



ÉTUDE ET RÉALISATION DE L'EXTENSION DU RÉSEAU HTA/BT DANS LA RÉGION DU HAMBOL/COTE D'IVOIRE : CAS DE LA VILLE DE FOUMBOLO

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR 2iE AVEC GRADE DE MASTER - SPÉCIALITÉ GÉNIE ÉLECTRIQUE ET ÉNERGÉTIQUE

Présenté et soutenu publiquement le [21/01/2025] par
KOUASSI OKLOMI PAULE ESTELLE (20180659)

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

Maître de stage : **Gatien KOUASSI, Coordinateur bureau d'étude**

Structure d'accueil du stage : **VINCI-ENERGIES CI**

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Pr Sayon dit Sadio SIDIBÉ**

Membres et correcteurs : **Ing. Delbon NTUMBA**
Ing. Ahmed ZONGO

Promotion [2024/2025]



DEDICACES

A ma Maman Jeanne BILE et A mon Papa Kouassi Paule AIME, pour leur Amour, leur présence, leur soutien moral et financier, leurs encouragements et tous leurs sacrifices faits pour ma réussite,

A toi ma vie Clémentine ADE KADJO (grand-mère), repose en paix car ce travail est le fruit de tant de prière demandée au mon égard;

A ma grande sœur Paule Joséphine KOUASSI, pour son hospitalité et sa générosité ;

A ma grande sœur Marie-Paule AIME, pour son amour et son soutien ;

A Monsieur Mahamoud MINOUNGOU, pour son soutien et ses conseils avisés et son encouragement ;

A mes chers amis, chacun d'entre vous a été d'une motivation pour moi de ne pas fléchir. Vous m'avez impacté positivement

À toutes les personnes que j'ai rencontrées au pays des hommes intègres pour tous les moments inoubliables que nous avons passés ensemble

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués et le fruit de votre soutien infailible.



*ÉTUDE ET RÉALISATION DE L'EXTENSION DU RÉSEAU HTA/BT/EP DANS LA RÉGION DU
HAMBOL /COTE D'IVOIRE : CAS DE LA VILLE DE FOUMBOLO*



CITATION

*<< L'expérience est la source unique de vérité ; elle seule
vous apprendra quelque chose de nouveau >>*

Raymond POINCARE (Président de la République
française de 16 janvier 1913 – 16 janvier 1920)



REMERCIEMENTS

Merci à DIEU le tout puissant, pour la patience que tu m'as accordée, la santé et la force pour réaliser ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à l'ensemble des équipes pédagogiques et professionnelles qui ont contribué à ma formation. Leur expertise, leur dévouement et leur passion ont été des sources d'inspiration et de motivation tout au long de mon parcours.

Je remercie le Directeur Général de 2iE (Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement), Professeur El Hadji Bamba DIAW et l'ensemble du personnel de 2iE pour leur disponibilité et leur amabilité.

Je remercie Je tiens également à remercier Professeur Y. Moussa SORO, chef du département génie électrique et énergétique ainsi que tous les enseignants du corps professoral de 2iE qui ont assuré notre formation.

Je remercie particulièrement M. Justin BASSOLE (mon encadrant 2iE), pour son encadrement et ses conseils.

Mes sincères remerciements à l'entreprise VINCI ENERGIES CI, avec pour Directeur Régional, M. Monsieur Yann LE CORVEC qui m'a permis d'effectuer un stage dans son entreprise.

Je remercie profondément M. Mahamoud MINOUNGOU, Responsable d'affaire à OMEXON RESEAU, qui n'a cessé de me former durant toute ma période de stage.

Je remercie mon tuteur, M. Samuel YAO pour son soutien inconditionnel durant tout mon séjour au Burkina Faso.

RESUME

L'électrification rurale est l'un des piliers clés des politiques économiques et sociales du gouvernement ivoirien. Pour atteindre son objectif d'accès universel à l'électricité d'ici 2030, la République de Côte d'Ivoire a mis en œuvre un certain nombre de projets significatifs, dont le projet NEDA (Électrification Nationale, Développement et Accès à l'Électricité), financé par la Banque mondiale, visant à améliorer l'accès à l'énergie.

Répondant à la problématique du renforcement du réseau électrique ivoirien par l'extension du réseau HTA/BT/EP Le projet "NEDA" de construction de postes de transformation HTA/BT/EP, a été attribué au groupe VINCI-ENERGIES-CI, en charge de la réalisation des travaux du lot 1 estimé à environ 5 milliards de FCFA. Pour la proposition de solutions techniques, basées sur des calculs électriques et mécaniques, afin de mener à bien l'exécution des tâches.

À la suite des calculs de charges, nous avons proposé d'installer quatre (4) transformateurs de différentes puissances (3×160 kVA haut de poteau et 250 kVA de type cabine préfabriquée) et de construire un réseau BT grâce au plan lotissement de ladite localité constitué de 25,797 km de réseau aérien de câbles PRC $3 \times 70 + 54,6 + (16 \text{ mm}^2 \text{ EP})$, de 4,640 km de réseau aérien de câbles PRC $3 \times 150 + 54,6 + 16 \text{ mm}^2$ et de 82 m de réseau de câbles souterrains HGE $3 \times 150 + 70 \text{ mm}^2$. La construction du réseau de notre site est également constituée d'un réseau aérien en 33 kV avec 1,125 km de câble almelec $54,6 \text{ mm}^2$ répartis entre les postes de transformations. Ce réseau HTA sera raccordé aux postes de transformations 33/0,4 kV type au haut de poteau constitué : d'un transformateur de 160 kVA, d'un disjoncteur haut de poteau de 265 A avec 2 sorties et d'un réseau souterrain en 33 kV avec 21 m de câble à isolation synthétique (CIS). Ce réseau souterrain sera raccordé à un poste de transformation 33/0,4 kV de type cabine préfabriquée, lui-même raccordé au réseau HTA aérien composé d'un transformateur 250 kVA, d'une cellule de comptage HTA en comptage BT avec une protection par interrupteur-fusible, d'un tableau urbain de 800 A avec 4 départs. L'éclairage public, quant à lui, est connecté au réseau BT et se compose de 830 luminaires répartis sur une distance de 32,390 km. Chaque luminaire a une efficacité énergétique de 100 lm/w et une puissance de 80 w, transmise à l'aide de conducteurs EP $1 \times 16 \text{ mm}^2$.

En ce qui concerne l'étude mécanique, nous avons installé sur notre site des supports de type béton armé avec les efforts et hauteurs suivants (9/200, 9/400, 9/650, 9/800, etc.).

Le coût estimatif de réalisation du réseau HTA/BT/EP du site soumis à notre étude s'élève à environ 624 152 838 FCFA.

Mots clés

1 – FOUMBOLO

2 – ÉLECTRIFICATION RURALE

3 – PROJET NEDA

4 – RÉSEAU HTA/BT/EP

ABSTRACT

Rural electrification is one of the key pillars of the Ivorian government's economic and social policies. To achieve its goal of universal access to electricity by 2030, the Republic of Côte d'Ivoire has implemented a number of significant projects, including the National Electrification, Development and Access to Electricity (NEDA) project, financed by the World Bank and aimed at improving access to energy.

Responding to the problem of strengthening the Ivorian electricity network by extending the MV/LV grid the "NEDA" project for the construction of HVA/LV transformer substations is estimated at about 5 billion CFA francs for Lot 1, with the firm VINCI-ENERGIES-CI in charge of the construction. For the proposal of technical solutions, based on electrical and mechanical calculations, for the execution of tasks.

Following the load calculations, we proposed to install four (4) transformers of different powers (3×160 kVA top of pole and 250 kVA of prefabricated cab type) and to build a LV network thanks to the subdivision plan of the said locality consisting of 25.797 km of aerial network of PRC $3 \times 70 + 54.6 + 16$ mm² EP), 4,640 km of PRC $3 \times 150 + 54.6 + 16$ mm² overhead cable network and 82 m of HGE $3 \times 150 + 70$ mm² underground cable network. The construction of the network at our site also consists of a 33 kV overhead network with 1,125 km of 54.6 mm² almelec cable distributed between the transformer stations. This HVA grid will be connected to the 33/0.4 kV transformer substations typical at the top of the pole consisting of: a 160 kVA transformer, a 265 A top pole circuit breaker with 2 outputs and a 33 kV underground grid with 21 m of synthetic insulated cable (CIS). This underground network will be connected to a 33/0.4 kV transformer substation of the prefabricated cabin type, itself connected to the overhead HVA grid consisting of a 250 kVA transformer, an HVA metering cell in LV metering with protection by a fuse switch, an 800 A urban panel with 4 feeders. The street lighting is connected to the LV grid and consists of 830 luminaires spread over a distance of 32,390 km. Each luminaire has an energy efficiency of 100 lm/w and a power output of 80 w, transmitted using 1×16 mm² EP conductors.

The estimated cost of building the HTA/LV/EP grid of the site subject to our study amounts to approximately 624,152,838 CFA francs.

Key words

- 1 - FOUMBOLO
- 2 - HTA/BT/EP grid
- 3 - NEDA Project
- 4 - Rural électrification



LISTE DES ABRÉVIATIONS

A : Ampère

BT: Basse tension

CIE : Compagnie ivoirienne d'électricité

CI-ENERGIES : Côte d'ivoire énergies

CIS : Câble à isolation synthétique

daN : Deca Newton

DAO : Dossier d'appel d'offres

DHP : Disjoncteur haut de poteau

DP : Distribution publique

EP : Eclairage public

HTA : Haute tension de classe A

IACM : Interrupteur aérien à commande manuelle

Icc : Courant de court-circuit

V : Volt

MALT: Mise à la terre

MVA : Méga Volt Ampère

MW : Méga Watt

NEDA : National d'Electrification, Développement et d'Accès à l'Électricité

PRC : Polyéthylène réticulé chimiquement

PBA : Poteau béton armé

TUR : Tableau urbain réduit

2iE : Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement

DEDICACES	2
CITATION	3
REMERCIEMENTS	4
RESUME	5
ABSTRACT	6
LISTE DES ABRÉVIATIONS	7
LISTE DES FIGURES	1
LISTE DES TABLEAUX	2
INTRODUCTION	3
I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET	4
I.1 PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL [5]	4
I.2 PRÉSENTATION DU PROJET	6
II. GÉNÉRALITÉS SUR LES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES DE DISTRIBUTION HTA/BT	9
II.1 PRÉSENTATION DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION	9
II.2 STRUCTURES DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES	9
II.3 PRINCIPALES COMPOSANTES D'UNE LIGNE DE DISTRIBUTION	11
II.4 LES SUPPORTS [2]	14
II.5 LES CONDUCTEURS	15
III. MÉTHODOLOGIE DE LA CONCEPTION	16
III.1 COLLECTE DES DONNEES	16
III.2 OUTIL D'AIDE	16
III.3 MÉTHODE DE CONCEPTION DU PROJET	16
IV. DESCRIPTION DU RÉSEAUX ÉLECTRIQUES HTA/BT/EP EXISTANT ET ANALYSE DES CHARGES ÉNERGETIQUES	17
IV.1 SUPPORTS EXISTANTS ET CONDUCTEURS	17
IV.2 PROTECTION UTILISÉE ET POSTE DE TRANSFORMATION	17
IV.3 DÉTERMINATION DE LA CHARGE [5]	18
V. CONCEPTION DE LA LIGNE AÉRIENNE HTA ALIMENTANT LES POSTES HTA/BT	20
V.1 PUISSANCE DISPONIBLE	20
V.2 CAPACITÉ DE TRANSIT DU CÂBLE ALMELEC	20
VI. EXTENSION ET RENFORCEMENT DU RÉSEAU HTA/BT	21
VI.1 CONSTRUCTION DES POSTES DE TRANSFORMATIONS	21
VI.2 CONCEPTION DU RESEAU HTA/BT	23



VI.3	VERIFICATION DES CONTRAINTE TECHNIQUE DU RESEAU BT	24
VI.4	RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIQUE	27
VII.	RESULTAT DU DIMENSIONNEMENT	29
VII.1	DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES	29
VII.2	RÉSULTAT DU DIMENSIONNEMENT MÉCANIQUE	34
VII.3	ÉVALUATION FINANCIÈRE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
VIII.	EXÉCUTION ET VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ DES TRAVAUX.....	37
VIII.1	EXÉCUTION DES TRAVAUX	37
VIII.2	VÉRIFICATION DE LA MISE EN CONFORMITÉ DES TRAVAUX	42
IX.	PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE (PGES) ET PLAN DE GESTION DU PROJET	44
XI.1	PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE (PGES) [7]	44
XI.2	PLAN DE GESTION DU PROJET	52
	CONCLUSION.....	55
	BIBLIOGRAPHIE.....	56

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme d'OMEXON RESEAU	5
Figure 2 : Représentation Géographique du site objet de l'étude (Source du logiciel google earth).....	6
Figure 3 : Exemple de raccordement au réseau public de distribution en simple dérivation [13]	10
Figure 4 : Exemple de raccordement au réseau public de distribution en coupure d'artère [13].....	10
Figure 5 : Exemple de raccordement au réseau public de distribution en double dérivation [13]	11
Figure 6 : Ensemble de suspension (ES).....	11
Figure 7 : Ensemble d'ancrage [13].....	12
Figure 8 : (a) =Nappe voute (b)= Bras Incliné suspendu (c)=Traverse d'Ancrage simple[1].....	13
Figure 9 : (a) = Pince d'alignement (b) = Etrier (c) = Boulons (d) = iso-composite.....	14
Figure 10 : (a) = Câble PRC (b)= Câble CIS (c)=Almelec [19]...	15
Figure 11 : schéma électrique du poste H59 extrait de la fiche technique du transformateur	22
Figure 12: Schéma de modélisation	23
Figure 13 : Fiche technique du foyer lumineux	28
Figure 14 : Interface de l'outil de gestion	54
Figure 15 : Fiche technique du DHP.....	58
Figure 16 : Tableau Urbain Réduit 800 A.....	59
Figure 17 : Fiche technique du transformateur H59	60
Figure 18 : Fiche technique du transformateur H61	61
Figure 19 : Fiche technique du parafoudre	62
Figure 20 : Fiche technique de l'IACM.....	62
Figure 21 : Schéma de câblage issu de la fiche technique du coffret EP.....	63
Figure 22 : Compteur EP.....	63
Figure 23 : Plan d'exécution du réseau HTA.....	64
Figure 24 : plan du réseau existant.....	65
Figure 25 : Poteau bois.....	65
Figure 26 : Fiche technique de l'almelec 54,6mm ²	66

Figure 27 : Fiche technique du PRC $3 \times 150+1 \times 70+1 \times 16\text{mm}^2$	67
Figure 28 : Fiche technique du câble PRC $70+1 \times 54,6+1 \times 16\text{mm}$	67
Figure 29 : Fiche technique des connecteur 70.....	68
Figure 30 : Fiche technique d'un ensemble d'ancrage double	68
Figure 31 : Fiche technique des piquets de terre.....	69
Figure 32 : fiche technique du conducteur de cuivre	70
Figure 33 : Fiche technique d'un PBA.....	71
Figure 34: Planning de réalisation du projet	73

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Niveau de tension	9
Tableau 2:Caractéristique des poteaux PBA	14
Tableau 3: Inventaires des câble et supports existants	17
Tableau 4:Coefficient de simultanéité en façon du nombre d'abonnés en aval.....	19
Tableau 5:Données de l'exploitation (poste source CIE DABAKALA)	20
Tableau 6:Valeur de Ucc pour différente puissances de transformateurs	24
Tableau 7:valeur de K (cours réseau HTA/BT 2iE).....	25
Tableau 8:Tableau récapitulatif des résultats pour le choix des postes de transformations.....	29
Tableau 9 :Tableau récapitulatif des résultats des courants au secondaires des transformateurs	30
Tableau 10: Récapitulatif des chutes de tensions	32
Tableau 11:Tableau récapitulatifs des valeurs de Icc des transformateurs	33
Tableau 12:Tableau récapitulatif des résultats des efforts	34
Tableau 13:Tableau récapitulatif des résultats du nombre de supports à implanter	35
Tableau 14:Tableau récapitulatif des résultats du nombre de support implantés et des efforts.....	35
Tableau 15:Devis quantitatif estimatif (DQE)	35
Tableau 16:Largeur et profondeur des tranchées	40
Tableau 17:Valeurs des mesures de résistances poste H61.....	43
Tableau 18:Valeurs des mesures de résistances poste H59.....	43
Tableau 19:Récapitulatifs des impacts positifs identifiés	47
Tableau 20:Récapitulatifs des impacts négatifs identifiés	48
Tableau 21:Tableau des mesures d'atténuations des impacts négatifs lié au projet	49
Tableau 22:Bilan de puissance	70

INTRODUCTION

L'accès à l'électricité est essentiel pour le développement socio-économique d'un pays. La Côte d'Ivoire, possède un fort potentiel de production d'énergie grâce à ses ressources naturelles comme les barrages, le gaz et le solaire. Au cours de ces dernières années, la population ivoirienne a augmenté, passant de 28 millions en 2021 à 28,87 millions en 2023. Pour répondre à cette croissance, le pays a lancé plusieurs projets de construction de centrales énergétiques et d'infrastructures pour fournir de l'électricité à toute la population.

En 2023, selon les données de l'ANARE-CI (Autorité Nationale de Régulation du Secteur de l'Electricité de Côte d'Ivoire), le taux de couverture en électricité était de 88 % et le taux de desserte de 64 %. Cependant, avec une évolution de TMC (temps moyen de coupure) de 29 h 22, contrairement à l'année précédente, 2022, qui avait un TMC de 28 h 56, ces chiffres révèlent également que le réseau électrique actuel est souvent surchargé et les infrastructures vieillissantes. [7]

Le lien entre le développement et l'accès aux services énergétiques modernes n'est plus à démontrer. Conscient de cela, le gouvernement ivoirien, par le biais du ministère du Pétrole et de l'énergie, de la Société des énergies de Côte d'Ivoire (CI-ENERGIES) et de la Banque mondiale, a entrepris le projet NEDA 63 localités (national d'électrification, de Développement et d'accès à l'électricité). Ce projet vise à étendre et à renforcer le réseau électrique haute et basse tension (HTA et BT) dans soixante-trois (63) localités sur l'ensemble du territoire national, en particulier dans les zones rurales où l'accès à l'électricité demeure un enjeu crucial. C'est dans cette optique que l'entreprise VINCI-ENERGIES-CI a été attributaire du lot 1 du projet pour le renforcement et l'extension du réseau électrique HTA/BT dans douze (12) chefs-lieux situés dans la région du HAMBOL.

D'où le titre de notre mémoire : **ÉTUDE ET RÉALISATION DE L'EXTENSION DU RÉSEAU HTA/BT/EP DANS LA RÉGION DU HAMBOL/CÔTE D'IVOIRE : CAS DE LA VILLE DE FOUMBOLO**. L'objectif principal est de concevoir un réseau BT alimenté par des postes de transformation, puis une ligne HTA raccordée à ces postes, et pour finir, de faire une estimation des coûts financiers.

