



 **CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT
POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU
PROJET SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC
GRADE DE MASTER
SPECIALITE GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE**

**Présenté et soutenu publiquement le 16/07/25 par
DRABO Alim Sheiban Lorcendi (20200401)**

Encadrant 2iE : Ing. Ahmed ZONGO, enseignant en Génie Electrique, Froid et Climatisation

Maître de stage : Ing. Wendmi Apollinaire KAGAMBEGA, chargé d'étude en réseaux électriques à TECMON ENERGY

TECMON ENERGY

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Pr. Yrébégnan Moussa SORO

Membres et correcteurs : Ing. Justin BASSOLE

Ing. Delbon NTUMBA

Promotion M2 [2024/2025]

RESUME

Ce mémoire de fin d'études présente une analyse détaillée portant sur la **conception et le dimensionnement d'un réseau électrique HTA/BT** destiné à l'électrification d'un espace communautaire en plein développement dans la commune rurale de Saaba, dans le cadre du projet SOYAF, soumis à appel d'offres par la SONABEL.

S'appuyant sur une analyse des besoins énergétiques de la zone (habitations, infrastructures publiques, commerces et complexe scolaire), l'étude a permis d'établir une puissance totale de **678,65 kW** respectivement **444,9 kW** pour les différentes infrastructures en dehors du complexe scolaire et **233,75 kW** pour le complexe scolaire. Le réseau HTA de 2,9 km à 15 kV, conçu avec des conducteurs Almelec de 54,6 mm², est complété par un réseau BT de plus de 6 km de câblage en 3 x 70+54,6+16 mm² et aussi en 3 x 35+54,6+16 mm², dimensionné et choisi en fonctions des différentes charges, les normes et également les prescriptions de la SONABEL.

Les **calculs électriques** incluent notamment le dimensionnement des sections de câbles, la vérification de la chute de tension (valeur maximale de $0,577 < 5\%$ en HTA, $5,94 < 7\%$ en BT suivant la norme NF C 11-201) et l'évaluation des courants de court-circuit pour garantir la tenue thermique des conducteurs. L'**étude mécanique**, appuyée par le logiciel CAMELIA, traite des efforts sur les supports, des flèches admissibles, de l'écartement des conducteurs, et du retournement des chaînes isolantes, assurant la stabilité de la ligne dans les conditions climatiques locales.

Un **modèle 3D** complet du réseau a été réalisé sur AutoCAD, facilitant la visualisation du tracé, des angles, du passage des lignes et de l'implantation des supports. Une notice d'impact environnemental et social a été réalisé afin d'inscrire le projet dans une démarche de développement durable. Le projet s'évalue à un coût global de **189 196 893 FCFA**.

Mots-clés :

-
1. Réseaux électriques HTA/BT
 2. Projet SOYAF
 3. Dimensionnement électrique et mécanique
 4. Electrification rurale
 5. Développement durable

ABSTRACT

This end-of-studies thesis presents a detailed analysis of the **design and sizing of an HV/LV electricity network** intended for the electrification of a rapidly developing community space in the rural municipality of Saaba, as part of the SOYAF project, submitted to a call for tenders by SONABEL.

Based on an analysis of the energy needs of the area (housing, public infrastructure, shops and school complex), the study established a total power of **678.65 kW**, **444.9 kW** for the various infrastructures outside the school complex and **233.75 kW** respectively for the school complex. The 2.9 km HVA network at 15 kV, designed with 54.6 mm² Almelec conductors, is completed by a LV network of more than 6 km of cabling in 3 x 70+54.6+16 mm² and also in 3 x 35+54.6+16 mm², sized and chosen according to the different loads, the standards and also the prescriptions of SONABEL.

Electrical calculations include the sizing of cable sections, the verification of the voltage drop (maximum value of $0.577 < 5\%$ in HV, $5.94 < 7\%$ in LV according to the NF C 11-201 standard) and the evaluation of short-circuit currents to guarantee the thermal resistance of the conductors. The **mechanical study**, supported by the CAMELIA software, deals with the forces on the supports, the permissible deflections, the spacing of the conductors, and the turning of the insulating chains, ensuring the stability of the line in the local climatic conditions.

A complete **3D model** of the network was produced on AutoCAD, facilitating the visualization of the route, angles, line crossings and support layout. An environmental and social impact notice has been produced in order to make the project part of a sustainable development approach. The project is estimated at a total cost of **189,196,893 CFA francs**.

Keywords:

-
1. HV/LV electrical networks
 2. SOYAF project
 3. Electrical and mechanical dimensioning
 4. Rural electrification
 5. Sustainable development

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à toute la famille DRABO et COULIBALY.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude au Professeur EL Hadji Bamba DIAW, directeur général de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), pour avoir mis en place un cadre de formation d'excellence en ingénierie, favorisant l'épanouissement intellectuel, technique et professionnel des étudiants.

Mes remerciements s'adressent également à l'ensemble du corps professoral, aux membres de l'administration, ainsi qu'à toute l'équipe pédagogique de 2iE. Grâce à l'encadrement et aux ressources mises à disposition, j'ai pu acquérir des compétences techniques et méthodologiques essentielles à la production de ce travail.

Je souhaite adresser mes sincères remerciements à mon encadrant interne à 2iE, Monsieur Ahmed ZONGO, pour son précieux accompagnement, sa disponibilité et ses conseils au cours de l'élaboration de ce mémoire. Ses orientations ont été déterminantes pour mener à bien cette étude.

Mes remerciements vont également à Monsieur François SODJI, président directeur général ainsi qu'à toute l'équipe de TECMON ENERGY de m'avoir accueilli et intégré dans un cadre professionnel stimulant. Cette immersion a été une opportunité d'appliquer mes connaissances théoriques sur des cas concrets, tout en découvrant les réalités du terrain.

Une pensée particulière à mon maître de stage, Monsieur Apollinaire KAGAMBEGA, pour son encadrement bienveillant, sa disponibilité et le partage d'expérience dont j'ai bénéficié. Son expertise m'a guidé dans la conception et le dimensionnement du réseau électrique.

Enfin, j'exprime ma reconnaissance à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire et qui m'ont soutenu dans cette aventure académique et professionnelle.

Merci à tous.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Situation géographique de la commune rurale de Saaba	4
Figure 2: Situation géographique du projet SOYAF	5
Figure 3: Typologie des réseaux électriques	9
Figure 4: Ossature d'une ligne principale et d'une ligne secondaire [1].	10
Figure 5: Conducteur nu	11
Figure 6: Conducteurs isolés	11
Figure 7: chaîne de suspension	11
Figure 8: illustration des fonctions des supports	13
Figure 9: Nomenclature des armements [1].	14
Figure 10: Représentation des tronçons	23
Figure 11: Illustration de la flèche [5].	26
Figure 12: Illustration d'un canton de pose [5].	27
Figure 13: Illustration d'une garde hors-sol [1].	27
Figure 14: Illustration du paramètre P [5].	27
Figure 15: Illustration de l'angle d'orientation [1].	28
Figure 16: Efforts exercés sur supports d'alignement [1].	29
Figure 17: Efforts exercés sur supports d'arrêt [1].	30
Figure 18: Efforts exercés sur supports d'angle [1].	31
Figure 19: Interface hypothèses CAMELIA	35
Figure 20: Interface saisie des données CAMELIA	36
Figure 21: Interface saisie des données des cantons CAMELIA	36
Figure 22: Résultats CAMELIA des écartements	37
Figure 23: Résultats CAMELIA des retournements de chaînes	37
Figure 24: Résultats CAMELIA du calcul des inclinaisons des chaînes	38
Figure 25: Plan de distribution BT	39
Figure 26: Vue en 3D de l'ensemble du réseau	54
Figure 27: Vue en 3D des angles du réseau	54
Figure 28: Vue en 3D du passage des lignes	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Classification des niveaux de tension en fonction de la nature du courant.....	7
Tableau 2: Bilan des besoins électriques du lot 1 considéré	16
Tableau 3: Bilan des besoins électriques du lot 2 considéré	17
Tableau 4: Tableau pour choix de la section des câbles HTA	20
Tableau 5: Tableau pour choix du facteur relatif au conducteur.....	21
Tableau 6: Courant maximal obtenu en fonction du temps de tenue	21
Tableau 7: Valeur de résistance et réactance obtenue.....	23
Tableau 8: Vérification de la chute de tension en fonction des différents tronçons (théorique)	24
Tableau 9: Vérification de la chute de tension (DISTELEC)	24
Tableau 10: Calcul des profondeurs d'implantation en fonction des efforts	33
Tableau 11: Hypothèses de calcul de l'inclinaison et du retournement.....	34
Tableau 12: Présentation des calculs de la chute de tension du premier lot	39
Tableau 13: Présentation des calculs de la chute de tension du deuxième lot	40
Tableau 14: Cantons retenus pour les calculs	41
Tableau 15: Les portées du troisième canton	44
Tableau 16: Tableau de comparaison entre l'étude manuelle et CAMELIA des aspects mécaniques de la ligne	51
Tableau 17: Tableau récapitulatif du coût du projet	56
Tableau 18: Notice d'impact environnemental.....	57

LISTES DES ABREVIATIONS

- BT : Basse Tension
- daN : Décanewton
- DAO : Dessin assisté par ordinateur
- DAO : Dossier d'appel d'offres
- CAO : Conception Assistée par Ordinateur
- HTA : Haute Tension catégorie A
- IACM : Interrupteur aérien à commande manuelle
- km : kilomètre
- kVA : kilovolt-ampère
- kW : kilowatt
- MT : Moyenne tension
- MVA : Méga-volt-ampère
- MW : Mégawatt
- NIES : Notice d'impact environnemental et social
- Pa : pascal
- P_1 : Demande énergétique à l'an 1 du projet
- P_2 : Charge du complexe scolaire
- P' : la population initiale à la période considérée
- P'' : la population finale à la période considérée
- SONABEL : Société Nationale d'Electricité du Burkina Faso
- SOYAF : Société Yaméogo et Frères
- TACM : Temps Annuel de Croissance Moyen
- 2iE : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

Table des matières

RESUME	i
ABSTRACT.....	ii
DEDICACES	iii
REMERCIEMENTS	iv
LISTE DES FIGURES	v
LISTES DES ABREVIATIONS	vii
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET	2
1. Présentation de l'entreprise.....	2
2. Présentation du projet SOYAF	3
2.1. Contexte et justification du projet.....	3
2.2. Objectifs du projet SOYAF.....	5
3. Description technique du projet.....	5
4. Parties prenantes	6
CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR LES RESEAUX ELECTRIQUES	7
1. Classification des réseaux électriques.....	7
1.1. Classification suivant le niveau de tension.....	7
1.2. Classification suivant la fonction du réseau	7
1.3. Classification suivant la topologie des réseaux électriques	8
1.4. Classification selon la nature du courant.....	9
2. Généralités sur les lignes électriques	9
2.1. Les lignes aériennes principales.....	9
2.2. Les lignes aériennes secondaires.....	10
3. Généralités sur les conducteurs	10
4. Les isolateurs des lignes aériennes	11
5. Les supports	12

5.1.	Les fonctions des supports.....	12
5.2.	Caractéristiques des supports en béton	13
6.	Les armements.....	13
6.1.	Les nappes pour les lignes HTA suspendus.....	13
6.2.	Les armements hta pour les lignes rigides	14
CHAPITRE 3 : ETUDE DU RESEAU HAUTE TENSION (HTA).....		15
1.	Etude électrique.....	15
1.1.	Méthodologie d'étude du réseau haute tension (HTA).....	15
1.2.	Calcul et choix de la section du câble HTA	17
1.3.	Evaluation de la résistance au courant de court-circuit	21
1.4.	Vérification des chutes de tension.....	23
2.	Etude mécanique	25
2.1.	Définitions.....	26
2.2.	Efforts sur les supports.....	28
2.3.	Efforts sur les armements des supports	31
2.4.	Profondeur et fondations pour implantation des supports	33
2.5.	Calcul des retournements, inclinaison de chaînes.....	34
3.	Présentation du logiciel CAMELIA.....	35
3.1.	Interface des hypothèses.....	35
3.2.	Interface de saisie des données.....	36
3.3.	Interface saisie des données des cantons	36
3.4.	Présentations des résultats	37
CHAPITRE 4 : ETUDE DU RESEAU BASSE TENSION (BT).....		39
1.	Présentation du plan	39
2.	Présentation des besoins énergétiques de la localité	40
3.	Calcul et vérification des sections des câbles et chute de tension pour le réseau BT	40
CHAPITRE 5 : PRESENTATION DES RESULTATS ET DU MODEL 3D DE LA LIGNE		41

1. Présentation des résultats	41
1.1. Limite des cantons.....	41
1.2. Efforts s'exerçant sur les supports	41
1.3. Flèches et garde hors-sol	41
1.4. Les efforts sur les armements	41
2. Présentation des résultats	42
2.1. Application numérique des calculs mécaniques	42
3. Présentation du model 3D de la ligne	53
3.1. Présentation du logiciel AutoCad	53
3.2. Présentation du modèle 3D	53
CHAPITRE 6 : ESTIMATION FINANCIERE ET NOTICE D'IMPACT	
ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL.....	56
1. Estimation financière du projet	56
2. Notice d'impact environnemental et social	56
CONCLUSION GENERALE	59
BIBLIOGRAPHIE.....	60
WEBOGRAPHIE	60
ANNEXES	61

INTRODUCTION GENERALE

La disponibilité de l'énergie constitue un facteur essentiel du développement tant au plan économique que social. De façon particulière dans les zones rurales, son absence ralentit l'évolution des secteurs essentiels tels que l'éducation, la santé et les activités productives. Dans plusieurs régions, le déficit énergétique se présente comme un obstacle considérable à l'amélioration des conditions de vie et au développement des services de base. Au regard de ces différents défis, des initiatives sont mises en œuvre afin d'augmenter le taux d'accès à l'électricité au Burkina Faso et d'accompagner la modernisation des territoires concernés.

C'est dans cette dynamique que s'inscrit le projet SOYAF, qui prévoit fournir à un espace communautaire de la commune rurale de SAABA, un réseau électrique HTA/BT, conçu pour répondre efficacement aux besoins locaux de la population en énergie.

Ce projet s'inscrit dans une initiative de contribuer au développement de la commune. Cette initiative repose sur une étude des besoins énergétiques futurs de la zone ciblée et sur la mise en place d'une infrastructure optimisée garantissant une distribution sûre et performante.

Ce mémoire présente l'ensemble du processus de réalisation du projet, depuis l'analyse des besoins, jusqu'à la conception du modèle 3D de la ligne ce qui a abouti à la formulation du thème suivant : **Conception et dimensionnement d'un réseau électrique pour l'électrification d'un espace communautaire : cas du projet SOYAF dans la commune rurale de SAABA.**

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET

L'accès à une énergie est un levier essentiel pour le développement des communautés rurales. Dans cette perspective, le projet SOYAF vise à fournir un réseau électrique à un espace communautaire de la commune rurale de SAABA. La réalisation de ce projet repose sur l'expertise de TECMON ENERGY, une entreprise spécialisée dans l'ingénierie électrique et les solutions énergétiques permettant de répondre efficacement aux besoins des populations. Ce chapitre introduira d'une part l'entreprise d'accueil qui est TECMON ENERGY, en passant par son domaine d'activité, son savoir-faire et son rôle dans l'électrification aussi bien au Burkina Faso que dans d'autres pays du monde entier. D'autre part, une présentation du projet SOYAF, le contexte, les objectifs et les spécificités techniques du projet semble incontournables.

1. Présentation de l'entreprise

Basée au Burkina Faso et soutenue par la holding SODJI GmbH à Berlin en Allemagne, TECMON ENERGY dispose d'un réseau international en Afrique, en Europe, en Amérique et au Moyen Orient. Elle intervient dans plusieurs domaines d'activités à savoir :

- La construction et la maintenance de centrales électriques : centrales thermiques, hydroélectriques et photovoltaïques d'une capacité totale de 900 MW installée, passant par l'Afrique, l'Israël et l'Amérique du Sud,
- Production de poteaux en béton précontraint : avec une usine moderne située à Kombissiri d'une capacité de production de deux cents (200) poteaux par jour, destinés à l'électrification urbaine et rurale. Elle demeure premier fournisseur de la SONABEL,
- L'électrification : à travers le développement des infrastructures HTA/BT et le développement de solutions photovoltaïques adaptées aux besoins des clients.

Grâce à son expertise multidisciplinaire le groupe TECMON s'est imposé comme un acteur clé dans le domaine de l'énergie, du BTP et de l'industrie. **TECMON ENERGY** est un acteur majeur dans le domaine de l'énergie en Afrique à travers sa participation significative au développement des énergies et des télécommunications. Depuis plusieurs années, l'entreprise accompagne les institutions publiques, les PME, les PMI et les particuliers dans l'optimisation de leur consommation, production et distribution d'énergie.

Le groupe TECMON est une organisation internationale regroupant plusieurs entités

spécialisées dans divers secteurs d'activités :

- **TECMON MONTAGENS TECHNICAS INDUSTRIALS LTD** : est la maison mère, basée au Brésil,
- **TECMON PROJECT LIMITED** : est une filiale basée à Londres, au Royaume-Uni,
- **TECMON ENERGY SA** : représente la société mère au Burkina Faso fondée en 2018 à Ouagadougou dans le but de contribuer au développement énergétique du pays. Sous la direction de TECMON ENERGY SA, plusieurs filiales opèrent dans des domaines complémentaires à savoir :
 - **TECMON BTP** : dans la construction de routes, de barrages, de ports et de ponts,
 - **TECMON LOGISTIQUE** : pour les services de transport logistique et de transit,
 - **SYSAID FASO** : pour l'électrification rurale et les télécommunications,
 - **TECMON ENERGY CONGO** : pour la construction de centrales électriques en République Démocratique du Congo
 - **TECMON INDUSTRIE** : pour la production de poteaux en béton précontraints, la production agroalimentaire et la production de buses d'armement,

2. Présentation du projet SOYAF

2.1. Contexte et justification du projet

SAABA est une commune rurale de la province du Kadiogo, située dans la région du centre au Burkina Faso. La commune rurale est à proximité de Ouagadougou et limitrophe de plusieurs localités à savoir Pabré, Loumbila, Ziniaré, Kadiogo et Koubri. Elle connaît une croissance démographique et économique assez considérable. Cette commune rurale à l'instar de beaucoup d'autres zones rurales, fait face à des défis liés à l'accès à l'électricité, ce qui limite le développement des infrastructures de base et des activités économiques.

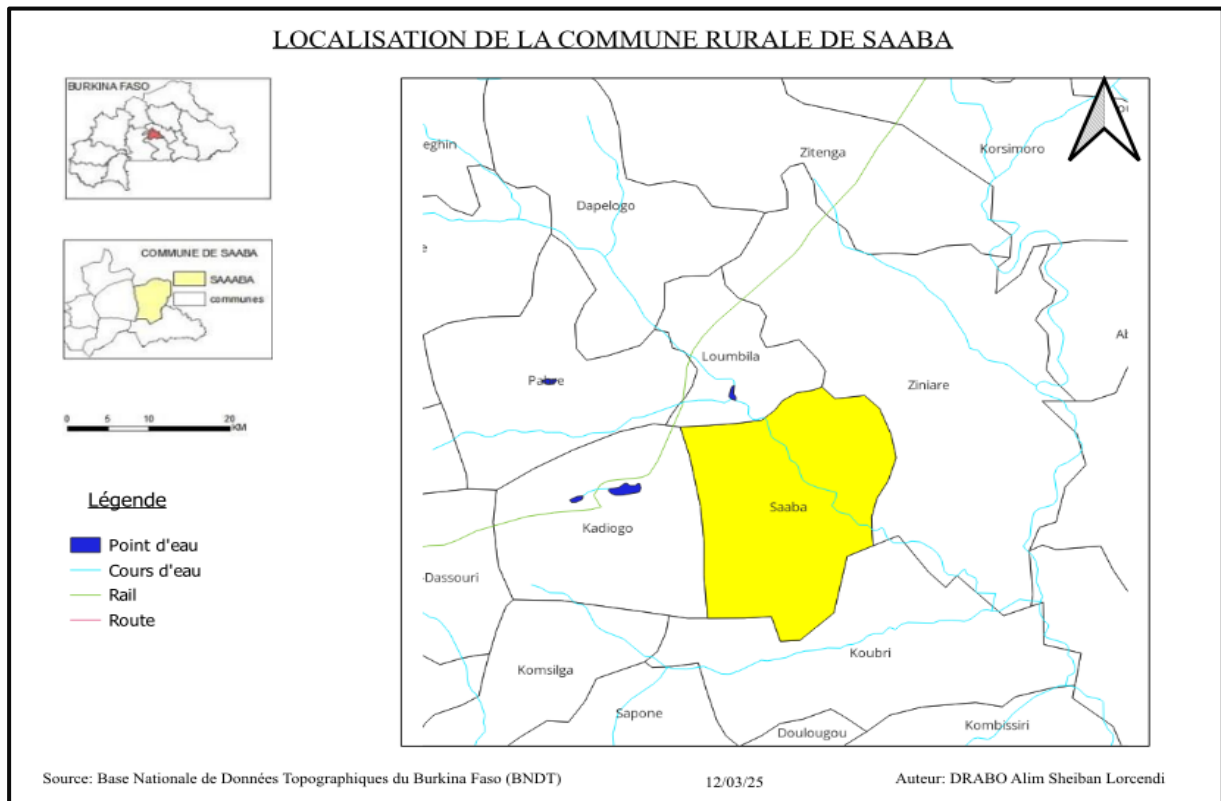


Figure 1: Situation géographique de la commune rurale de Saaba

Le projet SOYAF a été initié, avec pour but principal de concevoir, dimensionner et proposer un modèle 3D du réseau électrique HTA/BT en vue d'alimenter un espace communautaire à SAABA.

Ledit projet vise à réduire le manque énergétique de la commune par la mise en place d'un réseau électrique HTA/BT adapté aux besoins locaux, en respectant non seulement les normes en vigueur mais en tenant compte des spécificités techniques et environnementales du site.



