Institut 2iE
- [12] Manuel Marcelino MADECA. 2019. « Etude technique d'alimentation de postes HTA/BTA sur portique dans la ville de Ouagadougou :cas du poste 122 a Nonsin ». Mémoire de Master, département GEE, Institut 2iE

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : DONNEES SUR LE RESEAU IVOIRIEN.....	67
ANNEXE 2 : DONNEES SUR LES CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS POSTES SOURCE RATTACHES AUX POSTES HTA/BT EXISTANTS.....	68
ANNEXE 3 : DONNEES SUR LES POTENTIELS DE DEVELOPPEMENT DES ZONES D'ETUDES .....	69
ANNEXE 4 : SUPPORTS POUR LE CALCUL DE VERIFICATION DES SECTIONS DE CABLE .....	70
ANNEXE 5 : DONNEE SUR LES SOLUTIONS DES BESOINS DE RENFORCEMENT .....	72
ANNEXE 6 : BORDEREAUX DES PRIX UNITAIRES CI-ÉNERGIES ET L'HYPOTHESE DES COUTS FINANCIERS .....	81
ANNEXE 7 : DONNEES SUR LES COUTS TOTAUX FINANCIERS DETAILLES DES DIFFERENTES VARIANTES .....	82
ANNEXE 8 : PLANNING PREVISIONNEL DES TRAVAUX .....	84
ANNEXE 9 : DONNEES BASSE TENSION DES POSTES (BTA).....	86
ANNEXE 10 : DONNEES HTA DES POSTES ET BATIMENTS.....	88
ANNEXE 11 : OBSERVATIONS LORS DES VISITES SUR SITE .....	92
ANNEXE 12 : DEVIS QUANTITATIFS ET ESTIMATIFS .....	97
ANNEXE 13 : PLANS DU RESEAU DU POSTE 5156.....	105
ANNEXE 14 : PLANS DU RESEAU RESTREINT ET UN NOUVEAU POSTE HTA /BT.....	106

Annexe 1 : Données sur le réseau ivoirien



Figure I.1 : Carte de la couverture réseau de la Côte D'Ivoire

**Annexe 2 : Données sur les caractéristiques des différents postes source  
rattachés aux postes HTA/BT existants**

Tableau Annexe 1 : Poste source HTB de rattachement des postes HTA/BT étudiés

<b>POSTES HTA/BT N°</b>	<b>DÉPART HTA DE RACCORDEMENT</b>	<b>POSTE SOURCE</b>	<b>CHARGE DÉPART HTA (MW)</b>
5156	ASSA	YOP 1	8,2
535	SOIIC 5	AZITO	HS
5342	BEAGO	AZITO	8,8
5728	SOIIC 5	AZITO	HS
5687	SOIIC 5	AZITO	HS
5867	SOIIC 5	AZITO	HS
566	NOBOU	YOP 1	9,5
534	SOIIC 5	AZITO	HS
5604	BEAGO	AZITO	8,8
5546	SODEFOR	YOP 2	8,7
5228	ZOO	ABOBO	9,4
5231	BEAGO	AZITO	8,8
562	ZOO	ABOBO	9,4
5703	SOIIC 5	AZITO	HS
553	OCTAZ	YOP 1	9,2
5566	LOKOA	AZITO	7,5
5689	BEAGO	AZITO	8,8
5563	SODEFOR	YOP 2	8,7

<b>5722</b>	YSICO	YOP 1	8,2
<b>5766</b>	SOIIC 5	AZITO	HS

### **Annexe 3 : Données sur les potentiels de développement des zones d'études**

Le premier tableau nous donne ici les potentiels faible, moyen et élevé de développement en fonction de la situation de construction. Et le second tableau nous donne les taux de croissance selon le potentiel de développement et les scénarios.

Tableau Annexe 2 : Potentiel de développement des zones

<b>POSTES N°</b>	<b>POTENTIELS DE DÉVELOPPEMENT EN FONCTION DE SITUATION DE CONSTRUCTION</b>
535	Potentiel élevé
5156	Potentiel moyen
5563	Potentiel faible
5342	Potentiel moyen
5728	Potentiel moyen
5867	Potentiel élève
534	Potentiel élève
5604	Potentiel moyen
5546	Potentiel moyen
5228	Potentiel élève
5231	Potentiel moyen
562	Potentiel moyen
5703	Potentiel élève

553	Potentiel moyen
5566	Potentiel moyen
5655	Potentiel moyen
5722	Potentiel faible
5766	Potentiel moyen

Tableau Annexe 3 : Taux de croissance selon le potentiel et les scénarios

POTENTIEL DE CROISSANCE	TAUX OPTIMISTE 2021-2030	TAUX MOYEN 2021-2030	TAUX PESSIMISTE 2021-2030	TAUX UNIFIE 2031- 2035
HAUT	10%	9%	6%	3%
MOYEN	9%	8%	5%	
BAS	7%	6%	4%	

#### Annexe 4 : Supports pour le calcul de vérification des sections de câble

##### e. Facteur de conversion des puissances en intensités

Le facteur de conversion de la puissance exprimée en kVA, en intensité exprimée en ampères e, est égal à :

- en monophasé	127 V, e = 8	- en monophasé	230 V, e = 4,35
- en triphasé	230 V, e = 2,5	- en triphasé	400 V, e = 1,44

Figure Annexe 1 : Facteur de conversion des puissances en intensité

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

Température Ambiante  (°C)	Isolation		
	Élastomère (Caoutchouc)	PVC	PR / EPR
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,06	1,04
35	0,93	0,94	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71
65	-	-	0,65
70	-	-	0,58
75	-	-	0,50
80	-	-	0,41

Pour les coefficients non indiqués, consulter le fabricant.

Figure Annexe 2 : Tableau des facteurs de correction pour les températures ambiantes

### Annexe 5 : Donnée sur les solutions des besoins de renforcement

Les tableaux suivants donnent les solutions des besoins de renforcement, l'envergure des travaux à réaliser et les taux de charges puis les chutes de tensions par départ BT des nouveaux postes ainsi que leurs coordonnées.

Tableau Annexe 4 : Récapitulatif des solutions des besoins de renforcement

POSTES N°	BESOINS DE COUVERTURE POSTE EN kVA / PRINCIPALES CONTRAINTES	SOLUTION TFO POSTE CRÉÉE
		EN kVA
H59_CART_5156	1727	2x630 (PST01 et PST02)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il y a deux départs en souffrances et ils vont à plus de 900 mètres ;</li> <li>• Baisse de tension en bout de ligne.</li> </ul>	
H59_ANT_5342	740	1x400  (PST03)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les abonnés sont très éloignés du poste</li> <li>• Il y a trois départs en souffrances (baisse de tension en bout de ligne).</li> </ul>	
H61_ANT_534	190	1x400  (PST04)
H61_ANT_5604	260	1x630  (PST05)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il y a deux transformateurs de 160kVA sur le support ;</li> <li>• Baisse de tension en bout de ligne.</li> </ul>	
H61_ANT_5231	614	1x630

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existe deux autres postes H61 dans la zone (504 et 505) ;</li> <li>• Baisse de tension en bout de ligne.</li> </ul>	(PST06)
<b>H61_ANT_562</b>	498	1x630
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le poste est situé dans la cour du Collège Assi Jonas du kettin ;</li> <li>• Il existe deux autres postes H61 dans la zone ;</li> <li>• Baisse de tension en bout de ligne.</li> </ul>	(PST07)
<b>H61_ANT_5703</b>	516	1x630
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ce poste soulage le poste 5728 ;</li> <li>• Leurs réseaux se chevauchent dans la même zone ;</li> <li>• Baisse de tension en bout de ligne.</li> </ul>	(PST08)
<b>H61_ANT_553</b>	206	1x400
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des abonnés sont très éloignés du poste</li> <li>• Existence d'un autre poste H61 de (en face de la mosquée).</li> </ul>	(PST09)
<b>H61_ANT_5566</b>	318	1x630
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ce poste couvre une très grande zone</li> <li>• Il existe qu'un seul départ pour toute la zone</li> <li>• La tension prise en bout de ligne à 9h est de 215V.</li> </ul>	(PST10)
<b>H59_ANT_5655</b>	1747	1x630
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'un des départs à une très longue portée (près de deux kilomètres), il s'arrête dans le quartier Agbayate</li> <li>• De nouvelles constructions au tour de ce départ de longue portée.</li> </ul>	(PST11)
<b>H59_CART_5722</b>	704	1x630