I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET

I.1 PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL [5]

VINCI Energies Côte d'Ivoire est une filiale du groupe VINCI Energies, spécialisée dans les solutions d'ingénierie électrique et énergétique. Présente en Côte d'Ivoire depuis 2014, elle est devenue un acteur incontournable dans le domaine de l'énergie et des infrastructures électriques. Elle propose une large gamme de services allant de la conception à la réalisation de projets électriques, en passant par la maintenance et la gestion des installations. L'entreprise intervient dans divers domaines tels que les réseaux de distribution d'électricité, les infrastructures électriques des bâtiments, l'éclairage public et les systèmes de communication. Grâce à son expertise technique et à son savoir-faire reconnu, VINCI Energies Côte d'Ivoire accompagne ses clients dans la réalisation de leurs projets, en leur offrant des solutions sur mesure, fiables et durables. L'entreprise s'engage à respecter les normes de qualité et de sécurité les plus strictes, afin de garantir la fiabilité et la performance de ses réalisations.

L'entreprise s'engage également dans une démarche de développement durable et de responsabilité sociale. Elle privilégie les solutions énergétiques respectueuses de l'environnement et encourage l'utilisation des énergies renouvelables. VINCI Energies Côte d'Ivoire participe également à des projets sociaux et citoyens, en apportant son soutien à des actions d'éducation, de formation et d'insertion professionnelle.

1.1 Organisation

En résumé, VINCI-ENERGIES Côte d'Ivoire est une entreprise spécialisée dans l'ingénierie électrique et énergétique, offrant des solutions sur mesure et durables pour les infrastructures électriques. Grâce à son expertise, son savoir-faire et son engagement en faveur du développement durable, elle est un partenaire de choix pour tous les projets énergétiques en Côte d'Ivoire. VINCI-ENERGIES CI est constitué de plusieurs filiales, donc :

- OMEXOM est spécialisé dans la production, le transport et la distribution de l'énergie électrique.
- ACTEMUIM est spécialisée dans le domaine industriel, c'est-à-dire les activités de conception, de réalisation et de maintenance des infrastructures électriques et de génie climatique.
- AXIANS est spécialisé dans les solutions d'infrastructures technologiques et les services de communication.
- CEGELEC est spécialisé dans le domaine tertiaire, c'est-à-dire dans l'électricité bâtiment, de la maintenance.

1.2 Présentation du service d'accueil

OMEXOM est la filiale de VINCI-ENERGIES au sein de laquelle nous avons effectué notre immersion dans l'entreprise.

OMEXOM Côte d'Ivoire est une entreprise spécialisée dans l'ingénierie électrique. Présent en Côte d'Ivoire, OMEXOM se positionne comme un acteur majeur dans le secteur de l'énergie et des infrastructures électriques. Il offre une gamme complète de services allant de la conception et la réalisation d'installations électriques aux opérations de maintenance et de gestion. L'entreprise dispose d'une expertise reconnue dans la construction et la mise en service de réseaux de distribution d'électricité, de postes de transformation. En tant que filiale du groupe VINCI-ENERGIES, OMEXOM bénéficie de l'expertise technique et de la force d'un groupe international, ce qui lui permet d'offrir à ses clients une proposition de valeur complète et des solutions intégrées. Son objectif est de répondre aux besoins spécifiques de chaque projet tout en respectant les normes de qualité et de sécurité. OMEXOM Côte d'Ivoire compte parmi ses références des projets d'envergure tels que la construction du réseau de distribution d'électricité dans des zones rurales, l'installation de systèmes d'éclairage public intelligent et la modernisation des postes de transformation électrique. Et aussi s'engage également dans une approche responsable et durable en favorisant l'utilisation des énergies renouvelables et en proposant des solutions d'efficacité énergétique.

Au cours de notre stage, nous avons été accueillis au sein de l'activité OMEXOM RESEAU, dont l'organigramme est représenté ci-dessous

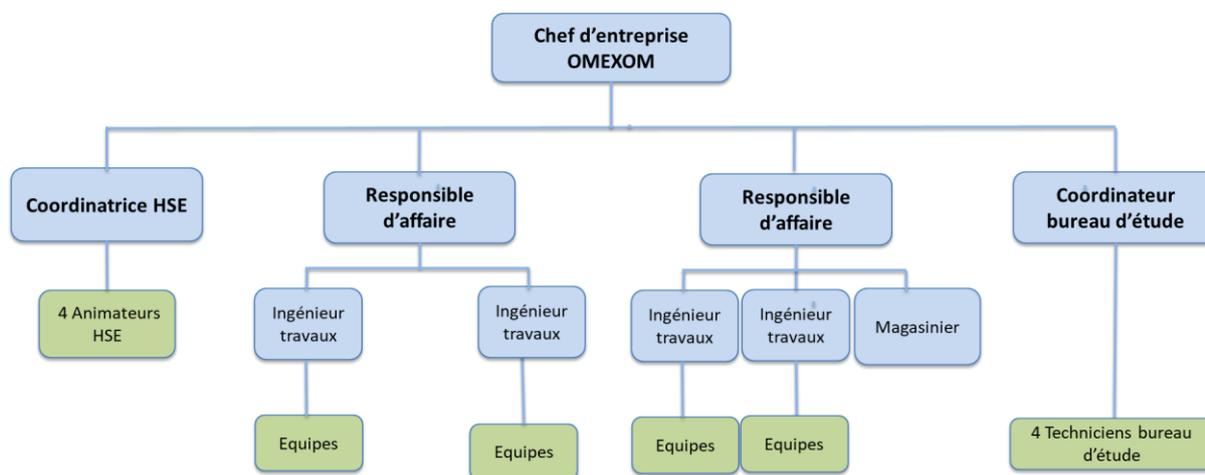


Figure 1 : Organigramme d'OMEXON RESEAU

I.2 PRÉSENTATION DU PROJET

2.1 Présentation géographique du projet

Le site étudié se trouve au centre de la Côte d'Ivoire, dans le département de Dabakala, région du HAMBOL. Foubolo est la sous-préfecture du département de DABAKALA, situé à 42,3 km de DABAKALA. La population y est principalement de classe moyenne, et les parcelles sont majoritairement constituées de petites habitations. Sans oublier les petits commerces(maquis, bar, restaurant...).

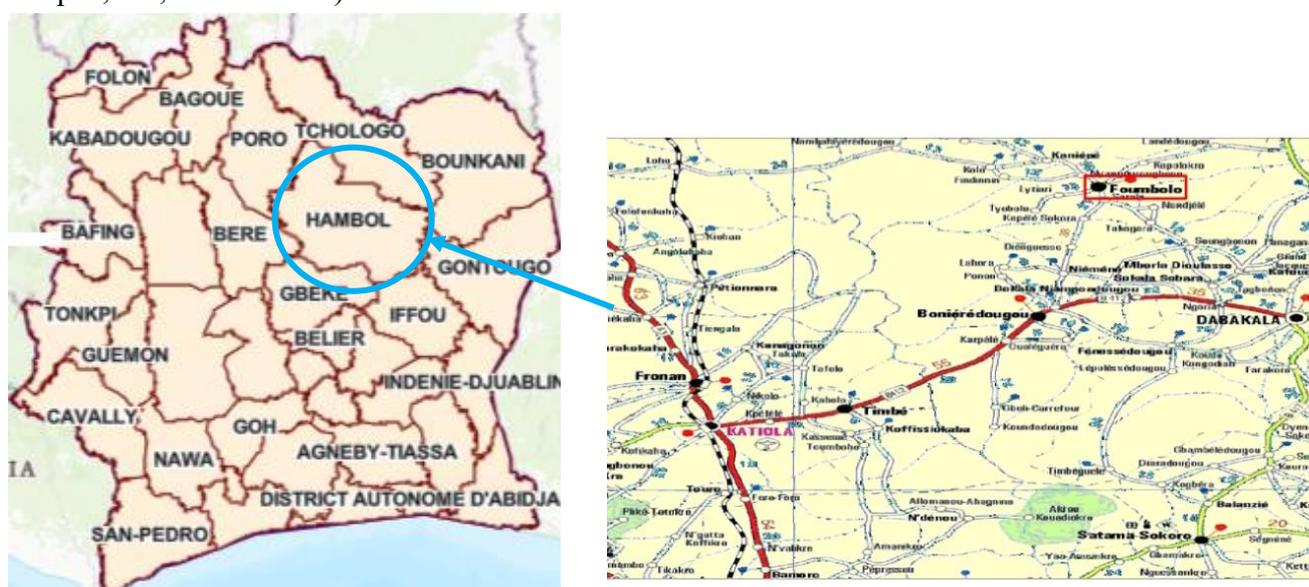


Figure 2 : Représentation Géographique du site objet de l'étude (Source du logiciel google earth)

2.2 Contexte et Justificatifs du projet

L'électricité joue un rôle crucial dans le progrès économique et social, en particulier dans les zones rurales où elle stimule les secteurs clés et répond aux besoins fondamentaux des populations défavorisées. Cependant, en Côte d'Ivoire, la pénurie d'électricité, due à l'insuffisance des réseaux de distribution, freine le développement et accentue la pauvreté, particulièrement en milieu rural.

Face à ce défi, le gouvernement ivoirien, par le biais du Ministère du Pétrole et de l'Energie et de la Société des Energies de Côte d'Ivoire (CI-ENERGIES), a entrepris le projet NEDA (National d'Electrification, Développement et d'Accès à l'Électricité). Ce projet vise à étendre

et à renforcer le réseau électrique sur l'ensemble du territoire national, en particulier dans les zones rurales où l'accès à l'électricité demeure un enjeu crucial.

Le projet NEDA permettra les travaux d'extension et de renforcement des réseaux de distribution dans soixante-trois (63) localités du nord et du centre de la Côte d'Ivoire réparties en 8 lots.

Les objectifs du projet NEDA permettront :

- Améliorer l'accès à l'électricité des populations rurales
- Stimuler le développement socio-économique de la région
- Améliorer les conditions de vie des populations locales
- Contribuer à l'atteinte de l'objectif d'accès universel à l'électricité en Côte d'Ivoire

Le projet NEDA est un élément essentiel de la stratégie de développement rural du gouvernement ivoirien. Il permettra de :

- Réduire la pauvreté en milieu rural
- Améliorer l'accès à l'éducation et à la santé
- Faciliter la création d'entreprises et d'emplois
- Promouvoir l'inclusion sociale et économique.

C'est dans ce cadre que le thème : "ÉTUDE ET RÉALISATION DE L'EXTENSION DU RÉSEAU HTA/BT/EP DANS LA RÉGION DU HAMBOL / CÔTE D'IVOIRE : CAS DE LA VILLE DE FOUMBOLO" nous a été soumis.

2.3 Objectif de l'étude

Nous nous concentrons sur l'agrandissement du réseau de la commune de FOUMBOLO. À la suite des informations fournies par le DAO et aux relevés de terrain. L'objectif de cette étude est de développer et de mesurer une expansion du réseau électrique. En d'autres mots, il sera nécessaire de réaliser une analyse de l'équipement requis pour le raccordement et la protection des lignes, de trouver une solution technico-économique optimale pour prendre en charge l'extension de la charge électrique, en utilisant un tracé optimal et des équipements adaptés.

2.4 Envergure du projet

Le dossier d'appel d'offres (DAO) du NEDA indique les prestations consistant en la réalisation des études [22], la fourniture, l'installation et la mise en service des équipements relatifs aux ouvrages de la localité de FOUMBOLO. Ces prestations sont :

- Fourniture et pose des interrupteurs aériens à commande manuelle (IACM)



- Construction de 1 km d'une ligne HTA aérienne 33 kV avec le conducteur almelec de 54,6 mm²
- Construction de 21 m d'une ligne HTA souterraine 33 kV avec le conducteur CIS de 240 mm²
- Fourniture et pose d'un poste préfabriqué 33/0,4 kV_250kVA
- Fourniture et pose des postes haut de poteau 33/0,4 kV_160kVA
- Construction de 25,797 km de ligne BT en (3×70+54,6+16) mm²
- Construction de 1,797 km de ligne BT en (3×35+54,6+16) mm²
- Construction de 4,640 km de ligne BT en (3×150+54,6+16) mm²
- Construction de 82 m de ligne BT en souterrains en HGE 150mm²

II. GÉNÉRALITÉS SUR LES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES DE DISTRIBUTION HTA/BT

II.1 PRÉSENTATION DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION

Le réseau de distribution fait partie intégrante du réseau électrique. En effet, le réseau électrique est constitué d'un ensemble d'appareillages conçus pour acheminer l'énergie électrique depuis les centres de production vers les centres de consommation.

Dans le domaine de la distribution électrique, on distingue deux niveaux de tension : basse Tension (BT) et Haute Tension (HT). Ces niveaux correspondent à différentes catégories d'installations électriques.

L'Union Technique de l'Électricité (UTE) définit les domaines de tension et classe les ouvrages et installations électriques en conséquence. Le tableau ci-dessous de la norme UTE 1988 présente les différents domaines de tension alternative.[11]

Tableau 1:Niveau de tension

Domaine de tension	Catégorie	Courant alternatif
Très Basse Tension	–	$U \leq 50V$
Basse Tension	–	$50V < U \leq 1000V$
Haute Tension	A	$1kV < U \leq 50kV$
	B	$U > 50kV$

En résumé, le réseau de distribution électrique en Côte d'Ivoire est un système complexe et bien structuré, conçu pour répondre aux besoins variés des consommateurs tout en assurant une fiabilité et une continuité de service optimales.

II.2 STRUCTURES DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES [22]

Nous avons trois (3) types de réseaux de distributions.

2.1 Réseau en antenne [5]

Le schéma en antenne ou simple dérivation est généralement utilisé en zones rurales. En cas de défaut sur le tronçon de câble ou dans un poste, les utilisateurs sont privés d'alimentation le

temps de réparation. Le poste comporte en règle générale une cellule arrivée et une cellule de protection.

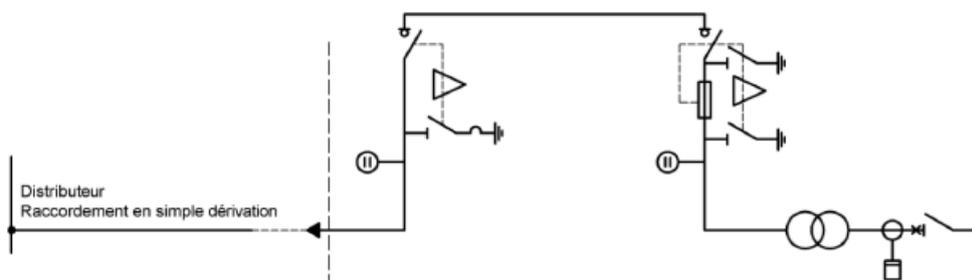


Figure 3 : Exemple de raccordement au réseau public de distribution en simple dérivation [13]

2.2 Réseau en boucle [5]

Le schéma en boucle appelé en coupure d'artère est généralement utilisé en zones urbaines. En cas de défaut sur un tronçon de câble ou dans un poste, on isole le tronçon en défaut par l'ouverture des deux (2) appareils de protections ou de sectionnement qui l'encadrent et on réalimente la boucle en renfermant le disjoncteur.

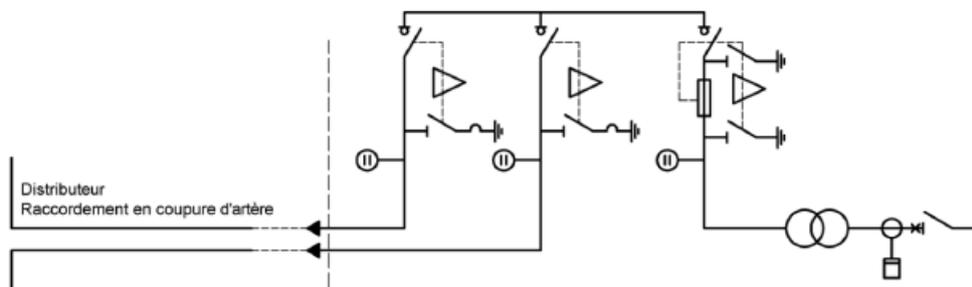


Figure 4 : Exemple de raccordement au réseau public de distribution en coupure d'artère [13]

2.3 Réseau en dérivation [5]

Ce schéma est essentiellement utilisé pour assurer la continuité de service optimale. En cas de défaut sur l'une des lignes, l'alimentation de l'abonné est permutée sur la seconde. Les deux arrivées sont différentes, mais peuvent être issues du même poste source. On ne peut se connecter sur les deux arrivées en même temps grâce au verrouillage mécanique présents entre A1 et A2.

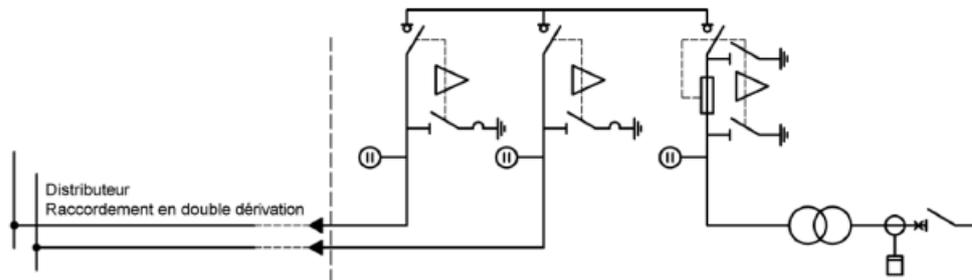


Figure 5 : Exemple de raccordement au réseau public de distribution en double dérivation [13]

II.3 PRINCIPALES COMPOSANTES D'UNE LIGNE DE DISTRIBUTION [

Pour clarifier notre document, nous décrivons ici les différents composants du réseau de distribution ivoirien, en accord avec notre thème. Les lignes électriques, qu'elles soient aériennes ou souterraines, forment les branches du réseau électrique et assurent la continuité électrique entre les nœuds ou postes. Elles sont responsables du transport de l'énergie d'un point à un autre.

3.1 Les accessoires de la ligne BT [22]

Les accessoires de la ligne BT sont principalement composés de :

- **L'ensemble de suspension** : il est utilisé en alignement et en étoilement pour les câbles préassemblés avec neutre porteur isolé. Il est constitué de :
 - La console CO : monobloc en alliage d'aluminium, fixé sur le poteau par un boulon de 14mm ou 16 mm
 - Liaison mobile LM : permet une mobilité longitudinale et transversale du corps de la pince.



Figure 6 : Ensemble de suspension (ES)

- **L'ensemble d'ancrage** : qu'il soit simple ou double est utilisé pour les supports d'angle, des supports d'arrêt, de dérivation et d'injection. Il est constitué de :

- Console CO : monobloc en alliage d'aluminium, fixé sur le poteau par un boulon de 14mm ou 16 mm, permettant l'ancrage simple et double
CA 1500 : 2 boulons pour neutre porteur de 54,6mm²
CA2000 :2 boulons pour neutre de 70mm²
- Pince d'ancrage : Pince à coincement conique constituée de :
 - Un corps ouvert, fabriqué en matière thermoplastique de haute résistance mécanique et d'excellence tenue aux agents extérieurs et au vieillissement.
 - Une fourrure intérieure constitué de deux clavettes en matières plastiques isolante assurant le serrage du neutre porteur sans détériorer l'isolant.