Figure 2: Situation géographique du projet SOYAF

2.2. Objectifs du projet SOYAF

Le projet SOYAF poursuit plusieurs objectifs majeurs que sont :

- **Assurer une électrification stable et fiable** d'un espace communautaire pour le développement local,
- **Favoriser l'accès à l'énergie pour les infrastructures essentielles,**
- **Contribuer à la réduction de l'insécurité,**
- **Intégrer une approche durable et optimisée** dans la conception du réseau HTA/BT afin de garantir son efficacité et sa pérennité.

3. Description technique du projet

Le projet SOYAF repose sur la conception d'un réseau Haute Tension A (HTA)/Basse Tension (BT) capable d'alimenter un espace communautaire stratégique et une grande école. Cette conception se fera suivant l'architecture et l'étendu du projet.

Architecture du réseau

Le réseau comprendra :

- Une liaison HTA depuis un point de raccordement au réseau national sur une distance de 2,9 km au total de ligne HTA de tension 15kV,
- Des postes de transformation HTA/BT destinés à abaisser la tension et à distribuer l'énergie aux différentes infrastructures,
- Un poste cabine pour le complexe scolaire (Unique and One school),
- Un réseau de distribution BT qui permettra de répartir l'électricité aux différentes habitations et autres infrastructures,
- Des équipements de protection pour assurer la sécurité et la stabilité du réseau.

Etendue du projet

Le projet vise un espace communautaire, qui comprendra :

- Des commerces,
- Un centre de santé,
- Une école,

- Des lieux de cultes,
- Des infrastructures sportives,
- Des habitations.

4. Parties prenantes

- TECMON ENERGY
- Unique and One school
- Group SOYAF
- SONABEL
- Populations locales

En conclusion, le projet SOYAF permettra de développer durablement et améliorer les conditions de vie des habitants. En mettant en place un réseau électrique, ce projet répond à un besoin essentiel et contribue au développement économique et social de la commune.

CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR LES RESEAUX ELECTRIQUES

Les réseaux électriques forment un ensemble d'infrastructures électriques connectées entre elles dans le but d'assurer le transport et la distribution de l'énergie à partir des endroits de production (Centrales solaires, Centrales thermiques, centrales hydroélectriques, etc.) vers des utilisateurs finaux (habitations, usines, etc.) dans le respect des différentes normes.

Ce chapitre présentera puis décrira les généralités du réseau électrique.

1. Classification des réseaux électriques

La classification des réseaux électriques s'effectue suivant un nombre de critères que sont le niveau de tension, la fonction du réseau, la topologie du réseau et la nature du courant.

1.1. Classification suivant le niveau de tension

La classification des réseaux électriques suivant le niveau de tension selon la norme NFC 11-201 :

Tableau 1: Classification des niveaux de tension en fonction de la nature du courant

Nature du courant	Haute tension		Basse tension		Très basse tension
	Catégorie B (HTB)	Catégorie A (HTA)	Catégorie B (BTB)	Catégorie A (BTA)	
Continue	$U > 75 \text{ kV}$	$1,5 \text{ kV} < U \leq 75 \text{ kV}$	$750 \text{ V} < U \leq 1,5 \text{ kV}$	$120 \text{ V} < U \leq 750 \text{ V}$	$U \leq 120 \text{ V}$
Alternatif	$U > 50 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < U \leq 50 \text{ kV}$	$500 \text{ V} < U \leq 1 \text{ kV}$	$50 \text{ V} < U \leq 500 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$

1.2. Classification suivant la fonction du réseau

Les réseaux électriques peuvent être classés en fonction de la mission qu'ils sont appelés à accomplir que ce soit la distribution, le transport, l'interconnexion, la répartition, l'utilisation, Industriels. On note donc :

- **Les réseaux d'utilisation** : ceux-ci alimentent directement les consommateurs finaux tels que les habitations, les bureaux ou les petits commerces,
- **Les réseaux industriels** : quant à eux sont dédiés aux sites industriels ou aux grandes installations consommatrices d'énergie,
- **Les réseaux de distribution** : ils ont pour rôle de distribuer l'électricité depuis les postes de transformation jusqu'aux consommateurs finaux. La valeur maximale de cette puissance est d'environ 250 kVA en distribution basse tension et entre 10 et 15 MVA en distribution haute tension,

- **Les réseaux de répartition** : ils assurent la liaison entre les réseaux de transport haute tension et les réseaux de distribution.
- **Les réseaux d'interconnexion** : ces réseaux relient différents systèmes électriques (régionaux ou nationaux) permettant d'échanger de l'énergie entre eux.
- **Les réseaux de transport** : est chargé de transporter l'électricité sur de grandes distances à partir des centrales de production jusqu'aux réseaux de répartition ou d'interconnexion. La puissance maximale de ces lignes est comprise entre 500 et 1500 MVA.

1.3. Classification suivant la topologie des réseaux électriques

La topologie des réseaux électriques est une forme classifications des réseaux électriques désignant la manière dont les composants sont interconnectés. On peut citer donc :

- **Le réseau bouclé** : dans un réseau en boucle, les lignes électriques forment une boucle fermée permettant à l'énergie de circuler dans les deux sens. Ceci a pour avantage d'avoir des réseaux d'une grande fiabilité, car en cas de coupure sur une partie du réseau, l'énergie peut être redirigée vers une autre partie de la boucle. Il assure également une meilleure continuité de service. Ces réseaux entraînent cependant un coup élevé dû à la présence de lignes supplémentaires ainsi qu'une gestion délicate des flux d'énergie,
- **Le réseau radial** : dans cette topologie, l'alimentation en électricité part d'un point unique et se répartit vers les différents postes ou consommateurs en ligne droite ou en arborescence, sans boucle de retour.
- **Le réseau arborescent** : dans un réseau arborescent, la topologie ressemble à un arbre avec un tronc central et des branches qui se répartissent progressivement. Les avantages liés à ces réseaux est un coût de réalisation réduit et facile à implanter dans les zones étendues. Ce réseau offre par contre une faible fiabilité et est peu adapté aux zones nécessitant une haute disponibilité d'énergie,
- **Le réseau maillé** : dans un réseau maillé, les nœuds sont interconnectés de façon multiple, formant une grille. Ce réseau offre un avantage certain qui est une très haute fiabilité car on dénombre plusieurs chemins possibles pour l'énergie réduisant ainsi l'effet des pannes. En plus, la gestion des flux d'énergie y est flexible. Ce réseau présente par contre un coût élevé de réalisation et une gestion complexe en ce qu'il requiert l'utilisation d'équipements sophistiqués.

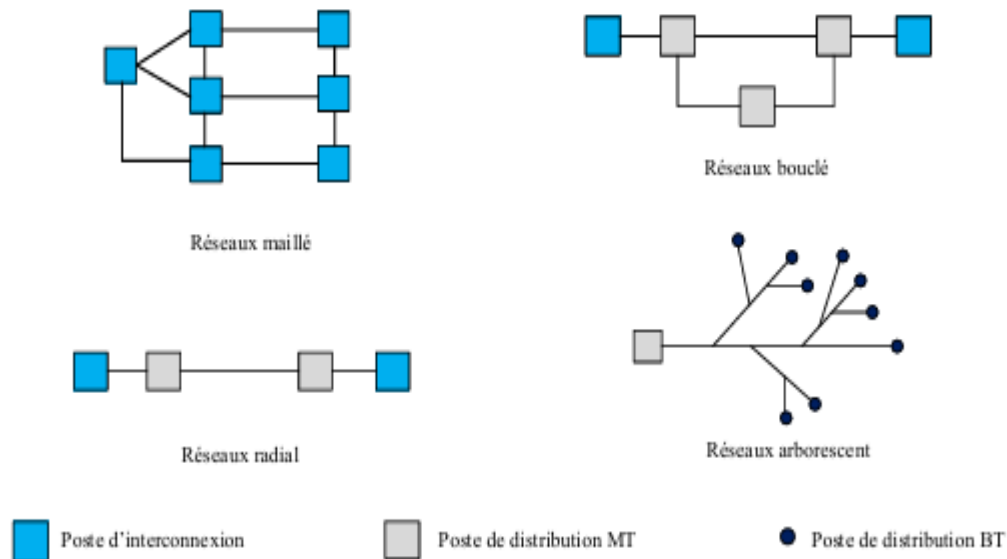


Figure 3: Typologie des réseaux électriques

1.4. Classification selon la nature du courant

Suivant la nature du courant, les réseaux électriques peuvent être classés en deux catégories :

- Les réseaux électriques transitant l'énergie en courant continu (CC),
- Les réseaux électriques transitant l'énergie en courant Alternatif (CA) en monophasé ou triphasé.

2. Généralités sur les lignes électriques

Une ligne aérienne est un ensemble de câbles maintenus en hauteur supportés par des supports (dits pylônes ou poteaux). Elle transporte l'énergie des centres de productions, vers les consommateurs. On distingue deux types de lignes aériennes à savoir : les lignes aériennes principales et les lignes aériennes secondaires.

2.1. Les lignes aériennes principales

Une ligne aérienne principale constitue un ensemble d'infrastructures mis en place dans le but de transporter de grandes quantités d'électricité sur de longues distances pour des tensions hautes ou très hautes. Elle est composée de câbles de forte section soutenus par des supports. Elle présente un risque très faible d'indisponibilité. Ces lignes alimentent les grandes villes, les zones industrielles importantes et les clients majeurs.

2.2. Les lignes aériennes secondaires

Une ligne aérienne secondaire est un ensemble d'infrastructures mis en place pour assurer la distribution locale de l'électricité en moyenne ou haute tension. Elle permet la liaison entre les postes de transformation aux consommateurs finaux. Le risque d'indisponibilité peut être élevé dans le cas où elle n'a aucun impact sur la ligne principale

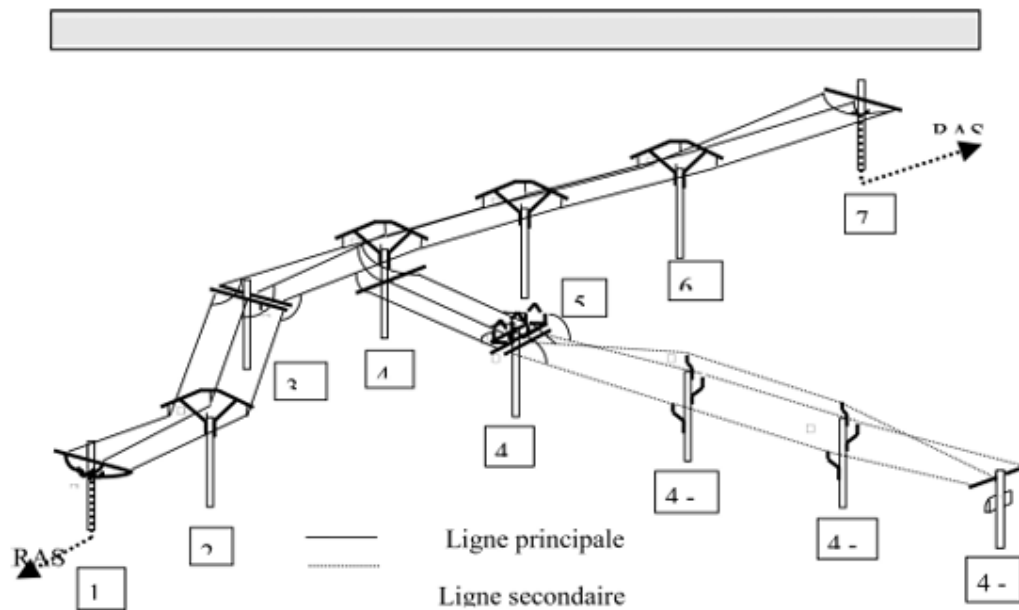


Figure 4: Ossature d'une ligne principale et d'une ligne secondaire [1].

3. Généralités sur les conducteurs

Un conducteur électrique est un matériau (cuivre ou aluminium) qui favorise le passage du courant électrique avec une petite résistance. Il existe deux types de conducteurs à savoir les conducteurs nus et les conducteurs isolés.

- **Les conducteurs isolés** : sont des conducteurs généralement utilisés en basse tension et fabriqués à base de cuivre, d'aluminium ou d'alliage d'aluminium et d'acier (ALMELEC). Ils sont constitués de plusieurs câbles isolés, par un isolant qui possédant une bonne résistance mécanique et une grande stabilité ce qui permet de résister sans faiblir aux intempéries pendant la durée de vie de la ligne. Pour des raisons de sécurité aucun conducteur aérien travaillant à la traction ne doit dépasser les $\frac{2}{3}$ de sa charge de rupture [1].

- **Les conducteurs nus :** les conducteurs nus, utilisés pour la constitution des lignes aériennes sont des câbles constitués de fils ronds ou exceptionnellement de fils trapézoïdaux ou profilés en forme de Z. Ils sont faits à base de cuivre, d'aluminium ou d'alliage d'aluminium et d'acier. Ils ont des qualités mécaniques pour supporter les efforts auxquels ils sont soumis à la pose et après la pose. Ils possèdent des qualités chimiques pour résister aux agressions atmosphériques [1].

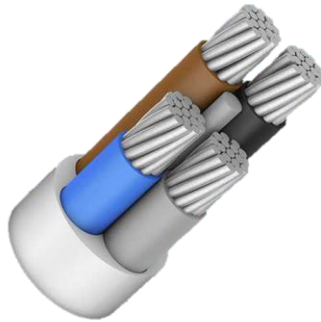


Figure 6: Conducteurs isolés

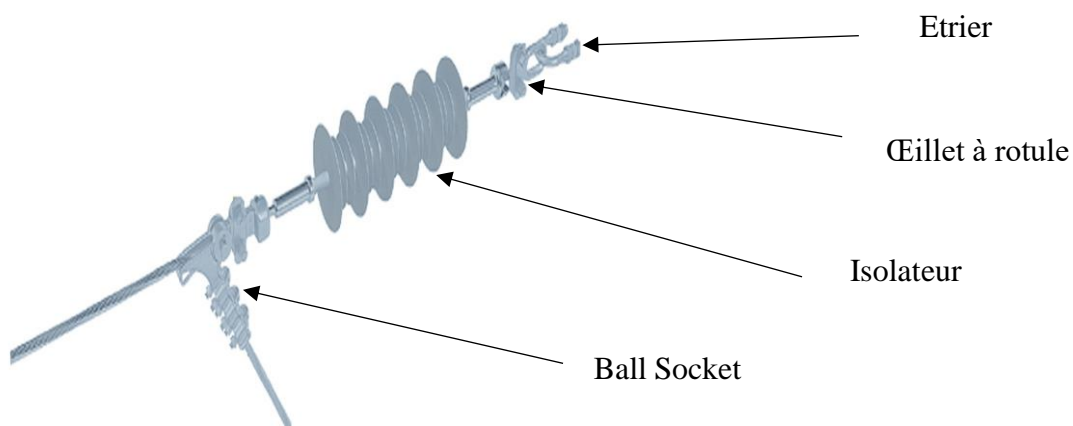


Figure 5: Conducteur nu

4. Les isolateurs des lignes aériennes

Les isolateurs sont des composants indispensables au transport et à la distribution de l'énergie électrique. Leur fonction est de réaliser l'isolation électrique entre l'armement et le conducteur. Un isolateur est formé d'un isolant auquel sont fixées deux pièces métalliques : l'œillet à rotule et le ball-socket..

Figure 7: chaine de suspension.



Il existe plusieurs types d'isolateurs :

- **Les isolateurs de type rigide** : fixes et robustes, ils supportent mécaniquement les lignes électriques,
- **Les isolateurs en verre** : transparents et résistants, ils offrent une bonne isolation et sont faciles à inspecter,
- **Les isolateurs en porcelaine** : céramiques et durables, ils résistent bien aux intempéries et aux surcharges,
- **Les isolateurs en composite** : légers et performants, ils combinent fibres et résine pour une haute résistance électrique,

5. Les supports

Les supports sont des infrastructures qui permettent de soutenir et de maintenir les lignes électriques à des hauteurs sécuritaires en garantissant leur isolation par rapport au sol et aux structures proches. On distingue deux types de supports : les pylônes et les poteaux (béton, acier, bois). Les supports sont choisis suivant des critères notamment : les spécifications techniques, les besoins de consommation, mais surtout sur la base du critère économique.

5.1. Les fonctions des supports

Les supports peuvent accomplir plusieurs fonctions comme celles :

- **D'arrêt-simple (AS)** : l'ancrage se réalise en bout de ligne,
- **D'arrêt-double (AD)** : l'ancrage s'effectue de part et d'autre du support,
- **De Semi-arrêt (SA)** : l'ancrage est réalisé de part et d'autre du support. Mais cette infrastructure ne doit maintenir les arrêts simples de part et d'autre jusqu'à la limite élastique et tenir la résultante des efforts,
- **De Simple fixation (SF)** : ce type de support est conçu pour supporter uniquement la résultante des efforts,
- **De Double ancrage (DA)** : ce support sert d'alignement. L'armement est du type ancrage, et est utilisé pour les points bas (problème de retournement ou d'inclinaison des chaînes isolantes), et pour les angles importants. A cet effet les armements d'alignement ne peuvent pas être employés. Il est utilisé uniquement pour supporter la résultante des efforts.

Fonction	Arrêt simple AS	Arrêt double AD	Semi-arrêt (arrêt intermédiaire) SA	Double ancrage DA	Simple fixation (SF)	
					Rigide	Suspendue
Alignement						
Angle						

Figure 8: illustration des fonctions des supports

5.2.Caractéristiques des supports en béton

Les supports en béton sont régis par la norme NF C 67-200 de juin 1970, définissant :

- La nature, la qualité et la mise en œuvre des matériaux utilisés,
- La préparation des projets,
- Les procédures de réception et d'essais.

Ces poteaux doivent obligatoirement porter les informations suivantes : marque du fabricant, la hauteur, la classe, l'effort nominal, l'année de fabrication et le numéro d'ordre.

6. Les armements

Les armements correspondent à un ensemble de pièces métalliques qui favorisent la liaison des lignes électriques aux isolateurs et aux supports. Ils sont importants pour la sécurité et la durabilité des réseaux électriques.

6.1.Les nappes pour les lignes HTA suspendus

Ils sont Constitués de nappes horizontales (NA ou AR), de nappes dièdres (ND), de triangles (TA), de doubles ternes (DTS), de nappes-voutes (NV), de nappes symétriques (NS) et de drapeaux suspendus (DS).

6.2. Les armements hta pour les lignes rigides

Les armements des lignes rigides comprennent principalement les familles géométriques suivantes : les voûtes rigides (VR), et les armements en drapeaux rigides, puis (DR) les armements alternés (ALTR)

Famille géométrique DTS ou DTA

Exemple de nom complet :

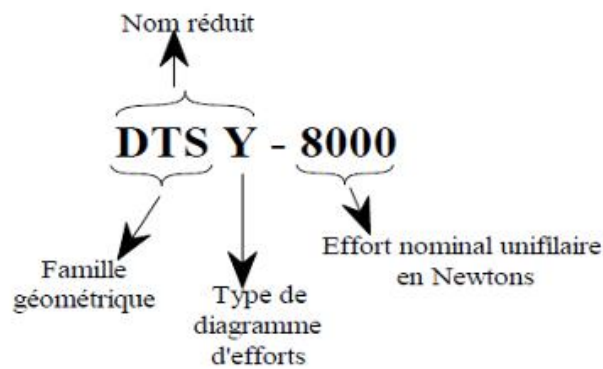


Figure 9: Nomenclature des armements [1].

CHAPITRE 3 : ETUDE DU RESEAU HAUTE TENSION (HTA)

L'étude de la ligne HTA est une phase importante dans la planification et la conception pour un meilleur transport d'énergie afin de favoriser une distribution efficace.

Dans ce chapitre, nous aborderons la méthodologie utilisée pour réaliser l'étude d'une part. D'autre part, nous effectuerons les différents calculs notamment ceux électrique et mécanique de la ligne.

Les étapes d'études de réseau haute tension sont respectivement :

1. Etude électrique

Les différentes étapes de l'étude électrique se présentent comme suit :

- **L'estimation de la puissance à transiter** : cette phase consiste à évaluer la quantité d'énergie à acheminer à travers la ligne en prenant en compte les besoins des utilisateurs et des prévisions de charge,
- **Le choix de la section des conducteurs** : à partir de la puissance estimée, une section de câble appropriée est choisie pour assurer une bonne transmission en réduisant les pertes,
- **Le contrôle du courant admissible** : pour s'assurer que les conducteurs peuvent supporter le courant maximal prévu sans avoir de risques de surchauffe.
- **Le calcul de la chute de tension** : afin de déterminer la variation de tension entre le point de départ et le point d'arrivée.

1.1.Méthodologie d'étude du réseau haute tension (HTA)

Pour réaliser ce projet, l'évaluation des besoins en énergie représentait une phase essentielle pour cerner les exigences de cet espace communautaire dans la commune rurale de SAABA. Cette évaluation a été réalisée en proposant différentes classes de courant. L'objectif de cette approche est de déterminer la puissance apparente nécessaire pour chaque classe en tenant compte de la tension et la répartition des infrastructures. Nous avons cinq (05) classes :

- **Classe I** : Elle est caractérisée par un courant de 3A en branchement monophasé, et représente 65% de l'espace communautaire. Cette classe concerne les installations domestiques ou de base,
- **Classe II** : Il s'agit là de la classe caractérisée par un courant de 5 A en branchement monophasé. Elle représente 20% de l'espace communautaire. Et concerne des infrastructures aux besoins un peu plus élevés que ceux de la première classe,
- **Classe III** : cette classe concerne le courant de 15 A en branchement monophasé et est

une part de 10% de l'espace communautaire. Elle concerne les commerces ou les industries légères,

- Classe IV : cette classe porte sur un courant de 15 A en branchement triphasé, et représente 4% de l'espace communautaire en plus du complexe scolaire. Elle intéresse les commerces, industries ou infrastructures de moyenne puissance,
- Classe V : cette classe est caractérisée par un courant de 30 A en branchement triphasé et constitue 1% de l'espace communautaire. Elle concerne les infrastructures dont les activités nécessitent des puissances significatives telles que la soudure et les industries.