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il y aura dans cette zone le déguerpissement d'une partie des riverains pour la construction du pont :</li> </ul>	(PST12)
<b>H59_ANT_5766</b>	583	1x630
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existe un autre poste H61 à proximité du départ le plus long</li> <li>• Les abonnés sont très éloignés du poste.</li> </ul>	(PST13)
<b>H61_535</b>	258	3x630
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les abonnés sont très éloignés du poste.</li> <li>• Baisse de tension en bout de ligne.</li> </ul>	(PST14 et PST15)
<b>H61_ANT_5867</b>	330	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ce poste couvre une très grande zone dont les départs vont à plus de 400m ;</li> <li>• Le poste est excentré par rapport à la zone à alimenter ;</li> <li>• Baisse de tension en bout de ligne.</li> </ul>	
<b>H59_CART_5728</b>	905	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ce poste couvre une très grande zone dont les départs vont à plus de 400m.</li> </ul>	
<b>H61_535</b> <b>H61_ANT_5867</b> <b>H59_CART_5728</b> <b>H59_ANT_5766</b>	<p>C'est différents postes son voisin avec des réseaux de distribution qui se chevauchent. Ils auront une solution commune qui est de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer le poste 5728 en passant de 400kVA à 630kVA. Il s'agira de remplacer le poste préfabriqué par un autre de 630kVA;</li> <li>• Déposer les postes H61 0535 et 5867 puis créer deux postes H59 de 630kVA (PST14 et PST15);</li> </ul>	
<b>H61_5563</b>	533	2x630
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existence un autre poste H61 5563 de 160kVA</li> </ul>	(PST16 et PST17)
<b>H61_ANT_5546</b>	377	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existe plusieurs postes H61 privés dans la zone</li> </ul>	

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

<b>H61_ANT_5228</b>	294	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existe un autre poste 5228 H61 (bis) dans la zone ;</li> <li>• Baisse de tension en bout de ligne ;</li> </ul>	
<b>H61_5563</b> <b>H61_ANT_5546</b> <b>H61_ANT_5228</b>	<p>C'est différents postes sont voisins avec deux dont les réseaux de distribution se chevauchent. Ils auront une solution commune qui est de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Déposer ces trois postes H61;</li> <li>• Créer deux postes H59 de 630kVA (PST18 et PST19).</li> </ul>	

Tableau Annexe 5 : Envergure des travaux à réaliser

N° POSTE	DÉSIGNATION DES TRAVAUX	JUSTIFICATION	ENVERGURE TECHNIQUE		
			HTA (km)	Poste HTA/B TA	BTA (km)
<b>5156</b>	Création d'un poste H59	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Besoins en kVA :</li> <li>- Décalage poste créé par rapport ancien</li> <li>- Insertion HTA : CART/ANT</li> <li>- Longueur HTA amont</li> <li>- Longueur HTA Aval</li> <li>- N. B. Départs BT selon Voirie</li> </ul>	0,9	2 x 630kV A	1,15
<b>5342</b>	Création d'un poste H59	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Améliorer la qualité du réseau actuel</li> <li>- Puissance insuffisante pour la prévision</li> </ul>	0,9	1 x 400kV A	1,15
<b>534</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dépose du poste H61</li> <li>- Création d'un poste H59</li> </ul>	Puissance insuffisante pour la prévision	0,9	1 x 400kV A	1,15
<b>5604</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dépose du poste H61</li> <li>- Création d'un poste H59</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Améliorer la qualité du réseau actuel</li> <li>- Puissance insuffisante pour la prévision</li> </ul>	0,9	1 x 630kV A	1,15

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

<b>5231</b>	- Dépose du poste H61 - Création d'un poste H59	- Améliorer la qualité du réseau actuel - Puissance insuffisante pour la prévision	0,9	1 x 630kV A	1,15
<b>562</b>	- Dépose du poste H61 - Création d'un poste H59	Puissance insuffisante pour la prévision	0,9	1 x 630kV A	1,15
<b>5703</b>	- Dépose du poste H61 - Création d'un poste H59	Puissance insuffisante pour la prévision	0,9	1 x 630kV A	1,15
<b>553</b>	- Dépose du poste H61 - Création d'un poste H959	Puissance insuffisante pour la prévision	0,9	1 x 400kV A	1,15
<b>5566</b>	- Dépose du poste H61 - Création d'un poste H959	- Améliorer la qualité du réseau actuel - Puissance insuffisante pour la prévision	0,9	1 x 630kV A	1,15
<b>5655</b>	Création d'un poste H59	- Améliorer la qualité du réseau actuel - Puissance insuffisante pour la prévision	0,9	1 x 630kV A	1,15
<b>5722</b>	Création d'un poste H959	- Améliorer la qualité du réseau actuel - Puissance insuffisante pour la prévision	0,9	1 x 630kV A	1,15
<b>5766</b>	Création d'un poste H59	- Améliorer la qualité du réseau actuel Puissance insuffisante pour la prévision	0,9	1 x 630kV A	1,15
<b>535</b>	- Dépose du poste H61 Création d'un poste H59	- Améliorer la qualité du réseau actuel - Puissance insuffisante pour la prévision	2,7	3 x 630kV A	3,45
<b>5867</b>	- Dépose du poste H61				

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

	Création d'un poste H59				
<b>5728</b>	- Création d'un poste H59				
<b>5563</b>	- Dépose des trois postes H61	- Améliorer la qualité du réseau actuel - Puissance insuffisante pour la prévision	1,6	2 x 630kV A	2,3
<b>5546</b>	- Création de deux postes H59				
<b>5228</b>					

Tableau Annexe 6 : Récapitulatif des charges et des chutes de tension par départs des  
nouveaux postes

POSTES N°	Puissance (kVA)	Taux de charge	Cons. (kVA)	Linéaire départ (m)	Chute tension
H59_ PST01	<b>630</b>	79%	500	80.396	0.97%
				430.224	3.24%
				572.722	4.16%
				573.417	4.16%
H59_ PST02	<b>630</b>	79%	500	711.732	6.60%
				337.481	3.40%
				583.323	5.50%
H59_ PST03	<b>400</b>	93%	370	1409.118	7.14%
				886.218	4.65%
				844.573	4.45%
				1196.796	6.12%
	<b>400</b>	48%	190	596.751	2.39%

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

H59_ PST04				408.479	1.76%
				638.3	2.53%
H59_ PST05	<b>630</b>	41%	260	321.547	1.44%
				355.943	1.55%
				481.961	1.97%
				530.937	2.14%
H59_ PST06	<b>630</b>	97%	614	168.487	2.35%
				493.808	5.79%
				597.839	6.89%
H59_ PST07	<b>630</b>	79%	498	246.135	2.63%
				337.446	3.42%
				464.439	4.51%
H59_ PST08	<b>630</b>	82%	516	143.554	1.80%
				321.022	3.39%
				429.681	4.35%
H59_ PST09	<b>400</b>	52%	206	305.154	1.18%
				308.024	1.19%
				482.367	1.66%
				273.862	1.10%
H59_ PST10	<b>630</b>	50%	318	759.546	4.59%
				561.073	3.50%
				723.866	4.39%
	<b>630</b>	84%	530	476.715	3.72%

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

H59_ PST11				992.981	7.25%
				1337.709	9.61%
				1783.196	12.65%
H59_ PST12	630	74%	469	143.853	1.66%
				307.533	2.98%
				200.462	2.12%
H59_ PST13	630	46%	292	401.908	2.42%
				457.391	2.70%
				798.376	4.42%
H59_ PST14	630	79%	498	385.534	3.83%
				499.923	4.81%
				446.711	4.35%
H59_ PST15	630	79%	498	302.636	3.11%
				359.888	3.61%
				733.228	6.82%
H59_ PST16	630	95%	602	359.264	3.25%
				299.343	2.82%
				475.694	4.18%
				544.342	4.72%
H59_ PST17	630	95%	602	231.183	3.11%
				675.038	3.61%
				477.11	6.82%

