



**ETUDE ET DIMENSIONNEMENT DE LA LIAISON ELECTRIQUE
INTERURBAINE PA-DEDOUGOU : TRONÇON 33KV SAFANE-WONA**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER SPECIALISE EN GENIE ELECTRIQUE –ENERGETIQUE ET ENERGIE
RENOUVELABLE
OPTION : PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ELECTRICITE**

Présenté et soutenu publiquement le 14 Mars 2013 par

Idrissa ZOUBGA

Travaux dirigés par : **Ahmed BAGRE**

Enseignant, chercheur 2iE

Abdramane SIENOU

Directeur Technique de SIMEEEL

Jury d'évaluation du stage :

Présidente : **Dr Marie SAWADOGO, Enseignante Chercheur 2iE**

Membres et correcteurs : **Mr Hamed SANKARA, Ingénieur Chercheur 2iE**

Mr Henri KOTTIN, Enseignant Chercheur 2iE

Promotion 2011/2012

DEDICACE

A MES PARENTS,

qui, depuis ma naissance, me soutiennent spirituellement et moralement afin que je ne manque jamais de courage et de volonté dans tout ce que j'entreprends par la grâce de DIEU.

Du fond du cœur, je vous dis merci pour votre soutien et votre amour pour moi.

A MA FEMME,

qui a toujours su me faire confiance tout en m'encourageant durant mon parcours.

A MA FILLE AISSATOU NADIA ET MON FILS ABDOUL KOUDOUS,

que j'aime tant pour leur attachement paternel et leur large sourire.

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS,

dont je ne puisse mentionner tous les noms ici, je vous dis sincèrement merci pour tout ce que vous faites pour moi.

Idrissa ZOUBGA

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui m'ont apporté des appuis multiformes pour la réalisation définitive du présent document.

Je remercie particulièrement Monsieur Mathias ZOUBGA Directeur Général de SIMEEEL qui m'a accueilli dans sa structure.

Je remercie du fond du cœur M. Abdramane SIENOU Directeur Technique, M. Karim KOUSSE Chef de Travaux et M. Jean ZOUBGA Chef d'équipe réseau électrique, pour leurs hautes directives et longues séances d'encadrement.

Je remercie également M. Richard NIKIEMA Concepteur de plan, pour la modélisation dans notre travail et à l'ensemble du personnel de SIMEEEL.

Au regard de l'aide inestimable qu'elles m'ont fourni, il y a des personnes dont je m'en voudrais de ne pas mentionner les noms. Il s'agit notamment de M. Abdoulaye ZONGO, Ousmane ZOUBGA et sa femme, Apollinaire SAWADOGO, Georges BAGRE, Jean Claude DIGUEMDE et mes camarades de classe.

RESUME

L'étude et le dimensionnement de la liaison électrique permettent de mettre en évidence la complexité et l'intérêt de l'étude des lignes électriques. Ils nous permettent également de faire un choix optimal de l'itinéraire et des équipements. Nos travaux se sont déroulés dans la ville de Ouagadougou, Safané et Wona. Ils nous ont permis de confirmer le chemin de la ligne, de déterminer les cantons et des points de fixation des supports afin d'optimiser le coût de construction et d'exploitation future. Pour y parvenir, nous avons procédé à l'analyse du document de prescriptions techniques, des levés topographiques, calculer et dimensionner les équipements par deux méthodes (calcul manuel et logiciel). Les résultats relèvent que le calcul manuel et logiciel sont très proches à quelques exceptions près, ce qui conforte nos choix. Une comparaison de l'étude manuelle et logiciel nous permis de synthétiser un choix technico-économique.

Mots clés :

1-Dimensionnement

2-Calcul

3-Optimiser

4-SIMEEEL

ABSTRACT

The study and design of the electrical connection can highlight the complexity and interest to the study of power lines. They also allow us to make an optimal choice of route and equipments. Our work was conducted in the city of Ouagadougou, SAFANE and WONA. They allowed us to confirm the path of the line to determine the cantons and supports attachment points to optimize the cost of building and operating future. To achieve this, we analyzed the technical requirements document, surveying, calculating and sizing equipment by two methods (manual calculation and software). The results of the calculation are manual

and software are very similar with a few exceptions, which confirms our choice. A comparison study manual and software allowed us to synthesize a techno-economic choice.

Keywords:

1- Design

2- Calculation

3- Optimize

4- SIMEEEL

LISTE DES ABREVIATIONS

A : Ampère

BT : Base Tension

DAO : Documents d'Appel d'Offres

DDA : Détecteurs de Défauts Aériens

HTA : Haute Tension catégorie **A** avec la tension comprise entre 1kV à 50kV

I : Intensité du courant

kVA : kilo Volt Ampère

P : puissance active

SIMEEEL : Société d'Installation Maintenance et d'Etude d'Equipement Electrique

SONABEL : Société Nationale d'Electricité du Burkina

W : Watt, unité de la puissance active

km : Kilomètre

kV : Kilo Volts

MW: Megawatts;

NF C 11-201 : Norme Française, indice de classe C 11-201 pour les réseaux de distribution publique d'énergie électrique ;

$\Delta u/U$: Chute de tension relative ;

tag ϕ : Tangente de l'angle ϕ ;

U : tension entre phase ;

L : longueur de la ligne ;

R_o : Résistance/Km ;

I_n : Intensité nominale ;

MALT : Mise à la terre ;

PASE : Projet d'Accès aux Services Energétiques ;

V : Volt ;

IACM : Interrupteur Aérien à Commande Manuelle ;

V : Tension simple ;

GPS : Global Position System ;

NA-X : Nappes d'Angle ou d'Arrêt de diagramme d'armement X (forme des points d'accrochage en X) ;

NA-Y : Nappes d'Angle ou d'Arrêt de diagramme d'armement Y (forme des points d'accrochage en Y) ;

NA-Z : Nappes d'Angle de diagramme d'armement Z (forme des points d'accrochage en Z) ;

Sommaire

DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
RESUME.....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS.....	v
RESUME.....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS.....	v
I - INTRODUCTION.....	3
II- LE CONTEXTE ET LES OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	5
III-MATERIELS ET METHODES.....	7
III.1 LES ELEMENTS COMPOSANTS LA LIGNE AERIENNE.....	7
III.2 LES PRINCIPALES DEFINITIONS GEOMETRIQUES ET MECANQUES DE LA LIGNE.....	8
III.3 CALCUL DES POINTS DE FIXATION ET DETERMINATION DES CANTONS.....	10
III.3.1 Calcul des points de fixation.....	10
III.3.2 Détermination des cantons.....	11
III.4 CALCUL MECANIQUE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DE LA LIGNE.....	12
III.4.1 Calcul des portées équivalentes de la ligne Safané-Wona.....	12
III.4.2 Calcul des flèches.....	12
III.4.3 Calcul de la garde hors sol.....	12
III.4.4 Calcul du volume de béton.....	13
III.4.5 Calcul des efforts exerçant sur les supports.....	14
III.4.6 Calcul de l'écartement minimal des conducteurs.....	16
III.4.9 Calcul des armements de type Nappe d'Arrêt ou d'Angle.....	17
III.4.10 Calcul des pentes de la ligne.....	17
III.4.11 Inclinaison et retournement des chaines.....	18
III.5 CALCUL ELECTRIQUE DE LA LIGNE.....	19
III.5.1 Vérification de la ligne.....	19
III.5.2 Les pertes techniques.....	20
III.5.3 Vérification du couloir de la ligne.....	21
III.6 CORDE OU PORTEE OBLIQUE.....	21
III.7 MOYENS DE PROTECTION.....	22
III.7.1 Protection contre la surtension.....	22
III.7.2 Protection contre les surintensités.....	22
III.8 LE LOGICIEL DE CALCUL CAMELIA.....	22

III.8.1 Bases des calculs.....	23
III.8.2 Portée moyenne.....	23
IV – RESULTATS.....	24
IV.1 LES CANTONS ET LES PORTEES.....	24
IV.2 LES FLECHES ET GARDES HORS SOL.....	24
IV.3 EFFORTS EXERÇANT SUR LES SUPPORTS ET ARMEMENTS.....	25
IV.4 ECARTEMENT MINIMAL ENTRE CONDUCTEURS ET PENTES.....	25
IV.5 ARMEMENTS ET SUPPORTS DE L'ETUDE MANUELLE.....	26
IV.6 CHUTE DE TENSION DE LA LIGNE.....	27
IV.7 LES PERTES TECHNIQUES.....	27
IV.8 ETUDE DU LOGICIEL CAMELIA.....	27
V - DISCUSSIONS ET ANALYSES	29
VI - RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES.....	31
VII - EVALUATION ECONOMIQUE.....	32
VIII - CONCLUSION.....	34
BIBLIOGRAPHIE.....	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°1 : Canton et portées déterminés	24
Tableau N°2 : Flèches et gardes hors sol déterminées.....	24
Tableau N°3 : Efforts sur les supports et armements	25
Tableau N°4 : Ecartement minimal entre conducteur et pente déterminés	26
Tableau N°5: Synthèse choix manuel des supports et armements.....	26
Tableau N°6 : Chute de tension de la ligne Pa-Dédougou	27
Tableau N°7 : Pertes techniques sur la ligne Pa-Dédougou.....	27
Tableau N°8 : Synthèse choix du logiciel CAMELIA des supports et armement.....	28
Tableau N°9 : Coût d'investissement	32
Tableau N°10 : Charges inhérentes liés aux recommandations.....	33

LISTE DES FIGURES

Figure N°1 : Support MT avec armement en Nappes voutes	8
Figure N°2: Angle de piquetage.....	9
Figure N°3 : Garde hors sol	13
Figure N°4: Corde ou portée oblique.....	21

I - INTRODUCTION

L'énergie électrique est un élément déterminant pour le développement économique. Elle contribue non seulement à l'amélioration de l'éducation, de la santé, des conditions de vie des populations et surtout au développement des activités génératrices de revenus et par conséquent à la limitation de l'exode rural.