Pour ce faire, certains paramètres comme ceux-ci dessous sont à prendre en compte. Il s'agit de :

- La fréquence : 50Hz,
- La tension nominale de la ligne : 15kV,
- Du nombre d'année à considérer : 15 ans,

Les formules suivantes ont été utilisées :

- Puissance apparente :

- Monophasée :

$$S = U \times I \quad (1)$$

- Triphasée

$$S = \sqrt{3} \times U \times I \quad (2)$$

- Puissance active :

$$P = S_{totale} \times \cos\varphi \quad (3)$$

Tableau 2: Bilan des besoins électriques du lot 1 considéré

Classes	Valeur du courant	Nature du branchement	Nombre d'infrastructures	Répartition	Répartition	Valeur tension	Puissance apparente
	A	Monophasé/ Triphasé	Infrastructures	%	Infrastructures	V	kVA
Classe I	3	Monophasé	255	65	166	230	114,37
Classe II	5	Monophasé		20	51	230	58,65
Classe III	15	Monophasé		10	26	230	87,98
Classe IV	15	Triphasé		4	10	400	106,00

Classes	Valeur du courant	Nature du branchement	Nombre d'infrastructures	Répartition	Répartition	Valeur tension	Puissance apparente
	A	Monophasé/ Triphasé	Infrastructures	%	Infrastructures	V	kVA
Classe V	30	Triphasé		1	3	400	53,00
Besoin total (kVA)							419,99
Coefficient de pondération (adimensionnel)							0,38
Puissance apparente à considérer (kVA)							159,60
Facteur de puissance							0,85
Puissance active à considérer (kW)							135,66

Tableau 3: Bilan des besoins électriques du lot 2 considéré

Classes	Valeur du courant	Nature du branchement	Nombre d'infrastructures	Répartition	Répartition	Valeur tension	Puissance apparente
	A	Monophasé/ Triphasé	Infrastructures	%	Infrastructures	V	kVA
Classe I	3	Monophasé	125	65	81	230	56,06
Classe II	5	Monophasé		20	25	230	28,75
Classe III	15	Monophasé		10	13	230	43,13
Classe IV	15	Triphasé		4	5	400	51,96
Classe V	30	Triphasé		1	1	400	25,98
Besoin total (kVA)							205,88
Coefficient de pondération (adimensionnel)							0,38
Puissance apparente à considérer (kVA)							78,23
Facteur de puissance							0,85
Puissance active à considérer (kW)							66,50

Une puissance de 250 kVA soit 212,5 kW sera considérée à la suite pour l'établissement Unique and One School.

1.2.Calcul et choix de la section du câble HTA

Les calculs seront effectués sur une période de 15 ans

$$P_{15} = (P_1) \times (1+i)^{15} \quad (4)$$

Avec :

P_1 : la demande à l'an 1 du projet

La méthodologie utilisée pour déterminer la valeur du taux de croissance actuel de la commune rurale de SAABA se base sur l'analyse des données démographiques historiques et l'emploi d'un modèle de projection. Les effectifs en 2006 (50 885 habitants), 2013 (73 319 habitants), 2014 (77 247 habitants) 2015 (81 384 habitants) 2016 (85 744 habitants) 2017 (90 336 habitants) 2018 (95 175 habitants) [3], forment la base de cette étude. A partir de ces données le taux de croissance annuel moyen (TCAM) se calcul à partir de la formule suivante :

$$TCAM = \left(\left(\frac{P''}{P'} \right)^{\left(\frac{1}{n} \right)} - 1 \right) * 100 \quad (5)$$

Avec :

P'' : la population finale à la période considérée

P' : la population initiale à la période considérée

n : le nombre d'années entre la période considérée pour la population finale et celle de la population initiale.

Après calculs nous retenons un taux de croissance annuel de 5,4%

i : 5,4%

Application numérique : $P_{15} = (202,16) \times (1+0,054)^{15}$

$$P_{15} = 444,9 \text{ kW}$$

La puissance totale à considérer sera : $P_n = P_{15} + P_2$

Avec :

P_{15} : la charge totale des habitats et infrastructures sur une période de 15 ans

P_2 : la charge totale du complexe en tenant compte d'une augmentation totale de 10%

Application numérique :

$$P_n = 444,9 + 212,5 \times 1,1$$

$$P_n = 678,65 \text{ kW}$$

✚ Calcul de la section minimale

$$S = \frac{S_0 \times r_0}{r} \quad (6)$$

Avec :

S_0 : section de référence prise égale à 100mm^2

r_0 : résistivité linéique à 20°C en $\Omega/\text{km}/100\text{mm}^2$

r : résistance linéique du conducteur en Ω/km

S : section minimale admissible

Une limite de chute de tension sera fixée à 2% dans le cadre du projet SOYAF pour le respect de la norme, afin de garantir une bonne distribution d'énergie et un bon fonctionnement des équipements électriques. En maintenant la chute de tension à cette valeur on s'assure que les infrastructures communautaires reçoivent une tension stable et suffisante en minimisant les pertes d'énergie sur la distance.

Déterminons r :

$$\frac{\Delta U}{U} = (r + x \cdot \text{tg}\varphi) * P * \frac{L}{U^2} = 2\%$$

Ce qui implique que :

$$r = 0,02 * \frac{U^2}{P * L} - x \text{tg}\varphi \quad (7)$$

On a :

r : résistance linéique

U : la tension de la ligne égale à 15kV

P : la puissance transitée en MW égale à

L : la longueur de la ligne HTA égale à $2,9\text{ km}$

X : la réactance linéique en Ω/km égale à $0,35\ \Omega/\text{km}$

$\text{Tg}\varphi$: $0,48$

$$\text{On a donc: } r = 0,02 * \frac{15^2}{0,679 * 2,9} - 0,35 * 0,48$$

$$r = 2,12\ \Omega/\text{km}$$

Avec $r_0 = 0,33\ \Omega/\text{km}$; $S_0 = 100\text{ mm}^2$

$$S = \frac{100 \times 0,33}{2,12}$$

$$S = 15,57 \text{ mm}^2$$

Tableau 4: Tableau pour choix de la section des câbles HTA

Conducteur		1	2	3	4	5
Almelec 34,4		110	130	150	165	180
Almelec 54,6		145	175	195	220	240
Almelec 117		235	280	320	355	390
Almelec 148		270	320	370	410	455
Almelec 228		350	420	485	540	595
Al/AC 116		225	265	305	340	375
Al/AC 147		260	310	355	395	435
Al/AC 228		340	405	465	520	570
Cu 29,3		135	160	180	200	220
Cu 48,3		185	215	245	275	300
Cu 116,2		315	375	430	480	525

$\Delta\theta$	Jour	Nuit
15	1	2
20	2	3
25	3	4
30	4	5
35	5	

✚ Vérifications de l'intensité admissible

$$I_N = \frac{P_{15}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \quad (8)$$

$$I_N = \frac{678,65 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 15000 \cdot 0,9}$$

$I_N = 29,02 \text{ A}$, qui est inférieur à 145 A.

Explication :

Tout d'abord l'almelec a été considéré pour sa résistance mécanique supérieure et sa conductivité bien adaptée aux lignes aériennes tout en restant moins lourds et moins coûteux. Après ces calculs pour, la section des câbles HTA, le calcul théorique a donné 15,57 mm². Selon les normes standards, la section à considérer serait 34,4 mm². La SONABEL cependant, impose des sections de 54,6 mm², 75,5 mm² et 148 mm² pour des raisons d'adaptation et de sécurité en application avec le réseau électrique Burkinabé. En considérant ces valeurs, celle la plus proche à considérer est **54,6 mm²**. Par ailleurs, pour obtenir l'intensité maximale admissible, sont à croiser, deux paramètres clés à savoir l'écart entre la température ambiante et la température maximale autorisée au sein de l'âme du conducteur (Colonne du tableau normatif) puis le type de conducteur utilisé (ligne correspondante). Après vérification on admet que le câble Almelec 54,6 mm² sera adapté.

1.3.Evaluation de la résistance au courant de court-circuit

Lorsqu'il y a un court-circuit, les câbles sont parcourus par un courant très élevé qui peut les endommager. Cette évaluation permet de vérifier que les câbles supportent cette valeur de courant en respectant les normes. Deux étapes sont à évaluer à savoir le courant de court-circuit maximal et le courant de court-circuit du réseau.

✚ Courant de court-circuit maximal

$$I_{max} = \frac{S * a}{\sqrt{tcc}} \quad (9)$$

Avec :

S : la section du conducteur en mm²

a : facteur relatif au conducteur

tcc : temps de tenue au court-circuit en (s)

Tableau 5: Tableau pour choix du facteur relatif au conducteur

Type de matériau	a
Cuivre	105,3
Aluminium	55,07
AMS	61,98
Almélec	76,4

Dans le cas de notre étude, a été utilisé et en conséquence l'Almélec et, notre facteur **a** est égal à 76,4 et le temps de tenue est à 1,5 s.

AN :

Tableau 6: Courant maximal obtenu en fonction du temps de tenue

Temps (s)	I _{max} (kA)
0,50	5,90
1	4,17
1,50	3,41
2	2,95

✚ Courant de court-circuit du réseau

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_c} \quad (10)$$

Avec :

- I_{cc} : Courant de court-circuit en A
- U : Tension nominale du réseau au point du défaut en V
- Z_c : Impédance équivalente totale du réseau jusqu'au point du réseau en (Ω)

Dans cette formule nous ne connaissons pas l'impédance équivalente totale. Son calcul se portera à deux niveaux, soit sur le réseau amont et au sein de la nouvelle ligne. Pour ce faire nous devons calculer les résistances et réactances associées à ces impédances.

- En amont on a :

$$Z_a = \frac{U^2}{S_{cc}} = \sqrt{(R_a)^2 + (X_a)^2} \quad (11)$$

$$Z_a = \frac{15000^2}{350000000} = 0,643 \Omega$$

Nous avons $\frac{R_a}{X_a} = 0,2$ ainsi nous pouvons obtenir R_a et X_a . $R_a = 0,126 \Omega$ et $X_a = 0,631 \Omega$

- Au niveau de la nouvelle ligne

Le calcul de la résistivité du matériau est proportionnel à la température considérée et celle prise de base. En considérant le matériau à une température limite de 50°C et celle de base de 20°C on peut calculer la résistivité à partir de la formule suivante :

$$\rho' = k * \rho \quad (12)$$

Avec k le coefficient de température pris à 55°C et ρ égale à 0,33 $\Omega/\text{km}/100\text{mm}^2$ à 20°C.

$$k = [1 + a * (\theta - \theta_0)] \quad (13)$$

$$\text{AN : } k = [1 + 0,004 * (50 - 20)] = 1,12$$

Ainsi on a : $\rho' = 1,12 * 0,33 = 0,370 \Omega/\text{km}/100\text{mm}^2$

Nous pouvons calculer la résistance linéique à partir de la formule suivante :

$$R_l = 100 * \frac{\rho}{S} \quad (14)$$

$$\text{AN : } R_l = 100 * \frac{0,370}{54,6}$$

$$R_l = 0,678 \Omega/\text{km}$$

La réactance moyenne des lignes aériennes triphasées à une valeur comprise entre 0,3 Ω/km et 0,35 Ω/km . Nous allons considérer la valeur de 0,35 Ω/km .

En considérant la distance de la ligne HTA qui est égale à 2,9 km on obtient :

Tableau 7: Valeur de résistance et réactance obtenue

Résistance (R_l)	1,97 Ω
Réactance (X_l)	1,02 Ω

L'impédance équivalente totale du réseau jusqu'au point du réseau est égale à :

$$Z_c = \sqrt{(Ra + Rl)^2 + (Xa + Xl)^2} \quad (15)$$

$$Z_c = \sqrt{(1,97 + 0,126)^2 + (1,02 + 0,631)^2}$$

$$Z_c = 2,67 \Omega$$

Nous pouvons donc calculer le courant de court-circuit à partir de la formule (9) :

$$I_{cc} = \frac{15000}{\sqrt{3} * 2,67}$$

$$I_{cc} = 3,24 \text{ kA}$$

Interprétation :

On remarque que le câble a un courant maximal de 3,41 kA sur une durée de 1,5 s tandis que le courant de court-circuit atteint 3,24 kA. Comme 3,24 kA < 3,41 kA, le câble résistera sans dommage au court-circuit, à la condition que la protection élimine le défaut en moins de 1,5 s.

1.4.Vérification des chutes de tension (théorique)

La vérification de la chute de tension contrôle que la différence de tension dans un réseau reste acceptable ce qui permet d'assurer le bon fonctionnement des équipements et le respect des normes.

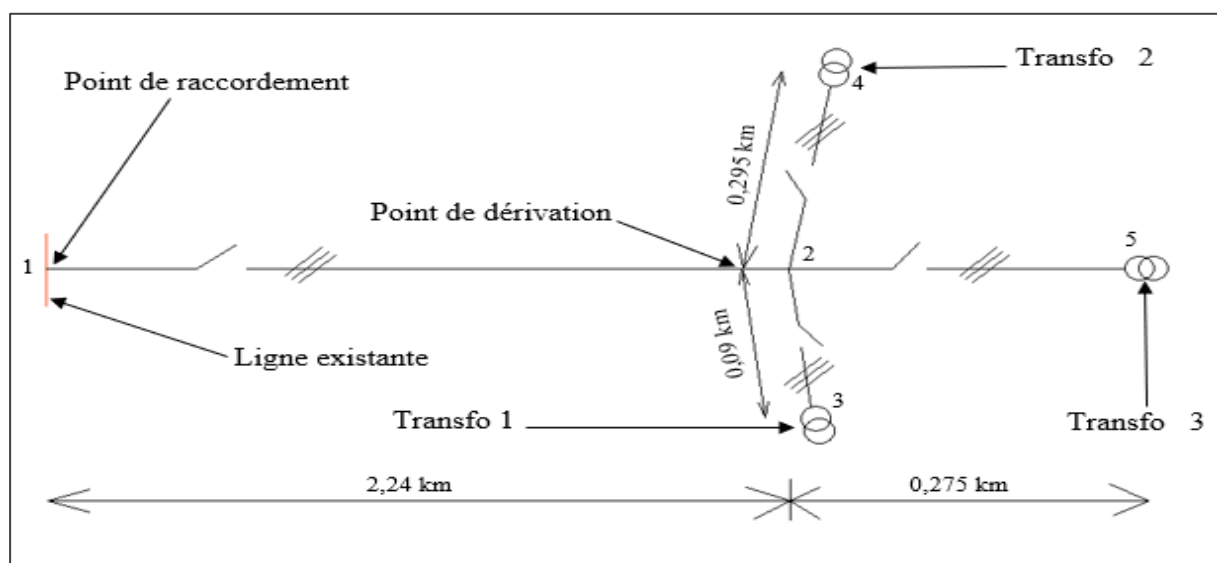


Figure 10: Représentation des tronçons

Tableau 8: Vérification de la chute de tension en fonction des différents tronçons (théorique)

	Section	Puissance	Distance	Résistance linéique	Réactance linéique	tgφ	U	ΔU	ΔU cumulée
Tronçons	(mm ²)	(MW)	(km)	(Ω/km)	(Ω/km)		kV	%	%
01-02	54,6	0,679	2,24	0,678	0,35	0,5	15	0,577	0,577
02-03	54,6	0,299	0,09	0,678	0,35	0,5	15	0,010	0,587
02-04	54,6	0,146	0,295	0,678	0,35	0,5	15	0,016	0,603
02-05	54,6	0,234	0,275	0,678	0,35	0,5	15	0,024	0,628

Interprétation :

Ce tableau a servi à vérifier les chutes de tension sur les différents tronçons du réseau électrique HTA en ce qui concerne le projet SOYAF. Chaque ligne présente un tronçon avec la chute de tension associée pour en fin de compte trouver la chute de tension totale cumulée. Nous constatons que la chute de tension maximale pour une valeur totale de 0,577% est inférieure à la valeur limite exigée qui est de 5%. Cela confirme que la section choisie à savoir 54,6 mm² est adaptée à ce réseau HTA.

1.5.Vérification de la chute de tension (DISTELEC)

DISTELEC est un outil général de calculs électriques permettant de vérifier et comparer les différents résultats en ce qui concerne la chute de tension du réseau. Nous présenterons les résultats issus de l'implémentation.

Tableau 9: Vérification de la chute de tension (DISTELEC)

MT (kV)									15,0		
Tronçons Almelec :											
Distance	Puissance Actuel	Puissance Après 15 ans	Section	R	X(L)	C	1/(2X(C))	I	U end	dU	dU/U(MT)
km	kW	kW	mm ²	Ohm	Ohm	F	1/Ohm	A	kV	kV	%
2,2	202,2	445	54,6	0,7	0,4	2,07E-08	3,25E-06	20,15	15,0	0,03	0,2
0,1	202,2	445	54,6	0,7	0,4	8,32E-10	1,31E-07	20,18	14,9	0,03	0,2
0,3	202,2	445	54,6	0,7	0,4	2,73E-09	4,28E-07	20,22	14,9	0,03	0,2
0,3	202,2	445	54,6	0,7	0,1	2,54E-09	3,99E-07	20,26	14,9	0,02	0,1

Interprétation :

Cet Outil de calculs électrique a servi à vérifier les chutes de tension sur les différents tronçons du réseau électrique HTA en ce qui concerne le projet SOYAF. Chaque ligne présente un tronçon avec la chute de tension associée pour en fin de compte trouver la chute de tension totale cumulée. Nous constatons que la chute de tension maximale pour une valeur totale de 0,667% est inférieure à la valeur limite exigée qui est de 5%. Cela confirme que la section choisie à savoir 54,6 mm² est adaptée à ce réseau HTA.

Comparaison entre les calculs théoriques et sur l'outil DISTELEC :

Après les différents calculs électriques effectués d'une part de manière théorique et d'autre part sur l'outil, nous remarquons qu'en renseignant les données nous obtenons quelques différences. Nous constatons que la Tension diminue sur quelques tronçons suivant l'outil DISTELEC caractérisant ainsi une augmentation de la chute de tension par rapport aux calculs théoriques. Sur DISTELEC la chute de tension maximale est de 0,667% contre 0,577% calculée théoriquement. La différence observée s'explique par le fait que dans les calculs théoriques, la tension a été fixée de manière constante, tandis que DISTELEC prend en compte les réalités du terrain notamment les chutes de tensions liées aux longueurs de ligne, aux charges et aux pertes, ce qui entraîne une diminution progressive de la tension sur certains tronçons.

2. Etude mécanique

Les différentes étapes l'étude mécanique se déclinent ainsi :

- **Sélection du tracé** : afin de définir le chemin optimal de la ligne en prenant en compte les aspects environnements et techniques,
- **Etablissement du profil en long** : il s'agit dans ce cas de représenter les caractéristiques topographiques de la zone,
- **Définition des hypothèses de calcul**,
- **Choix de la portée et du paramètre de pose** : il s'agit de déterminer la distance entre les supports et les conditions de pose et, selon la norme NF C 11-201,
- **Calcul de la flèche** : qui sert à évaluer la déformation des câbles du fait de la chaleur
- **Détermination des hauteurs des supports** en considérant la flèche et les contraintes du terrain,
- **Répartition des supports**,
- **Détermination des forces à appliquer en tête et la sélection des supports adaptés**

- **Calculs des distances entre conducteurs et analyse des forces sur les armements**
- **Elaboration du plan de piquetage.**

2.1.Définitions

Portée et portée moyenne

C'est la distance horizontale « a » comprise entre deux supports consécutifs. Elle est fonction du type de ligne (écarts, agglomérations...). La portée est une donnée du problème car le calcul mécanique se conduit pour chaque portée. La portée équivalente quant à elle se définit comme étant la portée représentative de la tension mécanique dans le canton [4].

La portée moyenne s'obtient par la relation suivante :

$$ae = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}} \quad (16)$$

Poids spécifique du conducteur

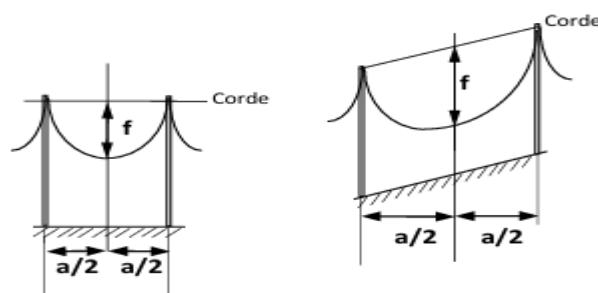
C'est le rapport entre le poids de 1 m de conducteur sur la section du conducteur. Il est donc différent selon la nature et la constitution du conducteur (dans les câbles, variation due au toronnage des brins) [4].

Tension de réglage

C'est la valeur optimale de tension que le réseau électrique maintient pour garantir un fonctionnement stable pour éviter les surtensions ou sous-tensions, grâce à des transformateurs et des systèmes de compensation.

Flèche

C'est la distance verticale maximale entre la droite joignant les deux attaches et le conducteur. A l'origine, elle dépend de la tension de réglage de la ligne, la flèche varie ensuite en fonction de la température et sous l'influence des surcharges [4].



$$f = \frac{a^2}{8 \times P} \quad (17)$$

Canton

C'est l'ensemble des portées comprises entre deux supports d'arrêt de (AS, AD, SA) [5]. La limite d'un canton permet d'éviter qu'un incident ne provoque une rupture en chaîne sur l'ensemble de la ligne [2]. Selon la norme NF C 11-201, la longueur maximale d'un canton ne doit pas dépasser 2 km et doit comporter 15 à 20 portées [2].

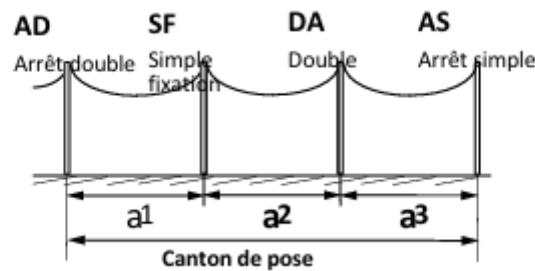


Figure 12: Illustration d'un canton de pose [5].

Garde hors-sol

Elle se définit comme étant la hauteur minimale obligatoire que doivent respecter les câbles électriques aériens par rapport au sol pour éviter les dangers [6].

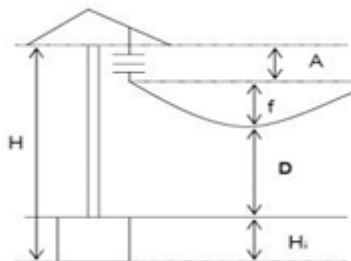


Figure 13: Illustration d'une garde hors-sol [1].