Tableau Annexe 7 : Situation géographique des nouveaux postes

Quartier	LOCALISTION	N° POSTE	COORDONNÉS	
			X	Y
Locodjoro	Quartier santé	P5231(61)	384306	586935
Azito	Azito village entre les postes 535 et 5867	P 535 ET 5867(H61)	380051	586556
Locodjoro	Attecoube école municipale	P553(61)	384122	591645
Locodjoro	Yopougou Beago	P5766(59)	380534	586880
Locodjoro	Koweït marché Jean-Paul 2 vers la pharmacie	P5156(59)	384340 et 384480	588556 et 580147
Attie	Azito	P5703(61)	379482	586468
Locodjoro	Andokoi	P5228 et P5563(61)	382772	588524
LOKOA	Village Beago	534(61)	381307	586720
LOCODJRO	ANDOKOI (petite zone industrielle)	5546	381001	593464
LOCODJRO	ANDOKOI EXTENSION	5563(61) et 5228(61)	381358	593628
LOCODJRO	ABOBODOUMÉ (Quartier Jérusalem)	5604	384647	588238
ATTIE	Collège Assi Jonas du Kettin	562	381467	592764
ATTIE	AZITO	5703	379274	586749
ATTIE	AZITO	5867-535	380276	586190

## Annexe 6 : Bordereaux des prix unitaires CI-ÉNERGIES ET L'hypothèse des coûts financiers

Tableau Annexe 8 : Bordereaux des prix unitaires CI-ENERGIES

Ouvrages	Unité	Coût unitaire (M FCFA)
HTA souterrain CIS 240 mm <sup>2</sup>	Km	25
BT aérien PRC 150 mm <sup>2</sup> (SHP)	Km	15
BT aérien PRC 150 mm <sup>2</sup> (LED)	Km	19
TFO 630 kVA ou 400 Kva	U	6,6
Génie civil +Cellules	U	15

Tableau Annexe 9 : Hypothèses des coûts financiers

HYPOTHÈSES FINANCIÈRES	TAUX		OBSERVATION
<b>MONTANT DE BASE</b>	1638	1737,5	Coût Fourniture + Montage HT, HD
<b>ANNÉE DE BASE</b>	2020		
<b>ÉVALUATION DU coût DU PROJET</b>			
Études	5%		Coût Fourniture + Montage hors taxes
Fournitures CIF	100%		Sur coût total hors taxe (voir analyse technique)
Montage	25%		Coût Fourniture
Mesures environnementales et sociales	5%		Sur Fourniture +Montage

Supervision et contrôle des travaux	5%	Sur Fourniture +Montage		
Audit technique et financier	1%	Sur Fourniture +Montage		
Imprévus physiques	7%	Coût de base hors études et Audit		
Prévision pour hausse de prix	3%	Coût de base + imprévu physique		
DOUANE	23%			
TAXES	18%			

### Annexe 7 : Données sur les Coûts totaux financiers détaillés des différentes variantes

Tableau Annexe 10 : VARIANTE 1: Éclairage public utilisant des luminaires SHP

DÉSIGNATION	MONTANT HT, HD	DOUAN E	TAXES	TTC
Études	81,88		14,74	96,61
Fournitures CIF	1 637,50	376,63	294,75	2 308,88
Montage	<b>409,38</b>		73,69	483,06
Mesures environnementales et sociales	<b>81,88</b>			81,88
Supervision et contrôle des travaux	81,88		14,74	96,61
Audit technique et financier	16,38		2,95	19,32
<b>Coût de base</b>	<b>2 227,00</b>	<b>376,63</b>	<b>400,86</b>	<b>3 004,49</b>
Imprévus physiques	149,01			149,01

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU  
RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

Prévision pour hausse de prix	71,28			71,28
<b>coût TOTAL FINANCIER (M FCFA)</b>	<b>2 447,29</b>	<b>376,63</b>	<b>400,86</b>	<b>3 224,78</b>

Tableau Annexe 11 : VARIANTE 2: Éclairage public utilisant luminaires LED

DÉSIGNATION	MONTANT HT, HD	DOUAN E	TAXES	TTC
Études	86,88		15,64	102,51
Fournitures CIF	1 737,50	399,63	312,75	2 449,88
Montage	<b>434,38</b>		78,19	512,56
Mesures environnementales et sociales	<b>86,88</b>			86,88
Supervision et contrôle des travaux	86,88		15,64	102,51
Audit technique et financier	17,38		3,13	20,50
Coût de base	<b>2 363,00</b>	<b>399,63</b>	<b>425,34</b>	<b>3 187,97</b>
Imprévus physiques	158,11			158,11
Prévision pour hausse de prix	75,63			75,63
<b>coût TOTAL FINANCIER (M FCFA)</b>	<b>2 596,75</b>	<b>399,63</b>	<b>425,34</b>	<b>3 421,71</b>

## **Annexe 8 : Planning prévisionnel des travaux**

Le projet devrait pouvoir être réalisé dans un délai de vingt-quatre (24) semaines, soit six (6) mois. La phase préparatoire des études devrait être bouclée en deux (2) semaines et la phase réalisation en vingt et une (21) semaine. Le planning prévisionnel figure dans l'**annexe 8**.

Cependant, l'entrepreneur des travaux préparera et soumettra, avant le début des chantiers, le programme détaillé de construction ainsi qu'un planning comportant la date de soumission de l'ensemble des plans mise à jour. Le planning d'exécution du projet donnera des informations sur le déroulement du projet en représentant la suite logique et l'enchaînement des opérations et la durée des tâches.