En Afrique subsaharienne, l'accès à l'énergie demeure une équation complexe et une préoccupation majeure. Cela s'explique par les multiples contraintes auxquelles les populations et les unités économiques sont confrontées : faible revenue, dispersion des habitats, hausses des prix sur les marchés internationaux etc.

Avec un taux d'électrification de 35% en 2002¹, l'Afrique présente le taux d'électrification le plus faible au monde comparativement au reste du monde avec 42,8% pour l'Asie du Sud, 88,1% pour l'Asie de l'Est, 89,2% pour l'Amérique latine et 91,8 au Moyen-Orient²

Le Burkina Faso, à l'instar des autres Pays en Développement (PED), est confronté à l'étroitesse des marchés, la faiblesse du pouvoir d'achat des populations dont 46,4%³ vit en dessous du seuil de pauvreté. La population burkinabè est estimée à 13 730 258 d'habitants, dont 79,7% vivent en milieu rural. En 2003 seul 10,4%⁴ des populations avaient accès à l'électricité.

La Société Nationale d'Electricité du Burkina (SONABEL), société publique était l'unique actrice et détentrice du monopole de la production, du transport et de la distribution de l'énergie électrique. Depuis 1998 l'Etat a procédé à l'ouverture du sous-secteur de l'électricité à des opérateurs indépendants⁵.

Le Burkina Faso, à l'instar de la communauté internationale a adopté comme stratégie, le recours à l'initiative privée pour répondre aux besoins en électricité des populations de plus en plus croissantes, surtout ceux des zones rurales et cela pour plus d'équité entre villes et campagnes. L'électrification du Burkina Faso est l'une des missions de la SONABEL.

¹ Perspectives économiques en Afrique 2005-2006 -Banque Africain de Développement

² BAD et OCDE, IBIDEM

³ La pauvreté au Burkina-Faso - INSD 2003

⁴ MEDEV, IBIDEM P.43

⁵ Loi n°10/98/AN du 21 avril 1998, portant modalité de l'intervention de l'Etat et répartition des compétences entre l'Etat et les autres acteurs

Le taux d'électrification visé pour l'année 2015 est de 60%.⁶ Un tel pari demande de la part de la SONABEL des investissements à planifier dans le temps pour satisfaire la demande d'énergie électrique dans les centres existants et l'électrification de nouveaux centres.

Ainsi, pour répondre aux besoins de sa clientèle, la SONABEL lance des appels d'offres pour l'exécution des travaux dans le domaine du transport et de la distribution de l'énergie électrique. Le présent projet est financé par la Banque Mondiale à travers le Projet d'Accès aux Services Energétiques (PASE)

C'est dans ce sens que SIMEEEL l'une des sociétés d'électricités au Burkina répondit à un appel d'offre de la SONABEL qui fut l'objet du thème pour notre rapport de stage de fin de cycle à savoir : **Etude et dimensionnement de la liaison électrique interurbaine Pa-Dédougou : Tronçon 33kV Safané-Wona.**

⁶ Site Web de la SONABEL www.sonabel.bf

II- LE CONTEXTE ET LES OBJECTIFS DE L'ETUDE

La liaison électrique Pâ-Dédougou est un projet de construction des liaisons électriques interurbaines Pâ-Dédougou, Pâ-Boromo et Diébougou-Gaoua comme suit :

- Lot 1 : Construction de la liaison électrique Pâ-Dédougou ;
- Lot 2 : Construction de la liaison électrique Pâ-Boromo ;
- Lot 3 : Construction de la liaison électrique Diébougou-Gaoua.

Ce présent projet d'interconnexion Pâ-Dédougou, long de 137 km, concerne deux provinces à savoir les Balé et le Mouhoun.

L'étude et le dimensionnement de la liaison interurbaine Pa-Dédougou : tronçon 33kV Safané-Wona, est le volet technique de la construction de la ligne électrique de la SONABEL pour interconnecter les villes de Pa et Dédougou tout en alimentant les petites villes intermédiaires. Notre étude se reportera sur le tronçon 33kV Safané-Wona, portion attribuée à l'entreprise SIMEEEL.

Le tronçon Safané-Wona, long de 31 km environ est reparti en 15 cantons de 2 km environ. Chaque canton comporte en moyenne 15 points de fixation avec des portées moyenne de 145m. Il s'agit d'une ligne 33kV en technique suspendue avec des câbles ALMELEC nus de section 148mm².

Un kilomètre de ligne 33kV coûte en moyenne 15.000.000 FCFA. Avec un tel investissement, la SONABEL ne peut se permettre des défaillances répétées qui engendreraient des pertes énormes et de l'insécurité.

C'est pourquoi elle accorde une importance particulière à l'étude et au dimensionnement de ses lignes électriques. Cette étude devrait être technico-économique afin de garantir la pérennité de la ligne et partant de l'entreprise.

C'est dans ce contexte, que nous avons entrepris d'étudier et de dimensionner la liaison électrique Pa-Dédougou : Tronçon Safané-Wona afin de mettre à la disposition de SIMEEEL un document technico-économique répondant aux exigences de la SONABEL.

L'objet de ce stage est de faire :

- Une étude technique détaillée du tronçon 33kV ;

- Un dimensionnement des équipements répondant aux normes et aux qualités requises ;
- Une analyse des résultats ;
- Des recommandations et perspectives ;
- Une évaluation du coût d'investissement.

III-MATERIELS ET METHODES

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité. Il est constitué de lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. Les postes électriques permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs. Un réseau électrique doit aussi assurer la gestion dynamique de l'ensemble production - transport - consommation, mettant en œuvre des réglages ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ensemble.

Les travaux d'étude et de dimensionnement sont assurés par la direction technique. Des sorties sur le terrain ont permis de vérifier :

- le couloir de la ligne ;
- les levés topographiques ;
- la nature du sol ;
- les dénivelés ;

La démarche consiste à:

- Effectuer des mesures avec les matériels et de comparer les différentes données avec les prescriptions techniques et les recommandations des documents d'exploitations.
- Effectuer une étude et un dimensionnement des équipements de la ligne.

III.1- LES ELEMENTS COMPOSANTS LA LIGNE AERIENNE

Les lignes électriques aériennes comprennent cinq (5) éléments essentiels à savoir:

- Les conducteurs ;
- Les isolateurs ;
- Les parafoudres et interrupteurs aériens;
- Supports et armements ;
- Les fondations ;

Autres accessoires (pinces de suspension, jonctions de connecteurs, amortisseurs etc.).

Certains de ces éléments sont désignés sur la figure suivante.