Le paramètre P

Il définit géométriquement la courbe d'équilibre d'un conducteur [4].

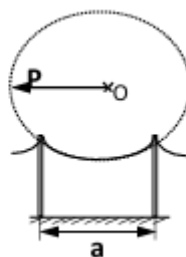


Figure 14: Illustration du paramètre P [5].

Ce paramètre est déterminé par la relation suivante :

$$P = \frac{t}{\omega} \quad (18)$$

Avec :

t : la tension mécanique en daN

ω : le poids spécifique du conducteur en daN/m

P : paramètre en m. Suivant les spécifications de la norme NF C 11-201 (1996) dans le cas des lignes électriques de caractéristiques ALMELEC 54,6 mm² nous prendrons $P = 1000$

Angle d'orientation

C'est l'angle Ω que fait l'axe de grande inertie du support (axe X) avec la bissectrice de l'angle de piquetage, en grade. Sa valeur est de 0 grade en arrêt et 100 grades en alignement.

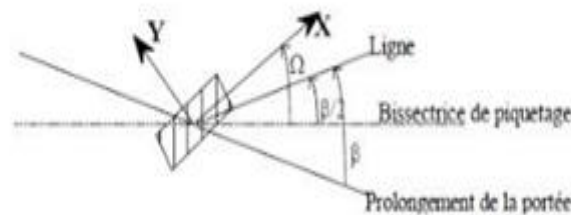


Figure 15: Illustration de l'angle d'orientation [1].

2.2.Efforts sur les supports

Le calcul des efforts exercés sur les supports des lignes électriques est essentiel pour assurer la stabilité et la sécurité du réseau. Il prend en compte un certain nombre de paramètres. Sur un support, les efforts s'exerçant sont essentiellement ceux du vent sur les conducteurs et sur les armements fiés aux supports.

Efforts sur supports d'alignement

Un support d'alignement doit résister à l'effort du vent sur les conducteurs des deux demi-portées adjacentes, et sur le support lui-même et son armement [4].

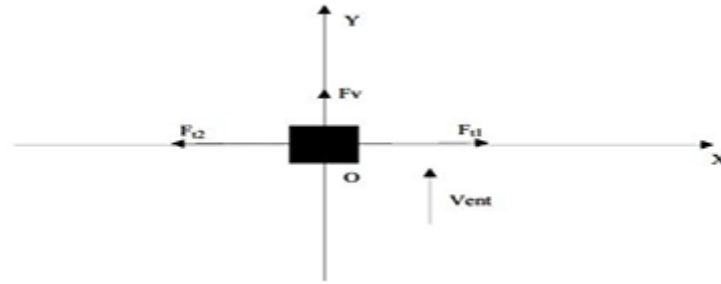


Figure 16: Efforts exercés sur supports d'alignement [1].

L'effort dû au vent sur les conducteurs s'obtient par la relation suivante :

$$Fv = \frac{0,001 * Pv * \frac{a1 + a2}{2} * n * dp * hp}{hs} \quad (19)$$

Avec :

P_v : pression du vent sur les conducteurs [daN/m²]

n : nombre de conducteurs de phase

dp : diamètre des conducteurs de phase [m]

hp : hauteur d'application des efforts en tête des conducteurs de phase [m]

hs : hauteur hors-sol du support

EDF utilise pour les garnitures nappe-voûte normalisées afin déterminer l'effort nominal d'un support d'alignement, la formule suivante[4] :

$$F = \frac{1}{k} * (Fv + F_{armement}) \quad (20)$$

Avec :

$F_{armement}$: effort du vent sur les chaînes pris égal à 25 daN

k : coefficient de déclassement du support.

- K : 0,9 pour les armements de type nappe voûte
- K : 1 pour les nappes d'angle ou d'arrêt fixées à 0,25 m sous le sommet

Efforts sur supports d'arrêt :

Un support d'arrêt est soumis à l'effort de traction des conducteurs dans le sens de l'effort nominal du poteau et à l'effort du vent dans le sens transversal.

➤ Effort de traction

$$Ft = \frac{(t * n * Sp * hp)}{hs} \quad (21)$$

hs : hauteur hors-sol du support

$$Fv = n * V' * \frac{a}{2} + F_{arm} \quad (22)$$

a : la portée

30

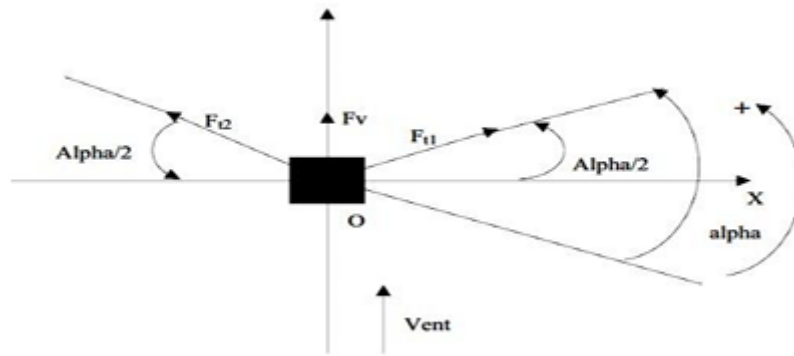


Figure 18: Efforts exercés sur supports d'angle [1].

L'effort total se calcule en tenant compte de l'ensemble des efforts appliqués au support :

➤ L'effort du vent

$$Fv = Pv * \frac{a1 + a2}{2} * \cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) * (n * dp * hp) * \frac{0,001}{hs} \quad (23)$$

➤ L'effort de traction des conducteurs

$$Ft = \frac{2 * t * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) * (n * Sp * hp)}{hs} \quad (24)$$

Avec :

Pv : pression du vent sur les conducteurs en daN/m²

t : traction unitaire des conducteurs sur le support en daN/m

dp : diamètre des conducteurs en m

hp : hauteur d'application des efforts en tête des conducteurs en m

2.3.Efforts sur les armements des supports

Il en existe de quatre sortes :

✚ Efforts sur les armements des supports d'alignement

Le calcul des efforts sur les armements des supports d'alignement est crucial pour garantir leur résistance aux charges telles que le vent, la tension mécanique des conducteurs et le poids même du conducteur,

Efforts verticaux sur les armements des supports d'alignement

On détermine les efforts verticaux à partir de la formule suivante

$$Fv = p * \frac{a1 + a2}{2} * S \quad (25)$$

Avec :

P : poids linéique du câble par unité de section en daN/ mm²*m

S : section des câbles en mm²

a₁ et a₂ : portées adjacentes au support en m

Efforts horizontaux sur les armements des supports d'alignement

On détermine les efforts horizontaux à partir de la formule suivante :

- Efforts horizontaux angulaires

$$Fh = (2 * T * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + (v * \frac{a1 + a2}{2})) \quad (26)$$

Avec :

a₁ et a₂ : portées adjacentes au support en m

T : traction unitaire du câble daN/mm²

v : effort linéique en daN/m.

Avec $v = C * P * \theta$ (C : 1,45 et est le coefficient de traînée du câble ; P : pression du vent sur le conducteur en daN/m² ; θ : diamètre nominal du conducteur en m)

- Efforts horizontaux non angulaires

$$Fh = v * \frac{a1 + a2}{2} \quad (27)$$

L'effort du vent sur l'armement du support d'alignement est la résultante entre les efforts verticaux et horizontaux qui s'obtient à partir du calcul suivant :

$$Nv = \sqrt{Fv^2 + Fh^2} \quad (28)$$

Efforts sur les armements des supports d'arrêt

Le calcul des efforts sur les armements des supports d'arrêt est essentiel pour maîtriser les contraintes mécaniques spécifiques qu'ils subissent notamment les efforts de traction, verticaux et horizontaux. Ces efforts sont calculés à partir de la formule suivante :

$$NAX = \frac{(Ft + 0,5 * Fv + 0,3 * Fh)}{3} \quad (29)$$

Ecartement minimal des conducteurs

Le calcul de l'écartement minimal des conducteurs est déterminant pour prévenir les risques de claquage électrique et assurer la sécurité du réseau, il y a lieu de tenir compte des facteurs tels que la tension de service, les conditions atmosphériques, la flèche et la longueur libre de la chaîne.

On détermine l'écartement minimal à partir de la relation suivante :

$$Emin = kc * (\frac{U}{150} + Kz * \sqrt{f + l}) \quad (30)$$

Avec :

Kz : coefficient suivant la zone de vent (égal à 0,9 pour les zones à vent normal et 1 pour les zones à fort vent-givre)

Kc : coefficient fonction du type d'armement (égal à 0,8 pour les armements de type NA, NV et 1 pour les armements alternés, triangle ou drapeau).

2.4.Profondeur et fondations pour implantation des supports

La profondeur pour l'implantation des supports s'effectue en tenant compte d'un certain nombre de paramètres qui sont l'effort du support d'une part et d'autre part le coefficient (Ks) de stabilité de la fondation. L'AFNOR NF C 11-201 a établi des profondeurs à considérer en fonction des efforts des supports présentées dans le tableau suivant :

Tableau 10: Calcul des profondeurs d'implantation en fonction des efforts

Effort du support [kN]	Profondeur d'implantation [m]	
	Ks = 1.2	Ks = 1.75
$F \leq 6.5$	$p = \frac{H}{10} + 0.5$	$p = \frac{H}{10} + 0.7$
$F > 6.5$	$p = \frac{H}{10} + 1.3$	$p = \frac{H}{10} + 1.5$

Ks = 1,2 pour supports type SF

Ks = 1,75 pour les supports type AS, AD, DA et SA

La fondation quant à elle est la base enterrée qui assure également la stabilité et la résistance aux efforts des supports. Le paramètre considéré est entre autres la largeur du support et le coefficient de stabilité (Ks).

$$Lf = lf = (75 * 2 + ls) * Ks \quad (31)$$

Avec :

Lf : longueur de la fouille,

Lf : largeur de la fouille,

Ls : largeur du support,

Ks : coefficient de stabilité de la fondation.

2.5.Calcul des retournements, inclinaison de chaînes

Le calcul de retournement ou l'inclinaison implique tout d'abord le calcul des pentes de la ligne.

Le calcul des pentes permet de vérifier la stabilité de la ligne. Elles sont provoquées soit par la pression due au vent sur les conducteurs et sur les chaines, soit par les angles, ou encore par les efforts en longitude sur certaines portées.

Les hypothèses pour le calcul du retournement et de l'inclinaison sont les suivants :

Tableau 11: Hypothèses de calcul de l'inclinaison et du retournement

Hypothèse	Température [°C]	Effort du vent [Pa]
Retournement	15	30
Inclinaison	25	200

Les efforts verticaux seront calculés selon 3 cas ci-dessus :

1^{er} cas : la traction des conducteurs augmente la portance de la chaîne

$$Fv = \varpi * S * \frac{a1 + a2}{2} + T * \left(\frac{h1}{a1} + \frac{h2}{a2} \right) + Pch \quad (32)$$

2^{ème} cas : la traction d'un côté augmente la portance tandis que l'autre, la soulage

$$Fv = \varpi * S * \frac{a1 + a2}{2} + T * \left(\frac{h1}{a1} - \frac{h2}{a2} \right) + Pch \quad (33)$$

3^{ème} cas : la traction des conducteurs soulage la portance des chaines

$$Fv = \varpi * S * \frac{a1 + a2}{2} + T * \left(-\frac{h1}{a1} - \frac{h2}{a2} \right) + Pch \quad (34)$$

Avec :

ϖ : le poids spécifique du conducteur en daN/m.mm²,

S : la section du conducteur en mm²,

T : la traction des conducteurs en daN/m,

h₁ et h₂: respectivement la différence d'altitude qui se trouve entre le support considéré et celui qui le précède,

Pour garantir la stabilité, la résultante des forces doit être orientée vers le sol, et l'inclinaison de la chaîne sous l'effet du vent ne doit pas dépasser une certaine limite. Ceci pour maintenir les distances de sécurité entre les conducteurs et la masse.

Le retournement se produit lorsque la force verticale résultante s'oriente vers le haut (effort vertical négatif). L'angle d'inclinaison (α) est déterminé par le rapport entre les efforts horizontaux et verticaux appliqués sur la chaîne. Pour les lignes équipées d'armement nappé, cet angle ne doit pas excéder 60° .

3. Présentation du logiciel CAMELIA

Le logiciel CAMELIA est un logiciel de calcul mécanique des lignes aériennes. Ces calculs se font sur la base d'hypothèses et à ces hypothèses, des données doivent être inscrits. Ces données permettent d'avoir une meilleure précision en ce qui concerne la conception du réseau. En ce qui concerne le logiciel, il fonctionne avec une base de données qui doit être établit en fonction des différents équipements disponibles et qui seront utilisés lors de l'installation du réseau. A partir de cette base de données la bibliothèque du logiciel sera adaptée aux calculs. Pour notre étude, nous avons utilisés la base de données en conformité avec les normes de la SONABEL.

3.1. Interface des hypothèses

Pour effectuer les calculs mécaniques, des hypothèses sont émises. Il s'agit de deux hypothèses dénommée **A1** et **B1**. Il est à noter que le logiciel applique des coefficients de sécurité pour garantir la fiabilité du réseau.

Coefficients de sécurité		σ
Chaînes isolantes		3
Isolateurs rigides		3
Coefficients de travail		λ
Armement		1
Armement, SA à l'arrêt		1.6
Support bois		1
Support bois, SA à l'arrêt		1.6
Supports béton		1
Supports béton, SA à l'arrêt		1.6
Supports métal		1
Supports métal, SA à l'arrêt		1.6
Supports Autre		1
Compression des supports bois		
Conducteur :		3

Figure 19: Interface hypothèses CAMELIA

3.2. Interface de saisie des données

Dans cette partie qui concerne la saisie des données, des informations doivent être renseignées. Ces informations correspondent au réseau électrique à concevoir. Les informations à renseigner sont entre autres présent ci-dessous.

Figure 20: Interface saisie des données CAMELIA

3.3. Interface saisie des données des cantons

A ce niveau les informations relatives à chaque canton doivent être renseignées.

Figure 21: Interface saisie des données des cantons CAMELIA

3.4. Présentations des résultats

Après avoir renseigner les différentes informations, un calcul est effectué. Sur la base des calculs, le logiciel génère des résultats concernant les aspects mécaniques des lignes aériennes.

ECARTEMENTS : RESULTATS							
Ecart entre phases				Ecartements insuffisants : 0			
Portée : Longueur m	Supports		Armements	Ecart Unif. m	Ecartement mini : réel m		Conclusion
	Nom	Struct.					
14.63	EXI	S	NA3X		0.62	1.5	Satisfaisant
38	S1	S	NA3X		0.76	1.2	Satisfaisant
45	S2	S	AS84		1.02	1.61	Satisfaisant
45	S3	S	AS84		1.02	1.61	Satisfaisant
45	S4	S	AS84		1.02	1.61	Satisfaisant
45	S5	S	AS84		1.02	1.61	Satisfaisant
45	S6	S	AS84		1.02	1.61	Satisfaisant
45	S7	S	AS84		1.02	1.61	Satisfaisant
45	S8	S	AS84		1.02	1.61	Satisfaisant
45	S9	S	AS84		1.02	1.61	Satisfaisant

Figure 22: Résultats CAMELIA des écartements

CALCUL DES RETOURNEMENTS DE CHAINES							
0 Problème de :Retournement							
Support	Armement	h	q	n° phase	Tan réelle	tan maxi	Conclusion
S2	AS84	0.04	0	3	8.87	-	Satisfaisant
S3	AS84	0.04	0.08	2	0.48	-	Satisfaisant
S4	AS84	0.04	0.08	2	0.48	-	Satisfaisant
S5	AS84	0.04	0.08	2	0.48	-	Satisfaisant
S6	AS84	0.04	0.08	2	0.48	-	Satisfaisant
S7	AS84	0.04	0.08	2	0.48	-	Satisfaisant
S8	AS84	0.04	0.08	2	0.48	-	Satisfaisant
S9	AS84	0.04	0.08	2	0.48	-	Satisfaisant
S10	AS84	0.04	0.08	2	0.48	-	Satisfaisant
S11	AS84	0.04	0.08	2	0.48	-	Satisfaisant
S12	AS84	0.04	0.08	2	0.48	-	Satisfaisant
S13	AS84	0.04	0.08	2	0.48	-	Satisfaisant
S14	AS84	0.04	0.02	1	1.66	-	Satisfaisant
S16	AS84	0.04	0.02	1	1.65	-	Satisfaisant

Figure 23: Résultats CAMELIA des retournements de chaines

CALCUL DES INCLINAISONS DE CHAINES							
0 Problème de :Inclinaison							
Support	Armement	h	q	n° phase	Tan réelle	tan maxi	Conclusion
S2	AS84	0.09	0.02	3	4.04	-	Satisfaisant
S3	AS84	0.1	0.08	1	1.27	-	Satisfaisant
S4	AS84	0.1	0.08	1	1.27	-	Satisfaisant
S5	AS84	0.1	0.08	1	1.27	-	Satisfaisant
S6	AS84	0.1	0.08	1	1.27	-	Satisfaisant
S7	AS84	0.1	0.08	1	1.27	-	Satisfaisant
S8	AS84	0.1	0.08	1	1.27	-	Satisfaisant
S9	AS84	0.1	0.08	1	1.27	-	Satisfaisant
S10	AS84	0.1	0.08	1	1.27	-	Satisfaisant
S11	AS84	0.1	0.08	1	1.27	-	Satisfaisant
S12	AS84	0.1	0.08	1	1.27	-	Satisfaisant
S13	AS84	0.1	0.08	1	1.27	-	Satisfaisant
S14	AS84	0.1	-0.01	3	-18.25	-	Satisfaisant
S16	AS84	0.1	-0.01	3	-18.59	-	Satisfaisant

Figure 24: Résultats CAMELIA du calcul des inclinaisons des chaines

CHAPITRE 4 : ETUDE DU RESEAU BASSE TENSION (BT)

Le réseau basse tension (BT) constitue la dernière étape de la chaîne de distribution électrique, reliant directement les infrastructures aux consommateurs finaux. L'étude du réseau BT présentée dans ce chapitre couvre trois aspects clés : le plan de distribution, l'estimation des puissances requises (méthode employée et valeur obtenue), et les formules de dimensionnement (chute de tension, sections de câbles). Cette étape est importante car elle conditionne la qualité, la sécurité et la continuité de l'alimentation des usagers.

1. Présentation du plan

Le plan ci-après représente le réseau de distribution électrique du projet SOYAF, mettant en évidence les différentes zones desservies et leurs spécificités. Les infrastructures clés telles que le plateau sportif, l'aire de jeux, le centre de santé et les espaces commerciaux y sont localisées, avec une indication de leur superficie (en hectares). Ce plan appuie l'analyse des besoins en alimentation électrique et la représentation des circuits de distribution. Une meilleure visualisation du plan sera présentée en annexe. (Annexe 6)

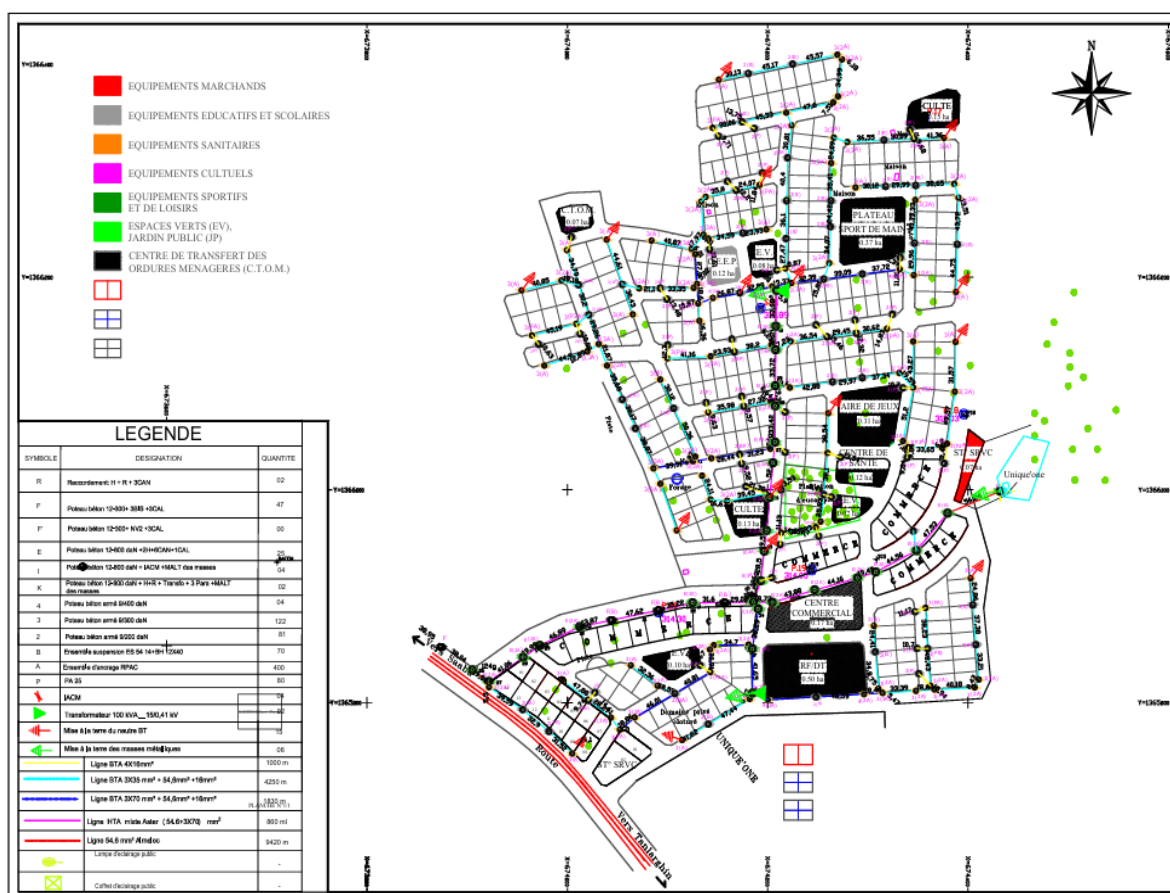


Figure 25: Plan de distribution BT

2. Présentation des besoins énergétiques de la localité

Les besoins en puissance de la localité ont été déterminées selon la méthode de densité de charge et les coefficients de simultanéité au chapitre 3. Ces résultats présentent une demande totale de kW pour l'alimentation des habitats, centres publics et commerces. Nous retenons kW pour l'école Unique One. Ces valeurs permettront de vérifier la chute de tension au niveau du réseau de distribution pour garantir une alimentation électrique adaptée aux besoins réels.