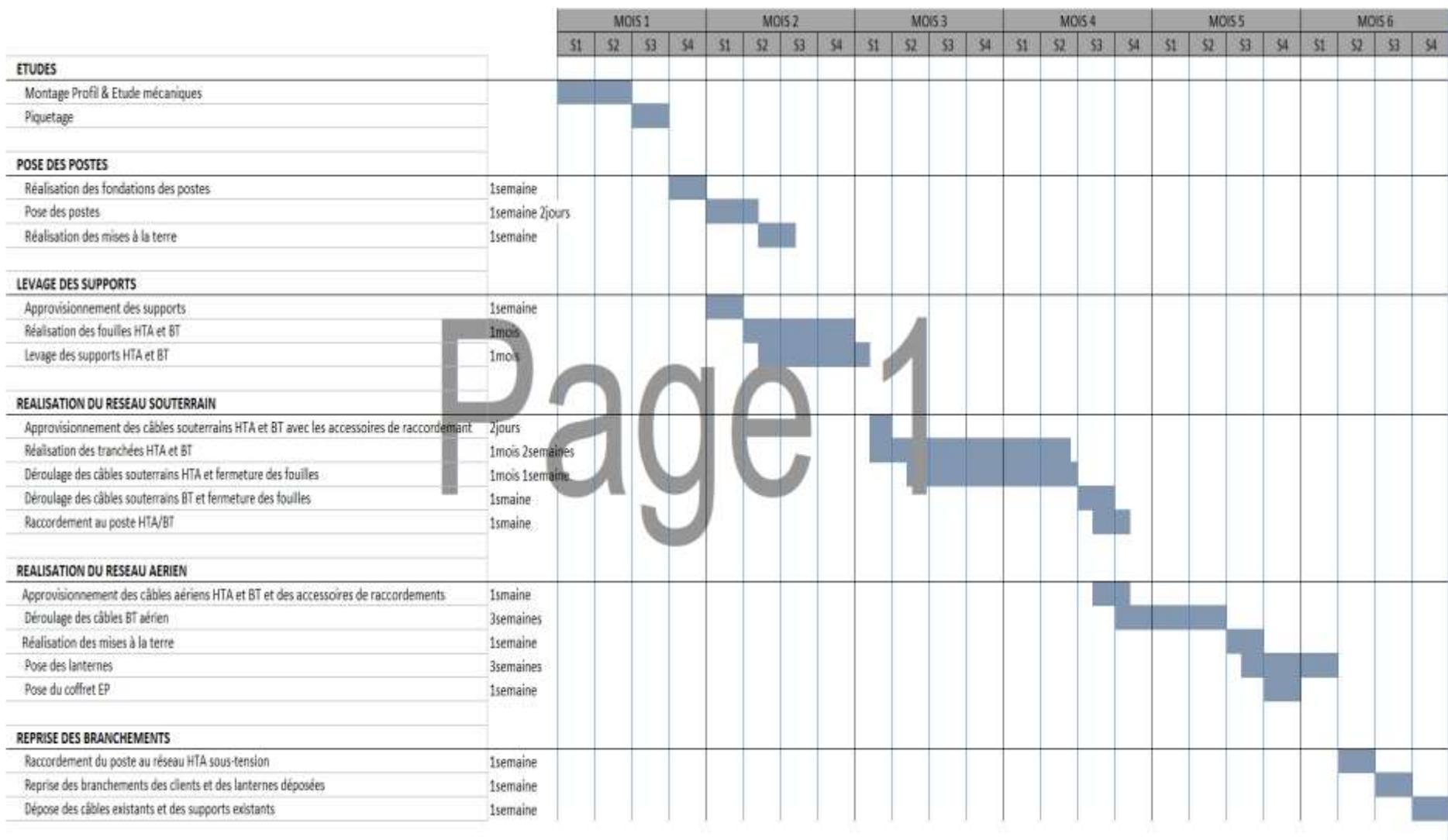


Figure Annexe 3 : planning previsionnel

### Annexe 9 : Données basse tension des postes (BTA)

COMMUNE OU QUARTIER	ZONE GÉOGRAPHIQUE	N.° POSTE	TYPE DE POSTE	TRANSFORMATEUR						TUR	DÉPARTS		
				Puissance (kVA)	TC TFO	Prise de réglage	Tension au poste				tension en bout de ligne		
							(V)				(V)		
							V1	V2	V3		Départs (utilisés/total)	V1	V2
LOCODJRO	KOWEIT (marché Jean Paul 2 vers la pharmacie)	5156	Maçonné	630	66%	2	224	225	225	7/8			
				400	58%	2	224	226	224	8/8			
ATTIE	AZITO Village	535	H61	160	57%		229	228	231		203	211	230
LOCODJRO	ANDOKOI EXTENSION	5563	H61	160	121%		225	228	227		232	225	226
ATTIE	KOUTE ancien parlement	5342	H59	400	66%	2	227	227	226	4/4	216	218	229
ATTIE	AZITO après le collège Monaco (quartier dépourvu)	5728	H59	400		2				4/4	218	215	210
ATTIE	Beago Carrefour wolosso	5687	H61	160	30%		236	236	236		234	233	230
ATTIE	AZITO	5867	H61	160	73%		236	237	238		208	218	211
NIANGON	Sicogi 4	566	H59	400	66%					4/4			
LOKOA	Village beago	534	H61	160	42%		230	230	230		228	229	227

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

COMMUNE OU QUARTIER	ZONE GÉOGRAPHIQUE	N.° POSTE	TYPE DE POSTE	TRANSFORMATEUR						TUR	DÉPARTS		
				Puissance (kVA)	TC TFO	Prise de réglage	Tension au poste				tension en bout de ligne		
							(V)				(V)		
							V1	V2	V3		Départs (utilisés/total)	V1	V2
LOCODJRO	ABOBODOUMÉ (Quartier Jérusalem)	5604	H61	160	58%		204	202	201		221	231	217
LOCODJRO	ANDOKOI (petite zone industrielle)	5546	H61	160	84%		226	227	226		230	227	228
LOCODJRO	Entre le collège D BAZ et château	5228	H61	160	65%		229	229	230		232	213	232
LOCODJRO	Quartier santé	5231	H61	160	137%		213	212	211		196	209	218
ATTIE	Collège Assi Jonas du kettin	562	H61	160	111%		223	223	224		220	226	223
ATTIE	AZITO	5703	H61	160	114%		233	232	231		224	212	220
LOCODJRO	ATTECOUBE (Pépinière municipale)	553	H61	160	46%		231	230	230		227	226	225
NIANGON LOKOA	Maternité Iokoa	5566	H61	160	71%		215	220	218		198	201	191
LOCODJRO	KOWEIT (collège Saint Augustin)	5655	H59	630	58%	3	210	210	208	6/8	211	210	212
				400	63%	3	211	210	212	4/8			
NIANGON	Mamie faitai	5722	H59	400	64%	3	227	227	226	138	189	222	212

COMMUNE OU QUARTIER	ZONE GÉOGRAPHIQUE	N.° POSTE	TYPE DE POSTE	TRANSFORMATEUR						TUR	DÉPARTS		
				Puissance (kVA)	TC TFO	Prise de réglage	Tension au poste				tension en bout de ligne		
							(V)				(V)		
							V1	V2	V3		Départs (utilisés/total)	V1	V2
ATTIE	Beago (taille basse)	5766	H59	630	33%	3	233	232	233	4/4	224	230	232

### Annexe 10 : Données HTA des postes et bâtiments

TYPE DE	BÂTIMENT	RESEAU HTA		ALIMENTATION HTA		TFO	TUR
		Ligne		Type	Cellules		

N.° POSTE	POSTE	Structure	Poste source		Charge de la ligne (MW)		Arrivée / Départ	Protection	Type	Puissance kVA	Départs (utilisés/total)
5156	Maçon né	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissure visite sur la dalle</li> <li>La porte de la cour de protection du poste est en mauvais état</li> <li>Absence d'affiche de signalisation de danger</li> </ul>	Yopougon 1	ASSA	8,2	Coupure d'artère	2	1	Schneider SM6	630	7/8
								1		400	8/8
535	H61		Azito	SOLIC 5						160	
5563	H61		Yopougon 2	SODEFOR	8,7					160	
5342	H59	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissure visible sur le mur</li> <li>Problème d'étanchéité</li> <li>Absence d'affiche de signalisation de danger</li> </ul>	Azito	BEAGO	8,8	Antenne	1	1	MERLIN GERIN (Schneider) SM6	400	4/4

<b>5728</b>	H59	• Fissure visible sur le mur	Azito	SOLIC 5		Coupu re d'artè re	2	1	Schneider SM6	400	4/4
<b>5687</b>			Azito			Antenn e				160	
<b>5867</b>	H61		Azito	SOLIC 5						160	
<b>566</b>	H59	• Absence d'affiche de signalisation de danger	Yopougo n 1	NOBOU	9,5	Coupu re d'artè re	2	1	Schneider FLUOKIT	400	4/4
<b>534</b>	H61		Azito	SOLIC 5						160	
<b>5604</b>	H61		Azito	BEAGO	8,8					160	
<b>5546</b>	H61		Yopougo n 2	SODEF OR	8,7					160	
<b>5228</b>	H61		Abobo	ZOO	9,4					160	

5231	H61		Azito	BEAGO	8,8					160	
562	H61		Abobo	ZOO	9,4					160	
5703	H61		Azito	SOLIC 5						160	
553	H61		Yopougo n 1	OCTAZ	9,2					160	
5566	H61		Azito	LOKOA						160	
5655	H59	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissure visible sur le mur</li> <li>Le local manque d'aération</li> <li>Il n'existe pas de portion du poste.</li> </ul>	Yopougo n 1	LEM	7,7	Coupu re d'artè re	2	1	CAHORS Nogaris	630	6/8
								1		400	4/8
5722	H59	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il n'existe pas de portion du poste</li> </ul>	Yopougo n 1	YSICO	8,2	Coupu re d'artè re	1	1	Schneider SM6	400	3/8
5766	H59	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissure visible sur le mur</li> <li>Absence d'affiche de signalisation de danger</li> </ul>	Azito	SOLIC 5		Antenn e	1	1	Schneider FLUOKIT M	630	4/4