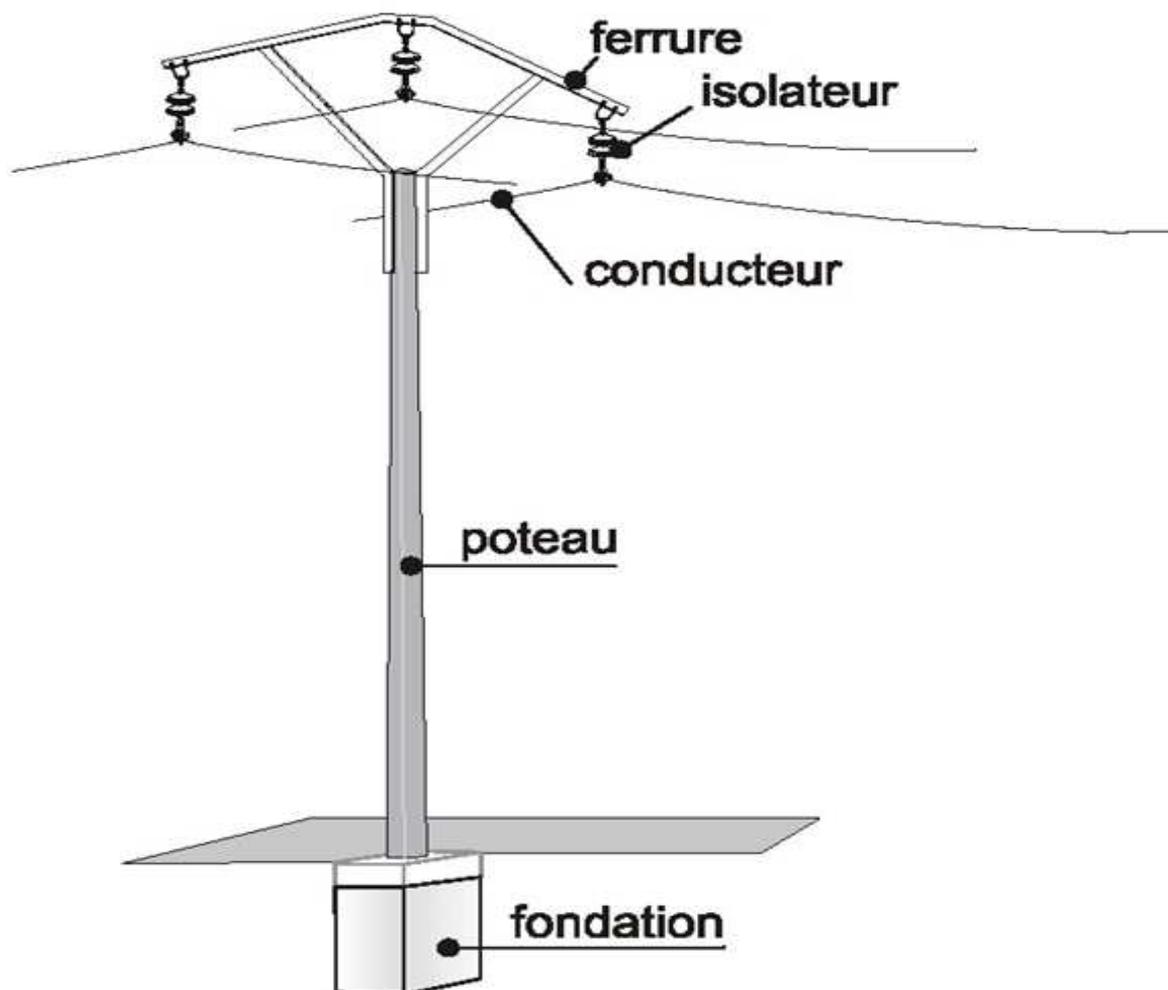


Figure N°1 : Support MT avec armement en Nappes voutes

III.2- LES PRINCIPALES DEFINITIONS GEOMETRIQUES ET MECANIQUES DE LA LIGNE

III.2.1 La portée (a)

C'est la distance horizontale "**a**" comprise entre deux supports consécutifs. Elle est fonction du type de ligne (rigide ou suspendue). Elle s'exprime en mètres.

III.2.2 La flèche (f)

C'est la distance verticale maximale entre la droite joignant les deux attaches et les conducteurs. 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 (la température à considérer est celle du métal et non la température ambiante).

Le réglage de la flèche se fait soit par :

- mesure à l'aide de nivelettes ;
- mesure de tension mécanique du conducteur (dynamomètre de tension mécanique).

III.2.3 Poids spécifique ou linéique du conducteur (v)

C'est le rapport entre le poids de 1 m de conducteur et la section du conducteur. Il est différent selon la nature et la constitution du conducteur et est exprimé en daN/m.mm^2 .

III.2.4 Tension unitaire (t) :

A l'origine, elle dépend du réglage de la ligne. La tension varie ensuite en fonction de la température et sous influence des surcharges. Elle est exprimée en daN/mm^2 .

III.2.5 Le paramètre

On appelle paramètre le rapport entre tension unitaire du conducteur (t) en daN / mm^2 et le poids linéique du conducteur en daN / m.mm^2 . Il s'exprime en mètre.

III.2.6 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 grades. En général, cet angle vaut 0 grade en arrêt, et 100 grades en alignement.

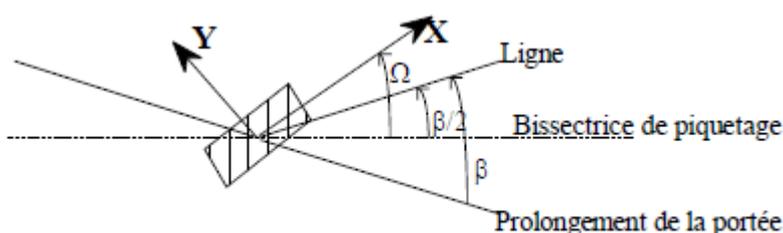


Figure 2: Angle de piquetage

III.2.7 Les supports

Les supports sont des poutrelles métalliques, permettant de maintenir le câble à une certaine hauteur par rapport au sol. Il existe :

- des supports d'alignements (supports se trouvant sur la ligne droite ou d'angle $< 10\text{gr}$) ;
- des supports d'arrêts (supports se trouvant en fin de canton ou de ligne).

- Des supports d'ancrages ou d'angles (supports se trouvant sur des angles supérieur ou égale à 10gr) ;

III.2.9 Les armements

C'est l'ensemble des éléments permettant d'isoler et de maintenir le câble à une certaine distance entre eux et au sol par l'intermédiaire de la poutrelle métallique.

III.2.10 Les fonctions de base des supports

Les supports disposent des fonctions de base suivantes :

- AS : Arrêt-Simple ;
- DA : Double-Ancrage (tenue de la résultante des efforts uniquement) ;
- AD : Arrêt-Double (tenue de l'arrêt de chacun des cantons de part et d'autre du support ainsi que de la résultante des efforts) ;
- SA : Semi-Arrêt (tenue de la résultante des efforts, tenue de l'arrêt des cantons à la limite élastique, pas de tenue à l'arrêt pour le givre) ;
- SF : Simple-Fixation (tenue de la résultante des efforts) ;

III.2.11 Un canton

Un canton est une succession de portées, tant que les armements sont en alignement ou en double ancrage.

Les fonctions AS, AD et SA représentent des limites de canton. Une limite de canton permet d'éviter une rupture en cascade de toute la ligne en cas d'incident.

III.3 - CALCUL DES POINTS DE FIXATION ET DETERMINATION DES CANTONS

Les points de fixation sont les points où les poutrelles doivent être implantées. Ils sont déterminés par calcul et doivent respecter les clauses du cahier de charge technique et de la norme en la matière (NFC 11-201).

III.3.1 - Calcul des points de fixation

Pour calculer les points de fixation, nous utilisons les coordonnées GPS (Global Position System) fournis par le maître d'ouvrage (SONABEL) et confirmés par le maître d'œuvre (SIMEEEL). Les portées et les cantons sont définis en respectant le cahier de charge et la

norme en la matière. Le cahier de charge fixe les portées maximales à 160m avec un paramètre de 1300m. La norme spécifie une portée maximale de 190m en alignement avec des Nappes Voutes (NV2). Pour un écartement minimal entre conducteur de 1,5m avec un paramètre de 1300m, la norme prévoit des portés maximal de 170m en ancrage d'un seul côté et 175m pour un ancrage de part et d'autre.

Nous confirmons que le choix de limiter les portées maximales à 160 m est judicieux et sécuritaire.

Le choix des NV2 se justifie par la possibilité de faire de longues portées car nous sommes en raz campagne et l'encombrement est quasi nul. Les longues portées permettent de réduire le coût d'investissement à travers la réduction des points d'implantation et le nombre d'armements à utiliser.

Pour déterminer les points de fixation, il faut identifier les points ayant un angle car ces points ne peuvent être déplacés sans modifier le tracé de la ligne. Nous calculons ensuite la distance existante entre 2 points d'angles adjacents. Cette valeur est divisée par la portée maximale (ici 160m) et le nombre trouvé est arrondi à l'entier suivant si non, nous gardons l'entier s'il s'agit d'un entier. Nous ré-divisons la distance par le nombre entier ainsi trouvé pour obtenir les portées équivalentes puis nous contrôlons la présence d'obstacles sur ces points. Au besoin, le ou les points de fixation sont déplacés tout en gardant de vue la portée maximale.

III.3.2 Détermination des cantons

La norme NF C 11-201 recommande des cantons comportant 10 à 15 points de fixation ou supports. Cette recommandation est justifiée car elle permet de réduire la chute en cascade de la ligne en cas de défaillance.

Pour les cantons, nous comptons 15 points de fixation en évitant au maximum que le début ou la fin d'un canton ne soit sur un point d'angle supérieur ou égal à 30 grades car la probabilité que le point soit un portique (4 supports) est grande, donc coûteux. Si un cas pareil se présentait nous limitons le canton à 14 points de fixation ou moins.