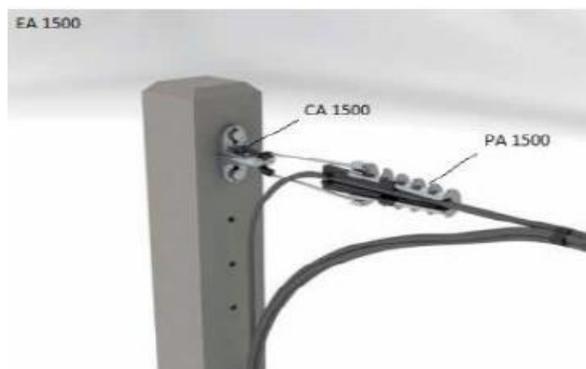


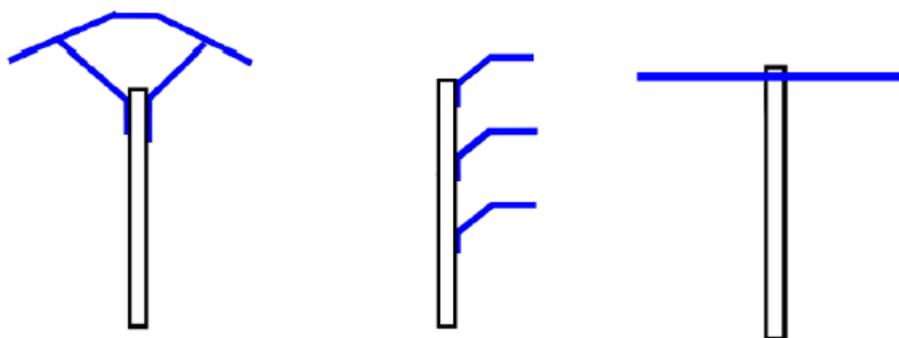
Figure 7 : Ensemble d'ancrage [13]

- **Les capuchons** : sont principalement utilisés sur les supports d'arrêt, où les câbles sont souvent exposés à des conditions environnementales difficiles. En protégeant les têtes des câbles, les capuchons contribuent à prolonger la durée de vie des installations électrique et à maintenir leur fiabilité.
- **Les connecteurs** : sont utilisés pour relier entre eux les conducteurs isolés torsadés de notre réseau basse tension aérienne. Ces connecteurs, qui serrent simultanément le conducteur principal et la dérivation, permettent de créer des branchements sur le support PBA.
- **Les manchons** : permettent d'assurer la continuité mécanique de deux conducteurs.

3.2 Les armements et accessoires HTA [1]

Les lignes aériennes de moyenne tension (HTA) sont principalement composées de câbles conducteurs nus isolés et torsadés, soutenus par des armements et des supports (comme des poteaux) équipés d'isolateurs.

- **Les armements du réseau HTA** : sont les ensembles des accessoires BT qui assurent la fixation de celle-ci sur aux supports. Il a une double fonction :
 Une fonction électrique, car ils empêchent que les conducteurs nus soient en contact avec les supports ou entre eux.
 Une fonction mécanique, car il doit résister aux efforts transmis par les câbles dus à leurs poids ou à la pression du vent. Les différents types d'armement sont :
 - **Les NAPPES VOUTES(NV)** : utilisées pour les supports d'alignements et sont utilisés hors agglomération
 - **LES TRAVERSES D'ANCRAGE DOUBLES(TAD)** : utilisés pour les supports d'angles ou les arrêts passages
 - **LES TRAVERSES D'ANCRAGE SIMPLES (TAS)** : utilisés pour les supports d'arrêts,
 - **BRAS INCLINE SUSPENSU (BIS)** : sont généralement utilisés dans les agglomérations. Ils sont utilisés pour les supports d'alignement ou d'arrêt passage et sont en drapeau en alterné.



(a)

(b)

(c)

Figure 8 : (a) =Nappe voute (b)= Bras Incliné suspendu (c)=Traverse d'Ancrage simple[1]

- **Les accessoires HTA**
 - **Isolateur (Iso-composite)** : destinés à supporter les conducteurs et à les isoler par rapport aux masses
 - **Ensemble d'ancrage** : utilisé pour la fixation des conducteurs en arrêt ou en angle sur les supports. Ils sont montés sur les chaînes des supports d'ancrage (angle ou d'arrêt).
 - **Ensemble de suspension** : utilisé pour l'accrochage du conducteur en suspension ; elle est montée sur la chaîne d'isolateur des supports d'alignement.
 - **Les rallonges**
 - **Etrier** : assurer la fixation des iso-composite sur les armements

- **Les boulons** : ils permettent la fixation des armements sur les supports (HTA) et aussi la fixation des accessoires sur les PBA (BT).



Figure 9 : (a) = Pince d'alignement (b) = Etrier (c) = Boulons (d) = iso-composite

II.4 LES SUPPORTS [2]

La sécurité des réseaux électriques en Côte d'Ivoire dépend largement de l'utilisation de poteaux en béton armé et précontraint. Ces structures, robustes et durables, maintiennent les lignes aériennes en hauteur, impliquant ainsi les risques de contact et d'accident. Conçus conformément aux normes en vigueur, ils assurent une exploitation fiable et sûre des installations électriques.

2.1 Caractéristiques des supports [2]

Les poteaux bétons sont caractérisés par :

- Leur hauteur en mètre
- Leur effort en daN
- Leur classe (A, B, C, D ou E) définissant leur diagramme d'effort

Les poteaux utilisés sur le réseau de distribution (HTA/BT) ivoirien sont de classe A et B. Ils sont vibrés moulés afin d'éviter les trous d'air dans le béton.

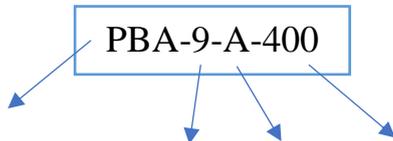
Les valeurs caractéristiques des poteaux bétons sont indiquées aux tableaux ci-dessous

Tableau 2:Caractéristique des poteaux PBA

Catégorie HTA/BT	BT	HTA	HTA
Classe	A	A	B
Hauteur	9 et 10	12,13,14	12,13,14
Effort en tête	200-400-650-800	300-400-500-650-800-1000-1250	300-400-500-650-800-1000-1250

2.2 Désignation des PBA [1]

Les poteaux bétons armés, également appelé PBA présent sur le réseau de distribution ivoirien sont généralement marqués pour faciliter leur identification. Ci- dessous un exemple de que l'on rencontre sur un PBA.



Poteau béton Hauteur Classe Effort (daN)

II.5 LES CONDUCTEURS

Le conducteur est essentiel pour le transport d'énergies, car il a pour rôle de transporter du courant électrique. Le choix des conducteurs tient compte :

- Du courant nominal qui traverse le câble
- La puissance de court-circuit qu'il supporte
- De la chute de tension qui doit être inférieure à la limite

Nous en distinguons deux catégories de conducteur utilisées dans un réseau HTA : BT, il s'agit en effet des conducteurs destinés aux HTA et des conducteurs destinés aux réseaux BT. Les conducteurs utilisés pour le réseau HTA sont principalement des conducteurs nus en aluminium ou en alliage aluminium-acier, répondant aux normes spécifiques. On trouve notamment :

- Almélec (alliage d'aluminium) pour le réseau HTA aériens
- Aluminium-acier (câble à isolation synthétique (CIS)) pour les réseaux HTA souterrains

En ce qui concerne les réseaux BT aériens, les conducteurs sont principalement des conducteurs torsadés en Polyéthylène réticulé chimique (PRC). Les sections les plus courants sont : $3 \times 150 + 16 \text{ mm}^2$, $3 \times 70 + 54,6 + 16 \text{ mm}^2$, $3 \times 35 + 54,6 + 16 \text{ mm}^2$, et $4 \times 16 \text{ mm}^2$. [17]



(a)

Figure 10 : (a) = Câble PRC



(b)

(b) = Câble CIS



(c)

(c) = Almélec [19]

III. MÉTHODOLOGIE DE LA CONCEPTION

III.1 COLLECTE DES DONNEES

La première étape de la méthodologie consiste en la collecte des données sur le réseau existant de la localité. Ces données ont été recueillies par de CI-Energies et CIE (gestionnaire du réseau électrique ivoirien) après analyse des différents paramètres électriques du réseau existant. Les données collectées sont les suivantes :

- Le plan de lotissement de la localité
- La visite de la localité pour identifier les zones effectivement mises en valeur et les matérialiser sur le plan.
- L'identification du point de raccordement HTA , l'emplacement des transformateurs.
- Les caractéristiques du réseau existant

III.2 OUTIL D'AIDE

Pour réaliser les études de ce projet, divers outils et équipements ont (des logiciels, et les appareils de mesures) ont été employés, notamment :

- Du logiciel Autocar : utilisé pour produire les plans topographiques de type A0 des lignes HTA et BT à installer.
- Application Google Arth : utilisée pour localiser le site et obtenir les coordonnées existantes
- Instruments de mesures : utilisés pour effectuer les mesures nécessaires au projet

III.3 MÉTHODE DE CONCEPTION DU PROJET

Le dimensionnement du nouveau réseau HTA/BT/EP dans le cadre de l'extension et du renforcement du réseau électrique de ladite localité a été réalisé conformément aux normes et réglementations en vigueur. De ce fait, cette étude

- Analyse de la charge au niveau du poste H61 existant

Cette analyse consiste à :

- Une étude du réseau existant
- Détermination du besoin énergétique actuel et au bout de 5 ans
- Conception de la ligne HTA
- Solution d'extension et de renforcement du réseau BT/EP
- Résultat et étude quantitative des travaux
- Exécution et vérification de la conformité des travaux
- Mise en œuvre de plan de gestion environnemental et social (PGES) et du plan de gestion du projet.

IV. DESCRIPTION DU RÉSEAUX ÉLECTRIQUES HTA/BT/EP EXISTANT ET ANALYSE DES CHARGES ÉNERGETIQUES

Avant toute extension, une étude préalable approfondie a été réalisée afin de définir les besoins en électricité et les caractéristiques du réseau électrique existant à FOUMBOLO. Pour mener cette étude, il a fallu recueillir des informations sur le terrain et analyser en détail les archives de VINCI-ENERGIES et de CI-ENERGIES. Grâce aux données disponibles, comme les plans de lotissement et les informations sur le transformateur existant, un dossier technique complet a été établi, ce qui a servi de fondement à la conception du projet d'extension.

IV.1 SUPPORTS EXISTANTS ET CONDUCTEURS

Le réseau BT de distribution qui alimente le site est principalement un réseau aérien. Il est constitué par un certain mètre linéaire de câble électrique et soutenu par des poteaux en béton armé, avec quelques poteaux en bois (voir Figure 25 : Poteau bois). Les données collectées à cet égard pour la zone d'étude sont les suivantes :

Tableau 3: Inventaires des câble et supports existants

CABLES		SUPPORTS IMPLANTES		
Désignation	Nature	Désignation	Nature	Fonctions
3×70+54,6+16 mm ²	PRC	9/800	Béton armé	Support d'injection
3×35+54,6+16 mm ²		9/650	Béton armé / Bois	Arrêt, angle
4*16 mm ²		9/400	Béton armé / Bois	Dérivation
		9/200	Béton armé / Bois	Alignement

IV.2 PROTECTION UTILISÉE ET POSTE DE TRANSFORMATION

Dans la zone d'étude, le réseau de distribution HTA (haute tension aérienne) de 33 kV alimente avec un câble de 54,6 mm issu du poste source de DABAKALA 225/33 kV, précisément du départ BONIEREDOUGOU, qui lui est de 93,3 mm², un transformateur DP haut de poteaux (H61). Ce transformateur abaisse la tension de 33 kV à 400 V (230 V), ce qui est la tension utilisée dans les maisons, les centres de santé, les bâtiments administratifs, les écoles, les collèges, etc. Le transformateur H61 a les caractéristiques suivantes :

- **Fréquence** : 50 Hz
- **Puissance du transformateur** : 160 kVA

- **Tension nominale primaire/secondaire** : 33 kV / 400 V
- **Tension primaire assignée** : 36kV
- **Tension de court-circuit** : 4%

Le réseau HTA/BT existant est protégé par un système de plusieurs dispositifs qui fonctionnent ensemble pour assurer la sécurité des personnes et des équipements. Chaque dispositif joue un rôle spécifique dans la protection contre les différents types de défauts électriques et de contacts.

Les protections utilisées relevées sont les MALT en bout de ligne, les parafoudres 33 kV, l'IACM, les MALT des masses des IACM et du poste, le disjoncteur haut de poteau et aussi le neutre du réseau BT.

IV.3 DETERMINATION DE LA CHARGE [5]

Afin de répondre à l'évolution des besoins énergétiques de FOUMBOLO, nous avons mené une étude détaillée en dissociant l'estimation de la consommation d'électricité destinée à l'éclairage public de celle liée aux usages domestiques et administratifs. Le bilan de puissance à usage domestique et administratif sera déterminé à partir du courant d'abonnement, du nombre d'abonnés ainsi que du type de leur alimentation (monophasé ou triphasé).

3.1 Besoins en éclairage publique

Dans le cadre de ce projet, l'éclairage public se limitera aux voies de circulation en raison du caractère rural de la localité où la densité de circulation est faible, et ce, aux heures les plus tardives, de plus, dans une optique d'efficacité énergétique. Nous avons opté pour des luminaires LED d'une puissance de 80 W.

$$S_{EP} = \frac{N \times P}{\cos \varphi} \quad (1)$$

P= Puissance active en (W)

N= Nombre de luminaires

$\cos \varphi$ =Facteur de puissance (>0,95 donc 1)

S=Puissance apparente (VA)

3.2 Besoins en abonnés

Compte tenu du caractère rural des lotissements de Foubolo, nous avons basé nos calculs sur les données de CI-ENERGIES. Ces données indiquent que l'intensité spécifique pour chaque consommateur en zone rurale est estimée à 5A. Ainsi, nous estimons la consommation moyenne par lot susceptible d'être raccordé au réseau électrique.

$$S_{abonné} = U \times I \times N \quad (2)$$

U= Tension (V)

I=Intensité (A)

N=Nombre d'habitation

S=Puissance apparente (VA)

3.3 Besoins des équipements collectifs

Le besoin énergétique des équipements collectifs tiens compte des estimations suivantes :

Désignation	Puissances (kVA)
Écoles et les collèges	6,6
Centre de santé :	6,6
Reserve administrative et place publique	2,2
Marché	6,6
Culte	3,3

3.4 Déterminations des puissances totales des charges actuelles

La charge d'un transformateur correspond à la quantité d'électricité qu'il délivre. Pour calculer cette charge, on prend en compte le nombre d'abonnés, le courant de chaque abonnement ainsi que le type d'abonnement (monophasé ou triphasé). Un coefficient de simultanéité (K_s) est appliqué à la charge pour refléter le fait que la tendance de consommation des abonnés n'est pas la même. Ce coefficient de simultanéité est déterminé en fonction du nombre d'abonnés ; dans notre cas, le nombre d'abonnés en aval est supérieur à 50 abonnés. Ainsi, on déduit les charges attribuées à chaque transformateur.

Tableau 4: Coefficient de simultanéité en fonction du nombre d'abonnés en aval

Nombre d'abonnés	K_s
2-4	1
5-9	0,78
10-14	0,63
15-19	0,53
20-24	0,49
25-29	0,46
30-34	0,44
35-39	0,42
40-49	0,41
50 et sup	0,4

$$S_T = \left((S_{abonné} + S_{collectif}) \times K_s \right) + S_{EP} \quad (3)$$

V. CONCEPTION DE LA LIGNE AÉRIENNE HTA ALIMENTANT LES POSTES HTA/BT

Nous allons analyser les données du poste source de DABAKALA susceptibles d'alimenter le village de FOUMBOLO. Ces données sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau 5:Données de l'exploitation (poste source CIE DABAKALA)

Source	DABAKALA			
	225/33 kV 24 MVA (Transfo 2)		225/33 kV 24 MVA (Transfo 1)	
Charge de transfo (MW)	19,2		-	
Taux de charge transfo (%)	19,27		-	
Nom du départ	BONIERE	NOUBOUDJOU	DARALA	DABAKALA
Taux de charge du départ (%)	11,25	7,97	-	-
Transit en (MW)	2,16 (2,7MVA)	1,53 (1.91MVA)	-	-
Taux de charges du câble limitant le transit (%)	115	115	-	-
Transit maximal câble 93,3mm ² (kVA)	21662			

V.1 PUISSANCE DISPONIBLE

Le tableau indique que le poste source de DABAKALA dispose de deux (2) transformateurs de 225/33 kV 24 MVA. Le transformateur qui nous intéresse dans le cas de notre étude est le transformateur 2 avec un taux de charge de 19,22 % réparti en 11,25 % pour le départ BONIEREDOUGOU et 7,97 % pour le départ NOUDJOUBOU (BASSAWA). La dérivation venant du départ BONIERE traverse notre localité, nous pouvons alimenter le village à partir de ce départ du point de vue de la charge disponible.

V.2 CAPACITÉ DE TRANSIT DU CÂBLE ALMELEC

Le câble provenant du départ BONIERE reçoit une puissance de 2700 kVA, pour une capacité de 21662 kVA. Il est observé que la capacité de 18962 kVA est disponible. Étant donné que la puissance supplémentaire devant circuler dans ce câble est de 480,1 kVA, il n'y a pas de contrainte à ce niveau.

VI. EXTENSION ET RENFORCEMENT DU RÉSEAU HTA/BT

Suite à une évaluation de la situation actuelle, il a été découvert que la zone de FOUMBOLO dispose d'un réseau électrique, mais celui-ci est instable, avec des coupures fréquentes, un éclairage public dégradé et des surcharges au point de transformation. Les nouveaux quartiers ne sont pas encore connectés au réseau (voir Figure 24 : plan du réseau existant), ce qui entraîne des ramifications anarchiques. Pour améliorer la qualité de vie des habitants et leur offrir un accès équitable à l'électricité, l'expansion du réseau est nécessaire. La puissance des transformateurs, la longueur des câbles et les matériaux ont tous été spécifiés par le chef de projet. Cependant, nous avons mené une contre-étude pour nous assurer que les éléments imposés respectent strictement les normes en vigueur.