3. Calcul et vérification des sections des câbles et chute de tension pour le réseau BT

Le dimensionnement des conducteurs et le contrôle des chutes de tension constituent une étape cruciale dans l'étude du réseau de distribution. En s'appuyant sur les courants de projet et les distances de dérivations, les sections minimales requises sont calculées pour limiter la chute de tension (ΔU 7% pour réseau BT neuf).

La formule suivante est utilisée pour le calcul de la chute de tension :

$$\left(\frac{\Delta U}{U}\right) \% = k * P * D \quad (35)$$

Avec :

$$k = \frac{R_0 + X_0 * \tan \varphi}{U^2}$$

k : le facteur de la chute de tension en kW/km

P : la puissance qui transite dans le tronçon en kW

D : la distance du tronçon en km

R_0 : résistance linéique du tronçon en Ω/km

X_0 : réactance linéique du tronçon en Ω/km

U : tension composée du réseau en kV

Conclusion :

L'étude du réseau de distribution BT, a permis d'établir une configuration adaptée aux besoins de la population en respectant les normes. La vérification des chutes de tensions a été effectué avec des valeurs maximales de 5,94% et 4,65% respectivement pour le premier et le deuxième lot.

Tableau 12: Présentation des calculs de la chute de tension du premier lot

Tronçon	Distance	P	Section	k	ΔU (%)	ΔU Cumulée (%)
1001-1005	0,13	2,93	3x70mm ² +1x54,6+16mm ²	0,42	0,16	0,16
1005-1008	0,07	6,21	3x35+1x54,6+16mm ²	0,72	0,29	0,45
1005-1010	0,05	3,32			0,12	0,58
1010-1012	0,09	4,89			0,32	0,90
1010-1013	0,04	1,96			0,06	0,96
1013-1016	0,10	14,96			1,12	2,07
1001-1020	0,10	6,63	3x35+1x54,61+16mm ²	0,72	0,45	0,45
1001-1021	0,04	4,89	3x35+1x54,61+16mm ²	0,72	0,14	0,14
1021-1035	0,04	2,93			0,08	0,23
1035-1044	0,30	27,52		0,72	5,94	6,17
1044-1047	0,10	10,31	3x35mm ² +1x54,6+16mm ²	0,72	0,77	6,94
1001-1021	0,04	4,89	3x35+1x54,61+16mm ²	0,72	0,14	0,14
1021-1024	0,05	0,98	3x70mm ² +1x54,6+16mm ²	0,42	0,02	0,16
1024-1025	0,02	1,96			0,02	0,18
1025-1028	0,11	1,96			0,09	0,27
1028-1031	0,09	5,47	3x35+1x54,61+16mm ²	0,72	0,36	0,63
1026-1033	0,05	1,96	3x35+1x54,61+16mm ²	0,72	0,07	0,07
1001-1021	0,04	4,89	3x35+1x54,61+16mm ²	0,72	0,14	0,14
1021-1035	0,04	2,93		0,72	0,08	0,23
1035-1053	0,22	20,53		0,72	3,25	3,48

Tableau 13: Présentation des calculs de la chute de tension du deuxième lot

Tronçon	Distance (km)	I (A)	P(kW)	Section	k	ΔU (%)	ΔU Cumulée (%)
1001-1006	0,14	65	12,71	3x70mm ² +1x54,6+16mm ²	0,42	0,747201	0,747
1005-1006	0,015	5	0,98	3x35mm ² +1x54,6+16mm ²	0,72	0,011	0,758
1006-1009	0,084	35	6,84			0,414	1,172
1009-1010	0,039	15	2,93			0,082	1,254
1010-1013	0,102	45	8,80			0,646	1,900
1001-1002	0,03	85	16,62	3x70mm ² +1x54,6+16mm ²	0,42	0,209	0,209
1002-1028	0,18	85	16,62			0,000	0,209
1028-1030	0,055	25	4,89			0,113	0,322
1030-1032	0,041	15	2,93			0,050	0,373
1032-1035	0,121	35	6,84			0,348	0,721
			0,00				
1001-1046	0,315	105	20,53	3x35+1x54,61x16mm ²	0,72	4,656	4,656
1001-1040	0,142	75	14,66	3x35+1x54,61x16mm ²	0,72	1,499	1,499
1040-1051	0,124	65	12,71	3x70mm ² +1x54,6+16mm ²	0,42	0,662	2,161
1051-1057	0,186	85	16,62	3x35mm ² +1x54,6+16mm ²	0,72	2,225	4,386
1057-1059	0,059	20	3,91			0,166	4,552
1001-1038	0,09	60	11,73	3x35+1x54,61x16mm ²	0,42	0,443394	0,443
1038-1064	0,143	45	8,80	3x35mm ² +1x54,6+16mm ²	0,72	0,906	1,349
1064-1066	0,059	35	6,84			0,291	1,640
1066-1070	0,056	55	10,75			0,434	2,073

CHAPITRE 5 : PRESENTATION DES RESULTATS ET DU MODEL 3D DE LA LIGNE

Cette section présente les principaux résultats issus de l'étude de conception et de dimensionnement du réseau électrique HTA/BT réalisée dans le cadre du projet d'électrification. Elle regroupe les données techniques obtenues ainsi que la configuration générale du réseau. En plus, un modèle 3D a été élaboré pour illustrer visuellement le tracé de la ligne. Ce modèle permet une meilleure compréhension de l'implantation prévue dans l'environnement réel, et constitue un outil d'appui à l'analyse technique et à la planification.

1. Présentation des résultats

1.1. Limite des cantons

Le tableau suivant présente les différents cantons retenus pour les calculs.

Tableau 14: Cantons retenus pour les calculs

Canton	Limites des cantons	Paramètre de pose	Conducteur
1	EXI à S1	50 m à 45 °C	ASTER 54,6 mm ²
2	S1 à S215	700 m à 45 °C	ASTER 54,6 mm ²
3	S16 à S44	700 m à 45 °C	ASTER 54,6 mm ²
4	S44 à S45	50 m à 45 °C	ASTER 54,6 mm ²

1.2.Efforts s'exerçant sur les supports

Le calcul des efforts s'exerçant sur les supports a été effectué manuellement. Ces efforts sur les supports tiennent compte des effets du vent et des conducteurs. Les résultats sont présentés en annexe. (Annexe 2)

1.3.Flèches et garde hors-sol

Le calcul des flèches et des gardes hors-sols a été réalisé manuellement en prenant en compte de différentes portées et des fonctions des supports. Les résultats sont présentés en annexe. (Annexe 3)

1.4.Les efforts sur les armements

Le calcul des efforts sur les armements s'effectue en tenant compte des contraintes mécaniques telles que le poids des conducteurs, la tension mécanique, le vent. Les résultats sont en (Annexe

4)

2. Présentation des résultats

Des calculs manuels et sur logiciel ont été effectués et dans cette partie nous présenterons les résultats issus des différents moyens utilisés :

2.1. Application numérique des calculs mécaniques

HAUTEUR DE SUPPORTS HTA

La hauteur des supports de la haute tension se détermine à partir de la formule suivante :

$$H - f - d - He \geq 6m$$

$$He = \frac{H}{10} + 0,5$$

$$H - f - d - \left(\frac{H}{10} + 0,5 \right) \geq 6m$$

AN :

$$H - 1,5 - 0,25 - \left(\frac{H}{10} + 0,5 \right) \geq 6m$$

$H \geq 9,17 m$. Valeur retenue pour les supports HTA : 12 m

$$H = 12 m$$

PROFONDEUR D'IMPLANTATION DES SUPPORTS

La profondeur d'implantation des supports se détermine par la formule suivante :

- Supports d'alignement

$$He = \frac{H}{10} + 0,5 \text{ Pour } H = 12 m$$

AN :

$$He = \frac{12}{10} + 0,5$$

$$He = 1,7 m$$

- Supports d'arrêt

$$He = \frac{H}{10} + 0,7$$

AN :

$$He = \frac{12}{10} + 0,7$$

$$He = 1,9 m$$

HAUTEUR HORS SOL DES SUPPORTS

$$H_s = H - H_e$$

$$H_{s \text{ ALIGNEMENT/ANGLE}} = 12 - 1,7 = 10,3 \text{ m}$$

$$H_{s \text{ ARRET}} = 12 - 1,9 = 10,1 \text{ m}$$

FONDATION DES SUPPORTS

$$L_f = l_f = (75 * 2 + l_s) * K_s$$

- Supports d'alignement ou d'angle

$$l_s = 380 \text{ mm}; K_s = 1,2$$

AN:

$$L_f = l_f = (75 * 2 + 380) * 1,2$$

$$L_f = l_f = 0,636 \text{ m}$$

- Supports d'arrêt

$$l_s = 380 \text{ mm}; K_s = 1,75$$

AN:

$$L_f = l_f = (75 * 2 + 380) * 1,75$$

$$L_f = l_f = 0,928 \text{ m}$$

GARDE HORS SOL

La garde hors-sol sera déterminée pour chaque portée, en tenant compte de la flèche spécifique associée. Elle devra respecter une valeur minimale de 6 mètres et ce calcul se fera à partir de la formule suivante, pour quelques supports considérés :

$$D = H - (H_e + f + A)$$

Avec A l'encombrement dû à l'armement

- Supports d'alignement : Support 4

$$D = 12 - (1,7 + 0,253 + 0,5)$$

$$D = 9,547 \text{ m}$$

- Supports d'arrêt : Support S1

$$D = 12 - (1,9 + 0,027)$$

$$D = 10,07 \text{ m}$$

DISTANCE MINIMALE ENTRE PHASES

La distance minimale sera déterminée pour chacune des portées

$$E_{min} = kc * (\frac{U}{150} + Kz * \sqrt{f + l})$$

Avec :

Kz : coefficient suivant la zone de vent (égal à 0,9 pour les zones à vent normal et 1 pour les zones à fort vent-givre)

Kc : coefficient fonction du type d'armement

- Pour deux alignements successifs l = 0,5 m

$$E_{min} = (\frac{15}{150} + 0,9 * \sqrt{0,253 + 0,5})$$

$$E_{min} = 0,88 \text{ m}$$

- Pour deux ancrages successifs L = 0m

$$E_{min} = 0,8 * (\frac{15}{150} + 0,9 * \sqrt{0,049 + 0})$$

$$E_{min} = 0,24 \text{ m}$$

DETERMINATION DE LA TENSION DES CONDUCTEURS

Calcul de la portée équivalente

En ce qui concerne l'étude de la ligne HTA, nous dénombrons au total 4 cantons allant du support existant au dernier support en tenant compte des ramifications.

Comme application de calculs nous allons utiliser le troisième canton qui s'étend sur 1310 m et qui comporte 30 portées. S15 à S45, sera utilisé.

Tableau 15: Les portées du troisième canton

Portée	Distance
a ₁	45
a ₂	45
a ₃	45
a ₄	45
a ₅	45
a ₆	45
a ₇	45
a ₈	45

Portée	Distance
a ₉	45
a ₁₀	45
a ₁₁	45
a ₁₂	48
a ₁₃	47
a ₁₄	46
a ₁₅	46
a ₁₆	46
a ₁₇	46
a ₁₈	46
a ₁₉	46
a ₂₀	46
a ₂₁	46
a ₂₂	46
a ₂₃	46
a ₂₄	46
a ₂₅	39
a ₂₆	39
a ₂₇	39
a ₂₈	39
a ₂₉	38
a ₃₀	20

$$T_{max} = \frac{32}{3} = 10,67 \text{ daN/mm}^2$$

La tension maximale obtenue est égale 10,67 daN/mm².

Calculons la tension initiale T_i

$$T_i = m_i \times \omega \times P$$

Avec :

m_i étant le coefficient de surcharge égal à 1,

ω étant le poids spécifique égal à 0,00268 daN/mm² pour conducteur Almelec,

$$T_i = 1 \times 0,00268 \times 1000$$

$$T_i = 2,68 \text{ daN/mm}^2$$

Calculons la tension finale

La suite du calcul restera dans le cas considéré étant le premier canton et sur l'hypothèse A

Hypothèse A

Les paramètres considérés :

- Température : 25° C
- Pression du vent sur conducteur P_v égal à 200 Pa

Nous utiliserons l'équation généralisée des conducteurs aériens pour déterminer la tension mécanique finale dans le câble. Cette équation tient compte des aspects comme : les charges permanentes (poids propre, vent), des variations de températures (dilatation thermique) et la déformation élastique du conducteur.

L'équation est la suivante :

$$tf^2 \times (tf + A) = K. \text{ Ainsi on a } tf = \sqrt{\frac{K}{tf + A}}$$

Avec :

A : le coefficient intégrant en compte l'allongement dû à la température et la flexion sous charges,

$$A = \frac{E}{24} \times \frac{\omega^2 \times ae^2 \times mi^2}{ti^2} + E \times a \times (\theta f - \theta i) - ti$$

Et

K : le coefficient qui tient compte des effets mécaniques des charges (vent, poids)

$$K = \frac{E}{24} \times \omega^2 \times ae^2 mf^2$$

E = 6200 daN/mm², module d'élasticité de l'Almélec (conducteur 54,6 mm²), selon la norme NF C 11-201.

Et a = 23*10⁻⁶, coefficient de dilatation thermique.

AN :

$$A = \frac{6200}{24} \times \frac{0,00268^2 \times 44,44^2 \times 1^2}{2,68^2} + 6200 \times 23 \times 10^{-6} \times (25 - 55) - 2,68$$

$$A = -6,45$$

Déterminons le coefficient de surcharge finale (mf)

$$mf = \frac{R}{p} = \frac{\sqrt{Fv^2 + p^2}}{p}$$

Avec :

F_v : l'effort du vent sur le conducteur ; $F_v = P_v \times \theta$

p : l'effort dû au propre poids du conducteur ; $p = \omega \times S$

AN :

$$mf = \frac{\sqrt{Fv^2 + p^2}}{p} = \frac{\sqrt{(20 \times 0,00945)^2 + (0,00268 \times 54,6)^2}}{(0,00268 \times 54,6)} = 1,63$$

Ainsi :

$$K = \frac{6200}{24} \times 0,00268^2 \times 44,44^2 \times 1,63^2$$

$$K = 9,74$$

A partir des résultats obtenus précédemment nous déduisons que $t_f = 6,68 \text{ daN/mm}^2$

La tension unitaire en se basant sur le canton 1 avec l'hypothèse A1 :

$$t_f = 6,68 \text{ daN/mm}^2$$

CALCUL DES EFFORTS DES SUPPORTS

Support d'alignement en isolateur suspendus : Exemple du support S2

Données du calcul :

$$F_{\text{armement}} = 25 \text{ daN}$$

$$P_v = 200 \text{ Pa}$$

$$\theta = 0,00945 \text{ m}$$

$k = 1$ pour les armements fixés au sommet et $n = 3$

$$F = \frac{1}{k} \times n \times \left(\frac{a1+a2}{2} \right) \times V (P_v \times \theta) + F_{\text{armement}}$$

Avec : $V = (P_v \times \theta)$

AN :

$$F = 3 \times \left(\frac{38,2+45}{2} \right) \times (20 \times 0,00945) + 25$$

$$F = 48,59 \text{ daN}$$

Support d'arrêt simple : Exemple du support S45

Données du calcul :

$T_f = 6,68 \text{ daN/mm}^2$; $S = 54,6 \text{ mm}^2$; $a = 19,88 \text{ m}$; $P_v = 200 \text{ Pa}$; $n = 3$; $\theta = 0,00945 \text{ m}$ et $F_{\text{armement}} = 25 \text{ daN}$

- L'effort de traction sera déterminé à partir de la formule suivante :

$$F_t = n \times t \times s$$

AN :

$$F_t = 3 \times 6,68 \times 54,6$$

$$\mathbf{F_t = 1094 \text{ daN}}$$

- L'effort du vent sera déterminé à partir de la formule suivante :

$$F_v = n \times V \times \frac{a}{2} + F_{\text{armement}}$$

Avec : $V = (P_v \times \theta)$

On obtient donc :

$$F_v = 3 \times 20 \times 0,00945 \times \frac{19,88}{2} + 25$$

$$\mathbf{F_v = 30,64 \text{ daN}}$$

- Les efforts totaux s'obtiendront à partir de la formule suivante :

$$F_{tot} = \sqrt{F_t^2 + F_v^2}$$

AN :

$$F_{tot} = \sqrt{1094^2 + 30,64^2}$$

$$\mathbf{F_{tot} = 1094,43 \text{ daN}}$$

Support d'arrêt double avec IACM : Cas du support S1

Données du calcul :

$T_f = 6,68 \text{ daN/mm}^2$; $S = 54,6 \text{ mm}^2$; $a_1 = 14,63 \text{ m}$; $a_2 = 38,2 \text{ m}$; $P_v = 200 \text{ Pa}$; $n = 3$;
 $\theta = 0,00945 \text{ m}$ et $F_{\text{armement}} = 25 \text{ daN}$; $F_{\text{IACM}} = 100 \text{ daN}$

- L'effort de traction sera déterminé à partir de la formule suivante :

$$F_t = n \times t \times s$$

AN :

$$F_t = 3 \times 6,68 \times 54,6$$

$$\mathbf{F_t = 1094 \text{ daN}}$$

- L'effort du vent sera déterminé à partir de la formule suivante :

$$Fv = n \times V \times \left(\frac{a1 + a2}{2} \right) + F \text{ armement} + F \text{ IACM}$$

Avec : $V = (Pv \times \theta)$

On obtient donc :

$$Fv = 3 \times 20 \times 0,00945 \times \frac{14,63 + 38,2}{2} + 25 + 100$$

$$\mathbf{Fv = 139,98 \text{ daN}}$$

- Les efforts totaux s'obtiendront à partir de la formule suivante :

$$F_{tot} = \sqrt{Ft^2 + Fv^2}$$

$$\text{AN : } F_{tot} = \sqrt{1094^2 + 139,98^2}$$

$$\mathbf{F_{tot} = 1102,92 \text{ daN}}$$

Support d'angle : exemple du support S26

Données du calcul :

$Tf = 6,68 \text{ daN/mm}^2$; $S = 54,6 \text{ mm}^2$; $a_1 = 45,06 \text{ m}$; $a_2 = 47,77 \text{ m}$; $Pv = 200 \text{ Pa}$; $n = 3$; $\theta = 0,00945 \text{ m}$ et

$F \text{ armement} = 25 \text{ daN}$

- L'effort de traction sera déterminé à partir de la formule suivante :

$$Ft = 2 \times t \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times n \times S$$

Avec : $\alpha = 66 \text{ grades}$

AN :

$$Ft = 2 \times 6,68 \times \sin\left(\frac{66}{2}\right) \times 3 \times 54,6$$

$$\mathbf{Ft = 1084,08 \text{ daN}}$$

- L'effort du vent sera déterminé à partir de la formule suivante :

$$Fv = n \times \left(\frac{a1 + a2}{2} \right) \times \cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times v$$

AN :

$$Fv = 3 \times \left(\frac{45 + 47}{2} \right) \times \cos^2\left(\frac{66}{2}\right) \times 20 \times 0,00945$$

$$Fv = 19,68 \text{ daN}$$

- Les efforts totaux s'obtiendront à partir de la formule suivante :

$$F_{tot} = \sqrt{F_t^2 + (Fv + F_{armement})^2}$$

AN :

$$F_{tot} = \sqrt{(19,68 + 25)^2 + (1084,08)^2}$$

$$F_{tot} = 1085 \text{ daN}$$

Calcul des efforts sur les armements : cas du support S3

Données : $a_1 = 45\text{m}$; $a_2 = 45 \text{ m}$

- Efforts verticaux sur les armements d'alignement

$$Fv = \omega \times \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \times S$$

Avec :

ω : le poids spécifique du conducteur Almelec de valeur égale à $0,00268 \text{ daN/mm}^2$

a_1 et a_2 les portées de part et d'autre du support

S : la section du conducteur

AN :

$$Fv = 0,00268 \times \left(\frac{45 + 45}{2} \right) \times 54,6$$

$$Fv = 6,58 \text{ daN}$$

- Efforts horizontaux sur les armements d'alignement

Pour ce support, la configuration est sans angle on utilisera la formule suivante :

$$Fh = v \times \frac{a_1 + a_2}{2}$$

Avec : $v = C \times P \times \theta$

$C = 1,45$ coefficient de trainée du conducteur

θ_n = Diamètre nominal de l'Almelec égal à $3,15 \text{ mm}$ pour $54,6 \text{ mm}^2$

AN :

$$Fh = 1,45 \times 20 \times 0,00315 \times \frac{45 + 45}{2}$$

$$Fh = 4,11 \text{ daN}$$

- Les efforts totaux Nv du vent sont :

$$Nv = \sqrt{6,58^2 + 4,11^2}$$

$$Nv = 7,76 \text{ daN}$$

Efforts sur les armements de type Nappe d'angle : Cas du support S39

Données : $F_t = -708,74 \text{ daN}$; $F_v = 6,22 \text{ daN}$; $F_h = -606,42 \text{ daN}$

$$NAX = \frac{(F_t + 0,5 \times F_v + 0,3 \times F_h)}{3}$$

$$NAX = \frac{(-708,74 + 0,5 \times 6,22 - 0,3 \times 606,42)}{3} = -295,85 \text{ daN}$$

Tableau 16: Tableau de comparaison entre l'étude manuelle et CAMELIA des aspects mécaniques de la ligne

Désignation	Etude manuel		Etude CAMELIA	
	Support Proposé	Armement proposé	Support Proposé	Armement proposé
S1	PBA 12A-1250	NA3X-3150	PBA 12A-1250	NA3X-3150
S2	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S3	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S4	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S5	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S6	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S7	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S8	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S9	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S10	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S11	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S12	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S13	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S14	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S15	PBA 12A-1250	NA3X-3150	PBA 12A-1000	NA3X-3150
S16	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S17	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S18	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S19	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S20	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S21	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S22	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S23	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S24	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S25	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700

Désignation	Etude manuel		Etude CAMELIA	
S26	PBA 12A-1250	NA3X-3150	PBA 12JA-800	NA3X-2000
S27	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12JA-300	NA3X-2000
S28	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S29	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S30	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S31	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S32	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S33	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S34	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S35	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S36	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S37	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S38	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S39	PBA 12A-800	NA3X-3150	PBA 12JA-800	NA3X-2000
S40	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S41	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S42	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S43	PBA 12A-300	AS84-700	PBA 12A-300	AS84-700
S44	PBA 12A-1250	NA3X-3150	PBA 12A-1000	NA3X-3150
S45	PBA 12A-1250	NA3X-3150	PBA 12A-300	NA3X-2000

En somme, après comparaison des deux études effectuées, nous notons que :

✚ **86,67% des supports sont identiques à raison de 6/45 supports** : Six supports ont des caractéristiques différentes entre les calculs manuels et ceux obtenu par implémentation au logiciel CAMELIA.