**Annexe 11 : Observations lors des visites sur site**

ZONE GÉOGRAPHIQUE	N° POSTE	TYPE DE POSTE	TFO KVA	OBSERVATIONS	
				GÉNÉRALE	OBSERVATION PAR POSTE
KOWEIT (marché Jean Paul 2 vers la pharmacie)	5156	Maçonné	630	<p><b>THA:</b></p> <p>Toutes les lignes HTA qui alimentent nos postes sont sous 15kV</p> <p>-----</p> <p><b>CELLULES :</b></p> <p>Les cellules utilisées dans ces postes sont obsolètes, excepté ceux du poste 5159</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raccordement d'un abonné privé HTA dans ce poste</li> <li>• Il y a deux départs en souffrances et ils vont à plus de 900 mètres</li> <li>• Les mesures prises en bout de ligne de ces deux départs à 8h donnent :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quartier Awa V1=187V, V2=185V, V3=175V ;</li> <li>- Quartier noir V1=180V, V2=178V, V3=195V</li> </ul> </li> </ul>
			400		
AZITO Village	535	H61	160		

ANDOKOI EXTENSION	<b>5563</b>	H61	160	<p>-----</p> <p><b>LIASSONS CELLULES - TRANSFO &amp; TRANSFO - TUR:</b> Ces liaisons qui ne concernent que les postes H59 et maçonnés sont visuellement en bon état</p> <p>-----</p> <p><b>TRANSFORMATEUR :</b> Les transformateurs sont visuellement en très bon état.</p> <p>-----</p> <p><b>TUR :</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existe un autre poste H61 <b>5563</b> de 160kVA</li> </ul>
KOUTE ancien parlement	<b>5342</b>	H59	400		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les abonnés sont très éloignés du poste                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il y a trois départs en souffrances</li> </ul> </li> <li>• Les mesures prises en bout de ligne de ces deux départs à 10h30min donnent :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Premier départ V=216V ;</li> <li>- Deuxième départ V=218V ;</li> <li>- Troisième départ V=213V, à plus de 700 mètres.</li> </ul> </li> </ul>
AZITO après le collège Monaco (quartier dépourvu)	<b>5728</b>	H59	400		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ce poste couvre une très grande zone dont les départs vont à plus de 400m</li> <li>• Ce poste alimente les deux côtés de la voie ménage à azito.</li> </ul>
Beago Carrefour wolosso	<b>5687</b>		160		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ce poste couvre une très grande zone.</li> <li>• Les abonnés sont très éloignés du poste</li> </ul> <p>Il y a une ambiguïté sur le numéro de poste. Le poste qui nous a été montré est le 5989, c'est un poste préfabriqué et nous n'avons pas pu voir l'intérieur du poste. Mais selon les données de la</p>

				<p>Les broches des TUR dont les départs ne sont pas utilisés sont absentes</p> <p>-----</p> <p><b>DÉPART :</b></p> <p>Il est utilisé du 150mm<sup>2</sup> à chaque départ du TUR jusqu'à la remontée aérosouterraine</p> <p>De la remontée aérosouterraine jusqu'au bout de ligne, c'est du 70mm<sup>2</sup> qui est utilisé</p> <p>-----</p> <p><b>COFFRET TELE CONDUITE :</b></p> <p>Aucun de ces postes n'est sujet de la télé conduite</p>	<p>DP, l'APS et les mesures de la CIE, il s'agit d'un poste H61.</p>
AZITO	<b>5867</b>	H61	160		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ce poste couvre une très grande zone dont les départs vont à plus de 400m</li> <li>• Il existe deux postes privés dans la zone</li> <li>• Le poste est excentré par rapport à la zone à alimenter.</li> </ul>
Sicogi 4	<b>566</b>	H59	400		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poste venant d'être réhabilité</li> <li>• Pas d'extension possible (quartier saturé)</li> </ul>
Village beago	<b>534</b>	H61	160		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ce poste alimente que le village et un hôtel</li> </ul>
ABOBODOUMÉ (Quartier Jérusalem)	<b>5604</b>	H61	160		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il y a deux transformateurs de 160kVA sur le support</li> </ul>
ANDOKOI (petite zone industrielle)	<b>5546</b>	H61	160		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existe plusieurs postes H61 privés dans la zone</li> </ul>

Entre le collège D BAZ et château	<b>5228</b>	H61	160	<p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;"><b>PRISE ET ÉCLAIRAGE DU LOCAL</b></p> <p style="text-align: center;">:</p> <p>L'éclairage et les prises dans les postes maçonnés sont hors services.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existe un autre poste 5228 H61 (bis) dans la zone</li> </ul>
Quartier santé	<b>5231</b>	H61	160		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existe deux autres postes H61 dans la zone (504 et 505)</li> </ul>
Collège Assi Jonas du kettin	<b>562</b>	H61	160		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le poste est situé dans la cour du Collège Assi Jonas du kettin</li> <li>• Il existe deux autres postes H61 dans la zone,</li> </ul>
AZITO	<b>5703</b>	H61	160		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ce poste soulage le poste 5728.</li> <li>•Leurs réseaux se chevauchent dans la même zone.</li> </ul>
ATTECOUBE (Pépinière municipale)	<b>553</b>	H61	160		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des abonnés sont très éloignés du poste</li> <li>• Existence d'un autre poste H61 de (en face de la mosquée).</li> </ul>
Maternité Ilokoa	<b>5566</b>	H61	160		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visiblement il y a peu de clients, mais le quartier est en construction</li> <li>• Ce poste couvre une très grande zone</li> <li>• Il existe qu'un seul départ pour toute la zone</li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tension prise en bout de ligne à 9h est de 215V.</li> </ul>
KOWEIT (collège Saint Augustin)	<b>5655</b>	H59	630		<ul style="list-style-type: none"> <li>• La devanture du poste est un point restaurant. La cuisine se fait devant le poste</li> <li>• L'un des départs à une très longue portée (près de deux kilomètres), il s'arrête dans le quartier Agbayate                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• De nouvelles constructions au tour de ce départ de longue portée.</li> <li>• Les tensions prises en bout de ligne dans le quartier Agbayate à 13h sont : V1=211V, V2=201V, V3=208V</li> </ul> </li> </ul>
			400		
Mamie faitai	<b>5722</b>	H59	400		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Départs mal disposés, il ne sort pas en souterrain pourra remonter sur le premier support. Il va directement (n'est pas en souterrain)</li> <li>• Il y aura dans cette zone le déguerpissement d'une partie des riverains pour la construction du pont.</li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local restreint, mais il est possible d'ajouter une cellule pour transformer le mode d'alimentation en coupure artère</li> </ul>
Beago (taille basse)	<b>5766</b>	H59	630		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existe un autre poste H61 à proximité du départ le plus long</li> <li>• Nouvelles constructions au tour du réseau</li> <li>• Les abonnés sont très éloignés du poste.</li> </ul>

### Annexe 12 : Devis quantitatifs et estimatifs

DEVIS DE RENFORCEMENT DE RESEAU HTA/BT ISSU DU PF H59 N° 5728 PAR LA CRÉATION DU POSTE PST01									
N°	Désignation		Unité	Qtité	FOURNITURES		TRAVAUX		TOTAL HT
					P. Unitaire	P.Total	P. Unitaire	P.Total	
I	<b>EUDES</b>								
	Relevés d'itinéraire		km	2,05			36 000	<b>73 800</b>	<b>73 800</b>

	Relevés du profil en long 1/2500		km	1,15			114 000	<b>131 100</b>	<b>131 100</b>
	Étude mécanique		km	1,15			18 500	<b>21 275</b>	<b>21 275</b>
	Report sur calque		km	2,05			11 700	<b>23 985</b>	<b>23 985</b>
	Piquetage		km	1,15			57 500	<b>66 125</b>	<b>66 125</b>
	Report sur calque du plan de la voirie		km	2,05			115 000	<b>235 750</b>	<b>235 750</b>
	Établissement de plan sommaire		km	2,05			38 000	<b>77 900</b>	<b>77 900</b>
	Établissement plan conforme		km	2,05			25 750	<b>52 788</b>	<b>52 788</b>
	Tirage de plans		ft	1,00			25 000	<b>25 000</b>	<b>25 000</b>
	Dossier technique en 11 exemplaires		ft	1,00			94 500	<b>94 500</b>	<b>94 500</b>
	<b>TOTAL ÉTUDE</b>							<b>802 223</b>	<b>802 223</b>
<b>II</b>	<b>POSTE HTA/BT A CRÉER</b>								
<b>2.1</b>	<b>Poste préfabriqué PST01 à créer</b>								
	Poste H59 630kVA composé de:		ens	1	43 600 000	<b>43 600 000</b>	400 000	<b>400 000</b>	<b>44 000 000</b>
	<i>Deux cellules Interrupteur arrivée réseau type GIS 24 kV -400A ou 630A</i>								
	<i>Une cellule Interrupteur protection TFO type GIS 24 kV -200A équipé de fusible</i>								
	<i>Raccordement HTA par câbles secs unipolaires 3x50 mm<sup>2</sup> alu 15kV</i>								
	<i>Un transformateur 630Kva</i>								
	<i>Raccordement BT par câbles U1000 AR02V 3x2x240 + 2x240mm<sup>2</sup></i>								