VI.1 CONSTRUCTION DES POSTES DE TRANSFORMATIONS

2.3 Estimation de la puissance du transformateur

Comme nous l'avons signifié plus haut, nous avons déterminé sur la base du besoin énergétique actuel la puissance à installer en (kVA) ainsi que la puissance des transformateurs qui se déterminent suivant les règles technico-économiques qui suivent :

- En tenant compte de l'augmentation de la charge qui est de 2% à 3% par an en zone rural, la mutation du transformateur ne doit pas s'effectuer avant 5 ans.
- La zone de fonctionnement économique du transformateur qui est entre 70% et 110% de sa puissance nominale.

$$S_n = \frac{S_T(1+t)^n}{1,1} \quad (4)$$

S_T =Puissance initiale de la charge (VA)

t =Taux de croissance annuelle de la charge (%)

n= nombre d'année

NB : Il faut noter que l'estimation du besoin s'est faite par quartier, étant donné que la localité est grande.

2.4 Équipements du poste HTA/BT (H59)

➤ Eléments constitutifs des cellules de protection

- **Protection côté HTA du transformateur**

Dans le cas de mon projet, les protections du réseau HTA de distribution sont essentiellement réalisées par des fusibles et des parafoudres pour les défauts externes.

- **Protection côté BT du transformateur**

À partir de l'emplacement du poste qui a été validé par le maître d'ouvrage, nous avons délimité selon le nombre de lots susceptibles d'être connectés trois zones de distributions Sachant que le courant nominal à chaque départ du transformateur est obtenu par la formule suivante :

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \times U} \quad (5)$$

S_n = Puissance apparente (VA)

I_n = Courant nominal (A)

U = Tension (V)

- **Liaisons à l'intérieur du poste**

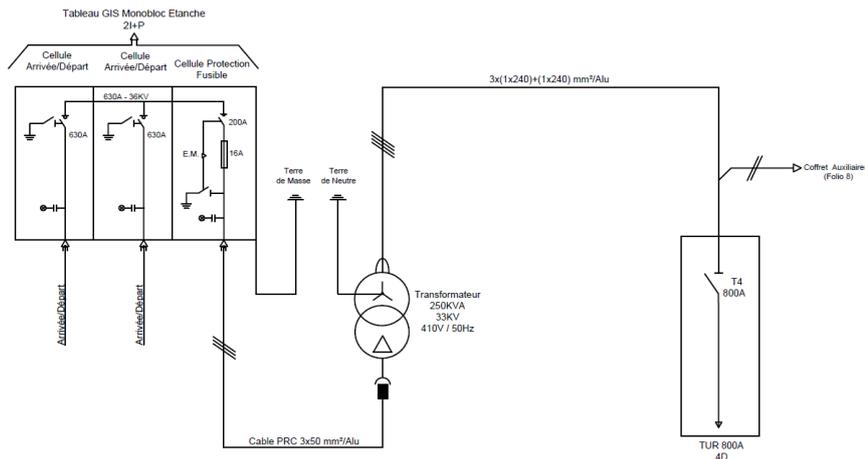


Figure 11 : schéma électrique du poste H59 extrait de la fiche technique du transformateur

2.5 Équipements du poste HTA/BT (H61)

➤ Choix des éléments constitutifs des cellules de protection

- *Protection côté HTA du transformateur*

Nous avons comme protections côté HTA du transformateur des parafoudres. Le parafoudre est destiné à la protection des transformateurs et du réseau HTA afin de dévier vers la terre les surintensités apparaissant aux moments des décharges atmosphériques, qui sont de l'ordre des milliers de kilovolts, et à limiter la durée et l'amplitude du courant de fuite. Dans le cas de notre projet, la tension du réseau étant 33 kV, notre choix se portera sur les parafoudres de types H36 ZnO 10 kA-36 kV (voir Figure 17 : fiche technique du parafoudre et Figure 18 : fiche technique de l'IACM).

- *Protection côté BT du transformateur*

Le raccordement des conducteurs BT au poste de transformation s'effectue par l'intermédiaire des disjoncteurs BT, jouant à la fois un rôle de protection contre les surtensions et de sectionnement. Le calibre du disjoncteur haut de poteaux du transformateur sera déterminé à partir du courant maximal secondaire de chaque transformateur.

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} \quad (6)$$

S_n = Puissance apparante (VA)

I_n = Courant nominal (A)

U = Tension (V)

NB : Dans le cadre de notre projet les postes de transformations seront alimentés en coupure d'artère.

VI.2 CONCEPTION DU RESEAU HTA/BT

2.1 Modélisation du réseau [4]

Une ligne électrique parfaite peut être considérée comme un fil d'impédance nulle. Dans la pratique, plusieurs paramètres entrent en jeu : perte d'énergie par effet Joule, réponse fréquentielle, courant de fuite. Une étude à l'aide d'un modèle théorique simplifié permet de comprendre l'effet de divers paramètres sur la ligne. Le schéma ci-dessous permet de modéliser des lignes d'une longueur inférieure à 80 km.

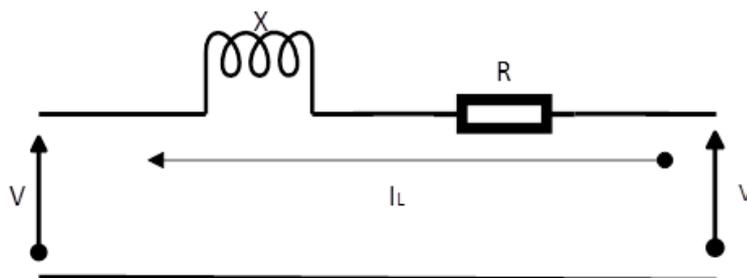


Figure 12: Schéma de modélisation

Une ligne aérienne est principalement inductive. Elle consomme donc de la puissance réactive, cela provoque une chute de tension (ΔV). La résistance des conducteurs provoque des pertes par effet Joule, l'usage des faisceaux de conducteurs, eux-mêmes faits d'aluminium, un matériau léger, très bon conducteur électrique, et d'acier, permet de limiter cette résistance.

2.2 Tracé du réseau HTA\ BT

Le maître d'œuvre CI-ENERGIE proscrit conformément à la norme NFC11-201 les types d'accessoires de raccordement, les portées maximales admissibles hors agglomération sur le territoire ivoirien sont de 50 m en réseau basse tension. Compte tenu de la configuration en parcelles du lotissement, l'implantation des supports sera effectuée à 0,5 m aux limites des bornes inter-parcelles, respectant ainsi une distance maximale de 50 mètres entre chaque support.

En parallèle, l'installation des câbles respectera une distance d'un mètre minimum par rapport aux limites du lotissement, conformément à la norme NFC 11 - 201. Cette disposition vise à garantir la sécurité des biens et des personnes en évitant tout contact accidentel avec les câbles électriques.[9] [13]

Les prescriptions du DAO imposent la dépose de poteaux de bois pour les remplacer par des PBA.

2.3 Emplacement du poste de transformation [7]

Le poste doit être situé au centre de gravité des charges, en tenant compte des exigences du travail du maître ainsi que de la nécessité potentielle de restaurer les réseaux périphériques existants. Il est également important de tenir compte de la facilité d'accès au poste pour le personnel et l'équipement. Le poste devrait idéalement être situé dans des espaces publics (espaces verts, etc.) ou des réserves administratives. Selon l'idéologie interne de CI-ENERGIES (voir Figure 23 : Plan d'exécution du réseau HTA).

VI.3 VERIFICATION DES CONTRAINTES TECHNIQUES DU RESEAU BT

3.1 Courant de court-circuit au secondaire du transformateur [12]

En considérant que le réseau au secondaire a une puissance infinie, l'on peut déterminer la valeur du courant de court-circuit par la formule suivante avec les valeurs de U_{cc} données dans le tableau ci-après :

Tableau 6: Valeur de U_{cc} pour différentes puissances de transformateurs

Puissance du transformateur (kVA)	Ucc en %	
	Type immergé dans un diélectrique liquide	Type sec enrobé
50 à 750	4	6
800 à 3200	6	6

$$I_{cc} = \frac{I_n \times 100}{U_{cc}} \quad (7)$$

U_{CC} = Tension de court-circuit (%)

I_n = Courant nominal (A)

I_{cc} = courant de court-circuit (%)

3.2 Calcul de chute de tension [3]

Comme indiqué précédemment, les sections de câble ont été imposées par le superviseur de la construction, et nous calculerons la chute de tension dans cette zone de notre rapport. Sur la base du réseau tracé, il faudra vérifier les baisses de tension depuis le point de transformation, en récapitulant toutes les pertes dans le réseau jusqu'aux abonnés les plus éloignés du tronçon

avec les contraintes les plus élevées. Selon la norme NFC 15-100, la chute de tension ne doit pas dépasser 7%.

En partant de la formule générale de la chute de tension :

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \quad (8)$$

On obtient :

$$\left(\frac{\Delta U}{U}\right)\% = P \times D \times \frac{R_0 \times X_0 \tan \varphi}{U^2} \times 100 \quad (9)$$

$$\left(\frac{\Delta U}{U}\right)\% = P \times D \times k \quad (10)$$

U= Tension composée du réseau (V)

P= Puissance transitant dans le tronçon (kW)

D= Distance du tronçon en (km)

R₀ = Résistance linéique (Ω/km)

X₀ = Réactance linéique (Ω/km)

Tang φ

A titre d'exemple pour quelque conducteur la valeur de k dans le tableau ci-dessous

Tableau 7: valeur de K (cours réseau HTA/BT 2iE)

Nature	Section en mm ²	Intensité admissible « A »	k en (kW.km) ⁻¹ réseau 230/400 V	k en (kW.km) ⁻¹ réseau 130/230 V
Câbles faisceau de distribution aérienne (autoporté)	3x25 + NP	112 A à 30 °C	0,99	2,97
	3 x 35 + NP	138 A à 30 °C	0,72	2,16
	3 x 50 + NP	168 A à 30 °C	0,54	1,62
	3 x 70 + NP	213 A à 30 °C	0,42	1,26
	3 x 150 + NP	344 A à 30 °C	0,23	0,69
Câbles souterrains norme UTE.NFC 33-210 (âme aluminium, isolant PR) PR) HN33.S.33	3 x 35 + N35	120 A à 20 °C	0,72	2,16
	3 x 50 + N50	140 A à 20 °C	0,54	1,62
	3 x 95 + N50	210 A à 20 °C	0,28	0,84
	3 x 150 + N70 3 x 240 + N95	280 A à 20 °C 370 A à 20 °C	0,20 0,13	0,60 0,39
Aérien nu en cuivre	4 x 7	70 A	1,89	5,67
	4 x 10	80 A	1,35	4,05
	4 x 16	100 A	0,89	2,67
	4 x 25	130 A	0,62	1,86
	4 x 35	180 A	0,48	1,44
	4 x 38	200 A	0,45	1,35

3.3 Dimensionnement mécanique (support) [13]

Les supports sont destinés à maintenir des lignes aériennes à une certaine distance au-dessous du sol afin d'éviter les chocs dus au contact direct. Pour cela, ils doivent :

- Avoir une hauteur suffisante
- Être capable de résister avec le coefficient de sécurité approprié aux efforts qui leur sont appliqués.

Les supports sont soumis à différents efforts selon leur position. La norme NFC-11-201 nous donne les différents modes de calcul.

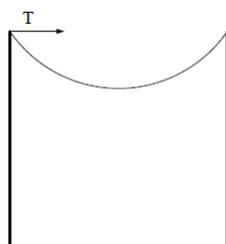
Le choix du paramètre aux conditions 40°C, vent de 480 Pa, le paramètre choisi est : $P = 300$.

Dans tous nos calculs, nous utiliserons la portée équivalente moyenne du réseau qui est de :

$A_e = 35$ m

a) Calcul de l'effort d'un support

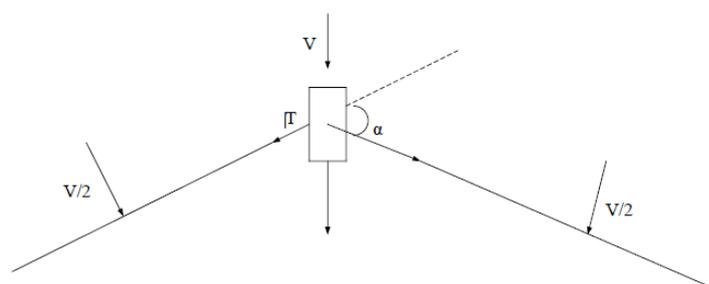
- Cas d'un support d'arrêt



Un support d'arrêt doit être dimensionner pour résister à la tension du câble et à la traction du vent sur le support.

$$F = T \quad (II)$$

- Cas d'un support d'angle



Dans le cas où les portées sont égales et de conducteurs identiques en ligne rigide et d'angle souples suspendus, les deux efforts peuvent s'additionner, d'où la formule suivante :

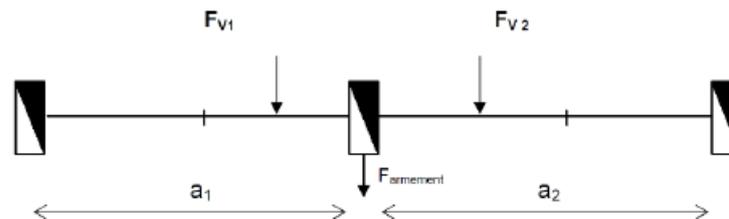
$$Fh = 2T \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + V((a_1 + a_2)/2) \cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (12)$$

T=Tension total dans le câble en daN

α = angle de piquetage (angle de déviation de la ligne)

V= effort linéique dû au vent sur les conducteurs

- Cas des supports d'alignements



On ne tient compte que de l'effort du vent sur les conducteurs et pour le vent seul avec $\alpha = 0$

$$Fh_v = V((a_1 + a_2)/2) \quad (13)$$

b) Détermination du nombre de support

Au vu de la configuration du site par rapport à l'emplacement des postes, nous avons divisé le site en quatre (4) correspondant aux quatre (4) transformateurs. Pour ce faire, nous allons déterminer le nombre de supports de lignes au niveau de chaque zone en fonction du départ de chaque transformateur.

$$N_s = \frac{L_T}{a} + 1 \quad (14)$$

N_s = Nombre de supports

L_T =Longueur total de la ligne

a = portée moyenne

VI.4 RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIQUE

L'éclairage public est la production artificielle de lumière à usage public, destinée à améliorer la visibilité dans une zone déterminée. Par abus de langage, l'on entend par éclairage public l'ensemble des installations utilisées dans le but de permettre aux usagers, automobilistes et piétons, de circuler librement la nuit (ou de jour). Dans les conditions de luminosité insuffisantes : < 4 lux dans le cas de la Côte d'Ivoire. Avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible. Notre étude ne portant pas sur un projet spécifique à l'éclairage public, nous nous intéresserons essentiellement à la commande de l'éclairage public, au choix des foyers lumineux et au choix des sections de câbles.

4.1 CHOIX DES FOYER LUMINEUX

Les luminaires utilisés dans le cas de notre projet sont des LED, car nous nous intéressons plus au rendement lumineux et étant en zone rurale où la circulation n'est pas dense à une certaine heure. D'où le choix des LED d'une puissance de 80 W.



Figure 13 : Fiche technique du foyer lumineux

4.2 Commande de l'éclairage public

Le futur réseau EP s'inscrivant dans le cadre du développement durable et de l'efficacité énergétique. Il est intégré à certaines nouvelles technologies, notamment la télégestion, les régulateurs d'intensité.

Le dispositif de commande est constitué de :

- Un sectionneur porte fusible
- Un compteur intelligent qui a pour rôle de commander, de protéger et d'enregistrer la consommation de l'énergie électrique
- Un coupe-circuit à fusible. (Voir annexe Figure 21 : Schéma de câblage issu de la fiche technique du coffret EP)

VII. RÉSULTAT DU DIMENSIONNEMENT

VII.1 DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

1.1 Choix du transformateur

Le choix des transformateurs s'est fait en estimant dans un premier temps les besoins énergétiques actuels. À la suite du calcul des besoins énergétiques actuels, nous avons fait une extension des besoins afin d'estimer la consommation énergétique au bout de cinq (5) ans, récapitulée dans le tableau ci-dessous par poste de transformation.

Tableau 8:Tableau récapitulatif des résultats pour le choix des postes de transformations

Poste de transformation	Puissance de charge actuelle (kVA)	Puissance avec extension (kVA)	Puissance nominale du transformateur (kVA)
Poste N°1	56,560	65,624	160
Poste N°2	137,520	159,558	160
Poste N°3	177,540	205,992	250
Poste N°4	95,960	111,338	160

Nous avons donc opté pour quatre transformateurs associés à chaque poste 1, 2, 3 et 4 respectivement de puissance normalisée P1 (160 kVA), P2 (160 kVA), P3 (250 kVA) et P3 (160 kVA) (voir Figure 17 : fiche technique du transformateur H59 et Figure 18 : fiche technique du transformateur H61).

1.2 Choix de la section de câble

Le choix de la section s'est fait en fonction des deux paramètres suivants :

- L'intensité admissible
- La chute de tension

- a) Choix de la section de câble en fonction de l'intensité admissible : $S=f(I)$ et choix du dispositif de protection

En considérant l'équation (5), le courant assigné au secondaire du transformateur, côté BT est présenté ci-après pour chaque poste de transformation

$$I_n = \frac{160}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$I_n = 231 \text{ A}$$

Les valeurs de I_n des autres transformateurs sont représentées dans le tableau ci-après

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des résultats des courants au secondaires des transformateurs

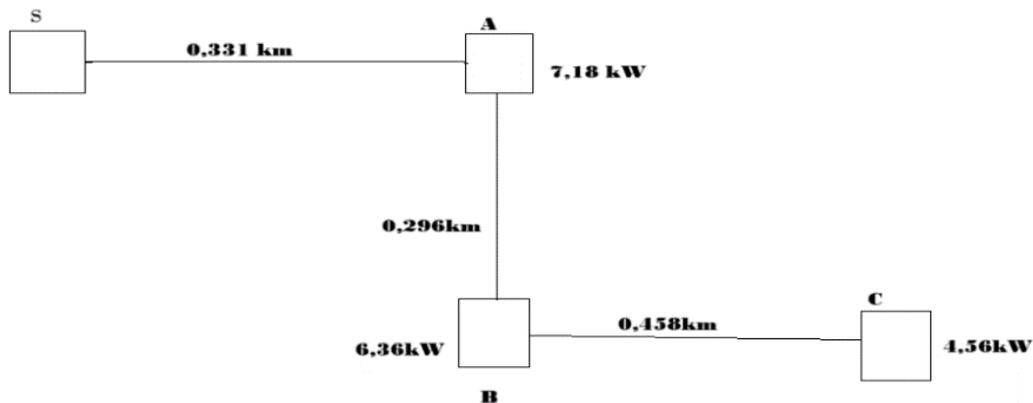
Poste de transformation	Courant I (A)
Poste N°1	231
Poste N°2	231
Poste N°3	361
Poste N°4	231

Afin de s'assurer d'une répartition équitable entre les types d'habitations dans les zones, nous utiliserons un tableau urbain réduit (TUR) pour le poste de transformation H59. Nous avons obtenu pour chaque départ un courant $I_b = \frac{361}{4} = 92,24A$ pour le TUR de quatre (4) départs. Sur la base des sections de câbles usuelles définies par le maître d'ouvrage CI-ENERGIES ainsi que de leur courant nominal représenté (annexe Figure 27 : fiche technique du PRC $3 \times 150 + 1 \times 70 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$ et Figure 28 : fiche technique du câble PRC $70 + 1 \times 54,6 + 1 \times 16 \text{ mm}$). Nous optons pour le tableau urbain réduit TIV-800 de quatre (4) départs avec un interrupteur sectionneur manuel de 800 A (voir figure 16 : Tableau urbain réduit 800 A). Les valeurs du courant au secondaire pour les postes de transformation H61 étant de 231 A, nous imposent le choix des disjoncteurs haut de poteaux D265T 440 V/265 A de deux (2) départs, donc le courant nominal par départ est de $I_b = \frac{231}{2} = 115.5A$ (voir la fiche technique en annexe Figure 15).

b) Choix de la section de câble en fonction de la chute admissible : $S=f\left(\left(\frac{\Delta U}{U}\right)\%$

Le calcul de la chute de tension sera calcul au bout du tronçon le plus long et le plus chargé de chaque départ des postes de transformations.