III.4 - CALCUL MECANIQUE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DE LA LIGNE

Dans la conception d'un réseau électrique, il est important de bien mener les calculs mécaniques aussi bien au niveau des conducteurs, des supports que des armements. Les résultats des calculs pourront être confirmés ou infirmés par ceux des calculs électriques

III.4.1 Calcul des portées équivalentes de la ligne Safané-Wona

Le calcul de la portée équivalente nous permet de choisir sur un abaque, l'effort de traction sur les supports d'arrêt ou en ancrage avec un angle supérieur à 30grades. Elle est déterminée comme suit :

$ae = \sqrt{\frac{a_1^3 + a_2^3 + a_3^3 + \dots + a_n^3}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}}$ $ae = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}}$	<p>ae = portée équivalente</p> <p>a = portée entre 2 supports adjacents</p>
---	---

III.4.2 Calcul des flèches

Nous déterminons les flèches afin de calculer les gardes hors sol nécessaire aux surplombs des voies (routes et autoroutes), des terrains (ordinaires et agricoles), des chemins de fer, des arbres etc.

$f = \frac{a^2}{8P}$	<p>a= portée entre 2 supports adjacents</p> <p>p= paramètre (tension unitaire du conducteur/le poids linéique du conducteur)</p>
----------------------	--

III.4.3 Calcul de la garde hors sol ou surplomb

C'est la distance entre le point le plus bas du conducteur et le sol. Elle est imposée par l'Arrêté Technique Française et dépend de la flèche maximale des conducteurs et du type d'armement.

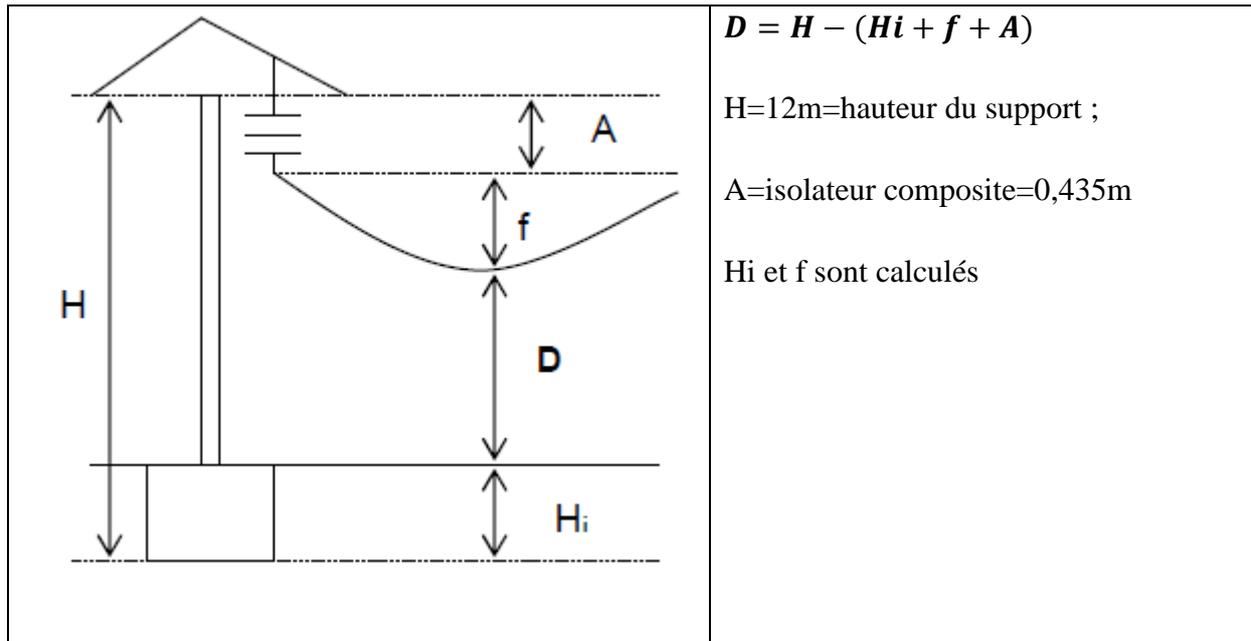


Figure3 : Garde hors sol

III.4.4 Calcul du volume de béton

D'après le cours 2IE calcul mécanique des lignes tome 3 de Jean Jacques GRAFF, l'épaisseur minimum entre la fouille et chaque côté du support est de 75mm.

Soit : l_f = largeur de la fouille ; L_f = longueur de la fouille ; P_f = profondeur des fouilles

La longueur et la largeur se détermine comme suit :

$l_f = L_f = (75 * 2 + l_s) . k_s$	<p>K_s = coefficient de stabilité</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $K_s=1,2$ pour les supports de fonction SF ; ▪ $K_s=1,75$ pour les supports de fonction AS, AD, DA et SA; <p>L_s = largeur du support</p>
------------------------------------	--

Les profondeurs d'implantation sont définies en fonction de la hauteur des supports et du coefficient de stabilité retenus par la norme NF C 11-201 de Mai 1978 :

- $K=1,2$ pour les poteaux simples ;

- K=1,75 pour les croisements par-dessus des autoroutes, voies ferrées ainsi que les supports importants des lignes principaux : arrêt simple, arrêt double, semi- arrêt, origine des dérivations et angles importants.

Supports	Profondeur d’implantation « d » en mm	
	K=1,2	K=1,75
F<=6,5 kN	$d = \frac{H}{10} + 0,5$	$d = \frac{H}{10} + 0,7$
F> 6,5 kN	$d = \frac{H}{20} + 1,3$	$d = \frac{H}{20} + 1,5$

III.4.5 Calcul des efforts exerçant sur les supports

Le calcul des efforts sur les supports ou poutrelles métalliques nous permettrons de déterminer la tenue mécanique des supports. Cette tenue mécanique est comparée à l’effort de ruine du support donné par le constructeur afin d’effectuer un choix judicieux des supports.

Les efforts de vent sur les supports dépendront du type de support (alignement, arrêt ou d’angle important).

III.4.5.1 Calcul des efforts de vent sur les supports d’alignement

Il existe deux efforts de vent exerçant sur un support à savoir :

- L’effort de vent sur les conducteurs ;
- L’effort de vent sur les armements ;

L’effort de vent sur la grande et petite face du support sont déjà pris en compte lors de la fabrication des supports ;

L’effort de vent sur les conducteurs se calcul de la façon suivante :

$Fv = n \cdot V \cdot a = n \cdot \left[\frac{a1 + a2}{2} \right] \cdot V$	<p>Fv = effort de vent sur les conducteurs n = nombre de conducteur a= portée entre deux supports V= effort linéique du vent sur les conducteurs</p>
---	---

L'effort de vent sur les armements est pris de façon forfaitaire à 25 daN pour 240 Pascal de vent car la condition ou l'hypothèse la plus défavorable dans le document des prescriptions techniques donne en Hypothèse A, 25°C et 240 Pascal de vent.

$F_{armement} = 25 \text{ daN pour } 240 \text{ Pa de vent}$	$F_{armement}$ = effort de vent sur l'armement
--	--

- L'effort total de vent sur un support est :

$F_{vt} = \frac{1}{k} [F_v + F_{armement}]$ $= \frac{1}{k} (n \cdot \left[\frac{a1 + a2}{2} \right] \cdot V + F_{armement})$	K= 0,9 pour les armements de type nappe-voûte (NV...); K=1 pour les d'angles ou d'arrêt (NA...).
---	---

III.4.5.2 Efforts exerçant sur les supports d'arrêt ou d'angle important

En plus des efforts de vent sur les conducteurs et les armements, les supports d'arrêt ou d'angle important (>30gr) supportent les efforts de traction des conducteurs.

L'effort de traction des conducteurs sur les supports est déterminé par abaque comme suit :

- Utilisons la portée moyenne du canton (145m) et projetons sur la courbe +15°, 240Pa
- Au croisement on projette sur l'axe des tensions pour avoir la tension de traction des conducteurs sur le support en daN (2600daN)

Les efforts totaux sur un support d'arrêt ou d'angle important (support d'ancrage) sont déterminés par la formule suivante :

$F_{total} = \sqrt{f_{vt}^2 + f_t^2}$	F_{total} = Efforts totaux sur le support F_{vt} =effort de vent sur les conducteurs et armements F_t =effort de traction des conducteur sur le support
---------------------------------------	---

III.4.6 Calcul de l'écartement minimal des conducteurs

C'est la distance minimale qu'il faut respecter entre les conducteurs afin d'éviter tous contact en cas d'aléas climatiques. Cet écartement dépend du type d'armement utilisé. Pour ce faire nous calculons l'écartement minimal à l'aide de la formule suivante :

$e_{\min} = Kc (U/150 + Kz \sqrt{f + L})$	<p>e_{\min} = écartement minimal entre conducteurs en mètre</p> <p>Kz = coefficient tenant compte de la zone de vent ($Kz = 0,9$ en zone à vent normal et $Kz = 1$ en zone à vent fort)</p> <p>Kc = coefficient prenant en compte la disposition des conducteurs :</p> <p><u>En rigide</u> : $Kc = 0,8$ pour les armements alternés ou drapeau</p> <p>$Kc = 0,7$ pour les armements en nappe horizontale ou en triangle</p> <p><u>En suspendu</u> : $Kc = 1$ pour les armements alternés ou en drapeau</p> <p>$Kc = 0,8$ pour les armements en nappe horizontale, nappe voûte ou en triangle</p> <p>f = flèche à 40°C sans vent en mètre</p> <p>L = longueur libre de la chaîne en mètre ($L = 0,50m$ pour deux alignements successifs, $L = 0$ pour deux ancrages successifs. Pour un ancrage d'un seul coté, on fait la moyenne des deux valeurs de e)</p> <p>U = tension de service en kV</p>
---	---

III.4.7 Calcul des efforts horizontaux sur les armements de type NV2 (Fh)

Le calcul des efforts horizontaux nous permet de déterminer la traverse de l'armement à travers la formule suivante.