	Un TUR 8-1200								
	Un dispositif de détection et de signalisation								
	Raccordement du coffret EP par câbles U1000 AR02V 4x 35 mm <sup>2</sup>								
	Un coffret éclairage public 80A équipée								
	Acc de confection de la terre du neutre et des masses		ens	1	2 105 000	<b>2 105 000</b>	75 900	<b>75 900</b>	<b>2 180 900</b>
	Cuivre nu 29mm <sup>2</sup>								
	Piquet de terre de 1,5m								
	Borne de contrôle								
	Cosse de raccordement								
	Affiches réglementaires		ens	1	75 000	<b>75 000</b>	15 000	<b>15 000</b>	<b>90 000</b>
<b>2.2</b>	<b>Génie civil du poste préfabriqué à créer (fondation)</b>		ft	1			1 000 000	<b>1 000 000</b>	<b>1 000 000</b>
<b>2.3</b>	<b>Poste 5728 à réaménager</b>								
	Remplacement des cellules arrivées en type GIS 24 kV-400A ou 630 A		u	1	3 900 000	<b>3 900 000</b>	46 000	<b>46 000</b>	<b>3 946 000</b>
	Remplacement du transformateur existant par un 630kVA		u	1	10 700 000	<b>10 700 000</b>	120 000	<b>120 000</b>	<b>10 820 000</b>
	Remplacement du TUR existant par un TUR 8-1200		u	1	1 620 000	<b>1 620 000</b>	13 000	<b>13 000</b>	<b>1 633 000</b>
	Coffret éclairage public 80A équipé		u	1	850 000	<b>850 000</b>	35 000	<b>35 000</b>	<b>885 000</b>

	Reprise du circuit éclairage et prise du local (câbles, prise et inter.)	ens	1	200 000	<b>200 000</b>	10 000	<b>10 000</b>	<b>210 000</b>
	Affiches réglementaires	ens	1	75 000	<b>75 000</b>	15 000	<b>15 000</b>	<b>90 000</b>
	<b>TOTAL POSTE HTA/BT</b>				<b>63 125 000</b>		<b>1 729 900</b>	<b>64 854 900</b>
<b>IV</b>	<b>RÉSEAU HTA</b>							
<b>5-1</b>	<b>Fouilles</b>							
	Ouverture et remblais tranchés 0,5x0,8 m	ml	840			1 750	<b>1 470 000</b>	<b>1 470 000</b>
	Ouverture et remblais de tranchée 0,5x1,0 m	ml	60			2 175	<b>130 500</b>	<b>130 500</b>
	Fouille pour entrée de poste	m3	2			4 875	<b>9 750</b>	<b>9 750</b>
	Buse PVC 160	ml	60	12 000	<b>720 000</b>	350	<b>21 000</b>	<b>741 000</b>
	Utilisation d'un pousse-tube	ml	6			8 500	<b>51 000</b>	<b>51 000</b>
	Évacuation de déblais	m3	220			1 750	<b>384 300</b>	<b>384 300</b>
	Sable d'apport en fond de fouille	m3	220	8 525	<b>1 872 090</b>	860	<b>188 856</b>	<b>2 060 946</b>
	Grillage avertisseur largeur 0,5 m	ml	900	395	<b>355 500</b>	50	<b>45 000</b>	<b>400 500</b>
	Borne de repérage	u	12	1 350	<b>16 200</b>	1 000	<b>12 000</b>	<b>28 200</b>
<b>5-1</b>	<b>Câbles HTA souterrain</b>							
	Câble CIS 3x 240 mm² Alu	ml	900	25 525	<b>22 972 500</b>	475	<b>427 500</b>	<b>23 400 000</b>

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE ET LE RENFORCEMENT DU RESEAU BASSE TENSION DE 20 POSTES HTA/BT DE DRYOP

	Extrémité de câbles intérieur 24kV (jeu de trois)		u	2	220 700	<b>441 400</b>	151 000	<b>302 000</b>	<b>743 400</b>
	Gaine thermorétractable		ens	2	8 508	<b>17 016</b>		<b>0</b>	<b>17 016</b>
	Boite de jonction 240 mm <sup>2</sup> (jeu de trois)		u	1	361 000	<b>361 000</b>	44 500	<b>44 500</b>	<b>405 500</b>
	<b>TOTAL RÉSEAU HTA</b>					<b>26 755 706</b>		<b>3 086 406</b>	<b>29 842 112</b>
<b>V</b>	<b>RÉSEAU BT – EP</b>								
<b>6-1</b>	<b>Fouilles</b>								
	Ouverture et remblais tranchés 0,5x0,8 m		ml	60			1 750	<b>105 000</b>	<b>105 000</b>
	Ouverture et remblais de tranchée 0,5x1,0 m		ml	60			2 175	<b>130 500</b>	<b>130 500</b>
	Fouille pour sortie du poste		m3	2			4 875	<b>9 750</b>	<b>9 750</b>
	Fourreau "RYB" Diam 160		ml	60	3 520	<b>211 200</b>	300	<b>18 000</b>	<b>229 200</b>
	Évacuation de déblais		m3	32			1 750	<b>56 700</b>	<b>56 700</b>
	Sable en fond de fouille		m3	32	8 525	<b>276 210</b>	860	<b>27 864</b>	<b>304 074</b>
	Grillage avertisseur largeur 0,5 m		ml	100	395	<b>39 500</b>	50	<b>5 000</b>	<b>44 500</b>
									<b>879 724</b>
<b>6-1</b>	<b>Câbles BT-EP souterrains</b>								
	Cosse d'extrémité Alu/Cu 150 mm <sup>2</sup> , 35 mm <sup>2</sup> (raccordement départs BT & EP)		u	28	5 384	<b>150 755</b>		<b>0</b>	<b>150 755</b>
	Gaine thermorétractable		u	28	8 508	<b>238 224</b>		<b>0</b>	<b>238 224</b>

	Câble U1000 ARV FV 3x150+70 mm <sup>2</sup>		km	100	19 250	<b>1 925 000</b>	350	<b>35 000</b>	<b>1 960 000</b>
	Câble U1000 ARV FV 4x35 mm <sup>2</sup>		km	100	9 450	<b>945 000</b>	275	<b>27 500</b>	<b>972 500</b>
	Jonction BT JASE 150-70/150-70		u	4	18 995	<b>75 980</b>		<b>0</b>	<b>75 980</b>
	Connecteur de réseau CDR/CT 1S-150		u	16	2 775	<b>44 400</b>	1 400	<b>22 400</b>	<b>66 800</b>
	Gaine de protection aérosouterraine BT F800		u	4	25 975	<b>103 900</b>	14 450	<b>57 800</b>	<b>161 700</b>
	Feuillard inox 20x0,4 + accessoires de raccordement		ml	30	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!
<b>6-2</b>	<b>Supports BT-EP</b>								
	Dépose de support poteau béton existant		u	20			36 000	<b>720 000</b>	<b>720 000</b>
	Dépose de câbles PRC		km	900			180	<b>162 000</b>	<b>162 000</b>
	Poteau béton armé 9 A 400		u	18	169 000	<b>3 042 000</b>	55 000	<b>990 000</b>	<b>4 032 000</b>
	Poteau béton armé 9 A 650		u	6	199 000	<b>1 194 000</b>	67 225	<b>403 350</b>	<b>1 597 350</b>
	Poteau béton armé 9 A 800		u	10	223 450	<b>2 234 500</b>	79 425	<b>794 250</b>	<b>3 028 750</b>
	Confection de massif des supports		u	1	22 000	<b>22 000</b>	17 000	<b>17 000</b>	<b>39 000</b>
	Numérotation peinte des supports		u	34	75	<b>2 550</b>	#REF!	#REF!	#REF!
<b>6-2</b>	<b>Câbles BT-EP aériens</b>								
	Câble PRC 3x150+70+16 mm <sup>2</sup> Alu		km	1,15	6 200	<b>7 130</b>	4 580 000	<b>5 267 000</b>	<b>5 274 130</b>