Exemple de calcul de la chute de tension sur un départ



Tronçon S-A

$$P = P_A + P_B + P_C$$

$$P = 7,18 + 6,269 + 4,56$$

$$P = 18,08 \text{ KW}$$

$$L = 0,331 \text{ km}$$

Pour le câble $3 \times 150 \text{ mm}^2$, $k = 0,23$

$$\left(\frac{\Delta U}{U}\right)_1 (\%) = P \times L \times k$$

$$\left(\frac{\Delta U}{U}\right)_1 (\%) = 1,38$$

Tronçon A-B

$$P = P_B + P_C$$

$$P = 10,90 \text{ kW}$$

$$L = 0,296 \text{ km}$$

Pour le câble $3 \times 70 \text{ mm}^2$, $k = 0,42$

$$\left(\frac{\Delta U}{U}\right)_2 (\%) = P \times L \times k$$

$$\left(\frac{\Delta U}{U}\right)_2 (\%) = 1,356$$

Tronçon B-C

$$P = P_C$$

$$P=4,56 \text{ kW}$$

Pour le câble $3 \times 70 \text{ mm}^2$, $k=0,42$

$$L=0,458 \text{ km}$$

$$\left(\frac{\Delta U}{U}\right)_3 (\%) = P \times L \times k$$

$$\left(\frac{\Delta U}{U}\right)_3 (\%) = 0,87$$

Chute de tension au point D

$$\left(\frac{\Delta U}{U}\right)\% = \left(\frac{\Delta U}{U}\right)_1 (\%) + \left(\frac{\Delta U}{U}\right)_2 (\%) + \left(\frac{\Delta U}{U}\right)_3 (\%)$$

$$\left(\frac{\Delta U}{U}\right)\% = 3,61$$

En procédant ainsi pour le calcul de la chute de tension au bout du tronçon le plus chargé, nous avons obtenu $(\Delta U-U) \% = 3,61$. Cette valeur est inférieure à la valeur de la chute de tension admissible. Le tableau ci-dessous nous présente la chute de tension sur chaque départ des postes de transformations après avoir effectué les calculs.

Tableau 10: Récapitulatif des chutes de tensions

POSTE DE TRANSFORMATEUR	Départ	Tronçon	Puissance foisonnée (KW)	Longueur du tronçon (Km)	section de câble (mm ²)	coefficient K	Chute de tension %
POSTE N°1	Départ 1	S-A	7,18	0,33	150,00	0,23	1,38
		A-B	6,36	0,30	70,00	0,42	1,36
		B-C	4,55	0,46	70,00	0,42	0,87
		Total					3,61
	Départ 2	S-A	9,33	0,49	150,00	0,23	1,07
		A-B	0,24	0,12	70,00	0,42	0,01
		Total					1,08
	POSTE N°2	Départ 1	S-A	3,96	0,15	150,00	0,23
A-B			4,63	0,15	150,00	0,23	0,51
B-C			3,75	0,09	70,00	0,42	0,40
C-D			6,70	0,11	70,00	0,42	0,32
Total							1,90
Départ 2		S-A	7,76	0,37	150,00	0,23	1,43
		A-B	9,10	0,18	70,00	0,42	0,69
		Total					2,11
POSTE N°3	Départ 1	S-A	2,24	0,15	150,00	0,23	1,21

		A-B	18,36	0,43	150,00	0,23	3,15	
		B-C	3,92	0,08	70,00	0,42	0,44	
		C-D	5,66	0,29	70,00	0,42	1,21	
		D-E	4,16	0,20	70,00	0,42	0,35	
		Total					6,35	
	Départ 2	S-A	5,59	0,73	150,00	0,23	2,16	
		A-B	7,34	0,48	70,00	0,42	1,48	
		Total					3,64	
	Départ 3	S-A	5,83	0,35	150,00	0,23	1,67	
		A-B	4,07	0,23	70,00	0,42	1,49	
		B-C	2,92	0,08	70,00	0,42	0,36	
		C-D	8,12	0,16	70,00	0,42	0,55	
		Total					4,06	
	POSTE N°4	Départ 1	S-A	2,08	0,06	150,00	0,23	0,25
			A-B	5,58	0,30	70,00	0,42	1,89
B-C			0,16	0,08	70,00	0,42	0,31	
C-D			4,71	0,19	70,00	0,42	0,75	
D-E			4,63	0,15	70,00	0,42	0,30	
Total							3,50	
Départ 2		S-A	3,24	0,29	150,00	0,23	0,70	
		A-B	7,34	0,38	70,00	0,42	1,18	
		Total					1,88	

Après vérification, nous pouvons conclure que les câbles PRC proposés par le maître d'ouvrage pour l'alimentation électrique du réseau BT respectent les exigences techniques en termes de courant nominal et de chute de tension. Ils sont adaptés pour la réalisation du projet.

1.3 Détermination du courant de court-circuit

En considérant l'équation 10 énoncée ci-dessous et que le réseau amont a une puissance infinie, les valeurs suivantes ont été obtenues :

Tableau 11:Tableau récapitulatifs des valeurs de Icc des transformateurs

Poste de transformation	Courant de court-circuit (A)
Poste N°1	5773
Poste N°2	5773
Poste N°3	6250
Poste N°4	5773

VII.2 RÉSULTAT DU DIMENSIONNEMENT MÉCANIQUE

2.1 Calculs des efforts

- Cas d'un support d'arrêt

Selon la norme NFC 11-201, pour une portée équivalente de 35 m, la tension $T=500\text{daN}$ ce qui donne

$$F=T=500 \text{ daN}$$

Nous choisissons un support PBA de $F=650 \text{ daN}$

- Cas d'un support d'angle

Il est soumis à l'effort F_h en tenant compte de l'équation (12) :

V =effort linéique dû au vent, $V=1,824 \text{ daN/m}$ pour le câble $3 \times 70+1 \times 54,6+1 \times 16\text{mm}^2$

$$\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)=35 \text{ m}$$

Angle faible $\alpha \leq 45^\circ$

$$\text{Pour } \alpha=45^\circ, F_h = 2 \times 500 \sin\left(\frac{45}{2}\right) + 1,824 \times 35 \cos^2\left(\frac{45}{2}\right)$$

$$F_h=437 \text{ daN}$$

Angle fort $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

$$\text{Pour } \alpha=90^\circ, F_h = 2 \times 500 \sin\left(\frac{90}{2}\right) + 1,824 \times 35 \cos^2\left(\frac{90}{2}\right)$$

$$F_h=739 \text{ daN}$$

Notre choix s'est porté pour

- PBA d'effort $F=650\text{daN}$ pour $\alpha=45^\circ$
- PBA d'effort $F=800\text{daN}$ pour $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$
- Cas des supports d'alignements

Effort dû au vent F_{h_v} , avec $\alpha=0$

$$F_{h_v} = 1,824 \times 35$$

$$F_{h_v} = 63,84 \text{ daN}$$

Pour l'alignement, nous utiliserons les PBA d'effort normalisé $F= 200 \text{ daN}$ pour le câble $3 \times 70+1 \times 54,6+1 \times 16\text{mm}^2$ et $F=400\text{daN}$ $3 \times 150+1 \times 70+1 \times 16\text{mm}^2$

Tableau 12:Tableau récapitulatif des résultats des efforts

Type de support	Hauteur	Effort	Fonction
PBA	9	200	Alignement
PBA	9	400	Alignement et étoilement
PBA	9	650	Arrêt et angle faible
PBA	9	800	Angle fort et remontée des départ
PBA	12 et 13	1000 / 650	Traversé de voies

2.2 Détermination du nombre de supports

Pour la détermination du nombre de supports, on applique la formule de l'équation (15) :

$$N_s = \frac{8259}{50} + 1$$

$$N_s = 166$$

Pour les autres zones le nombre de supports obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13:Tableau récapitulatif des résultats du nombre de supports à implanter

Désignation	Poste N°1	Poste N°2	Poste N°3	Poste N°4	Raccordement sur le réseau existant	Total
Longueur	8 259	6 767	10 960	5 021	1 383	32 390
Nbre de supports	166,18	136,34	220,2	101,42	28,66	648,8

Sur la base de ces calculs, nous avons dessiné à l'aide du logiciel Autocad le plan de piquetage du réseau BT. Lors du piquetage, nous avons opté pour une portée usuelle de 34 m. Cependant, cette portée a été éventuellement modificatrice en fonction des contraintes du terrain.

D'où le résumé suivant représentant le nombre de supports appliqués sur le terrain.

Tableau 14:Tableau récapitulatif des résultats du nombre de support implantés et des efforts

Type de support	Hauteur	Effort	Nbre de support
PBA	9	200	474
PBA	9	400	96
PBA	9	650	230
PBA	9	800	24
PBA	12	1000	3
PBA	13	650	2

VII.3 ESTIMATION FINANCIÈRE

Le coût du projet NEDA (LOT 1), qui vise à renforcer et étendre le réseau électrique HTA/BT de 12 chefs-lieux dans le nord de la Côte d'Ivoire, incluant la construction de 52 postes et un réseau HTA/BT/EP sur différents sites, a été fixé à un montant d'environ quatre (4) milliards de FCFA. À cet effet, il est donc nécessaire de faire un devis quantitatif de chaque site, étant donné leurs caractéristiques distinctes. En ce qui concerne le site de l'objet de notre stage, le coût d'approvisionnement et de réalisation est résumé dans le tableau ci-dessus.

Tableau 15:Devis quantitatif estimatif (DQE)

RECAPITULATIF			
1	ETUDES		4 417 103,5
2	RESEAU HTA AERIEN	27 091 651,76	5 190 332,88
	2.1 Poteau Béton	6 620 455,66	2 935 965,88
	2.2 Almelec et Transformateur	11 618 325,82	96 7032
	2.3 Accessoires Aériens	8 852 870,28	1 113 362
	2.4 Divers		173 973
3	RESEAU BTA/EP AERIEN	344 046 178,3	9 896 0897,1
	3.1 Poteau Béton	115 678 989,4	69 510 440
	3.2 Câble Aluminium	122597620	18 138400
	3.3 Accessoires Aériens	13 499 189,37	3 368 867,1
	3.4 Eclairage Public	92 270 379,53	7 386 102
	3.5 Divers BTA		557 088
4	DEPOSE DE RESEAU AERIEN		8 478 020
	4.1 Poteau bois		0
	4.2 Poteau béton		0
	4.3 Câbles		0
	4.4 Accessoires aériens		8 478 020
5	RESEAU HTA SOUTERRAIN	706 749	169 062,5
6	EQUIPEMENT POSTE	32 557 608	2 549 125
	6.1 Equipement	0	0
	6.2 Accessoires	0	0
	6.3 Postes Préfabriqués	32 557 608	2 549 125
7	RESEAU BTA SOUTERRAIN	26 4758,4	6 474
8	GEOREFERENCEMENT DES OUVRAGES		4 505 123
TOTAUX		404 666 945,4	124 276 138
TOTAL FOURNITURES ET TRAVAUX			528 943 083,4
Transport			
S/ TOTAL HT			528 943 083,4
TVA 18%			95 209 755,01
TOTAL TTC			624 152 838,4

VIII. EXÉCUTION ET VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ DES TRAVAUX

VIII.1 EXÉCUTION DES TRAVAUX

Cette section s'intéresse à l'exécution de tâches par eux-mêmes. Le développement du réseau HTA/BT/EP est réalisé selon un planning (voir Figure 34 : Plan d'exécution du projet), qui permet l'organisation des tâches et la gestion des ressources. Cette partie est également divisée en plusieurs étapes.

L'étude est la première étape dans le développement d'un réseau de distribution. Il s'agit de la cartographie des itinéraires, du traçage du réseau et du dimensionnement électrique et mécanique. Cette étude s'est principalement concentrée sur les dimensions électriques et mécaniques du réseau. Note : Une fois l'étude terminée, elle doit être soumise à l'approbation d'un cabinet d'ingénieur-conseil.

1.1 Travaux HTA/BT aérien

- **Piquetage**

Le piquetage a pour base les résultats du dimensionnement mécanique (habillage du plan) et consiste à marquer au sol, à l'aide de piquets rouges, les emplacements précis des futurs supports à l'aide d'une station totale (théodolite) ou du GPS différentiel. Les piquets sont déployés à une distance de 0,5 m des bornes de lotissement.

En alignement : l'implantation d'un piquet de tête rouge (piquet d'axe) au point prévu par les calculs mécaniques et de deux piquets sans couleur qui servent d'orientation de part et d'autre du piquet d'axe à une distance de 2 m, de sorte que les trois piquets soient alignés.

En angle : l'implantation d'un piquet de tête rouge (piquet d'axe ou jalon) au point prévu par les calculs mécaniques et de deux piquets sans couleur qui servent d'orientation de part et d'autre du piquet d'axe à une distance de 2 m, de sorte que les trois piquets soient alignés et dirigés dans la bissectrice.

Un relevé détaillé de ces piquets est consigné dans un carnet de piquetage pour faire la synthèse des piquets. Tous les piquets sont maintenus en place jusqu'à ce que le maître d'ouvrage effectue la réception du piquetage.

- **Fouilles**

Les fouilles sont réalisées en basant sur le carnet de piquetage, qui fournit des indications précises sur l'emplacement des fouilles. Elles sont réalisées aux dimensions réglementaires en vigueur en Côte d'Ivoire, aux caractéristiques des supports et à une profondeur calculée dans le tableau ci-dessous pour chaque support à implanter. Les fouilles restent ouvertes le moins de temps possible. Au besoin, elles sont récurées avant l'implantation du support et la coulée de béton.

- **Levage et bétonnage des supports HTA**

Les supports seront manipulés avec la plus grande précaution afin d'éviter tout endommagement. Le levage s'effectuera en douceur à l'aide d'élingues en bon état. Les supports seront positionnés avec précision au centre des fouilles. Une fois le bétonnage terminé, nous réaliserons une protection en béton du sommet du support, constituée d'une pointe conique lisse. Cette protection évitera les infiltrations d'eau et prolongera la durée de vie du support.

NB : En Côte d'Ivoire, les normes en vigueur exigent l'armement des supports avant toute opération de levage et de bétonnage.



- **Déroulages des conducteurs et Montage des accessoires BT et des armement HTA**

Le câble sera déroulé depuis son rouleau et tendu entre les supports. Pour faciliter cette opération, nous utiliserons des poulies de dimensions adaptées, équipées de gorges caoutchoutées pour protéger le câble. Les poulies seront choisies de manière à ne pas endommager l'isolation du câble et seront fixées à des dispositifs de suspension adaptés à la tension (chaînes, crochets ou élingues). Le déroulage sera effectué en suivant les procédures de sécurité en vigueur pour garantir la protection du personnel et du public.

Pour suspendre les câbles torsadés, nous utiliserons des pinces de suspensions oscillantes munies d'un berceau enveloppant intégralement la torsade. Ces pinces seront accrochées à des crochets fixés sur des tiges traversantes, bloquées par des écrous. Ces consoles assureront également la fixation des pinces sur les supports. Les câbles seront ancrés sous le sommet des supports grâce à des pinces (ancrage) à serrage conique, fixées sur des consoles. Cette disposition permet un bon équilibre des poteaux assurant leur stabilité et les bons états.



- **Pose de lanterne (lampes) et Raccordement**

Les lanternes ont une puissance de 80 W. Nous réalisons leur alimentation par le biais de câbles VGV $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$. La connexion du câble avec la lanterne est réalisée au sol. La lanterne est montée sur la face latérale du support faisant face à la route. Une dérivation de la torsade aérienne est réalisée entre le câble VGV et la phase EP et le neutre porteur de la torsade aérienne par le moyen des connecteurs CT (voir Figure 29 : Fiche technique des connecteurs 70).

- **Raccordement du coffret (H61)**

Le choix de la section de câble d'alimentation du coffret dépend de la section d'alimentation d'éclairage public de la torsadée aérienne. Le câble pour l'éclairage public de la torsadé BT étant du 16 mm^2 , le coffret sera alimenté par le câble PRC $4 \times 16 \text{ mm}^2$. Les câbles d'arrivées et de départs sont longés sur le support et maintenus à l'aide de feuillards. Une dérivation de la torsadée aérienne est réalisée entre le câble PRC $4 \times 16 \text{ mm}^2$ et les trois (3) phases et le neutre porteur de la torsade aérienne par le moyen des connecteurs pour alimenter le coffret EP. Chaque phase du câble PRC $4 \times 16 \text{ mm}^2$ a la sortie du coffret EP alimente un lot de lampe préalablement défini sur le plan d'exécution.



1.2 Travaux HTA/BT aéro-souterrain

- **Ouverture des tranchées**

La largeur de la tranchée est déterminée par le nombre de câbles tandis que la profondeur dépend de la nature du terrain.

Tableau 16: Largeur et profondeur des tranchées

	L=0,8 m	L= 1 m	L=1,5 m	L=1,6 m
Terrain normal P =0,5m	1 câble	2 câbles	3 câbles	4 câbles
Route bitumée P =0,8m	1 câble	2 câbles	3 câbles	4 câbles



- **Remblayage**

Les câbles sont installés sur une couche de 10 cm de sable. Un dispositif avertisseur doit être placé à 20 cm du câble électrique. Le remblaiement de la tranchée sera exécuté par couche horizontale de 20 cm, soigneusement compactée à l'aide d'une dame vibrante.

1.3 Mise à la terre de neutre et des masses

- **La terre des masses**

Afin de protéger les personnes contre les contacts indirects, tous les supports utilisés ainsi que les masses des appareils qui y sont montés doivent être reliés à la prise de terre des masses. Lors d'un contact accidentel entre une phase et une masse métallique, le courant de défaut sera directement dévié à la terre.

- **La terre du neutre**

Conformément à la norme NFC 11-201, le réseau basse tension est conçu de la manière suivante : le neutre n'est pas mis à la terre directement au niveau du poste de transformation, mais sur le poteau d'injection au niveau du poste (H61).