Supports sans angle	$Fh = v * \left(\frac{a1 + a2}{2} \right)$	V (effort linéique sur chaque câble)=0,378 daN pour une
---------------------	---	---

Supports avec angle	$F_h = 2 * T * \sin \frac{\alpha}{2} + v * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right)$	pression de vent de 240 Pa ; T= tension du câble en daN/mm ² =5,9 α=l'angle de piquetage en grade
---------------------	--	--

III.4.8 Calcul des efforts verticaux sur les armements de type NV2 (Fv)

Le calcul des efforts verticaux nous permet de déterminer le montant de l'armement à travers la formule suivante.

$F_v = 0,0027 * S_{\text{câble}} * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right)$	0,0027 = Poids linéique du câble par unité de section ; S _{câble} = Section du câble = 148mm ² a1 et a2 sont des portées adjacentes
--	---

La résultante des efforts verticaux (Fv) et horizontaux (Fh) donne l'effort total sur les armements de type nappe voûte

$$NV = \sqrt{F_v^2 + F_h^2}$$

III.4.9 Calcul des armements de type Nappe d'Arrêt ou d'Angle NA

Les nappes d'arrêts sont déterminées par l'équation suivante :

$$NAY = (F_t + F_v + 0,5.F_h)/3 \quad \text{avec } F_t = \text{effort de traction des conducteur}$$

III.4.10 Calcul des pentes de la ligne

La détermination des pentes permet d'anticipé les problèmes de retournement de chaine, de traction des conducteurs (augmente ou soulage la portance).

Dans tous les cas la pente doit être inférieure ou égale à 25%⁷, sinon il faut changer d'itinéraire ou de couloir de ligne. La pente influence l'effort vertical sur les conducteurs et les cas suivants peuvent se présenter.

⁷ Document technique réseaux aériens MT en conducteur nus EDM-EDF SAINTE-TULLE

- Avec portées de niveau (h=0)

La traction des conteurs est quasi nulle et n'influence pas la portance des chaines	$F_v = \left(\bar{\omega} \cdot S \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \right)$
---	---

- Avec portées dénivelées et $\frac{h}{a} \leq \frac{1}{4}$

<u>1er Cas</u> : la traction des conducteurs augmente la portance des chaines.	$F_v = \left(\bar{\omega} \cdot S \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + T \left(+ \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right)$
<u>2ème Cas</u> : la traction d'un coté augmente la portance, l'autre la soulage	$F_v = \left(\bar{\omega} \cdot S \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + T \left(+ \frac{h_1}{a_1} - \frac{h_2}{a_2} \right)$
<u>3ème Cas</u> : la traction des conducteurs soulage la portance des chaines.	$F_v = \left(\bar{\omega} \cdot S \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + T \left(- \frac{h_1}{a_1} - \frac{h_2}{a_2} \right)$

Dans les deux derniers cas, le résultat de la portance peut être négatif, ce qui entraine un retournement des chaines si elle excède « -3%⁸ ».

III.4.11 Inclinaison et retournement des chaines

IL faut vérifier que dans les conditions les plus défavorables au Burkina Faso, (+25°C et vent horizontal de 240 Pa), la portance reste positive. Si non quatre (4) solutions s'offrent à nous :

- Modification du lieu d'implantation du support ;
- Surélévation du support ;
- Mise en ancrage de la ligne ;
- Mise en place de contre poids.

Nous allons privilégier dans notre étude, la mise en ancrage de la ligne car elle est la plus rapide et la plus économique au-delà de 1m de surélévation.

⁸ Document technique réseaux aériens MT en conducteur nus EDM-EDF SAINTE-TULLE

III.5 - CALCUL ELECTRIQUE DE LA LIGNE

Le calcul électrique de la ligne confirmera le calcul mécanique. Si les calculs électriques sont acceptables, les calculs sont confirmés, si non, il faudra revoir.

III.5.1 Vérification de la chute de tension

En liaison interurbaine, il existe des tensions de 15kV, 20kV, 33kV, 90kV et 220kV.

Pour limiter la chute de tension de l'ordre de 7% comme le stipule de norme NF C 11-201, nous pouvons classés les tensions ci-dessus citées comme suit :

- 15 et 20 kV pour les courtes distances ;
- 33 et 90 kV pour les moyennes distances ;
- 220 kV pour les longues distances

La chute de tension sur une ligne est dépendante de la tension, de la section et longueur du câble, ainsi que de la puissance. Pour un câble ALMELEC 148mm², l'intensité maximal admissible de l'ordre de 365A, la résistance R=0,224 Ω/Km et la réactance ro=0,36 Ω/Km. La puissance active P est alors :

$$P = U.I.\sqrt{3}. \cos\varphi = 3300 * 365 * \sqrt{3} * 0,85 = 1,74MW$$

La chute de tension se détermine comme suivante:

On détermine d'abord un coefficient (k) de correction de température :

$$k = [1 + \alpha (\theta - \theta_0)] \text{ avec } \alpha = 0,004$$

θ_0 = température de référence =25°C

θ = Température de construction 50°

$$\text{Donc } K = 1+0,004(50-25) = 1,1$$

$$K = 1,1$$

Ensuite, on détermine la résistance linéique du conducteur.

$$R_o = \frac{100. \rho_o}{S}$$

en Ω/Km

$\rho_o = 0,330 \Omega/\text{Km}/100\text{mm}^2$ pour l'almélec

A 50° on aura la résistance qui sera égale à : $r_o = 1,1 \times 0,330 = 0,363 \text{ ohm/km}$ pour 100mm²

Pour 148 mm² on aura $R_0 = (0,363 \times 100) / 148$

$R_0 = 0,2453 \text{ ohm/km}$

La réactance (X_0) est connue et est = 0,36 Ω/Km

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{(R_0 + X_0 \cdot \text{tg}\varphi) \cdot P \cdot L}{U^2} = \frac{(0,2453 + 0,36 * 0,5) * 1,74 * 128}{33^2} = 8,69\%$$

Cette chute de tension n'est donc pas acceptable car elle est > 7%.

Déterminons la puissance à ne pas dépasser pour la chute de tension admise (7%).

$$P = \frac{\frac{\Delta U}{U} \cdot U^2}{(R_0 + X_0 \cdot \text{tg}\varphi) \cdot L} = \frac{0,07 * 33^2}{(0,2453 + 0,36 * 0,5) * 128} = 1,40 \text{ MW}$$

Soit **80,5%** de la capacité de la ligne.

En passant à 90kV, le coût d'investissement serait exorbitant car on passera à une section de câble plus grande, des supports plus gros, des armements plus robustes etc.

Le choix des 33kV par la SONABEL est donc technico-économique.

III.5.2 Les pertes techniques⁹

Pour disposer d'une puissance identique au niveau des appareils d'utilisation, il faut appeler sur le réseau une puissance active d'autant plus importante que les besoins de puissance réactive sont eux même importants. A la puissance active perdue, correspondent des pertes en énergies. Elle est évaluée sur la base de la formule ci-dessous.

$P_e = 10^3 R L T P^2 / U^2 \cos^2 \varphi$	R : la résistance linéique du câble en (Ω/km)
	L : est la longueur de la ligne (km)
	U : la tension entre phase (V)
	P : la puissance active appelée (kW)
	T : la durée annuelle d'utilisation de la puissance P (heures)
	$\cos \varphi = 0,8$

⁹ Cours Tome1 Calcul Electrique page 19 Jean Graff Transport et distribution

III.5.2 Vérification du couloir de la ligne

Le couloir de la ligne est l'itinéraire ou tracé de la ligne. Le choix de ce tracé est technico-économique car elle doit :

- Suivre le chemin le plus court, tout en respectant la norme NF C 11-201 et l'environnement (par exemple, l'interdiction de traversé des établissements, des lieux sacrés, le non abatage des arbres protégés etc.) ;
- Respecter la limite de la pente autorisée (25%) afin de limiter les retournements de chaines, sources de tension mécanique anormale des câbles pouvant entrainer les ruptures rapide de ceux-ci.