✚ **91% des armements sont identiques à raison de 4/45 armements** : Quatre armements ont des caractéristiques différentes entre les calculs manuels et ceux obtenu par implémentation au logiciel CAMELIA.

Discussions :

A l'issue des calculs, sur quarante-cinq (45) supports, 6 supports proposés diffèrent des supports proposés par l'étude CAMELIA. Cela s'explique par le fait qu'au niveau des angle du réseau les efforts sont importants. En prenant le supports 26, comme exemple, on constate que des supports jumelés ont été proposé afin d'éviter de tenir aux éventuelles contraintes. En ce qui concerne l'armement, quatre armements diffèrent entre les deux études. Cette différence est causée par l'angle du réseau, la nature du support et également l'orientation des supports.

3. Présentation du model 3D de la ligne

Dans le cadre de l'étude et de la conception du réseau électrique HTA/BT du projet SOYAF dans la commune rurale de Saaba, un modèle 3D de la ligne a été réalisé afin de visualiser tout d'abord le tracé proposé, ensuite l'implantation des poteaux, ainsi que les différents composants du réseau. Cette représentation tridimensionnelle permet de mieux appréhender l'intégration de l'infrastructure dans le paysage réel, d'anticiper les contraintes techniques liées au relief, à la végétation ou aux obstacles existants. Et elle facilite la communication du projet auprès des parties prenantes. Le modèle 3D constitue ainsi un outil de simulation et d'aide à la décision. Il tend à refléter fidèlement les données topographiques collectées sur le terrain et les choix de conception retenus.

3.1.Présentation du logiciel AutoCad

AutoCad, acronyme d'Automatic Computer-Aided Design, a été développé et commercialisé pour la première fois en décembre 1982 par Autodesk Inc., une entreprise spécialisée dans les solutions logicielles pour l'ingenierie et la conception.

- Les fonctionnalités principales sont entre autres :
 - La conception 2D et 3D,
 - L'interopérabilité et compatibilité,
 - Les outils spécialisés : AutoCad Electrical, AutoCad 3D, Dynamic Blocks.
- Avantages techniques :
 - La précision : grâce à un système de coordonnées,
 - La productivité : la bibliothèque de blocs réutilisables et la gestion des calques,
 - Visualisation : fonctions de navigation 3D (orbite, styles visuels) et export vers des formats immersifs (VR, AR).

3.2.Présentation du modèle 3D

Cette présentation a pour objectif d'exposer les différentes captures du modèle 3D réalisé sous AutoCAD, offrant ainsi un aperçu de sa structure et de ses composants. La visualisation de ce réseau en 3D permet de mettre en avant les angles, les dimensions et les fonctionnalités du projet qui livrera une première compréhension de sa conception. Cependant, pour une visualisation plus compète et une meilleure appréciation, le modèle 3D sera disponible intégralement en annexe. (Annexe 18) et (Annexe 19)

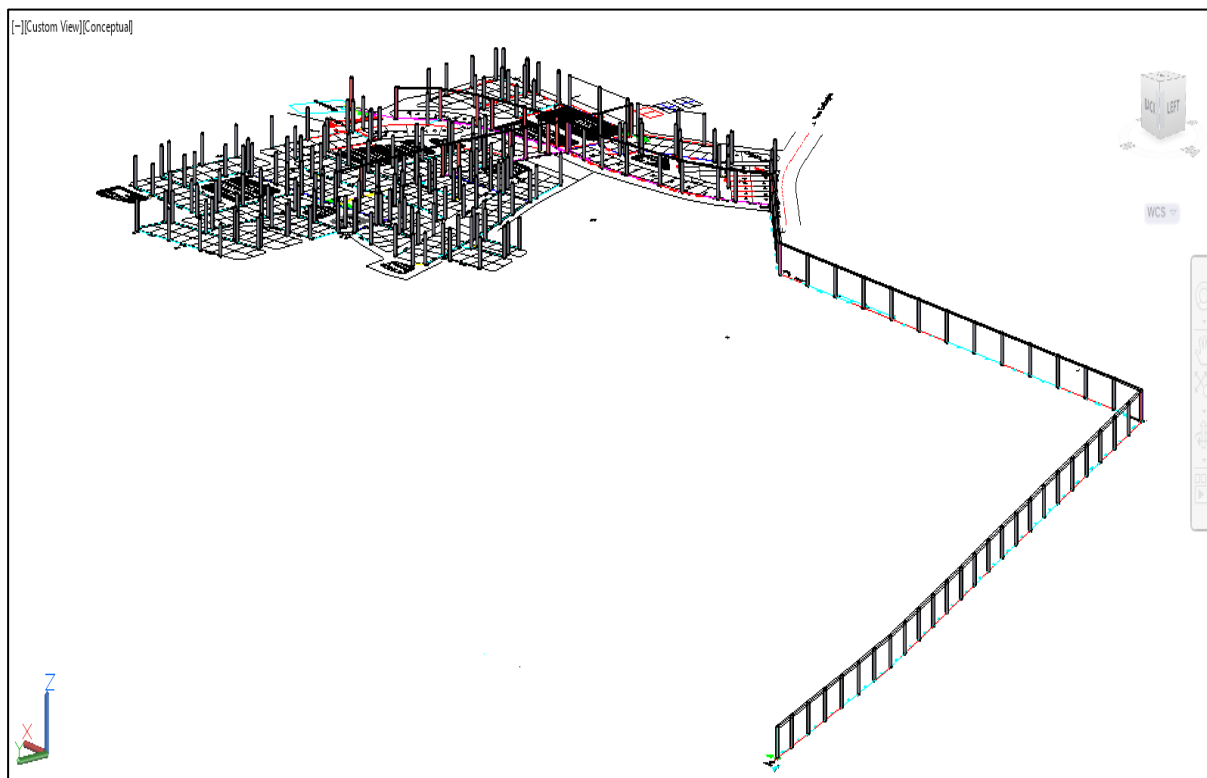


Figure 26: Vue en 3D de l'ensemble du réseau

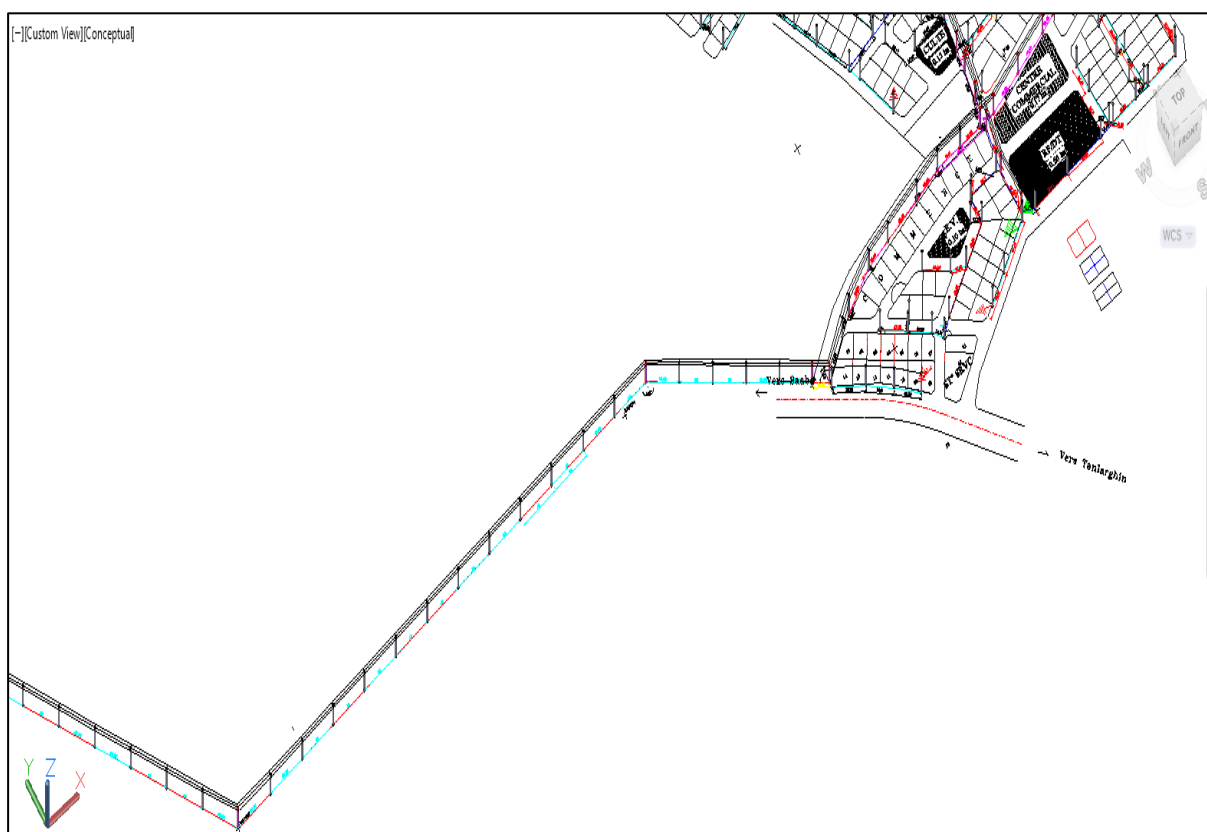


Figure 27: Vue en 3D des angles du réseau

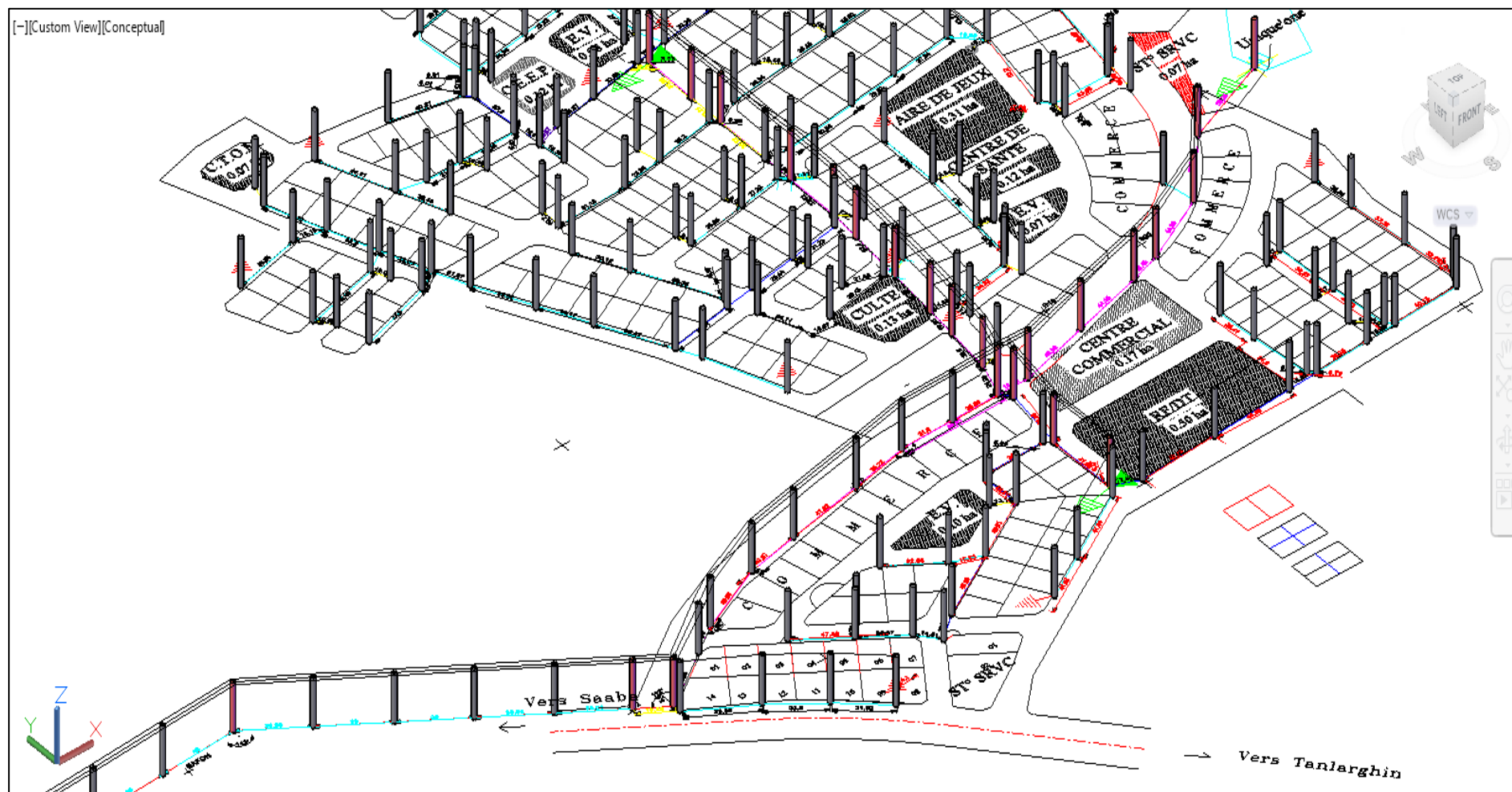


Figure 28: Vue en 3D du passage des lignes

CHAPITRE 6 : ESTIMATION FINANCIERE ET NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

Cette partie regroupe deux volets de l'étude. L'estimation financière du projet d'électrification HTA/BT de l'espace ainsi que l'analyse des impacts et sociaux potentiels liés à sa mise en œuvre.

1. Estimation financière du projet

L'estimation financière du projet donne un montant total de **189 196 893 FCFA** intégrant différents coûts associés à la réalisation du réseau électrique HTA/BT dans la commune rurale de Saaba. Les différentes répartitions budgétaires se trouve dans le tableau suivant :

Tableau 17: Tableau récapitulatif du coût du projet

Désignation	Montant
Réalisation du réseau HTA	108 183 850 FCFA
Réalisation du réseau BT	52 152 500 FCFA
TVA	28 860 543 FCFA

Le devis total pour la réalisation du projet se trouve en annexe. (Annexe 17)

2. Notice d'impact environnemental et social

Dans le cadre du projet SOYAF portant sur la conception et le dimensionnement d'un réseau électrique HTA/BT pour l'électrification d'un espace communautaire, une attention particulière a été accordé à l'analyse des effets du projets sur le plan environnemental et social. Dans cette perspective, une Notice d'Impact Environnemental et Social (NIES) a été élaborée. C'est un outil règlementaire mais surtout stratégique, visant à prendre en compte tous les aspects environnementaux et sociaux pour assurer le développement du projet dans une logique de durabilité et de responsabilité. Cette approche permet de dresser un diagnostic clair des enjeux environnementaux (tels que la préservation des sols, de la végétation ou la gestion des déchets), sociaux (notamment la sécurité, la santé de la population autour et aussi l'acceptabilité communautaire) et économiques (création d'emplois, développement de la localité).

Sur la base de cette évaluation, des mesures de gestion environnementale et sociale sont proposées afin de minimiser les nuisances, d'optimiser les bénéfices et de renforcer l'intégration du projet dans son contexte local. Au-delà de son rôle technique, la NIES se révèle être une base fondamentale pour faciliter l'acceptabilité sociale du projet et améliorer la qualité de mise en œuvre.

Tableau 18: Notice d'impact environnemental

Domaine	Composante concernée	Impact identifié	Niveau d'impact	Nature de l'impact	Types de mesures
ENVIRONNEMENTAL	Végétation naturelle (arbres)	Abattage d'arbres pour le passage des lignes	Modéré à élevé	Négatif	Mesure compensatoire : Recensement préalable, contournement si possible, reboisement compensatoire
	Sols	Dégradation des sols, érosion possible en cas de saison pluvieuse	Modéré	Négatif	Mesure préventive : Travaux en saison sèche, remblayage rapide et stabilisation
	Pollution de l'air	Emission de poussière par engins sur pistes non revêtues	Modéré	Négatif	Mesure corrective : Arrosage des pistes, entretien régulier des engins
	Déchets solides de chantier	Déchets de câbles, ferrailles, emballages mal gérés	Elevé	Négatif	Mesure corrective : Tri à la source, collecte organisée, évacuation vers site agréé
	Bruit et nuisances sonores	Nuisances sonores temporaires pour les riverains pendant les travaux	Modéré	Négatif	Mesure préventive : Travaux limités de 07h à 17h, information des populations en amont
	Paysage rural	Lignes et poteaux modifient légèrement le paysage naturel	Modéré	Négatif	Mesure corrective : Implantation optimisée dans le paysage local
SOCIAL	Sécurité des populations	Risques d'accidents (enfants, passants, engins de chantier)	Elevé	Négatif	Mesure préventive : Balisage, signalisation, sensibilisation, port d'EPI, supervision du chantier

Domaine	Composante concernée	Impact identifié	Niveau d'impact	Nature de l'impact	Types de mesures
	Santé publique (poussière, bruit)	Gène passagère pour les habitants proches (poussière, bruit, mouvement d'engins)	Modéré	Négatif	<u>Mesure corrective</u> : Respect strict des horaires, arrosage, information communautaire
	Acceptabilité sociale	Risques d'incompréhension par la population dans le cas où elle n'est pas informée)	Modéré	Négatif	<u>Mesure préventive</u> : Réunions de sensibilisation avec les chefs, leaders locaux et habitants
	Emploi local	Création d'opportunités d'emplois temporaires pour les jeunes et manœuvres locaux)	Modéré	Positif	<u>Mesure de valorisation</u> : Recrutement prioritaire de main-d'œuvre locale
	Développement économique local	Accès futur à l'électricité, appui aux services locaux, activités génératrices de revenus	Elevé	Très positif	<u>Mesure de valorisation</u> : Accompagnement des usagers, appui aux activités, suivi post-raccordement

CONCLUSION GENERALE

Le présent mémoire a porté sur la conception et le dimensionnement d'un réseau électrique HTA/BT destiné à l'électrification d'un espace communautaire dans la commune rurale de Saaba, dans le cadre du projet SOYAF. Ce projet participe à l'augmentation du taux d'accès à l'électricité sur le plan nationale, particulièrement en milieu rural où les besoins restent importants.

L'étude s'est effectuée suivant une méthodologie permettant d'identifier les besoins énergétiques de la zone d'une valeur de 678,65 kW ce qui a permis de dimensionner les équipements et de proposer une architecture du réseau en étant conforme aux normes en vigueur. En ce qui concerne les chutes de tension, nous pouvons noter une chute de tension HTA cumulée d'environ 0,6% ce qui est largement inférieure à 5%. Quant au réseau BT, nous avons une chute de tension maximale cumulée d'environ 6,94% étant inférieure à 7% qui est la valeur à respecter.

Le projet d'un coût total de 189 196 893 FCFA, est constitué d'une ligne HTA de 15 kV d'environ 2,9 km en conducteurs Almelec 54,6 mm² et d'un réseau BT couvrant plus de 6 km. L'étude a été menée de façon manuelle et avec certains outils numériques comme CAMELIA. Cet outil a été utilisé pour comparer les résultats des calculs mécaniques effectué manuellement afin d'effectuer une vérification mais également valider les hypothèses techniques.

Au-delà des aspects techniques, une évaluation de l'impact environnemental et social a été intégrée afin de réaliser le projet en tenant compte des différents impacts suivant une approche responsable et durable.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. KAGAMBEGA, « ETUDE D'ELECTRIFICATION DE LA LOCALITE DE KAYA NAVIO. MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE MASTER, Ouagadougou. », 2019.
- [2] B. SOURA, « CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU HTA/BTA EN MILIEU RURAL : CAS DES LOCALITES DE BAGADOGO ET KOUILA DU SOUS PROJET DORSALE NORD DU WAPP, MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE MASTER, Ouagadougou ». 2025.
- [3] SONABEL, « PROJET INTERCONNEXION DORSALE NORD 330 kV – VOLET ELECTRIFICATION RURALE ». 2018.
- [4] G. BORDONNE et J. LIEB, « ELECTROTECHNIQUE APPLIQUEE TOME II : CALCUL MECANIQUE ». 1989.
- [5] EDF, 2003.
- [6] AFNOR, « NF C 11-201 ». 1996.
- [7] AFNOR, « NF C 14-100 ». 2008.