Cette mise à la terre est réalisée à l'aide d'un piquet de terre d'une hauteur de 1,5m et d'un conducteur de terre (cuivre) d'une section de 29,2 mm² qui joue le rôle d'une liaison équipotentielle principale (voir Figure 31 : fiche technique des piquets de terre et Figure 32 : fiche technique du conducteur de cuivre), aménagée dans un puit spécialement, d'une profondeur de 90 cm, rempli d'un mélange de matériaux conducteurs (bouse de vache, charbon, sel) et d'une longueur de 15m.

Le conducteur principal permet d'écouler les défauts d'isolement par la terre à l'aide du régime du neutre de l'installation. Nous distinguons trois (3) régimes du neutre :

- TT : le neutre relié à la terre et la masse reliée à la terre
- TN : le neutre relié à la terre et la masse reliée au neutre
- IT : le neutre isolé à la terre par une impédance et la masse connectée à la terre

Il convient de souligner que, dans le cadre de notre projet, le régime de neutre utilisé est TN-S. Ce choix est justifié par le fait que nous souhaitons assurer une sécurité optimale. Les deux terres doivent être électriquement indépendantes pour éviter que, lors d'un défaut sur la partie HTA, la montée en potentiel de la terre des masses n'entraîne des répercussions sur le réseau BT.



VIII.2 VÉRIFICATION DE LA MISE EN CONFORMITÉ DES TRAVAUX

2.6 Inspection et essais de mise en service du réseau HTA/BT

Avant la mise en service, les mesures de résistances de terre et de neutre sont réalisées. Ces mesures de résistances sont réalisées principalement sur les IACM, les supports d'arrêt et le transformateur. Ces mesures sont réalisées par le biais d'un contrôleur électrique. Les valeurs de ces résistances de terres acceptables par les normes en Côte d'Ivoire et la norme NFC11-201 sont représentées dans le tableau ci-dessous :

VALEUR DES RESISTANCES DE MESURES (H61)	
$18,68 \Omega \leq 30 \Omega$	Terre de masse IACM
$13,32 \Omega \leq 30 \Omega$	Terre de masse transformateur

12,26 Ω \leq 15 Ω	Terre de neutre
-----------------------------------	-----------------

Tableau 17: Valeurs des mesures de résistances poste H61

Tableau 18: Valeurs des mesures de résistances poste H59

VALEUR DES RESISTANCES DE MESURES (H59)	
9,89 Ω \leq 15 Ω	Support d'arrêt et Transformateur
4,25 Ω \leq 10 Ω	Neutre

Après la mise en service, des essais de fonctionnement sont effectués sur les interrupteurs au niveau des postes H61 :

- Vérification des positions de déclenchement et d'enclenchement
- Vérification de la coupure rapide de l'arc au niveau des couteaux
- Manipulations répétées de la tringlerie pour juger la précision, et la facilité de manœuvre.

Des mesures de tensions sont effectuées pour vérifier le niveau de tension sur chaque phase.

Cette dernière étape, quant à elle, concerne la mise en conformité des travaux. Elle consiste à vérifier la totalité des travaux (la vérification support par support si les travaux réalisés sont conformes au plan de piquetage : « plan de piquetage validé au préalable par l'ingénieur-conseil en charge du projet »), le montage des accessoires de raccordement, tout au long du réseau. L'inspection permet également de s'assurer du bon élagage des arbres (aucun arbre dans une plage de 45° ou à 2,5 m).

IX. PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE (PGES) ET PLAN DE GESTION DU PROJET

XI.1 PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE (PGES) [8]

Ce projet, bien que porteur de développement à travers l'amélioration du cadre de vie, n'est pas sans impacts aussi bien positifs que négatifs sur les populations. Les sources potentielles d'impacts concernent également bien la phase préparatoire que celle de la construction des

réseaux et infrastructures électriques. En effet, ces deux phases sont de potentielles sources d'impacts également bien positives que négatives sur l'environnement. L'ouverture des fouilles pour l'implantation des lignes basse tension (BT), les travaux d'ouverture des tranchées devant accueillir les réseaux souterrains HTA et les travaux de création de lignes de départ des postes HTA sont les principales sources d'impacts négatifs liés à la phase de construction des infrastructures. Les impacts potentiels générés par les activités du projet sont décrits en fonction des phases d'exécution du projet.

1.1 Impacts positifs du projet

La phase préparatoire du projet sera une source d'impacts positifs pour les populations local

Tableau 19:Récapitulatifs des impacts positifs identifiés

IMPACT POSITIF DU PROJET	DESCRIPTION
SUR MILIEU HUMAIN	<p>Création d'emploi Création d'emplois directs et indirects : les travaux de préparation nécessiteront un besoin en main-d'œuvre locale, qu'elle soit qualifiée ou non. C'est donc une fontaine d'emplois dont bénéficiera cette jeunesse des localités concernées tout au long de la durée des travaux sur les sites. Développement des activités génératrices de revenus (commerce et restauration) : les petits commerces et activités de restauration se développeront aux alentours de la base-vie et des localités riveraines du projet pour satisfaire aux besoins des employés. En effet, ces activités favoriseront l'augmentation de la commercialisation des produits locaux et les chiffres d'affaires des détentrices de ces activités, qui, pour la plupart, sont des femmes. La présence du personnel de chantier venant d'ailleurs conjuguée à la création de nombreux emplois temporaires pour les populations locales et au développement d'activités génératrices de revenus autour des zones de travaux va dynamiser le développement des localités concernées par les travaux d'électrification rurale.</p>
	<p>En favorisant le recrutement local pour les travaux, le projet contribuera à réduire le taux de chômage des jeunes à Foubolo, tout en leur permettant de développer les compétences de leurs professionnels.</p>
	<p>Développement des Activités Génératrices de Revenus La réalisation de ce projet aura un impact positif sur l'économie locale en créant de nouvelles opportunités d'affaires pour les entreprises locales. Les besoins en matériaux de construction, en équipements et en divers services liés au projet stimuleront l'activité des entreprises locales, renforçant ainsi le tissu économique local.</p>
<p>Amélioration des voies d'accès L'un des objectifs du projet est d'améliorer la mobilité dans les zones rurales en réhabilitant les voies d'accès souvent dégradées. Ces travaux permettront de faciliter le transport des matériaux et des équipements nécessaires à la réalisation du projet, mais aussi d'améliorer les conditions de vie des populations locales.</p>	

1.2 Impacts négatifs

Tableau 20:Récapitulatifs des impacts négatifs identifiés

IMPACT POSITIF DU PROJET	DESCRIPTION
SUR LE MILIEU BIOPHYSIQUE	<p><i>Contamination des sols par les déchets solides et les déversements d'hydrocarbures,</i> Les opérations de terrassement et de transport liées à l'aménagement du site exposent les sols, notamment les sols poreux de la zone, à un risque de contamination par les hydrocarbures issus des engins de chantier. Les fuites d'huile et les déversements accidentels de carburant peuvent se produire lors du ravitaillement, des opérations de maintenance ou en cas d'accident. Bien que ces pollutions soient principalement confinées aux zones de travaux, elles peuvent atteindre les eaux souterraines si les mesures de prévention adéquates, telles que l'installation de barrières anti-pollution et la mise en place d'un plan de gestion des déchets, ne sont pas respectées.</p>
	<p><i>Augmentation de la pollution de l'air</i> Notamment, le terrassement et le transport des matériaux entraîneront des émissions de poussières et de particules fines dans l'atmosphère, dégradant ainsi la qualité de l'air ambiant et pouvant avoir des impacts sur la santé des populations locales.</p>
	<p><i>Nuisances sonores</i> Le fonctionnement des engins de chantier et les diverses activités liées à l'aménagement du site entraîneront une augmentation du niveau sonore, pouvant causer du stress et des troubles du sommeil chez les populations riveraines.</p>
	<p><i>Exposition du personnel de chantier au risque d'accident de travail,</i> Le manque de contrôle des accès, le trafic intense d'engins et les opérations de manutention augmentent les risques d'accidents du travail sur les chantiers.</p>

SUR MILIEU HUMAIN	LE	Exposition des travailleurs et des populations riveraines à des risques sanitaires tels que le Coronavirus, les IST-VIH/SIDA, etc. Les interactions sociales liées au projet, combinées à des mesures de prévention insuffisantes, favorisent la propagation de maladies infectieuses et exposent les populations, en particulier les femmes, à des risques de violences sexuelles.
		Risque d'accident de travail et de circulation Les phases de construction et d'installation des équipements exposeront tant les ouvriers que les habitants environ à des risques accrus d'accidents. Les déplacements des véhicules de chantier et la manipulation des outils augmenteront la probabilité d'incidents, impactant ainsi la sécurité des riverains et des usagers des voies avoisinantes.
		Risque d'accident de la circulation La circulation des camions de livraison et des engins de chantier dans la zone du projet augmentera significativement le risque d'accidents de la route, en particulier pour les piétons, notamment les enfants attirés par ces engins. De plus, les interventions sur les voies publiques pour l'installation des câbles électriques perturberont la circulation et pourraient entraîner des collisions.

1.3 Programme de bonification et d'atténuation des impacts du projet

Les mesures d'atténuation visent à limiter les impacts négatifs du projet sur l'environnement et les communautés. Elles consistent en un ensemble d'actions mises en œuvre tout au long du projet pour prévenir, réduire ou compenser ces impacts.

Tableau 21:Tableau des mesures d'atténuations des impacts négatifs lié au projet

	MESURES D'ATTENUATION
	Mesures relatives à la protection du sol/sous-sol

SUR MILIEU BIOPHYSIQUE	LE	<p>Pour protéger les sols, le projet prévoit la mise en place d'un système de collecte sélective des déchets, la formation du personnel aux risques de pollution, l'aménagement d'aires de stockage étanches et l'utilisation de véhicules en bon état, afin de minimiser le compactage, le tassement et les contaminations par hydrocarbures et autres polluants.</p>
		<p>Mesures relatives à la protection de la qualité de l'air</p> <p>Nous agirons pour limiter la pollution de l'air en couvrant les matériaux, en arrosant les pistes, en entretenant régulièrement nos véhicules et en équipant nos travailleurs de masques de protection.</p>
		<p>Mesures relatives à la protection du couvert végétal</p> <p>L'implantation de la base de chantier sera réalisée dans le respect des contraintes environnementales, en privilégiant les sites dégradés ou sans enjeux écologiques et en évitant toute destruction inutile de la végétation.</p>
		<p>Mesures relatives à la santé et à la sécurité des travailleurs et des populations</p> <p>Pour prévenir les accidents du travail, l'entreprise mettra en place des mesures rigoureuses, incluant la prohibition de l'alcool 8 h, la formation du personnel, l'équipement en EPI, le respect du code de la route et l'aménagement sécurisé des chantiers.</p>
		<p>Mesures de gestion des impacts du projet sur les risques d'accidents de circulation</p> <p>Afin de prévenir les accidents de la route, des panneaux de signalisation indiquant « Danger, sortie de camions » doivent être mis en évidence. VINCI ENERGIES-CI, lors des travaux, doit placer un panneau à 150 m de part et d'autre du carrefour d'où sortiront les camions et les véhicules du personnel. Des ralentisseurs doivent également être installés pour éviter les accidents de circulation. En cas de nécessité, mettre un agent pour la régulation de la sécurité dans la zone du projet.</p>
		<p>Mesures de gestion des impacts du projet sur les pertes de biens et de revenus</p> <p>Pour atténuer les conséquences de la perte de biens et de revenus liés au projet, un plan d'action de réinstallation sera mis en place. Ce plan prévoit notamment une indemnisation anticipée des personnes affectées, afin de leur permettre de reconstruire leurs moyens d'existence. Une évaluation précise des biens perdus sera réalisée par des experts compétents, conformément à la réglementation en vigueur.</p>
		<p>Mesures d'atténuation des nuisances sonores</p> <p>Pour réduire l'impact des travaux sur l'environnement sonore, les entreprises adjudicataires s'engageront à :</p>

<p>SUR MILIEU HUMAIN</p>	<p>LE</p>	<ul style="list-style-type: none"> • respecter des horaires de travail adaptés (7h-17h), entretenir régulièrement leurs équipements, fournir des protections auditives aux opérateurs et sensibiliser ces derniers à l'importance de limiter les nuisances sonores. • les employés devront faire le moins de bruit possible aux heures de repos, de manière à ne pas déranger la quiétude habituelle des quelques habitants riverains ; • informer les populations quelques jours avant l'arrivée des travaux dans leur zone.
		<p>Mesures relatives à la santé et à la sécurité des travailleurs et des populations</p> <p>Pour prévenir les accidents du travail, l'entreprise mettra en place des mesures rigoureuses, incluant la prohibition de l'alcool 8 h, la formation du personnel, l'équipement en EPI, le respect du code de la route et l'aménagement sécurisé des chantiers.</p>
		<p>Mesures de gestion des impacts du projet sur les risques d'accidents de circulation</p> <p>Afin de prévenir les accidents de la route, des panneaux de signalisation indiquant « Danger, sortie de camion » doivent être mis en évidence. VINCI ENERGIES-CI, lors des travaux, doit placer un panneau à 150 m de part et d'autre du carrefour d'où sortiront les camions et les véhicules du personnel. Des ralentisseurs doivent également être installés pour éviter les accidents de circulation. En cas de nécessité, mettre un agent pour la régulation de la sécurité dans la zone du projet.</p>
		<p>Mesures de gestion des impacts du projet sur les pertes de biens et de revenus</p> <p>Pour atténuer les conséquences de la perte de biens et de revenus liés au projet, un plan d'action de réinstallation sera mis en place. Ce plan prévoit notamment une indemnisation anticipée des personnes affectées, afin de leur permettre de reconstruire leurs moyens d'existence. Une évaluation précise des biens perdus sera réalisée par des experts compétents, conformément à la réglementation en vigueur.</p>
		<p>Mesures de gestion des impacts du projet sur la propagation de Maladies Sexuellement Transmissibles (IST/VIH SIDA)</p> <p>Afin de prévenir la propagation des IST et du VIH/SIDA, l'entreprise en charge des travaux mettra en place des campagnes de sensibilisation ciblant à la fois les populations locales et le personnel du chantier. En collaboration avec des organisations spécialisées dans la lutte contre ces maladies, des actions de communication seront déployées, notamment par le biais de supports visuels, de messages radio et de campagnes de proximité.</p>

XI.2 PLAN DE GESTION DU PROJET

2.1 Description

L'objectif de l'outil de gestion mis en place est de faire le suivi de notre projet. L'outil de gestion est de mettre en place un planning prévisionnel pour l'exécution des travaux et de suivre l'évolution en temps réel. Les différentes étapes de l'exécution des travaux présentés plus haut nous permettront de faire notre suivi.

2.2 Principe de fonctionnement

L'outil de gestion est réalisé à partir d'un fichier Excel. Elle est exprimée en jour/semaine. Nous présentons ci-dessous les différents onglets de notre projet :

- **Quantité prévue**

Elles correspondent à l'objectif prévisionnel. C'est elle qui définit la quantité de travail que l'équipe de travaux devra réaliser au cours de la semaine. Elle est définie par l'ingénieur travaux en fonction du rythme de travail de ses équipes sous sa supervision et est modifiable autant de fois que possible afin de rester dans le délai de mise en service.

- **Quantité réalisée**

La quantité réalisée correspond au bilan journalier des quantités réalisées par les équipes de travaux. Elle est renseignée à chaque de chaque journée dans le fichier Excel.

- **Reste à réaliser (écart)**

Le reste à réaliser est la différence entre la quantité prévue et la quantité réalisée dans la semaine. Étant donné que l'outil de gestion s'exécute sur une période et en tenant compte du précédent qui va incrémenter les quantités réalisées de sorte à nous permettre d'avoir une évolution continue. En résumé, notre outil de gestion prend en entrée les quantités prévisionnelles de chaque tâche sur une période donnée et les compare aux quantités réellement réalisées chaque semaine. Cela permet d'identifier des modifications notables et d'élaborer des plans d'urgence si les prévisions ne sont pas respectées, afin de ne pas impacter la mise en service.[1]

		Planning Hebdomadaire															
		25-nov	Au	30-nov													
PROJET NEDA 62 LOCALITES																	
VINCI ENERGIES	Objectif Hebdomadaire		Planning Hebdomadaire					Progression Avancement Hebdomadaire					Total	Ecart	Commentaire		
	Fouille	Levage	Bétonnage	Point de diamant	Déroulage	Pose EP	Travaux	25-nov	26-nov	27-nov	28-nov	29-nov	30-nov	TOTAL	25 Nov au	Quantités remobilisées et plan d'action	
FOUMBOLO																	
Fouille	25														10,00	15,00	RAS
Levage		25								5,00	5,00				10,00	15,00	RAS
Bétonnage			25							25,00	35,00	12,00	13,00	25,00	110,00	85,00	RAS
Point de diamant				25						30,00	22,00	27,00	23,00	16,00	118,00	93,00	Manque PRC 70
Déroulage					100					18,00	28,00	14,00	15,00	13,00	88,00	12,00	RAS
Pose EP						100				18,00	28,00	14,00	15,00	25,00	100,00	-	RAS

Figure 14 : Interface de l'outil de gestion

CONCLUSION

Les travaux d'extension du réseau HTA/BT de la localité de FOUMBOLO, incluant l'installation de transformateurs de différentes capacités, la construction de réseaux aériens et souterrains, et l'utilisation de supports en béton armé pour assurer la robustesse et la durabilité des installations. Le coût total réalisé pour s'élève à environ 624 152 838 FCFA.

Ce projet, en renforçant le réseau électrique et en étendant l'accès à l'énergie dans les zones rurales, s'inscrit dans une stratégie de développement rural et a non seulement garanti l'amélioration de la qualité du service du réseau électrique BT et la qualité du service chez les consommateurs. Aussi d'améliorer la condition de vie des populations. La conclusion de cette étude est que les éléments (câbles, postes de transformation) de construction imposée par le maître d'ouvrage sont conformes à la réglementation en vigueur.