Le calcul de pentes fait ressortir des pentes variantes entre 0,01 à 7,03%. Ce qui est acceptable car, elles sont inférieures à 25%, et par conséquent confirme le bon choix de l'itinéraire de la ligne par la SONABEL.

III.6 - CORDE OU PORTEE OBLIQUE

La détermination de la corde permet de tenir compte de l'arc qui se crée entre deux points d'ancrages afin de calculer la longueur du câble et de rester à la limite de rupture du câble. Elle est calculée comme indiquée ci-dessus.

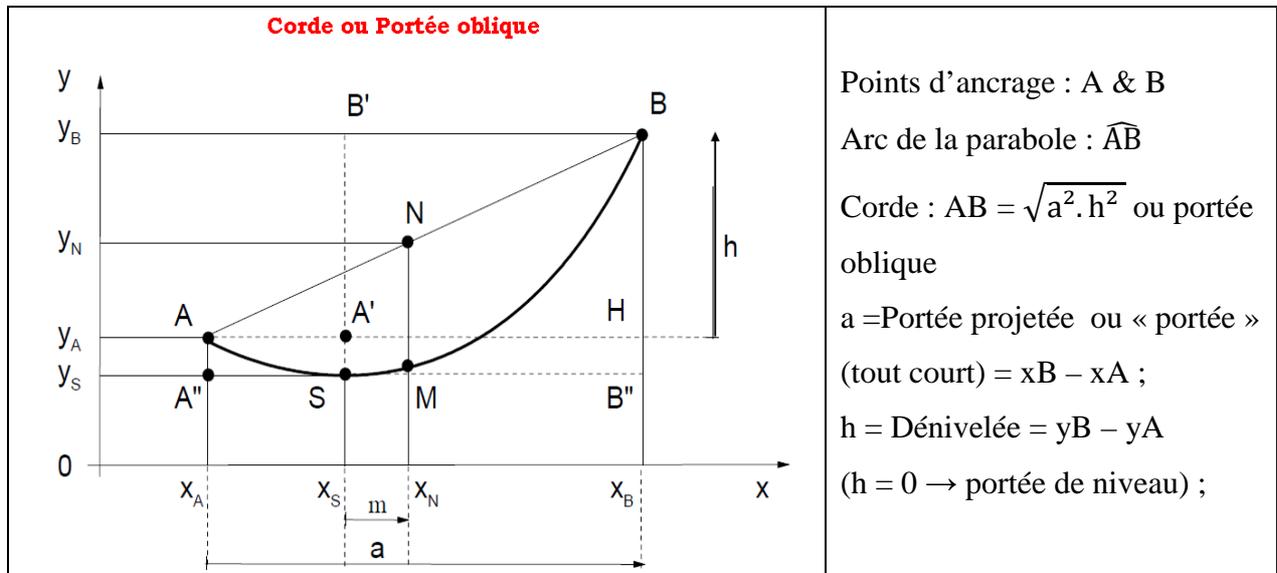


Figure N°4: Corde ou portée oblique

III.7 - MOYENS DE PROTECTION

Le premier moyen de protection est le choix judicieux des sections pour résister à la surtension et à la surintensité. Les autres moyens dépendent des types de défaut.

III.7.1 Protection contre la surtension

Pour être efficace, un dispositif de protection contre les surtensions doit répondre aux conditions suivantes :

- Rapidité d'action : certaines surtensions ont des durées inférieures à ls tel est le cas de la foudre. Pour ces types de surtensions les parafoudres sont mieux indiqués. Ils protègent les équipements tels que les transformateurs, les câbles, les disjoncteurs et les interrupteurs

Il existe un jeu de trois (3) parafoudres sur le support EXI à l'entrée de Safané et le dernier support S217 à la sortie de Wona

III.7.2 Protection contre les surintensités

Bien qu'il apparaisse souvent des surintensités dues à la surtension, la protection par coupe circuit et les différents déclencheurs, est assez illusoire Elle n'intervient dans les meilleurs cas qu'au bout d'un temps relativement long. Pour le triphasé traditionnel une mise à la terre efficace du neutre est recommandée. Pour limiter les courants de défauts cette mise à la terre du neutre devra se faire par l'intermédiaire d'une résistance (cette résistance selon la norme, a une valeur de 10 ohms).

Il faut noter, que chaque support est relié à une câblette de terre et qu'il existe une mise à terre des postes de transformation à l'entrée de Safané et de Wona qui ne font pas partie de cette étude, car elle n'est pas octroyée à l'entreprise SIMEEEL.

III.8 LE LOGICIEL DE CALCUL MECANIQUE CAMELIA

CAMELIA est un logiciel de **CA**lcul **ME**cannique de **LI**gnes **A**ériennes de distribution, offrant en standard une bibliothèque d'hypothèses, de règles de calcul et de matériels totalement compatible avec la norme française C11-201. Les règles de calcul sont paramétrables afin de s'adapter aux règles internationales.

Il permet de calculer :

- La tenue mécanique des conducteurs ;
- Efforts verticaux (Q), horizontaux (H) et longitudinales (L);

- Ecartement des conducteurs ;
- Retournement des chaînes isolantes ;
- Inclinaison des chaînes isolantes ;
- Dimensionnement des armements ;
- Dimensionnement des supports ;
- Restitution des résultats.

Cette étude de logiciel, recommandée par le maître d'œuvre nous permettra de comparer ses résultats aux résultats de l'étude manuelle.

Tel que requis dans le document d'appel d'offre (DAO), les calculs mécaniques ont été effectués à l'aide du logiciel CAMELIA version 4.10d.

Dans sa version originale, la bibliothèque de ce logiciel ne contient que des données françaises : contraintes règlementaires, conditions climatiques, caractéristiques du matériel, etc...

Nous avons modifié les conditions climatiques selon les données de DAO.

Ce logiciel est essentiellement un outil de vérification car il n'analyse que des propositions objectives, par exemples :

- Répartition des structures dans un canton ;
- Validation des supports ;
- Validation des armements ;
- Validation des flèches des conducteurs suivant les états des conducteurs etc...

Le procédé d'optimisation est donc itératif car une répétition des actions peut s'avérer nécessaire dans la plus part des cas pour obtenir une bonne optimisation.

III.8.1 Bases des calculs

III.8.1.1 Altitudes de terrain

Les altitudes de terrain ont été obtenues grâce à un levé topographique. Tous les tracés ont été par la suite réalisés à l'aide de CAMELIA-Profil sur la base des résultats de ce levé.

III.8.1.2 Equation d'état

L'équation de référence dans CAMELIA calcul, pour toute la ligne, est prise à 45°C, sans vent. Les autres états découlent des données du DAO.

III.8.2 Portée moyenne

La portée moyenne est de 150 mètres environ avec un paramètre « **p** » de 1300 mètres.

IV – RESULTATS

IV.1 LES CANTONS ET LES PORTEES

Les portées les plus longues des cantons sont données dans le tableau ci-contre.

Tableau N°1 : Canton et portées déterminés

Cantons	Supports	Portées (m)
Canton 1	EXI à S14	149,18
Canton 2	S14 à S29	149,18
Canton 3	S29 à S43	152,59
Canton 4	S43 à S56	160,64
Canton 5	S56 à S69	153,93
Canton 6	S69 à S84	158,96
Canton 7	S84 à S99	158,96
Canton 8	S99 à S114	160,85
Canton 9	S114 à S129	157,81
Canton 10	S129 à S144	157,89
Canton 11	S144 à S160	157,89
Canton 12	S160 à S174	157,27
Canton 13	S174 à S190	156,01
Canton 14	S190 à S206	155,16
Canton 15	S206 à S217	149,34

IV.2 LES FLECHES ET GARDES HORS SOL

Les flèches et gardes hors sol relevés sont les plus défavorables des cantons composants la ligne. On remarque que les flèches les plus élevées se situent sur les portées les plus longues portées et les gardes hors sol les plus basses se situent au niveau des supports d'arrêts ou d'angles important (> 30 gr).

Tableau N°2 : Flèches et gardes hors sol déterminées

Cantons	Flèches (m)	Gardes hors sol (m)
Canton 1	2,14	7,33
Canton 2	2,14	7,44
Canton 3	2,24	7,54
Canton 4	2,48	7,18
Canton 5	2,28	7,19
Canton 6	2,43	7,04
Canton 7	2,43	7,11
Canton 8	2,49	7,11
Canton 9	2,39	7,07
Canton 10	2,40	7,47

Canton 11	1,78	7,09
Canton 12	2,38	7,12
Canton 13	2,34	7,12
Canton 14	2,31	7,15
Canton 15	2,31	7,32
Traversée route 1	0,54	9,87
Traversée route2	1,79	8,68

IV.3 EFFORTS EXERÇANTS SUR LES SUPPORTS ET ARMEMENTS

Les efforts les plus élevés exerçants sur les différents types de supports (alignements, ancrages, arrêts et avec IACM) sont relevés dans le tableau ci-dessous. Les supports sont choisis en fonction des efforts qu'ils sont capables de supporter dans les conditions les plus défavorables au Burkina Faso (+25°C avec une pression de vent 240 Pa).