	Ensemble de suspension pour PRC 3 x 150+ 70+16mm <sup>2</sup>		u	18	6 500	<b>117 000</b>	850	<b>15 300</b>	<b>132 300</b>
	Ensemble d'ancrage pour PRC 3 x 150+ 70+16mm <sup>2</sup>		u	10	9 225	<b>92 250</b>	850	<b>8 500</b>	<b>100 750</b>
	Ensemble d'ancrage double pour PRC 3 x 150+ 70+16mm <sup>2</sup>		u	6	18 200	<b>109 200</b>	975	<b>5 850</b>	<b>115 050</b>
	Connecteur de réseau CDR/CT 1S-150		u		2 775	<b>0</b>	1 400	<b>0</b>	<b>0</b>
	Capuchon d'extrémité CRR 150		u	24	2 000	<b>48 000</b>	300	<b>7 200</b>	<b>55 200</b>
<b>6-3</b>	<b>Équipements EP</b>								
	Dépose de foyers EP réutilisables		u	20			8 100	<b>162 000</b>	<b>162 000</b>
	Crosse saillie 1,5 m		u	34	23 650	<b>804 100</b>	4 800	<b>163 200</b>	<b>967 300</b>
	Ferrure de fixation		u	34	1 850	<b>62 900</b>	1 350	<b>45 900</b>	<b>108 800</b>
	Variante 1: Luminaire SHP		u	34	158 000	<b>5 372 000</b>	15 900	<b>540 600</b>	<b>5 912 600</b>
	Variante 2: Luminaire LED		u	34	250 000	<b>8 500 000</b>	15 900	<b>540 600</b>	<b>9 040 600</b>
	Cellule photoélectrique		u	1	123 300	<b>123 300</b>	13 300	<b>13 300</b>	<b>136 600</b>
	Câble HG1000 3x2,5 mm <sup>2</sup>		ml	187	575	<b>107 525</b>	275	<b>51 425</b>	<b>158 950</b>
	Raccordement à perforation du conducteur EP		u	68	2 225	<b>151 300</b>	425	<b>28 900</b>	<b>180 200</b>
<b>6-4</b>	<b>Mise à la terre du réseau BT</b>								
	Cuivre nu 29mm <sup>2</sup>		u	105	3 450	<b>362 250</b>	750	<b>78 750</b>	<b>441 000</b>

	Piquet de terre par piquet ou grillet 0,4x140		u	1	9 700	<b>9 700</b>	11 125	<b>11 125</b>	<b>20 825</b>
	Gaine de protection de la remontée PVC 25		u	6	5 000	<b>30 000</b>	2 000	<b>12 000</b>	<b>42 000</b>
	Connecteur de mise à la terre CBS/CT 70		u	6	2 775	<b>16 650</b>	1 400	<b>8 400</b>	<b>25 050</b>
	Cosse de raccordement		ens	1	14 318	<b>14 318</b>			<b>14 318</b>
	<b>TOTAL RÉSEAU BT – EP</b>	<i>(Variante 1)</i>							
	<b>TOTAL RÉSEAU BT – EP</b>	<i>(Variante 2)</i>							
<b>VI</b>	<b>AUTRES</b>								
	Bande de balisage		ens	1	25 000	<b>25 000</b>	15 000	<b>15 000</b>	<b>40 000</b>
	Pancarte de signalisation des travaux		u	5			25 000	<b>125 000</b>	<b>125 000</b>
	Indemnité de coupure		ff	2				<b>0</b>	<b>0</b>
	Transport du poste H59		ft	1			550 000	<b>550 000</b>	<b>550 000</b>
	Transport des supports béton		ft	3			300 000	<b>900 000</b>	<b>900 000</b>
	Transport des câbles et autres accessoires		ft	2			300 000	<b>600 000</b>	<b>600 000</b>
	Essais et mise en service		ft	1				<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>TOTAL AUTRE</b>							<b>2 190 000</b>	<b>2 215 000</b>