En somme, ce projet est une initiative prometteuse qui, une fois achevée, apportera des bénéfices durables à la population ivoirienne et constituera un modèle pour d'autres initiatives similaires dans la région.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES ET ARTICLES

- [1] N'Guessan Elvis DJEBLE. (2022) .*Etude et réalisation d'un réseau de distribution de 44 km de ligne HTA 33 kV dans la région de HAUT SASSANDRA S/P SEÏTIFLA (VAVOUA/Côte D'ivoire)*. Institut 2iE ,Ouagadougou
- [2] SYLLA Marc Arsène. (2022). *Renforcement et extension du réseau électrique HTA/BTA de la zone d'ABIDJAN NORD : Cas du site (MBROMIN/BINGERVILLE)*. Institut 2iE, Ouagadougou
- [3] Delbon NTUMBA. *Réseaux électriques HTA/BTA publics*. Institut 2iE ,Ouagadougou
- [4] Moussa KADRI. *Modélisation du réseau électrique*. Institut 2iE ,Ouagadougou
- [4] Moussa KADRI. *Réseau électrique industriel*. Institut 2iE ,Ouagadougou
- [6] Essan François KOUASSI.(2021). *Etude d'alimentation électrique de la localité de SAMAPLEU Dans la sous-préfecture de YORODOUGOU*. CI-ENERGIES, Côte d'ivoire
- [7] Vinci-Energies. (2024). *Présentation institutionnelle*. Abidjan, Côte d'ivoire
- [8] Vinci-Energies. (2024).*Plan de gestion environnemental et social (PGES)*. Abidjan, Côte d'ivoire
- [9] ANARE-CI. (2023). *Rapport d'activité*. Abidjan, Côte d'ivoire

NORMES ET STANDARDS

- [10] CI-ENERGIES.(2023).*Guide technique réseau de distribution Partie_1 : Poste HTA/BT*
- [11] CI-ENERGIES.(2023).*Guide technique réseau de distribution Partie_2 : Réseau HTA*
- [12] CI-ENERGIES.(2023).*Guide technique réseau de distribution Partie_3 : Réseau BT*
- [13] SENELEC. (2018) .*Doctrine de construction des réseaux HTA ET BT*
- [14] Union technique de l'électricité (UTE). (2015).*NFC 13-100 :Poste de livraison alimentés par un réseau public de distribution HTA(jusqu'à 33 kV)*
- [15] Union technique de l'électricité (UTE). (2001).*NFC 11-201 :Réseau de distribution public d'énergie électrique*.
- [16] Union technique de l'électricité (UTE). (2001).*NFC 15-100 :Réseau électrique basse tension*

SITES INTERNETS

- [17]URL. https://www.gruponovelec.com/p/cah_0564048, consulté en ligne 12/09/2024
- [18]URL.<https://fr.slideshare.net/slideshow/chapitre1pdf-255416090/255416090#35>, consulté en ligne 13/09/2024
- [19]URL.https://fr.made-in-china.com/co_croptech/product_Pole-Line-Hardware-Galvanized-Machine-Bolt-Nut-Stay-Rod-Link-Fittings_ringorseg.html, consulté en ligne 17/10/2024
- [20]URL.<https://yifangcable.en.made-in-china.com/product/QveJIDcHJiRl/China-Cable-Hta-Cis-12-20kv-24KV-3X150mm2-Alu-NFC-33-226.html>, consulté en ligne 17/10/2024



[21]URL.<https://www.baoliyy.com/high-quality-bare-copper-conductor-round-wire-concentric-lay-overhead-electrical-stranded-conductors/>, consulté en ligne 17/10/2024

[22]URL http://documentation.2ie-edu.org/cdi2ie/opac_css/index.php, consulté en ligne 15/09/2024

ANNEXES

ANNEXE 1 : choix du transformateur et dispositif de protection

D165T D265T

DISJONCTEUR POTEAU

La protection et la gestion des transformateurs MT/BT en milieu rural impliquent l'emploi de disjoncteurs spécifiques adaptés aux déséquilibres de charge importants et ainsi garantir l'exploitation totale de la puissance installée même en régime déséquilibré.

DESCRIPTION

Coffret disjoncteur
Ces appareils (3 pôles protégés) sont à coupure dans l'air avec chambres à cloisons métalliques pour le refroidissement et la coupure de l'arc. Disjoncteur ouvert un contact établi une liaison électrique entre le neutre du transformateur et la masse du poste. Disjoncteur fermé, un éclateur limite la montée en potentiel du neutre BT par rapport à la terre des masses à 10 kV. Le disjoncteur est monté à l'intérieur d'un coffret en polyester armé de fibres de verre résistant aux intempéries.

Blocs déclencheurs
Le principe du fonctionnement est dit "IMAGETHERMIQUE". On reproduit dans le bloc le comportement thermique du transformateur au moyen de trois thermistances couplées thermiquement entre elles par une masse métallique. Chaque thermistance, alimentée par un transformateur d'intensité, est parcourue par un courant proportionnel au courant que traverse chaque enroulement du transformateur. Ce qui permet un déséquilibre de charge important entre phases. Le bloc est équipé d'un dispositif indicateur de charge.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

1*) Disjoncteur poteau

	D165 T	D265 T
Conformité	HN 63 5 11	HN 63 5 11
Principe	Image thermique	Image thermique
Blocs associés	3T / 6T	7T
Tension assignée	440V	440V
Courant assigné	165 A	265 A
Pouvoir de coupure et fermeture	4000 A	6400 A
Nombre de pôles	4	4
Nombre de sorties	1 sortie	2 sorties
Section des câbles	25 / 70 mm ²	50 / 150 mm ²
Tenue diélectrique		
- en choc / masse	20 kV	20 kV
- à 50 Hz	10 kV	10 kV
- entre pôles	3 kV	3 kV
Dispositif de commande	Manuel	Manuel
Pose	Sur poteau	Sur poteau
Accessoires	Indicateur De charge	Indicateur De charge

2*) Bloc déclencheur

Câble Transformateur à protéger	3T/6T						7T								
	P=50 KVA U=440V I=72,2A			P=100 KVA U=440V I=144,3A			P=160 KVA U=440V I=231A			P=160 KVA U=440V I=231A					
	Courant dans chaque phase de A		Flage de fermeture du contact		Temps de déclenchement		Courant dans chaque phase de A		Flage de fermeture du contact		Temps de déclenchement				
1	2	3	1	2	3	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi		
Température	20°						20°								
Charge initiale	48	48	48	96	96	96	155	155	155	200	200	200	350	350	
Surcharge triphasée équilibrée	85	85	85	170	170	170	10mn	1h10mn	1h35mn	5mn30s	35mn	55mn	15mn	26mn	1h10mn
	100	100	100	200	200	200	5mn	20mn	25mn	30s	6mn	500	500	500	
Surcharge triphasée déséquilibrée	160	160	160	320	320	320				0,2s	3s	3000	3000	3000	
	950	950	950	1900	1900	1900				0,06s	0,8s	6400	6400	6400	
Surcharge triphasée déséquilibrée	58	58	120	116	116	240	8mn	1h	1h50mn	185	185	400	3mn15s	20mn	32mn
	58	58	160	116	116	320	3mn	10mn	15mn	185	185	500	2mn05s	8mn20s	11mn
Température	-25°						-25°								
	+50°						+50°								
Charge initiale	76	76	76	152	152	152	240	240	240	350	350	350	20s	11mn30s	1h
Surcharge triphasée équilibrée	110	110	110	220	220	220	4mn30s	25mn	1h	420	420	420	15s	4mn30s	14mn
	130	130	130	260	260	260	2mn	8mn	14mn	500	500	500	30s	30s	45mn
Surcharge triphasée déséquilibrée	190	190	190	380	380	380				600	600	600			5mn
	87	87	130	174	174	260	4mn	40mn	2h15mn	280	280	420	40s	11mn	2h15mn
Surcharge triphasée déséquilibrée	87	87	180	174	174	360	10mn	10mn	30mn	280	280	560	20s	3mn40s	13mn
	87	87	240	174	174	480				60mn	280	280	40s	5mn40s	
Température	+50°						+50°								
Charge initiale	25	25	25	50	50	50	80	80	80	231	231	231	10mn30s	1h05mn	1h05mn
Surcharge triphasée équilibrée	70	70	70	140	140	140	12mn	1h30mn	1h30mn	300	300	300	4mn20s	17mn	17mn
	90	90	90	180	180	180	5mn	20mn	20mn	500	500	500	35s	35s	5mn40s
Surcharge triphasée déséquilibrée	48	48	100	96	96	200	8mn	1h	1h	155	155	320	8mn	1h	1h
	48	48	130	96	96	260	3mn40s	15mn	15mn	11s	15s	420	3mn40s	15mn	15mn
Température	+20°						+20°								
Charge initiale	80	80	80	160	160	160				255	255	255			
Charge de Fessal	21	21	21	42	42	42				67	67	67			

Tableau des références

	N° de nomenclature EDF	Référence NOVEXIA
Disjoncteur D 165 T avec bloc 3T/6T et commande mécanique	EDF 69 34 025	1013280
Disjoncteur D 265 T avec bloc 7T et commande mécanique	EDF 69 34 027	1013281
Bloc déclencheur bisalibre 3T/6T	EDF 69 35 235	1003337
Bloc déclencheur 7T	EDF 69 35 254	1003333
Commande mécanique complète	EDF 69 35 085	1013284

novexia

est une société de

SIÈGE SOCIAL ET SERVICE COMMERCIAL FRANCE
Zone portuaire - 210 rue Léon-Joubert - B.P. 446
69656 VILLEFRANCHE-sur-Saône CEDEX - FRANCE
Tél : +33 (0) 4 74 65 61 61 / Fax : +33 (0) 4 74 62 96 57
e-mail : info@novexia-elec.com - Code APE 312 B

EXPORT SALES DEPARTMENT
Tel : +33 (0) 1 47 61 87 52
Fax : +33 (0) 1 47 61 90 15
e-mail : info@novexia-elec.com

Figure 15 : Fiche technique du DHP

Présentée par Oklomi Paule KOUASSI

MASTER II_GEEI

~ 58 ~



Figure 16 : Tableau Urbain Réduit 800 A

Désignation des données techniques garanties	Unités	Spécifications techniques demandées par CI-Energies	Spécifications techniques proposées par le constructeur
Fabricant		Indiquer	ENERGY TRANSFO
Type		Haut de poteau	Haut de poteau
Norme		CEI 60076	CEI 60076
Diélectrique		Indiquer	Huile diélectrique conforme à la norme CEI 60296
Fréquence nominale	Hz	50	50
Puissance nominale	kVA	160	160
Tension primaire assignée	kV	36	36
Tension primaire d'emploi assignée	kV	33	33
Tension secondaire assignée	kV	1,1	1,1
Tension secondaire d'emploi assignée	kV	0,23 / 0,4	0,23 / 0,4
Etendue de réglage de tension	%	Indiquer	2x±2,5
Tension de court-circuit	%	4	4,5
Courant à vide	%	Indiquer	3,9
Couplage		Indiquer	Dyn11
Intensité nominale primaire	A	Indiquer	2,8
Intensité nominale secondaire	A	Indiquer	231
Perte à vide max	W	Indiquer	520
Perte dues à la charge max	W	Indiquer	3350
Valeurs limites pour échauffement de l'huile à la partie supérieure selon la norme NFC 52-100	°C	Indiquer	50
Valeurs limites pour échauffement moyen des enroulements selon la norme NFC 52-100	°C	Indiquer	55
Chute de tension admissible Cos Ø= 1 à 0,8	%	Indiquer	2,17 – 4,08
Niveau de bruit	dB	Indiquer	59
Poids total du transformateur	kg	Indiquer	922
Poids de l'huile	kg	Indiquer	280
Les traverses HTA		Porcelaine	Porcelaine
Niveau d'isolement à 50 Hz en 1 mn	kV	Indiquer	70
Distance entre les traverses (côté primaire / côté secondaire)	mm	Indiquer	290
Niveau d'isolement à 1,2/50 µ s	kV	Indiquer	170
Refroidissement		Indiquer	ONAN
Matériau enroulements (conducteurs / isolement des enroulements)		Indiquer	Cuivre / papier Kraft
Dimensions des transformateurs (plans à ajouter)	mm	Indiquer	1420/800/1380
Avec toutes les sujétions et d'autres accessoires nécessaires		Indiquer	-

Signature du Prestataire:

Signature du fabricant:



Figure 17 : Fiche technique du transformateur H59

Transformateur type cabine 250KVA 33kV/B2

DESIGNATION	UNITE	VALEURS GARANTIES
Norme de référence	-	CEI 60076-1
Puissance	kVA	250
Type de transformateur	-	ONAN
Type d'installation	-	Intérieure
Fréquence	Hz	50
Température ambiante	°C	50
Réglage de la moyenne tension	%	±2,5 - ±5
Nombre de positions du commutateur MT	-	5
Tension primaire	V	33000
Tension Secondaire à vide	V	400
Courant nominal primaire	A	4,37
Courant nominal secondaire	A	360
Couplage	-	Dyn11
Tension de court-circuit	%	4,5
Pertes à vide	W	780
Pertes en charge à 75°C	W	4250
Echauffement de l'huile	°C	50
Masse d'huile	Kg	300
Masse totale	Kg	1200
Longueur	mm	1270
Largeur	mm	890
Hauteur	mm	1410
Entraxe	mm	670
Nature des enroulements HTA/BT	-	Alu

N.B : Les dimensions et les masses sont données à titre indicatif.

Figure 18 : Fiche technique du transformateur H61



Parafoudre 36kV - 1150mm

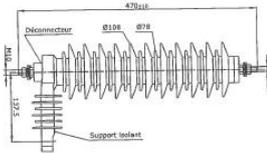
Fiche Technique



Marque	Référence	Caractéristiques mécaniques		
		Longueur / Pas (mm)	Ligne de fuite (mm)	Poids net approximatif (avec fermes de montage) (Kg)
MAX	O11662	470 ±10	1150	4,85

Caractéristiques électriques					
Fréquence (Hz)	Tension assignée (kV)	Tension de régime permanent U _c (kV)	Tension de tenue aux chocs de foudre (kV)	Tension de tenue à fréquence industrielle (kV)	Tension résiduelle maximale à I _n (B/20 μs) (kV)
50	36	29	170	70	110

Tenue au court-circuit (0,2 sec) (kA)	Courant Nominal de décharge I _n (kA)	Courant de grande amplitude (kA)	Courant de longue durée (2000 μs) (A)	Capacité énergétique en onde (kJ/NV de U _c)
20	10	100	300	3,5



Specifications Techniques

- Standard : IEC 60099-4
- Type : ZnO
- Execution : Tropicalisé.
- Accessoires :
 - Ferrure pour montage verticale ou horizontal.
 - Support Isolant.

Figure 19 : Fiche technique du parafoudre



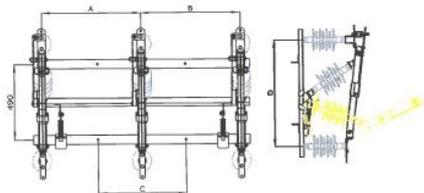
Interrupteur Aérien à Commande manuelle (IACM) 36kv/50A

Fiche Technique



Désignation	Caractéristiques mécaniques					Poids approximatif (sans chaînes à commande) (Kg)
	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	Ligne de fuite (isolateur HTV) (mm)	
MAXIACM 36kV/50A Référence	800 ±5	800 ±5	780 ±10	740 ±10	1020	78

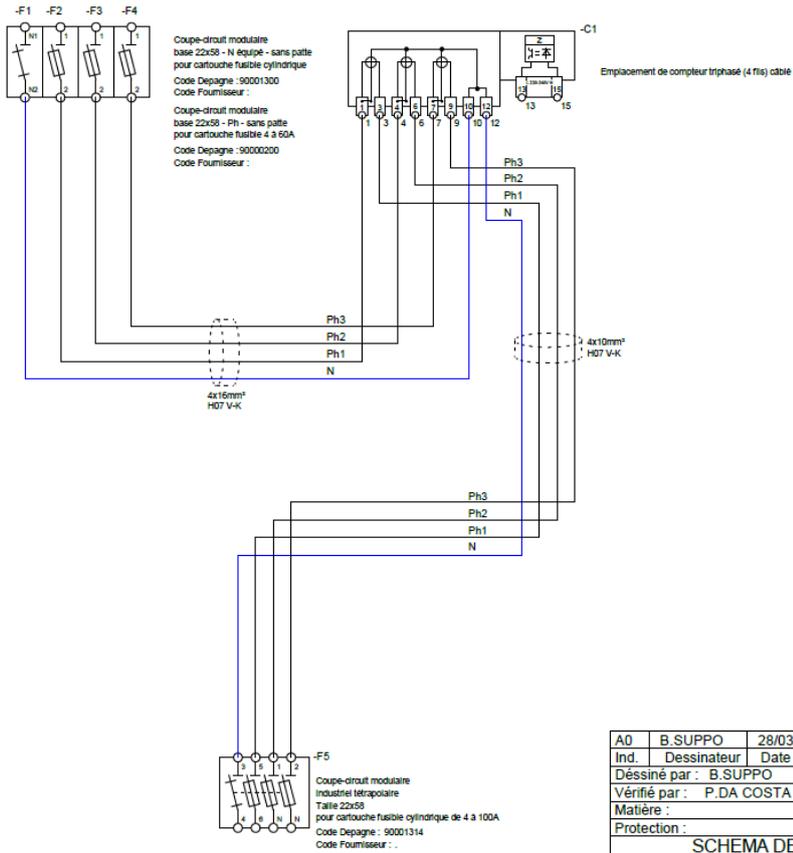
Caractéristiques électriques						
Courant assigné en service continu (A)	Pouvoir de coupure assigné (A)	Courant assigné de courte durée admissible (kA) (1s)	Pouvoir de fermeture assigné sur court circuit (kA)	Tension assignée (kV)	Tension de tenue au chocs de foudre à sec (kV)	Fréquence (Hz)
400	50	12,5	31,5	36	170	50



Specifications Techniques

- Norme de référence : ISO 1461 / CEI 2271-1 / CEI 62271-103 / ST D60-L60
- Chassis : En acier galvanisé à chaud.
- Châssis supports : En acier galvanisé à chaud.
- Commande manuelle :
 - Tringlerie.
 - Poignet isolante.