WEBOGRAPHIE

- <https://fr.vwcable.com/iec-60228-0-6-1kv-pvc-insulated-cables-with-stranded-aluminumconductor/> Consulté le 12/03/2025
- <https://www.nexans.ca/fr/products/Utility---Transmission-and-Distribution/Bare-OverheadConductors.html> Consulté le 12/03/2025
- <https://www.plamen.rs/fr/product/isolateurs-rigides/> Consulté le 12/03/2025
- <https://uniqueandone.school/infrastructures/> Consulté le 20/03/2025
- [A quoi sert le logiciel AutoCAD ?^{\[1\]} Quelles sont les utilisations possibles ? - Desklab](#) Consulté le 05/05/2025
- [Comment choisir un transformateur | Tameson.fr](#) Consulté le 12/05/2025

ANNEXES

<i>Annexe 1 : Calcul manuel des efforts en tête des supports et leur choix.....</i>	<i>62</i>
<i>Annexe 2 : Calcul manuel des flèches et gardes hors sol.....</i>	<i>67</i>
<i>Annexe 3 : Calcul manuel des efforts sur les armements.....</i>	<i>71</i>
<i>Annexe 4 : Carnet de piquetage.....</i>	<i>75</i>
<i>Annexe 5 : Plan de distribution</i>	<i>79</i>
<i>Annexe 6 : Tableau de choix des coefficients de pondération</i>	<i>80</i>
<i>Annexe 7 : Organigramme de la structure d'accueil (TECMON ENERGY).....</i>	<i>80</i>
<i>Annexe 8 : Fiche Technique Choix des armements type Nappe</i>	<i>81</i>
<i>Annexe 9 : Fiche technique choix des armements type BIS</i>	<i>81</i>
<i>Annexe 10 : Fiche technique des consoles d'ancrage</i>	<i>82</i>
<i>Annexe 11 : Fiche technique Disjoncteur poteau.....</i>	<i>83</i>
<i>Annexe 12: Fiche technique des extrémités unipolaire extérieure</i>	<i>84</i>
<i>Annexe 13 : Fiche technique des extrémités unipolaire Intérieurs</i>	<i>85</i>
<i>Annexe 14 : Fiche technique IACM.....</i>	<i>86</i>
<i>Annexe 18 : Fiche technique d'isolateur</i>	<i>86</i>
<i>Annexe 15 : Fiche technique de parafoudre</i>	<i>87</i>
<i>Annexe 16 : Fiche technique des pinces d'ancrage.....</i>	<i>87</i>
<i>Annexe 17 : Estimations financière</i>	<i>88</i>
<i>Annexe 18 : Modèle 3D_1.....</i>	<i>92</i>
<i>Annexe 19 : Modèle 3D_2.....</i>	<i>93</i>

Annexe 1 : Calcul manuel des efforts en tête des supports et leur choix

Désignation	Portée	Fonction	Effort de traction	Angle de piquetage	Effort du vent sur le conducteur	Effort du vent + Effort armement	Effort total	Support retenu
	(m)	(daN)	(gr)	(daN)	(daN)	(daN)	(daN)	
EXISTANT	0	AS						
S1	14,63	AD	1094			139,98	1102,92	PBA 12A-1250
S2	38,2	SF					48,5872	PBA 12A-300
S3	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S4	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S5	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S6	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S7	45	SF					50,52	PBA 12A-300

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET
SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Désignation	Portée	Fonction	Effort de traction	Angle de piquetage	Effort du vent sur le conducteur	Effort du vent + Effort armement	Effort total	Support retenu
S8	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S9	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S10	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S11	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S12	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S13	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S14	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S15	45	AD	1094			50,515	1095,17	PBA 12A-1250
S16	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S17	45	SF					50,52	PBA 12A-300

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Désignation	Portée	Fonction	Effort de traction	Angle de piquetage	Effort du vent sur le conducteur	Effort du vent + Effort armement	Effort total	Support retenu
S18	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S19	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S20	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S21	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S22	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S23	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S24	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S25	45	SF					50,52	PBA 12A-300
S26	45	DA	1084,08	66		44,68	1085,00	PBA 12A-1250
S27	47	SF					51,65	PBA 12A-300

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Désignation	Portée	Fonction	Effort de traction	Angle de piquetage	Effort du vent sur le conducteur	Effort du vent + Effort armement	Effort total	Support retenu
S28	47	SF					51,37	PBA 12A-300
S29	46	SF					51,08	PBA 12A-300
S30	46	SF					51,08	PBA 12A-300
S31	46	SF					51,08	PBA 12A-300
S32	46	SF					51,08	PBA 12A-300
S33	46	SF					51,08	PBA 12A-300
S34	46	SF					51,08	PBA 12A-300
S35	46	SF					51,08	PBA 12A-300
S36	46	SF					51,08	PBA 12A-300
S37	46	SF					51,08	PBA 12A-300

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Désignation	Portée	Fonction	Effort de traction	Angle de piquetage	Effort du vent sur le conducteur	Effort du vent + Effort armement	Effort total	Support retenu
S38	46	SF					51,08	PBA 12A-300
S39	46	DA	-708,74	-42		44,79	710,15	PBA 12A-800
S40	39	SF					47,11	PBA 12A-300
S41	39	SF					47,11	PBA 12A-300
S42	39	SF					47,11	PBA 12A-300
S43	39	SF					46,83	PBA 12C-300
S44	38	AD	1094			41,41	1094,78	PBA 12A-1250
S45	19,88	AS	1094			30,64	1094,43	PBA 12A-1250

Annexe 2 : Calcul manuel des flèches et gardes hors sol

Désignation	Portée	Fonction	Flèche	Implantation	Long f = larg f	Garde hors-sol	Ecartement min
	(m)	(daN)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Existant		AS					
S1	14,63	AD	0,027	1,9	0,9275	10,07	0,198
S2	38,2	SF	0,182	1,7	0,636	9,62	0,484
S3	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S4	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S5	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S6	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S7	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S8	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S9	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S10	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET
SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Désignation	Portée	Fonction	Flèche	Implantation	Long f = larg f	Garde hors-sol	Ecartement min
S11	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S12		SF		1,7	0,636	9,55	
S13	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S14	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S15	45	AD	0,253	1,7	0,636	10,05	0,553
S16	45		0,253	1,7	0,636	9,55	0,553
S17	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S18	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S19	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S20	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S21	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S22	45,09	SF	0,254	1,7	0,636	9,55	0,882
S23	44,97	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Désignation	Portée	Fonction	Flèche	Implantation	Long f = larg f	Garde hors-sol	Ecartement min
S24	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S25	45	SF	0,253	1,7	0,636	9,55	0,881
S26	45,06	DA	0,254	1,9	0,9275	9,85	0,553
S27	47,77		0,285				0,581
S28	47,37	SF	0,280	1,7	0,636	9,52	0,895
		SF					
S29	46		0,265				0,887
S30	46	SF	0,265	1,7	0,636	9,54	0,887
		SF					
S31	46		0,265				0,887
S32	46	SF	0,265	1,7	0,636	9,54	0,887
		SF					
S33	46		0,265				0,887
S34	46	SF	0,265	1,7	0,636	9,54	0,887
		SF					
S35	46		0,265				0,887
	46	SF	0,265	1,7	0,636	9,54	0,887

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Désignation	Portée	Fonction	Flèche	Implantation	Long f = larg f	Garde hors-sol	Ecartement min
S36	46	SF	0,265	1,7	0,636	9,54	0,887
S37		SF		1,7	0,636	9,54	
S38	45,99	SF	0,264	1,7	0,636	9,54	0,887
S39	46	SF	0,265	1,7	0,636	9,54	0,563
S40	38,96	DA	0,190	1,9	0,9275	9,84	0,492
S41	39	SF	0,190	1,7	0,636	9,61	0,848
S42	39	SF	0,190	1,7	0,636	9,61	0,848
S43	38,95	SF	0,190	1,7	0,636	9,61	0,847
S44	38,04	AD	0,181	1,9	0,9275	9,92	0,483
S45	19,88	AS	0,049	1,9	0,9275	10,05	0,240

Annexe 3 : Calcul manuel des efforts sur les armements

Désignation	Portée	Fonction	Effort vertical	Effort horizontal	tg α	Conclusion
	(m)	(daN)	(daN)	(daN)		
EXISTANT	0	AS				
	14,63					
S1		AD	3,87	2,41		
	38,2					
S2		SF	6,09	3,80	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
	45					
S3		SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
	45					
S4		SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
	45					
S5		SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
	45					
S6		SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
	45					
S7		SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
	45					
S8		SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
	45					
S9		SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
	45					
S10		SF	6,58	4,11	0,62	

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET
SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Désignation	Portée	Fonction	Effort vertical	Effort horizontal	tg α	Conclusion
						Pas de retournement Pas d'inclinaison
S11	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S12	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S13	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S14	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S15	45	AD	6,58	4,11		
S16	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S17	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S18	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S19	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S20	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S21	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S22	45	SF	6,58	4,11	0,62	

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET
SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Désignation	Portée	Fonction	Effort vertical	Effort horizontal	tg α	Conclusion
	45					Pas de retournement Pas d'inclinaison
S23		SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S24	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S25	45	SF	6,58	4,11	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S26	45	DA	6,73	733,59		
S27	47	SF	6,88	4,29	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S28	47	SF	6,80	4,25	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S29	46	SF	6,73	4,20	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S30	46	SF	6,73	4,20	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S31	46	SF	6,73	4,20	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S32	46	SF	6,73	4,20	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S33	46	SF	6,73	4,20	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S34	46	SF	6,73	4,20	0,62	

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET
SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Désignation	Portée	Fonction	Effort vertical	Effort horizontal	tg α	Conclusion
						Pas de retournement Pas d'inclinaison
S35	46	SF	6,73	4,20	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S36	46	SF	6,73	4,20	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S37	46	SF	6,73	4,20	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S38	46	SF	6,73	4,20	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S39	46	DA	6,22	-606,42		
S40	39	SF	5,71	3,56	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S41	39	SF	5,71	3,56	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S42	39	SF	5,71	3,56	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S43	39	SF	5,63	3,52	0,62	Pas de retournement Pas d'inclinaison
S44	38	AD	4,23	2,64		
S45	19,88	AS	1,45	0,91		

Annexe 4 : Carnet de piquetage

Nom	Portées	Portées Cumulées	Fonction	Support	Type de jumelage	Orientati on des supports	Angle de piquetage	Armement	Isolateur	Fouilles	Ks		Orientation des armements
EXISTANT	0								MAX- CS40BS11				
			AS										
	14,63			PBA 12A- 1250									
S1		14,63	AD					NA3X- 3150	MAX- CS40BS11	0,7 x 0,7 x 1,9 C3	1,75		IACM
	38,2	52,83		PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S2		97,83	SF										
	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S3		142,83	SF										
	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S4		187,83	SF										
	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S5		232,83	SF										
	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S6		277,83	SF										
	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S7		322,83	SF										
	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S8		367,83	SF										
	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S9		412,83	SF										
	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S10		457,83	SF										
S11	45		SF			100				06x0,4x1,7 C3	1,2	100	

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET
SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Nom	Portées	Portées Cumulées	Fonction	Support	Type de jumelage	Orientati on des supports	Angle de piquetage	Armement	Isolateur	Fouilles	Ks		Orienta tion des armements
		502,83		PBA 12A-300				AS84- 700	MAX- CS40BS11				
S12	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
		547,83	SF										
S13	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
		592,83	SF										
S14	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
		637,83	SF										
S15	45			PBA 12A- 1000		0		NA3X- 3150	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
		682,83	AD										
S16	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
		727,83	SF										
S17	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
		772,83	SF										
S18	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
		817,83	SF										
S19	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
		862,83	SF										
S20	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
		907,83	SF										
S21	45			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
		952,92	SF										
S22	45,09			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
		997,89	SF										
S23	44,97			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
	45	1042,89	SF										

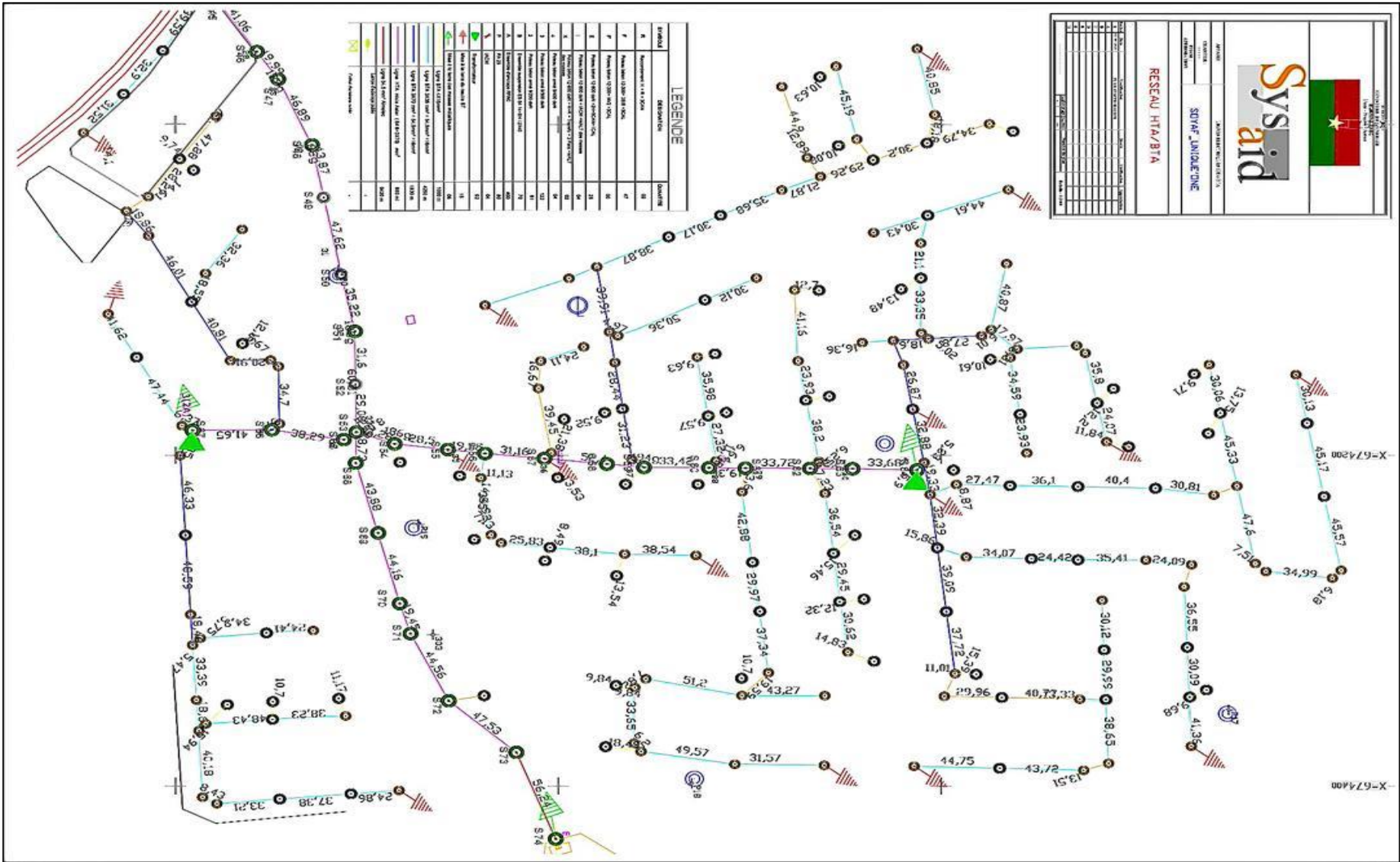
CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET
SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Nom	Portées	Portées Cumulées	Fonction	Support	Type de jumelage	Orientati on des supports	Angle de piquetage	Armement	Isolateur	Fouilles	Ks		Orienta tion des armements
S24			SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S25	45	1087,89		PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S26	45,06	1132,95	DA	PBA 12JA- 800	Boulons	0	66	NA3X- 2000	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,75	0	
	47,77	1180,72		PBA 12JA- 300	Boulons	100		NA3X- 2000	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S27	47,37	1228,09	DA	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S28		1274,09	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S29	46	1320,09	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S30	46	1366,09	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S31	46	1412,09	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S32	46	1458,09	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S33	46	1504,09	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S34	46	1550,09	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S35	46	1596,09	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S36	46		SF			100				06x0,4x1,7 C3	1,2	100	

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET
SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

Nom	Portées	Portées Cumulées	Fonction	Support	Type de jumelage	Orientati on des supports	Angle de piquetage	Armement	Isolateur	Fouilles	Ks		Orientation des armements
		1642,09		PBA 12A-300				AS84- 700	MAX- CS40BS11				
S37	46			PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
	45,99	1688,08	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S38		1734,08	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
	46			PBA 12JA- 800	Boulons	0		NA3X- 2000	MAX- CS40BS11	0,7 x 0,7 x 1,9 C3	1,75	0	
S39		1773,04	DA	PBA 12A-300		100	-42	AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
	38,96	1812,04	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S40		1851,04		PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S41	39		SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
	39	1889,99		PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
S42		1928,03	SF	PBA 12A-300		100		AS84- 700	MAX- CS40BS11	06x0,4x1,7 C3	1,2	100	
	38,95	1947,91		PBA 12A- 1000		0		NA3X- 3150	MAX- CS40BS11	0,7 x 0,7 x 2,1 C3	1,75	0	IACM
S43	38,04		AD	PBA 12A-300		0		NA3X- 2000	MAX- CS40BS11	0,7 x 0,7 x 1,9 C3	1,75	0	
S44		1947,91		PBA 12A-300		0		NA3X- 2000	MAX- CS40BS11	0,7 x 0,7 x 1,9 C3	1,75	0	
S45	19,88		AS	PBA 12A-300		0		NA3X- 2000	MAX- CS40BS11	0,7 x 0,7 x 1,9 C3	1,75	0	

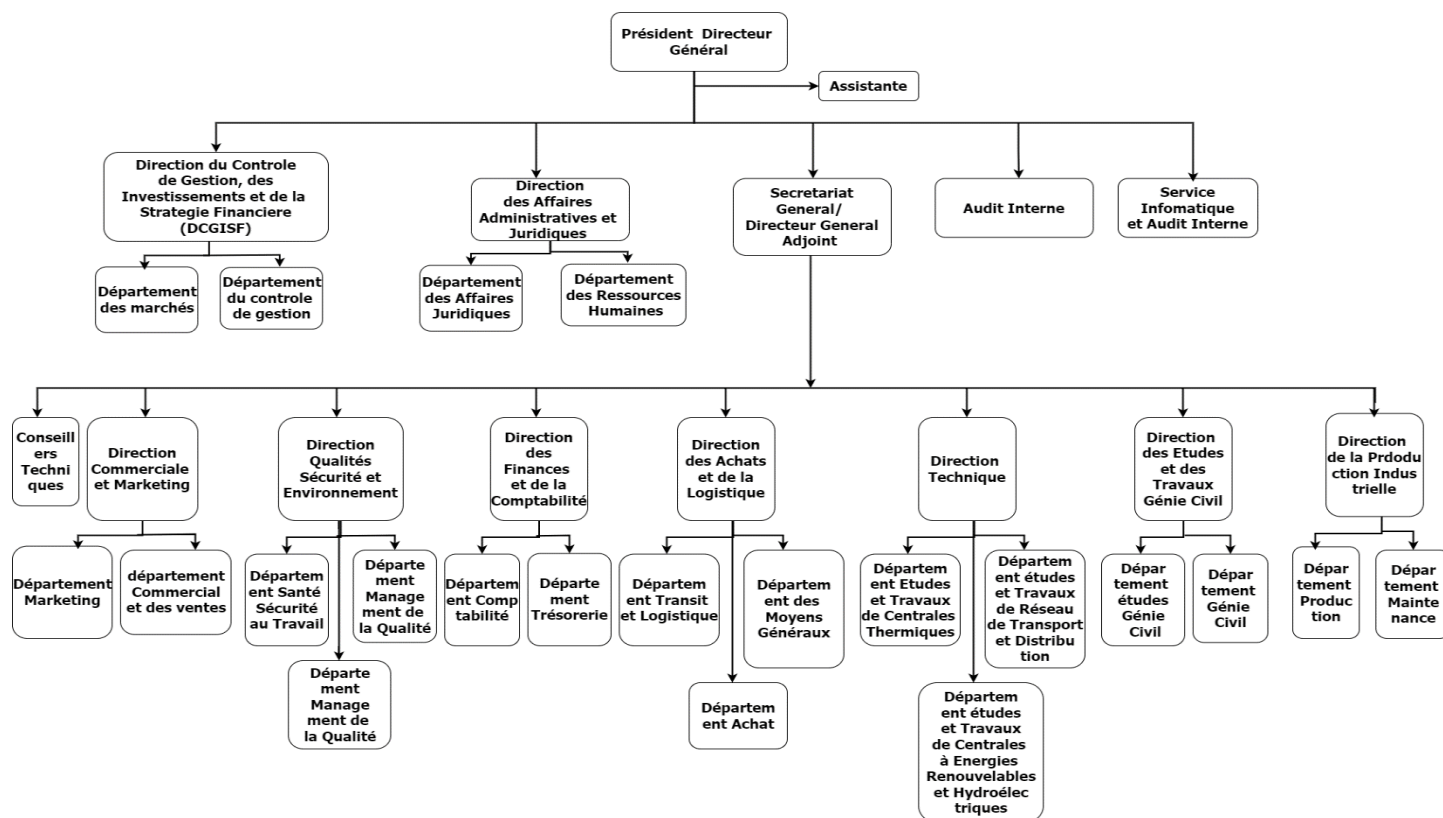
Annexe 5 : Plan de distribution



Annexe 6 : Tableau de choix des coefficients de pondération

Nombre d'utilisateurs situés en aval de la section considérée	Coefficient
2 à 4	1
5 à 9	0,78
10 à 14	0,63
15 à 19	0,53
20 à 24	0,49
25 à 29	0,46
30 à 34	0,44
35 à 39	0,42
40 à 49	0,41
50 et au-dessus	0,38

Annexe 7 : Organigramme de la structure d'accueil (TECMON ENERGY)



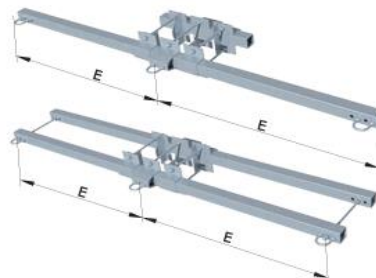
Annexe 8 : Fiche Technique Choix des armements type Nappe

NA Cross Arms / Nappes d'ancrage et Arrêt NA

Simple Anchor / Simple Ancrage

NA Cross arm for simple anchor following the force diagram X,Y and U
Nappe d'arrêt suivant les diagramme d'effort X,Y et U simple ancrage

Interval Ecartement (E) (mm)	NAX<Eff.N>S	NAY<Eff.N>S	NAU<Eff.N>S
	Désignation Designation	Désignation Designation	Désignation Designation
	Nominal Effort Effort Nominal (N)	Nominal Effort Effort Nominal (N)	Nominal Effort Effort Nominal (N)
1050	NA1X<Eff.N>S	NA1Y<Eff.N>S	NA1U<Eff.N>S
	1600<Eff.N<3150	2000<Eff.N<8000	4000<Eff.N<8000
1200	NA2X<Eff.N>S	NA2Y<Eff.N>S	NA2U<Eff.N>S
	1600<Eff.N<5000	2500<Eff.N<10000	6300<Eff.N<12500
1500	NA3X<Eff.N>S	NA3Y<Eff.N>S	NA3U<Eff.N>S
	1600<Eff.N<6300	3150<Eff.N<12500	8000<Eff.N<20000