### Annexe 13 : Plans du réseau du poste 5156

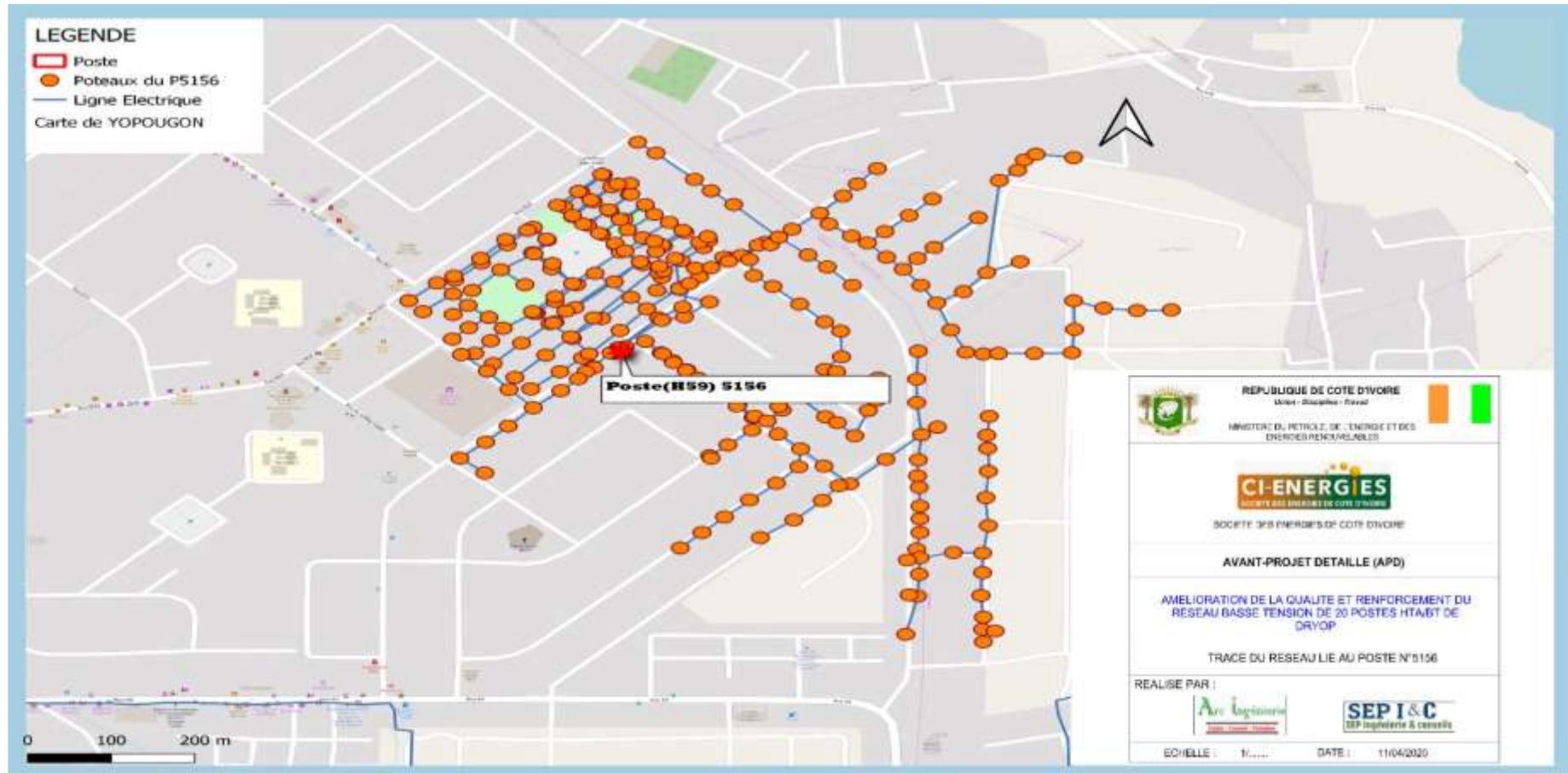


Figure 14 : plan du poste 5156 existant

### Annexe 14 : Plans du réseau restreint et un nouveau poste HTA /BT

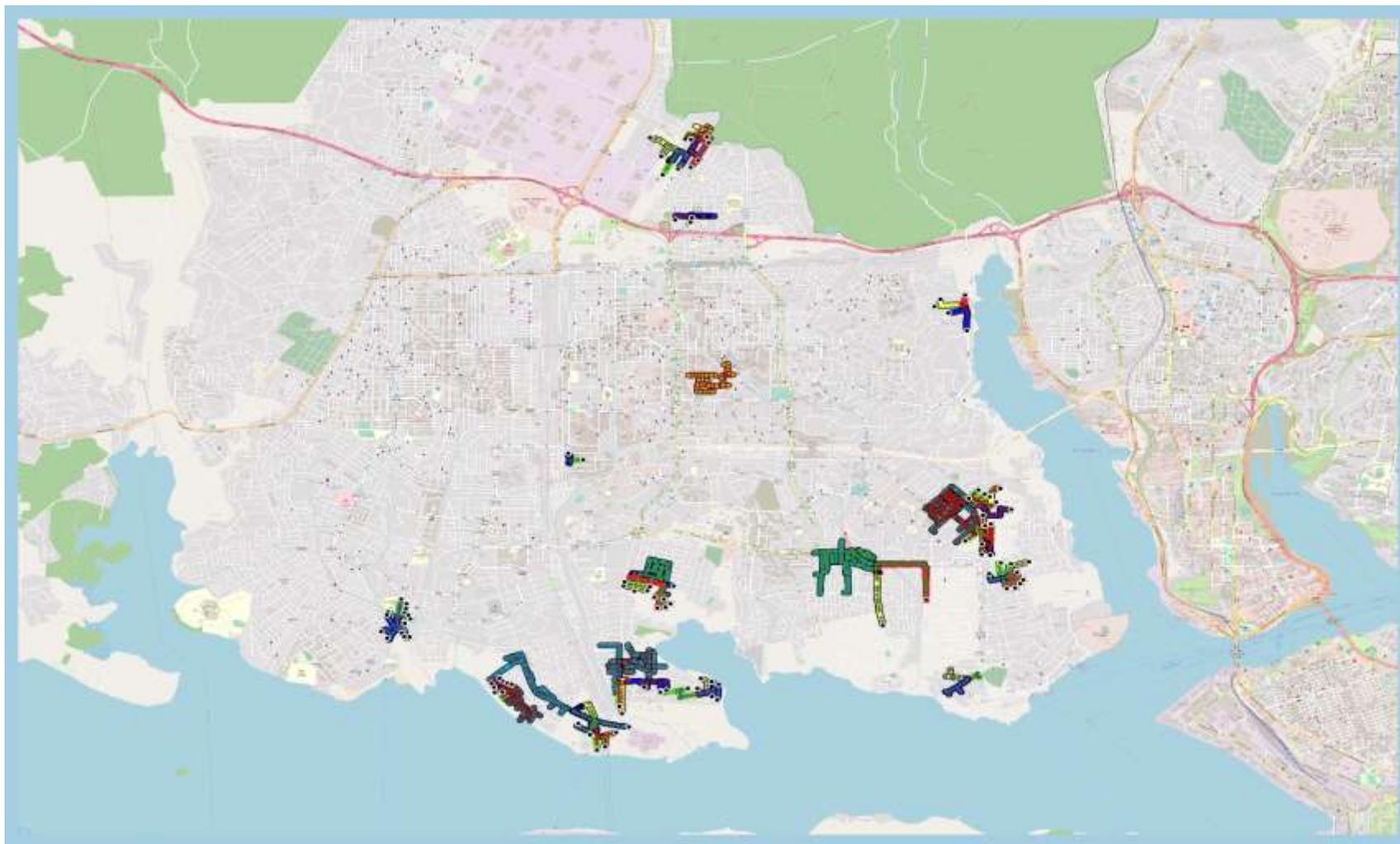


Figure 15 : plan du réseau restreint

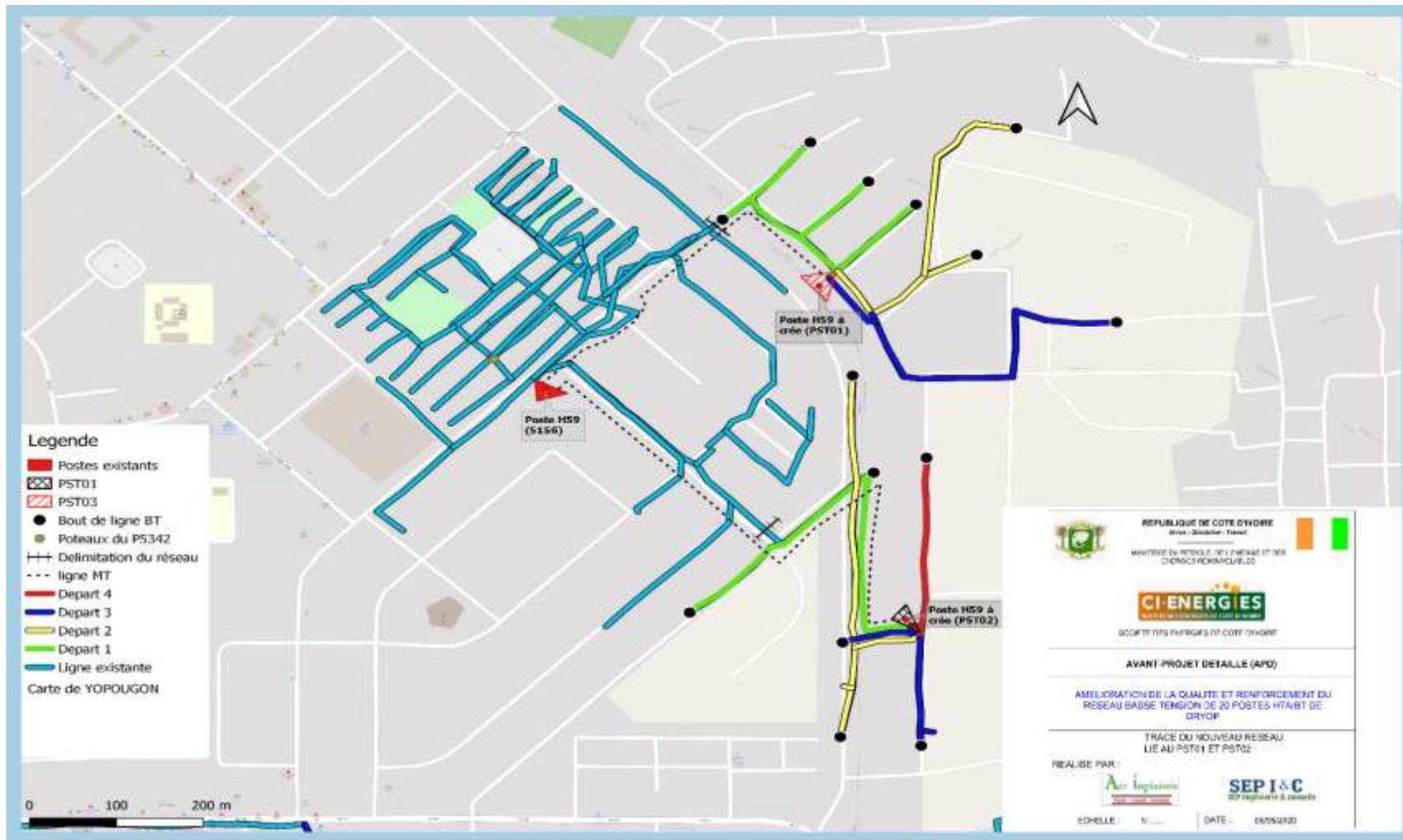


Figure 16 : plan du poste 5156 amélioré