Figure 20 : Fiche technique de l'IACM



A0	B.SUPPO	28/03/2024	Création.
Ind.	Dessinateur	Date	Résumé de la modification
Déssiné par :	B.SUPPO	Date :	28/03/2024
Vérifié par :	P.DA COSTA	Echelle :	1:1
Matière :		Tol. gen :	
Protection :			
SCHEMA DE CABLAGE Coffret S19			
Client :		Tel :	+33 4 76 42 14 04
Commande : N° .		Fax :	+33 4 76 42 09 64
F.T. : 24837-01		www.depagne.fr	N°: 24837-01
Ce plan est la propriété des établissements DEPAGNE. Il ne peut pas être reproduit ou communiqué sans leur autorisation			Indice : A0

Figure 21 : Schéma de câblage issu de la fiche technique du coffret EP



Figure 22 : Compteur EP

ANNEXES 2 : PLAN D'EXECUTION DU RESEAU BT, HT ET RESEAU EXISTANT



Figure 23 : Plan d'exécution du réseau HTA



Figure 24 : plan du réseau existant



Figure 25 : Poteau bois

ANNEXES 3 : CARACTERISTIQUES DES CABLES ET ACCESSOIRES DE RACCORDEMENT



Spécification de câble Conducteur nu en alliage d'aluminium 54.6 mm²
Couche extérieur graissée
Code Produit: AGS 54.6

CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES	
Section nominale du conducteur (mm ²)	54.6 +/- 1.5%
Nombre de fils en alliage d'aluminium	7
Diamètre nominal des fil en alliage d'aluminium (mm)	3.15 +/- 0.03
Diamètre extérieur du câble (mm)	9.45 +/- 1%

CARACTERISTIQUES MECANIQUES ET ELECTRIQUES	
Masse linéique du câble dégraissée (Kg/Km)	149 +/- 2%
Masse linéique de la graisse (Kg/Km)	7.5 +/- 20%
Charge de rupture (daN) minimum	1775
Résistance électrique à 20°C (Ohm/Km) maximum	0.603
** Module d'élasticité (daN/mm ²)	6200
** Coefficient de dilatation des câbles (1/°C)	23 * 10 ⁻⁶
** Intensité admissible 55°C (A)	190

NORMES DE REFERENCE

CEI 61089 : Conducteurs pour lignes aériennes à brins circulaires, câbles en couches concentriques
NF EN 50182 : Conducteurs à brins circulaires, câblés en couches concentriques

Figure 26 : Fiche technique de l'almelec 54,6mm²

FICHE TECHNIQUE



Désignation : Câble basse tension en Alu THS 3x150+P70+1x16 mm²
Standard : NF C 33-209 et NM 06.03.068
Référence Imacab : TRAC15012

Phase en Aluminium de section 150mm² / Classe 2

Tension maximale de service ≈: 1,2 KV
Tension nominale de service ≈: 0,6/1 KV

Marquage en creux :
Sur phase : Chiffres 1 ou 2 ou 3
Éclairage : EP1
Sur Neutre : NF C 33-209 INGELEC N° Usine 1394

Description du câble :



V1/052022

Figure 27 : Fiche technique du PRC 3× 150+1×70+1× 16mm²

FICHE TECHNIQUE



Désignation : Câble basse tension en Alu THS 3x70+P54.6+1x16 mm²
Standard : NF C 33-209 et NM 06.03.068
Référence Imacab : TRAC7011

Phase en Aluminium de section 70mm² / Classe 2

Tension maximale de service ≈: 1,2 KV
Tension nominale de service ≈: 0,6/1 KV

Marquage en creux :
Sur phase : Chiffres 1 ou 2 ou 3
Éclairage : EP1
Sur Neutre : NF C 33-209 INGELEC N° Usine 1394

Description du câble :



V1/052022

Figure 28 :
Fiche technique du câble PRC 70+1×54,6+1× 16mm

Spécification de Produit

Câble basse tension en Alu THS 3x150+P70+1x16 mm²

Article	Valeur	Unité
Section en aluminium classe 2	150	mm ²
Nombre de brins en aluminium	19	N
Diamètre d'âme mini./nom./maxi	13.9 / 14.2 / 15.0	mm
Épaisseur isolation en XLPE mini./ moy.	1.6 / 1.8	mm
Diamètre sur isolation mini. / max.	17.3 / 17.7	mm
Résistance électrique maxi en Cc 20°C	0.206	Ohm/km
Neutre Porteur en Almelec section 70mm²		
Diamètre sur âme mini./moy./maxi.	10.0 / 10.2 / 10.2	mm
Épaisseur isolation en XLPE mini./ moy.	1.45 / 1.6	mm
Diamètre sur isolation mini. / max.	12.9 / 13.4	mm
Résistance électrique maxi en Cc 20°C	0.50	Ohm/km
Charge de rupture	2090	daN
Éclairage publique EP 16mm² en Al.		
Diamètre sur âme mini./moy./maxi.	4.6 / 4.65 / 5.1	mm
Épaisseur isolation en XLPE mini./ moy.	1.0 / 1.3	Kg/Km
Diamètre sur isolation mini. / moy.	7.0 / 7.2	mm
Résistance électrique maxi en Cc 20°C	1.91	Ohm/km

Caractéristique du câble		
Diamètre sur câble	41	mm
Masse approx. Du câble	1740	Kg/km
Intensité admissible par phase à 30°C	344	Ampere

Spécification du Produit

Câble basse tension en Alu THS 3x70+P54.6+1x16 mm²

Article	Valeur	Unité
Section en aluminium classe 2	70	mm ²
Nombre de brins en aluminium	12	N
Diamètre d'âme mini./nom./maxi	9.7 / 9.75 / 10.2	mm
Épaisseur isolation en XLPE mini./ moy.	1.6 / 1.9	mm
Diamètre sur isolation mini./ max.	13.3 / 13.6 / 14.2	mm
Résistance électrique maxi en Cc 20°C	0.443	Ohm/km
Charge de rupture	1270	daN
Neutre Porteur en Almelec section 54.6mm²		
Diamètre sur âme mini./moy./maxi.	9.2 / 9.3 / 9.6	mm
Épaisseur isolation en XLPE mini./ moy.	1.5 / 1.7	mm
Diamètre sur isolation mini./ max.	12.3 / 12.7 / 13	mm
Résistance électrique maxi en Cc 20°C	0.630	Ohm/km
Charge de rupture	1700	daN
Éclairage publique EP 16mm² en Al.		
Diamètre sur âme mini./moy./maxi.	4.6 / 4.7 / 5.1	mm
Épaisseur isolation en XLPE mini./ moy.	1.1 / 1.3	Kg/Km
Diamètre sur isolation mini. / moy.	7.0 / 7.3 / 7.8	mm
Résistance électrique maxi en Cc 20°C	1.91	Ohm/Km
Charge de rupture	220	daN

Caractéristique du câble		
Diamètre sur câble	32	mm
Masse approx. du câble	1021	Kg/km
Intensité admissible par phase à 30°C	213	Ampères

Fiche Technique

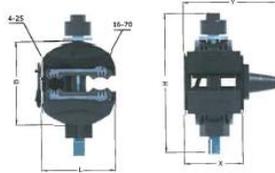


Connecteurs à perforation d'isolant CPB 70



Référence	Caractéristiques dimensionnelles				
	B (mm)	H (mm)	L (mm)	X (mm)	Y (mm)
OI4621	50	98	50,7	41	67,5

Désignation	Référence Norme	Conducteur		Lame de contact	Couple de serrage (N.m)	Poids net approximatif (g)
		Principal (mm ²)	Dérivée (mm ²)			
INESMAX CPB 70	CBS/CT 70	16-70	4-25	Al	14	190,5



Spécifications Techniques

Norme de référence : NF C33-020
Les connecteurs à perforation d'isolant dit «htV» permettent la connexion de câbles isolés torsadés basse tension.
Corps : En polyamide renforcé en fibre de verre.
Corps du connecteur restant naturellement ouvert grâce à un joint élastique, facilitant la mise en œuvre
Visserie hors potentiel : En acier protégé contre la corrosion.
Machoirs : En élastomère surinjecté pour assurer l'étanchéité.
Capuchons : Permettant d'assurer l'étanchéité en cas de déconnexion des câbles de dérivation se monte indifféremment à gauche ou à droite.
Contrôle de serrage des contacts à perforation : Par tête fusible 13 mm.

Figure 29 : Fiche technique des connecteur 70

Fiche Technique

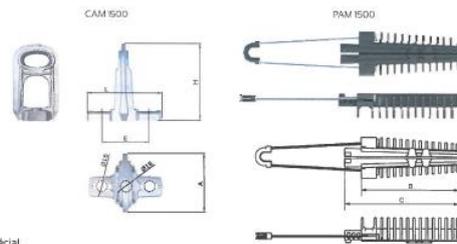


Ensemble d'Ancre Double EAD 1500



Référence	Caractéristiques dimensionnelles					
	CAM 1500			PAM 1500		
15502	A (mm)	E (mm)	H (mm)	L (mm)	B (mm)	C (mm)
	72	70	114	110	206	241

Section neutre porteur (mm ²)	Charge de rupture (daN)	Désignation	Poids net approximatif (g)
54,6	70	1500	1140



Spécifications Techniques

Norme de référence : NF C33-041 / ST D02-D20
PAM 1500 :
Câble torsadé : En acier inoxydable.
Serre câble : En matière thermoplastique (polyamide chargé).
Corps de la pince : en matière thermoplastique (polyamide chargé).
Capacité : prise du neutre porteur de section 54,6 mm² ou 70 mm².
 Pour les zones à fortes pollutions, le câble est en acier inoxydable spécial.
CAM 1500 :
Corps : En alliage d'aluminium.
Fixation : Soit par un boulon de diamètre 14mm ou 16 mm, avec rondelle adaptée pour le boulon de diamètre 14 mm ; soit par l'intermédiaire de deux feuillets de largeur 20 mm et d'épaisseur maximale 1mm.



Siège social : Bd. Chetchoouini km 11,5
 Ah sebo - Casablanca - Maroc

Usine & Direction commerciale : Lattasanton Banam, la Graissius, N° 35-36 - Sid Bemoussi - Casablanca - Maroc
 Tél : +212 5 22 34 45 10 / 67 22 30 - Fax : +212 5 22 35 33 99 / 66 67 67 - Email : marketing@ines.ma

www.ines-max.com

Figure 30 : Fiche technique d'un ensemble d'ancrage double

Fiche Technique

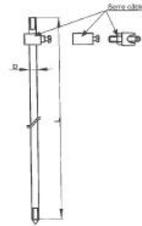
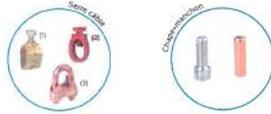


Piquet de Terre Cuivré



Référence	Caractéristiques dimensionnelles		Caractéristiques mécaniques	
	D (mm)	L (mm)	Filetage	Poids piquet (en approximatif) (kg)
DI4093	14	1200	Oui	1400
DI4142	14	2000	Oui	2400
DI4090	16	1500	Oui	2400

* Manchon et chape sont utilisés pour l'enfoncement du piquet DI4090. Autres dimensions sur commande.



Spécifications Techniques

- Piquet : En Acier cuivré.
- Épaisseur Couche de cuivre : 30 / 50 µm.
- Serre câble 1 : En Laiton.
- Serre câble 2 : En acier cuivré.
- Serre câble 3 : En acier cuivré.
- Manchon : En Laiton cuivré.
- Chape d'enfoncement pour piquet : En Acier électrozingué.



Siège social : Bd. Cheikhouni km 11,5
Ain Sobah - Casablanca - Maroc

Usine & Direction commerciale : Lotissement Bonom, la Geographie N° 35-36 - Bd. Bernouzi - Casablanca - Maroc
Tél : +212 5 22 34 48 19 / 47 22 30 - Fax : +212 5 22 35 33 99 / 66 67 67 - Email : marketing@ines.ma

www.ines-max.com

F2EVOIUB | version 1/18

Figure 31 : Fiche technique des piquets de terre

FICHE TECHNIQUE



Spécification de câble de cuivre nu état écroui 29.2 mm² pour descente de terre
Référence Imacab: CUC 29.2
Normes de référence: NM 06.3.096 / C 34-110-3

Section (mm ²)	29.2
Composition, nombre de fil	1+6+12
Diamètre nominal des fils (mm)	1.40
Tolérance diamètre du fil (%)	± 1
Nombre de fils	19
Diamètre nominal (mm)	7.0
Tolérance diamètre	± 0.1 mm
Sens de câblage	S
Longueur nominale du pas (mm)	100
Rapport de câblage	10 à 14
Masse approximative (Kg/Km) +/- 2%	258
Résistance linéique maxi. 20°C Ohm/Km	0.63

Lignes aériennes pour le transport ou distribution d'énergie
Utilisé aussi la mise à la terre

Rayon de courbure mini
 = 15 x diamètre extérieur (posé)
 = 30 x diamètre extérieur (en cours de pose)

V1/052022

Figure 32 : fiche technique du conducteur de cuivre

VINCI ENERGIE		FICHE TECHNIQUE
		F.T. N° PBA 033
FOURNISSEUR NOM :	DATE : 17/10/2023 REFERENCE DESCRIPTIF	
ADRESSE : 01 BP 902 ABIDJAN 01 TEL: +225 21 35 52 71 FAX : +225 21 35 82 27	NORME FRANCAISE NF C 67-200 Décembre 1981 POTEAUX EN BETON ARME	
DESCRIPTIONS & CARACTERISTIQUES POTEAU ELECTRIQUE 12 - 1250 A Poteau fabriqué par vibration du béton dans un coffrage métallique. Démoulage après 24 heures de durcissement. CLASSE DE RESISTANCE : A Effort Nominal : 1250 daN Facteur de résistance transversale : 0,30 Charge de rupture : 2625 daN Dimensions: Hauteur : 12 mètres Section en Tête : 246 mm x 173 mm Section à la base : 510 mm x 305 mm Poids du poteau : 2035 kg Béton dosé à 400 Kg / m³ FC28 = 35 MPa Ciment CPA ou Ciment CHF Gravier 5/15 et 15/25 de granit Sable lavé de lagune Fer à béton FeE 500 : 216,6 kg Ferrailage : Barres HA 20mm Cadres en Dx 5,5 mm		
		 Quantité : XXXX UNITE
FOURNISSEUR 	VINCI ENERGIE	CONTRÔLEUR

Figure 33 : Fiche technique d'un PBA

ANNEXE 4 : PLANNING DU PROJET



**ÉTUDE ET RÉALISATION DE L'EXTENSION DU RÉSEAU HTA/BT/EP DANS LA RÉGION
DU HAMBOL /COTE D'IVOIRE : CAS DE LA VILLE DE FOUMBOLO**



PLANNING DES TRAVAUX : FOUMBOLO

					AVRIL			MAI			JUN			JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE			OCTOBRE			NOVEMBRE			DECEMBRE			JAN								
					S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Projet : 63 localités																																								
TACHE	ATTRIBUE A	AVANCEMENT %	DATE DE DEBUT	DATE DE FIN																																				
Projet 63 localités zone Dabakala		100%	01/04/2024	07/01/2025																																				
Etude		100%	01/04/2024	07/07/2024																																				
Etude mécanique	Bureau d'études	100%	01/04/2024	03/07/2024																																				
Piquetage	Equipe VECI	100%	01/06/2024	30/06/2024																																				
Réception CI ENERGIES	Contrôle VECI/ Contrôle client	100%	15/05/2024	07/07/2024																																				
Approvisionnement		100%	15/05/2024	31/09/2024																																				
PBA	Logistique	100%	15/05/2024	15/09/2024																																				
Câble	Logistique	100%	01/08/2024	31/08/2024																																				
Poste préfabriqué	Logistique	100%	01/08/2024	30/09/2024																																				
Accessoires	Logistique	100%	15/07/2024	15/09/2024																																				
Réception CI ENERGIES	Contrôle VECI/ Contrôle client	100%	23/06/2024	30/09/2024																																				
Travaux : BTA/HTA aérien		100%	12/07/2024	07/12/2024																																				
Fouille	Techniciens Sous traitant	100%	12/07/2024	15/09/2024																																				
Réception CI ENERGIES	Contrôle VECI/ Contrôle client	100%	01/08/2024	23/09/2024																																				
Implantation PBA	Techniciens Sous traitant	100%	01/08/2024	15/11/2024																																				
Réception CI ENERGIES	Contrôle VECI/ Contrôle client	100%	15/08/2024	23/11/2024																																				
Deroulage	Techniciens Sous traitant	100%	01/09/2024	30/11/2024																																				
Réception CI ENERGIES	Contrôle VECI/ Contrôle client	100%	15/10/2024	07/12/2024																																				

ANNEXE 5 : NOTE DE CALCUL

Tableau22:Bilan de puissance

NOTE DE CALCUL DU CHOIX D'UN TRANSFORMATEUR								
Choix actuelle du transformateur pour ce projet								
Désignations	Nombre d'infrastructure	Puissance Unitaire en (KVA)	Puissance Totale en (KVA)	Coefficient de simultanéité	Puissance Actuelle (KVA)	Coefficient de l'extension du réseau sur 5 ans	Puissance Finale (KVA)	Transformateur recommandé
Habitations	323	1,15	371,45	0,4	160,46	1,16	186,02	250 KVA
Ecoles primaires	1	6,6	6,6					
Lycees et collèges	2	6,6	13,2					
Centre de santé	0	6,6	0					
Batiments administratifs (Mairie, préfecture, sous-préfecture, comissariat... etc)	1	6,6	6,6					
Espace vert	0	2,2	0					
Lieu de culte	1	3,3	3,3					
Eclairage Led	268	0,08	21,44	1	21,44		21,44	
Total		33,13	422,59	1,4	181,9		207,46	

NOTE DE CALCUL DU CHOIX D'UN TRANSFORMATEUR								
Choix actuelle du transformateur pour ce projet								
Désignations	Nombre d'infrastructure	Puissance Unitaire en (KVA)	Puissance Totale en (KVA)	Coefficient de simultanéité	Puissance Actuelle (KVA)	Coefficient de l'extension du réseau sur 5 ans	Puissance Finale (KVA)	Transformateur recommandé
Habitations	84	1,15	96,6	0,4	49,2	1,16	57,04	100 KVA
Ecoles primaires	1	6,6	6,6					
Lycees et collèges	1	6,6	6,6					
Centre de santé	1	6,6	6,6					
Batiments administratifs (Mairie, préfecture, sous-préfecture, commissariat... etc)	0	6,6	0					
Espace vert	3	2,2	6,6					
Lieu de culte	0	3,3	0	1	10	10		
Eclairage Led	125	0,08	10					
Total		33,13	133	1,4	59,2		67,04	

NOTE DE CALCUL DU CHOIX D'UN TRANSFORMATEUR								
Choix actuelle du transformateur pour ce projet								
Désignations	Nombre d'infrastructure	Puissance Unitaire en (KVA)	Puissance Totale en (KVA)	Coefficient de simultanéité	Puissance Actuelle (KVA)	Coefficient de l'extension du réseau sur 5 ans	Puissance Finale (KVA)	Transformateur recommandé
Habitations	265	1,15	304,75	0,4	125,42	1,16	145,40	160 KVA
Ecoles primaires	0	6,6	0					
Lycees et collèges	1	6,6	6,6					
Centre de santé	0	6,6	0					
Bâtiments administratifs (Mairie, préfecture, sous-préfecture, comissariat... etc)	0	6,6	0					
Espace vert	1	2,2	2,2					
Lieu de culte	0	3,3	0	1	13,36	13,36		
Eclairage Led	167	0,08	13,36					
Total		33,13	326,91	1,4	138,78		158,76	

NOTE DE CALCUL DU CHOIX D'UN TRANSFORMATEUR								
Choix actuelle du transformateur pour ce projet								
Désignations	Nombre d'infrastructure	Puissance Unitaire en (KVA)	Puissance Totale en (KVA)	Coefficient de simultanéité	Puissance Actuelle (KVA)	Coefficient de l'extension du réseau sur 5 ans	Puissance Finale (KVA)	Transformateur recommandé
Habitations	142	1,15	163,3	0,4	79,4	1,16	92,05	160 KVA
Ecoles primaires	1	6,6	6,6					
Lycees et collèges	1	6,6	6,6					
Centre de santé	0	6,6	0					
Batiments administratifs (Mairie, préfecture, sous-préfecture, commissariat... etc)	0	6,6	0					
Espace vert	7	2,2	15,4					
Lieu de culte	2	3,3	6,6	1	16,56	16,56		
Eclairage Led	207	0,08	16,56					
Total		33,13	215,06	1,4	95,96		108,61	



*ÉTUDE ET RÉALISATION DE L'EXTENSION DU RÉSEAU HTA/BT/EP DANS LA RÉGION
D'IVOIRE : CAS DE LA VILLE DE FOUMBOLO*



DU HAMBOL /COTE