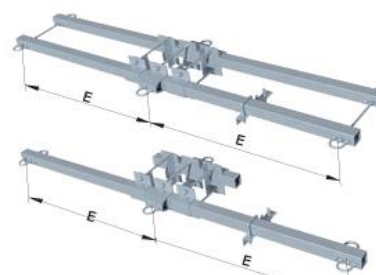
NA Cross Arms / Nappes d'ancrage et Arrêt NA

Double Anchor / Double Ancrage

MNA Cross arm for double anchor following the force diagram X,Y and Z
Nappe d'arrêt suivant les diagramme d'effort X,Y et U double ancrage

Interval Ecartement (E) (mm)	NAX<Eff.N>D	NAY<Eff.N>D	NAU<Eff.N>D
	Désignation Designation	Désignation Designation	Désignation Designation
	Nominal Effort Effort Nominal (N)	Nominal Effort Effort Nominal (N)	Nominal Effort Effort Nominal (N)
1050	NA1X<Eff.N>D	NA1Y<Eff.N>D	NA1Z<Eff.N>D
	1600<Eff.N<3150	2000<Eff.N<8000	4000<Eff.N<8000
1200	NA2X<Eff.N>D	NA2Y<Eff.N>D	NA2Z<Eff.N>D
	1600<Eff.N<5000	2500<Eff.N<10000	6300<Eff.N<12500
1500	NA3X<Eff.N>D	NA3Y<Eff.N>D	NA3Z<Eff.N>D
	1600<Eff.N<6300	3150<Eff.N<12500	8000<Eff.N<20000

Désignation Designation	Interval Ecartement (E) mm
NA1	1050
NA2	1200
NA3	1500



Annexe 9 : Fiche technique choix des armements type BIS

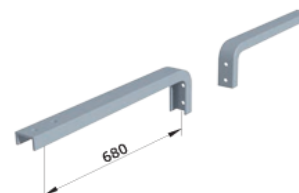


Cross Arms for MV Overhead Lines Armements Réseaux Aériens HTA

Cross Arms for Suspension string / Armements Chaîne de Suspension

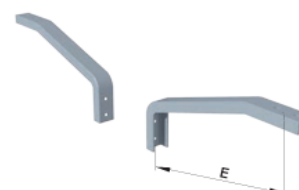
BHFS Horizontal Arm / Bras horizontal BHFS

Interval Ecartement (E) (mm)	Profil Profil UAC (P) (mm)	70	80
680		BHFS 70-680	BHFS 80-680




BIS Inclined Arm / Bras incliné BIS

Interval Ecartement (E) (mm)	Profil Profil UAC (P) (mm)	60	70	80
600		BIS 60-600	BIS 70-600	
800			BIS 70-800	BIS 80-800

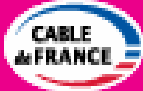


Annexe 12: Fiche technique des extrémités unipolaire extérieure





Une marque de

Prysmian
Group




CABLE & FRANCE
la qualité, et l'innovation





**Extrémité unipolaire extérieure
(modulaire)**
NF C 33 001, VDE 0278, ANSI / IEEE 48



Moyenne Tension (HTA)
De 12 à 36 kV
Extrémités
Référence : ELTO-1C
Appellations ERDF : E3UEN MO / E3UEP MO / E3UEP-630 / E3UEP-1200

Caractéristiques et Assurance Qualité

Le système qualité adopté est évalué et certifié conforme aux exigences de la norme ISO 9001 version 2008 et EN 29001.

Extrémité unipolaire extérieure pour le raccordement de câbles sur ligne aérienne ou jeu de barres.
Convient en environnement climatique sévère et pollution industrielle.

Descriptif du produit

Câble

- Unipolaires à isolation synthétique (EPR, PE, PP, ...)
- Conducteur cuivre ou aluminium
- Ecran semi-conducteur rubané ou extrudé
- Ecran métallique contricoté à la gaine extérieure ou rubané ou fils cuivre, notamment NF C 33-223, UTE C 33-223, NF C 33-226
- Armé ou non armé
- Tension d'isolement jusqu'à 36 kV
- Sections admissibles : 25 mm² à 1 600 mm²

Conditionnement

Ensemble contenant tous les composants et instructions nécessaires au montage de 3 extrémités, les coses de raccordement peuvent être fournies sur demande (voir fiche technique N°xxx).

Poids et volume approximatifs des ensembles :

- 12 kV → 1,7 kg / 0,007 m³
- 17,5 kV → 2 kg / 0,01 m³
- 24 kV → 2 kg / 0,01 m³
- 36 kV → 2,7 kg / 0,012 m³

Matériel spécifique à ERDF

Les produits ERDF ci-dessous sont prévus pour une classe de tension de 24 kV (sont légèrement différents des produits standards figurant dans le tableau ci-après).

Codet ERDF	Désignation ERDF	Section en mm²	Longueur L (approximative) en mm	Niveau de pollution	Code PRYSMIAN
67.02.802	E3UEN MO	50 à 240	590 mm	II	AP 55184
67.02.803	E3UEP-MO	50 à 240	590 mm	III	AP 55187
67.02.813	E3UEP-630	400 à 630	700 mm	III	AP 55195
67.02.736	E3UEP-1200	800 à 1 200	700 mm	III	AP 55196

Pour d'autres applications et sections, veuillez nous consulter.

Prysmian Group Service commercial - Tél. : +33 (0)3 86 95 58 62 - mail : infoables.fr@prysmiangroup.com
www.prysmiangroup.com

1/3

PT 182543 Extrémité unipolaire extérieure ELTO-1C - V0 - Mars 2008


Rédigé par DRABO Alim Sheiban Lorcendi

Promotion M2 GEE 2024-2025

84

Annexe 14 : Fiche technique IACM

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




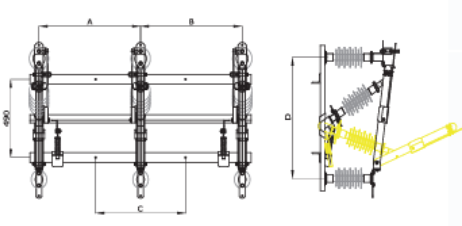
Spécifications Techniques

Norme de référence : ISO 1461 / CEI 2271-1 / CEI 60265 - 103 / ST D60 - L60


- Chassis galvanisé.
- Chaises supports.
- Commande manuelle.
- Tringlerie.
- Poignet isolante.
- Poignet iso
- Nature des isolateurs : composite ou verre trempé

Designation	Caractéristiques mécaniques						
MAX IACM 36kV/50A	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	Ligne de fuite (isolateur HTV) (mm)	Nombre de jupes / Nombre de manoeuvres	Poids approximatif (Kg)
Référence	11453	800 ¹⁵	800 ¹⁵	780 ¹⁵	740 ¹⁵	1020	11 / 10 000

Caractéristiques électriques						
Courant assigné en service continu (A)	Pouvoir de coupure assigné (A)	Courant assigné de courte durée admissible (eff) (kA) (fs)	Pouvoir de fermeture assigné sur court circuit (eff) (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



Version 1/18
F.DEV.03.14.B




Siège social : Bd, Chefchaouini km 11,5
Ain sebaâ - Casablanca - Morocco


Usine & Direction commerciale : Lotissement Banam, la Gracieuse, N° 35-36 - Sidi Bernoussi - Casablanca - Morocco
Tél : +212 5 22 34 45 10 / 67 22 30 - Fax : +212 5 22 35 33 99 / 66 67 67 - Email : inesmax@ines.ma

www.ines-max.com

Annexe 18 : Fiche technique d'isolateur



Isolateur MAX CS40 BS11/120-720




Norme d'isolateur : 752 ligne de fuite spécifique 80 mm/kV
Épaisseur de la partie isolante : 120 mm

Référence	Caractéristiques dimensionnelles				
14432	Longueur / Pas (mm)	Ligne de fuite (mm)	Nombre de jupes	Diamètre des jupes (mm)	Distance d'axe (mm)
	328 ¹⁵	720	14	110	385


Caractéristiques électriques			
Tension de tenue à fréquence industrielle (minuterie à sec) (kV)	Tension de tenue à fréquence industrielle (minuterie sous pluie) (kV)	Tension de tenue au chocs de foudre (niveau 1) (kV)	Tension d'essai (kV)
36	29	170	36

Caractéristiques mécaniques		
Charge mécanique spécifique (kN)	Désignation de l'assemblage	Poids net approximatif (Kg)
40/78	BS11	0,9

Normes IEC 61109, IEC 61466-1, IEC 61466-2, IEC 120



Version 2



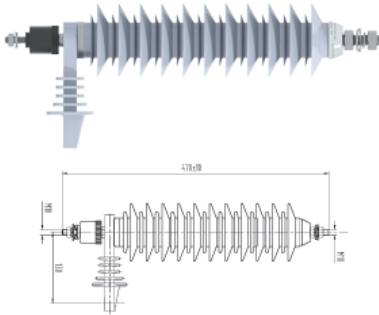
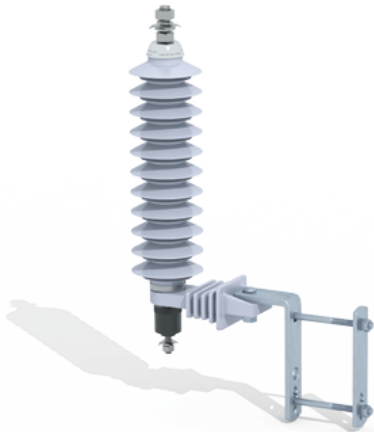
Siège social : Bd, Chefchaouini km 11,5
Ain sebaâ - Casablanca - Morocco

Usine & Direction commerciale : Lotissement Banam, la Gracieuse, N° 35-36 - Sidi Bernoussi - Casablanca - Morocco
Tél : +212 5 22 34 45 10 / 67 22 30 - Fax : +212 5 22 35 33 99 / 66 67 67 - Email : inesmax@ines.ma

www.ines-max.com

Annexe 15 : Fiche technique de parafoudre

Parafoudre MAX 15 kV




Référence		Caractéristiques mécaniques			
11662		Longueur / Pas (mm)	Ligne de fuite (mm)	Poids net approximatif (avec ferrures de montage) (Kg)	
		470 ¹¹⁰	700	4,85	

Caractéristiques électriques					
Fréquence (Hz)	Tension assignée (kV)	Tension de régime permanent Uc (kV)	Tension de tenue aux chocs de foudre (kV)	Tension de tenue à fréquence industrielle (kV)	Tension résiduelle maximale à In (8/20 µs) 10kA (kV)
50	18	15,3	170	70	100

Tenue au court-circuit (0,2 sec) (kA)	Courant Nominal de décharge In (kA)	Courant de grande amplitude (kA)	Courant de longue durée (2000 µs) (kA)	Capacité énergétique en onde (kJ/kV de Uc)
20	10	100	300	3,5

Spécifications Techniques

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



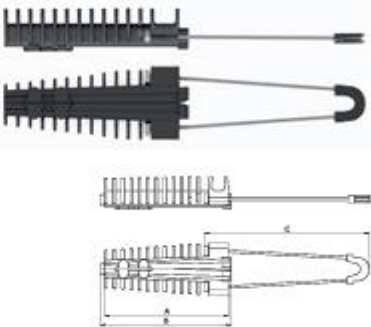

Siège social : 8d. Chefchaouni km 11,5
Ain sebaâ - Casablanca - Morocco

Usine & Direction commerciale : Lotissement Banam, la Gracieuse, N° 35-36 - Sidi Bernoussi - Casablanca - Morocco
Tél : +212 5 22 34 45 10 / 67 22 30 - Fax : +212 5 22 35 33 99 / 66 67 67 - Email : inesmax@ines.ma

www.inesmax.com

Annexe 16 : Fiche technique des pinces d'ancrage

Pince d'ancrage PAM 1500




Référence		Caractéristiques dimensionnelles		
15527		A (mm)	B (mm)	C (mm)
		196	206	260

Caractéristiques mécaniques				
Section neutre porteur (mm²)		Charge de rupture (daN)	Désignation	Poids net approximatif (kg)
Min	Max			
54,6	70	1500	INESMAX PAM1500	508

Spécifications Techniques:

Norme de référence: NF C33-041 / ST D02-D20
Câble torsadé: En acier inoxydable.
Serie câble: En matière thermoplastique (polypropylène)
Corps de la pince: en matière thermoplastique (polyamide chargé).
Capacité: pince du neutre porteur de section 54,6 mm² ou 70 mm².
Pour les zones à fortes pollution, le câble est en INOX 316L.



Siège social : 8d. Chefchaouni km 11,5
Ain sebaâ - Casablanca - Morocco

Usine & Direction commerciale : Lotissement Banam, la Gracieuse, N° 35-36 - Sidi Bernoussi - Casablanca - Morocco
Tél : +212 5 22 34 45 10 / 67 22 30 - Fax : +212 5 22 35 33 99 / 66 67 67 - Email : inesmax@ines.ma

www.ines-max.com

FICHE TECHNIQUE | Version 6/08

Annexe 17 : Estimations financière

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire fourniture	Prix total fourniture	Prix unitaire pose	Prix total pose
1	Etude (piquetage + réalisation des plans + étude SONABEL)	Ens	1			100 000	100 000
PARTIE RESEAU HTA AERIEN							
2	Raccordement sur le support existant composé de : 01 herse 1600S + 3CAN	Ens	1	150 000	150 000	45 000	45 000
3	Support béton d'alignement 12-300 équipé de : AS84-700+ 3CAN	Ens	47	750 000	35 250 000	75 000	3 525 000
4	Support béton d'ancrage 12-800 équipé de : 02 HA + 6 CAN	Ens	25			75 000	1 875 000
5	Support béton d'ancrage 12-800 équipé de : 01 herse 1600S	Ens	6	850 000	5 100 000	75 000	450 000
6	Conducteur Almélec 54,6 mm²	m	9420	1 200	11 304 000	250	2 355 000
8	Mise à la terre des masses	Ens		150 000	-	45 000	-
9	Transformateur 160 kVA - 15/0,410 kV	U	1	6 971 000	6 971 000	75 000	75 000
10	Transformateur 100 kVA - 15/0,410 kV	U	1	4 300 000	4 300 000	75 000	75 000
11	IACM 24 kV - 50 + accessoire de fixation	U	4	900 000	3 600 000	75 000	300 000
12	Jeu de 3 parafoudres 24 kV	Ens	4	165 000	660 000	10 000	40 000
13	Disjoncteur Haut de poteau (DHP) type 7	Ens	2	600 000	1 200 000	10 000	20 000

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire fourniture	Prix total fourniture	Prix unitaire pose	Prix total pose
14	Plateforme manœuvre	U	4	10 000	40 000	10 000	40 000
	TOTAL 1				68 575 000		8 900 000
	PARTIE RESEAU HTA SOUTERRAIN						
	Fourniture et pose de :						
15	Tranchée ordinaire (0,4x1,2x5m) + sable + grillage	m	30	-		5 000	150 000
16	Câble NFC 33 223 15 kV 3 x 150 mm²	m	45	15 000	675 000		
17	Protection mécanique en PVC diamètre 160 mm	Ens	1	17 500	17 500		
18	Extrémité intérieure EUI 24 kV/50- 240 mm²	U	2	85 000	170 000		
19	Extrémité extérieure EUI 24 kV/50- 240 mm²	U	2	100 000	200 000		
	Génie Civil						
20	Génie civil du poste	Ens	1			5 241 350	5 241 350
21	Equipement électrique du poste						
22	Ensemble de cellules SM6 composé de : 01 cellule réseau IM 400A 24 kV et 01 cellule réseau PM 400A 24 kV	Ens	1	9 720 000	9 720 000	150 000	150 000
24	Transformateur 250 kVA 15/0,41 kV à bornes embrochables + capots BT	U	1	9 500 000	9 500 000	150 000	150 000

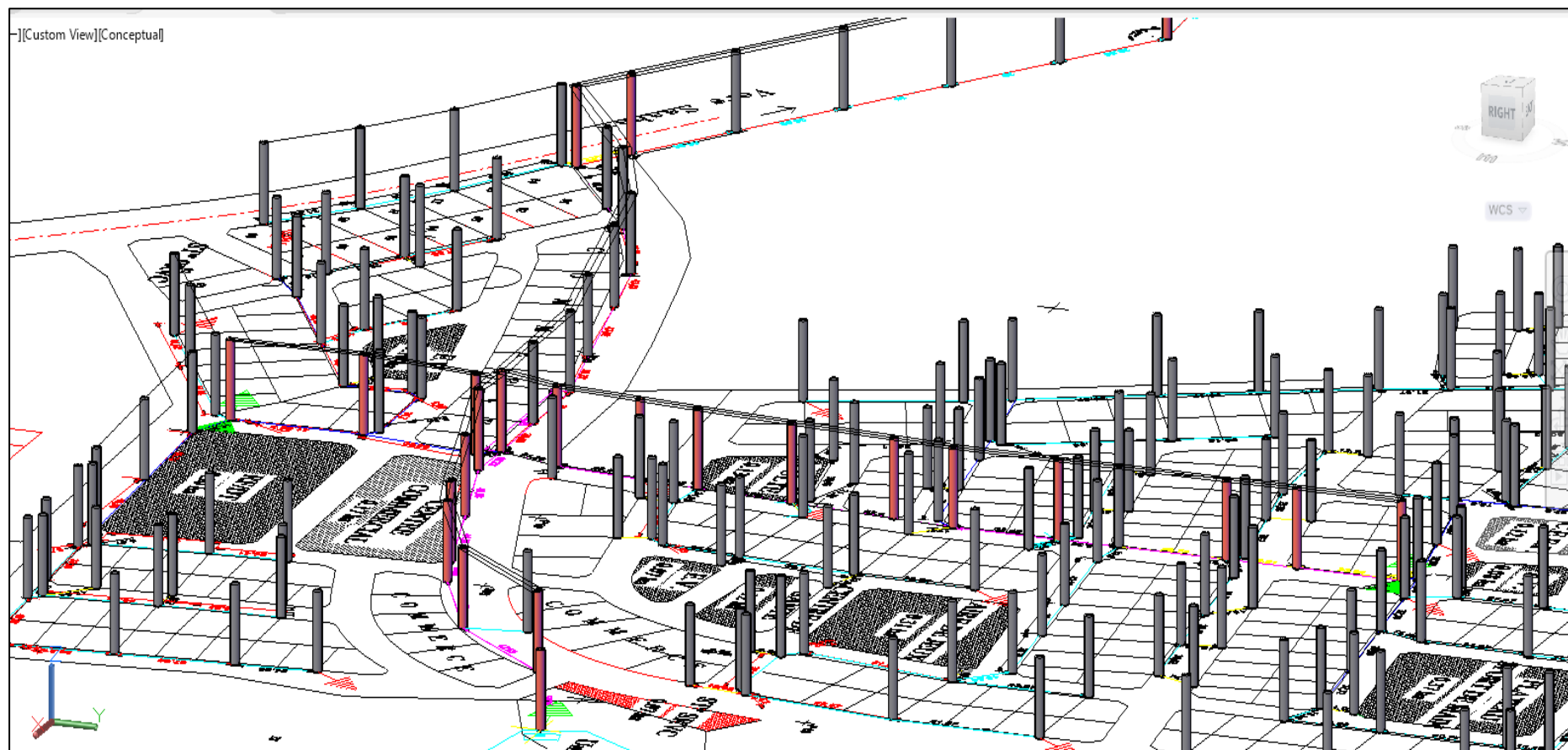
CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire fourniture	Prix total fourniture	Prix unitaire pose	Prix total pose
25	Liaison cellule HTA - transfo par câble sec Câble 1x150 mm² Alu	Ens	1	200 000	200 000	75 000	75 000
26	Liaison transfo - Disjoncteur Compact par câble U 1000 RO 2V 240 mm² CU (1 câble par phase et 1 câble pour le neutre)	Ens	1	175 000	175 000	75 000	75 000
27	Tableau TUR 14-800	Ens	1	1 500 000	1 500 000	25 000	25 000
28	Mise à la terre du neutre	Ens	1	75 000	75 000	50 000	50 000
29	Mise à la terre des masses métalliques	Ens	1	150 000	150 000	150 000	150 000
30	Matériel de sécurité complet et affiches règlementaires	Ens	1	500 000	500 000	50 000	50 000
31	Equipement de comptage	Ens	1	1 250 000	1 250 000	200 000	200 000
32	Identification poste et cellules	Ens	1	50 000	50 000	50 000	50 000
33	Eclairage du poste par 2 hublots + Prise 2P+ T	Ens	1	110 000	110 000	50 000	50 000
	TOTAL 2				24 292 500		6 416 350
	PARTIE RESEAU BT						
34	Support béton 9 C 200	U	81	95 000	7 695 000	25 000	2 025 000
35	Support béton 9 C 300	U	122	125 000	15 250 000	25 000	3 050 000
36	Support béton 9 C 400	U	4	125 000	500 000	25 000	100 000

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE HTA/BT POUR L'ELECTRIFICATION D'UN ESPACE COMMUNAUTAIRE : CAS DU PROJET SOYAF DANS LA COMMUNE RURALE DE SAABA.

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire fourniture	Prix total fourniture	Prix unitaire pose	Prix total pose
37	Câble 3 x 70+54,6+16 mm ²	m	¹ 830	3 700	6 771 000	300	549 000
38	Câble 3 x 35+54,6+16 mm ²	m	⁴ 250	2 500	10 625 000	250	1 062 500
40	Pince d'ancrage RPAC	Ens	400	5 500	2 200 000	250	100 000
41	Pince d'alignement ES54,6 mm ²	Ens	100	3 000	300 000	250	25 000
42	Connecteur CP 70		500		-		-
43	PA 25		100		-		-
44	Mise à la terre du neutre	Ens	19	75 000	1 425 000	25 000	475 000
	TOTAL 3				44 766 000		7 386 500
	Total fourniture HTHD (fourniture Total I+II+III)	137 633 500		FCFA			
	Total pose HTHD (Pose Total I+II+III)	22 702 850		FCFA			
	Total HTHD	160 336 350		FCFA			
	TVA (18%)	28 860 543		FCFA			
	TOTAL GENERAL	189 196 893		FCFA			

Annexe 18 : Modèle 3D_1



Annexe 19 : Modèle 3D_2