Tableau N°3 : Efforts sur les supports et armements

Cantons	Efforts sur les supports et armements en daN			
	Supports d'alignement	Supports d'ancrages	Supports d'arrêts	Supports avec IACM
Canton 1	279,14	364,23	2613,98	903,78
Canton 2	270,11	390,80	2610,68	
Canton 3	276,20	522,16	2725,78	
Canton 4	270,54	580,62	2606,41	
Canton 5	259,29	326,80	2613,10	
Canton 6	267,70	523,41	2613,74	
Canton 7	261,62	2758,43	2613,33	
Canton 8	270,86	550,60	2611,20	
Canton 9	265,76	311,66	2613,55	
Canton 10	265,76	2828,72	2609,39	
Canton 11	229,14	2671,27	2613,45	
Canton 12	264,84	2742,06	2613,24	
Canton 13	262,73	2695,94	2606,21	
Canton 14	261,28	2771,25	2617,23	
Canton 15	251,47	2970,88	2603,04	901,45

IV.4 ECARTEMENT MINIMAL ENTRE CONDUCTEURS ET PENTES

Les écartements et pentes les plus contraignantes de chaque canton, ont été énuméré dans le tableau ci-après. La détermination des écartements a permis de choisir les armements les plus optimaux.

Tableau N°4 : Ecartement minimal entre conducteur et pente déterminés

Cantons	Ecartement minimal (m)	Pente (%)	Signe de la pente (%)	Retournement de chaîne ($\geq -3\%$)
Canton 1	1,35	3,91	-1,73	
Canton 2	1,35	1,26	-1,67	
Canton 3	1,31	2,24	-3,79	Oui
Canton 4	1,36	1,11	-0,56	
Canton 5	1,38	2,34	-1,04	
Canton 6	1,41	7,03	-6,11	Oui
Canton 7	1,41	1,26	-0,57	
Canton 8	1,42	2,96	-1,60	
Canton 9	1,4	1,63	-0,93	
Canton 10	1,4	1,27	-0,39	
Canton 11	1,34	2,78	-1,83	
Canton 12	1,4	1,68	-1,05	
Canton 13	1,4	2,64	-1,65	
Canton 14	1,38	1	-1,33	
Canton 15	1,35	0,94	-0,63	

IV.5 ARMEMENTS ET SUPPORTS DE L'ETUDE MANUELLE

Les supports et armements choisis sont faits en fonction des efforts exerçant sur ceux-ci, ainsi qu'aux écartements minimaux admissibles.

Tableau N°5 : Synthèse choix manuel des supports et armement

Cantons	Synthèse Choix Manuel					
	Supports d'alignement	Supports d'ancrages	Supports d'arrêts	Armement alignement	Armement d'ancrages	Armement d'arrêts
Canton 1	12 HEA 180	12 HEB 180	12HEB 220J	NV2-50x60	NA3X-2000 D	NA3Y-10000 D
Canton 2	12 HEA 180	12HEA 200	12HEB 220J	NV2-50x60	NA3X-2500 D	NA3Y-10000 D
Canton 3	12 HEA 180	12HEB 200	12HEB 180PJ	NV2-50x60	NA3X-4000 D	NA3Y-10000 D
Canton 4	12 HEA 180	12HEB 200	12 HEB 220J	NV2-60x60	NA2X-5000 D	NA3Y-10000 D
Canton 5	12 HEA 180	12 HEA 200	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA1X-2000 D	NA3Y-10000 D
Canton 6	12 HEA 180	12 HEB 200	12 HEB 220J	NV2-60x60	NA3X-4000 D	NA3Y-10000 D
Canton 7	12 HEA 180	13 HEB 180PJ	12 HEB 220J	NV2-60x60	NA4Y-8000 D	NA3Y-10000 D
Canton 8	12 HEA 180	12 HEB 200	12 HEB 220J	NV2-60x60	NA3X-4000 D	NA3Y-10000 D
Canton 9	12 HEA 180	12 HEB 160	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA3X-1600 D	NA3Y-10000 D
Canton 10	12 HEA 180	12HEB 180PJ	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA2Y-10000 D	NA3Y-10000 D
Canton 11	12 HEA 180	12HEB 180PJ	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA2X-5000 D	NA3Y-10000 D
Canton 12	12 HEA 180	13 HEB 180PJ	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA4Y-8000 D	NA3Y-10000 D
Canton 13	12 HEA 180	12HE8 180PJ	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA3X-630 D	NA3Y-10000 D

Canton 14	12 HEA 180	12HE8 180PJ	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA2Y-10000 D	NA3Y-10000 D
Canton 15	12 HEA 180	12HE8 180PJ	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA3Z-16000	NA3Y-10000 D

IV.6 CHUTE DE TENSION DE LA LIGNE

La chute de tension a été considérée sur l'ensemble de la ligne Pa-Dédougou, même si l'étude n'a concerné que le tronçon Safané-Wona et en considérant la puissance maximale de la ligne.

Tableau N°6 : Chute de tension de la ligne Pa-Dédougou

LIGNE	U (kV)	P (MW)	Distance (Km)	tgφ	Ro Ω/Km	T°c de Construction	T°c de référence ¹⁰	Δu/U (%)
Pa-Dédougou	33	1,74	128	0,5	0,2453	50	25	8,69
Pa-Dédougou	33	1,40	128	0,5	0,2453	50	25	7

IV.7 LES PERTES TECHNIQUES

Nous avons évalué les pertes techniques par la formule $P_e = 10^3 RLP^2/U^2 \cos^2\phi$.

Tableau N°7 : Pertes techniques sur la ligne Pa-Dédougou

U (kV)	Puissance (MW)	Distance (Km)	cosφ	Ro (Ω/Km)	Pe (kW)	PERTES (%)
33	1,4	128	0,8	0,2453	88,3	6,3

IV.8 - ETUDE CAMELIA

Les calculs ont été faits dans un premier temps avec les hypothèses A1, B1 puis avec l'hypothèse A2. A l'issue de ces calculs, une comparaison a été faite, et les résultats les plus contraignants de chaque canton ont été retenus.

¹⁰ Cahier de charge technique du maître d'ouvrage (SONABEL)

Tableau N°8 : Synthèse choix CAMELIA des supports et armements

Cantons	Synthèse Choix du logiciel CAMELIA					
	Supports d'alignement	Supports d'ancrages	Supports d'arrêts	Armement alignement	Armement d'ancrages	Armement d'arrêts
Canton 1	12 HEA 180	12 HEB 220	12 HEB220J	NW-60x70	NA3X-2000	NA3Y-8000
Canton 2	12 HEA 180	12 HEB 220	12 HEB220J	NV2-60x60	NA3X-2000	NA3Y-8000
Canton 3	12 HEA 180	12 HEA 180J	12HEA 180PJ	NW-60x70	NA3X-2000	NA4Y-10000
Canton 4	12 HEA 180	12 HEA 180J	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA3X-2000	NA3Y-8000
Canton 5	12 HEA 180	12 HEB 220	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA3X-2000	NA3Y-8000
Canton 6	12 HEA 180	12 HEB 220	12 HEB 220J	NV2-70x70	NA3X-2000	NA3Y-10000
Canton 7	12 HEA 180	12 HEB 220J	13 HEB 220J	NV2-50x60	NA3X-4000	NA3Y-8000
Canton 8	12 HEA 180	12 HEB 220	12 HEA 180PJ	NW-60x70	NA3X-2000	NA4Y-8000
Canton 9	12 HEA 180	12 HEB 220	12 HEA 180PJ	NV2-50x60	NA3X-2000	NA4Y-8000
Canton 10	12 HEA 180	12 HEA 180PJ	12 HEB 220J	NW-60x70	NA4Y-5000	NA3Y-8000
Canton 11	12 HEA 180	12 HEA 180J	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA3Y-3150	NA3Y-8000
Canton 12	12 HEA 180	12 HEB 220PJ	13 HEB 220J	NV2-50x60	NA3Y-4000	NA3Y-8000
Canton 13	12 HEA 180	12 HEA 200J	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA3Y-3150	NA3Y-8000
Canton 14	12 HEA 180	12 HEB 220J	12 HEA 180PJ	NV2-50x60	NA3Y-3150	NA4Y-8000
Canton 15	12 HEA 180	12 HEA 180PJ	12 HEB 220J	NV2-50x60	NA4Y-6300	NA3Y-8000

V - DISCUSSIONS ET ANALYSES

Les travaux d'étude et de dimensionnement réalisés sur la liaison électrique interurbaine Pa-Dédougou relèvent des similitudes et quelques différences entre l'étude manuelle et du logiciel. Nous allons analyser et discuter les résultats issus de ces deux études.

- Les cantons sont composés de 12 à 15 supports ou points de fixation, ce qui est acceptable car la norme NF C 11-201 recommande des cantons compris entre 10 et 15 supports.
- Les portées les plus longues des cantons varient entre 149,18 à 160,85m. Ces portées maximales sont acceptables car elles respectent le cahier de charges technique et la norme NF C 11-201 qui imposent respectivement des portées maximale de 160 et 170m.
- Les flèches des conducteurs varient entre 1,78 et 2,48m. Quant aux gardes hors sol ou surplomb, les plus défavorables varient entre 7,04 à 7,54m. Les surplombs en terrain ordinaire pour le réseau HTA sont acceptables car la réglementation impose 6m¹¹. Pour les surplombs de routes (traversée route1 et traversée route2), ils sont respectivement de 9,87m et 8,63m. Ces valeurs sont acceptables car la norme impose un minimum de 8m¹² de surplomb sur les routes. Il est à noter que les supports des traversées sont des supports de 13m c'est-à-dire qu'ils ont 1m de plus que les autres.
- Les efforts exerçant sur les supports d'alignement varient entre 229,14 et 279,14daN ce qui nous permet de limiter le choix de ces supports à des HEA180 dont l'effort de ruine est 290daN.
- Les efforts exerçant sur les supports d'ancrages sont de deux tranches :
 - ✓ Entre 311,66 et 580,62daN pour les supports dont les angles sont compris entre 10 et 30 grades. Le choix des supports se limitent aux HEB160, HEB180 et HEB200 dont les efforts de ruine sont respectivement 320, 460 et 630daN.
 - ✓ Entre 2671,27 et 2970,88daN pour les supports dont l'angle est supérieur à 30 grades. Les supports choisis sont forcément des portiques 4*HEB180 dont l'effort de ruine est de 3350daN et 3020daN respectivement pour les supports de 12m et de 13m.

¹¹ Cours transport et distribution T3_Calcul _Mécanique_page15

¹² Cours transport et distribution T3_Calcul _Mécanique_page15

- Les efforts exerçants sur les supports d'arrêts varient entre 2603, 04 et 2725,78daN. Les supports choisis sont des supports jumelés de type 2*HEB220 et portique 4*HEB180 dont les efforts de ruine sont respectivement 2630 et 3350daN.
- Les efforts exerçants sur les deux supports avec IACM sont de l'ordre de 900daN. Cela nous permet de choisir des supports 2*HEA160 dont l'effort de ruine est de 910daN.
- Tous les efforts exerçant sur les supports sont acceptables car ils sont inférieurs aux efforts de ruine des supports fournis par le constructeur.

Nous constatons qu'il n'y a que deux IACM pour le tronçon Safané-Wona. Un IACM est placé à l'entrée de Safané et l'autre à la sortie de Wona. Une maintenance sur le tronçon entraînerait une indisponibilité de l'énergie électrique dans les deux villes. Nous préconisons un IACM à l'entrée et à la sortie de chaque ville, soit 4 IACM, au lieu de 2.

Le coût de l'installation augmenterait de 6.844.000 FCFA soit 1,60% de l'investissement total. Cet investissement permettrait une réduction de l'indisponibilité due à la maintenance et partant augmenterait la satisfaction des consommateurs.

- L'écartement minimal les plus élevés entre les conducteurs varie entre 1,31 et 1,42m. Ce qui est acceptable car les armements nappes voûtes (NV2) utilisés permettent un écartement de 1,7m en zone à vent normal et les armements nappes d'arrêts ou d'angles NA3X ou NA3Y ont un écartement minimal de 1,5m. Nous pouvons alors confirmer que ces armements assureront des écartements suffisants. Cependant des armements nappes d'arrêts NA2X dont l'écartement est de 1,2m pourront être utilisés dans les endroits de la ligne où l'écartement minimal est inférieur à 1,2m, ce qui réduirait le coût d'investissement de 0,11% soit 471.581 FCFA.
- Les pentes les plus défavorables des cantons varient entre 0,94 à 7,03%. Elles sont acceptables car la limite autorisée est de 25%¹³. Le couloir de ligne choisi par la SONABEL est donc confirmé.
- Les signes des pentes varient entre -0,39 à -6,11 ce qui implique qu'il y'a des retournements de chaîne ($\geq -3\%$). Il convient donc à ces endroits d'effectuer des arrêts cantons.
- Les chutes de tension de la liaison interurbaine Pa-Dédougou est de 8,69%. Cette valeur n'est pas acceptable car la valeur admissible est de 7%¹⁴;

¹³ Guide technique EDF Sainte-Tulle : Réseaux Aériens MT en conducteurs nus

¹⁴ Cours Transport et Distribution T1_calcul_électrique (Jean Jaques GRAFF)

- Les pertes techniques avec la puissance optimale de 1,4MW, sont de l'ordre de 6,3%.
Ce qui est admise car la valeur maximale sur le réseau est de 12%.¹⁵

Les supports et armements du calcul manuel et logiciel sont très proches. Cela nous réconforte dans notre choix.

VI - RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Compte tenu de l'importance de l'étude et du dimensionnement dans la construction de la ligne électrique, nous formulons les recommandations suivantes :

- ❖ Mise en place de deux interrupteurs aériens à commande manuel (IACM) en plus des deux existant afin optimiser la maintenance sur le réseau et augmenter la disponibilité de service ;
- ❖ Installer des détecteurs de défauts aériens (DDA) pour optimiser les recherches de défauts ;
- ❖ Un Interrupteurs Aériens à Creux de Tension (IACT) doit être posé entre Safané et Wona. Lorsqu'un défaut survient sur le tronçon, l'IACT s'ouvrira. Cela permettra d'éviter de priver l'autre ville de courant électrique ;
- ❖ Une limitation de la chute de tension à 7%, en limitant la puissance du réseau à 1,4MW soit 80,5% de la capacité de la ligne ;
- ❖ Instauration d'une journée de reboisement intitulé journée de reboisement SIMEEEL. Cette journée permettra la plantation d'arbres dans les localités concernées.
- ❖ Le recrutement d'un agent chargé du recensement des arbres coupés et du suivi des arbres plantés.

¹⁵ Document d'exploitation de la SONABEL

VII - EVALUATION ECONOMIQUE

VII.1 - COUT D'INVESTISSEMENT

Tableau N°9 : Coût d'investissement

Bordereau n° : Matériels et équipements							
Poste	Libellé	code	unité	Quantité	Prix unitaire		Prix total (FCFA)
					Hors Taxe	TTC (TVA=18%)	
CONSTRUCTION DE LA LIGNE ELECTRIQUE 33KV							
I.1	ETUDE D'EXECUTION:						
	Projet détaillé de la ligne (tracé, levée topo, profil en long, calcul mécaniques, définition matériels, planning) établissement d'un profil en long		forfait	1	10000000	11800000	11800000
I.2	COULOIR DE LA LIGNE:						
	ouverture couloir de ligne (abattage, dessouchage etc.)		km	31	500000	590000	18290000
I.3	FOURNITURE ET MONTAGE:						
I.3.1	2HEA ou HEB/12m jumelés équipés de:						
	. 1IACM + commande						
	. 2 herses d'arrêt						
	. 6 chaînes d'ancrage (iso composites)						
	. 1 mise à terre des masses métalliques			2	4242000	5005560	10011120
I.3.2	2HEA ou HEB/12m jumelés équipés de:						
	. 2 herses d'arrêt						
	. 6 chaînes d'ancrage (iso composites)						
	. 1 chaînes de suspension (iso composites)			49	1404000	1656720	81179280
I.3.3	4HEA ou HEB/13m portique équipés de:						
	. 2 herses d'arrêt						
	. 6 chaînes d'ancrage (iso			4	2284000	2695120	10780480

	composites)						
	. 1 chaines de suspension (iso composites)						
I.3.4	HEA ou HEB/12m équipé de:						
	. Nappes Voûte NV2						
	. 3 chaines de suspension (iso composites)		ensemble	158	621000	732780	115779240
I.3.5	HEA ou HEB/12m équipé de:						
	. Nappes Voûte NW						
	. 3 chaines de suspension (iso composites)		ensemble	6	626000	738680	4432080
I.3.6	Câble ALMELEC 148mm² y compris:						
	. Connexions						
	. Déroulage						
	. Réglage		ml	95000	1500	1770	168150000
I.3.7	Numérotation des supports		Forfait	217	5000	5900	1280300
I.3.8	Fourniture et pose de jeux de 3 parafoudres		ensemble	2	70000	82600	165200
I.4	Fourniture et pose de 2 IACM		ensemble	2	2900000	3422000	6844000
TOTAL							428711700

VII.2 - CHARGES INHERENTES LIEES AUX RECOMMANDATIONS

Tableau N°10 : Charges inhérentes liées aux recommandations

Bordereau n° : Matériels et équipements recommandés							
Poste	Libellé	code	unité	Quantité	Prix unitaire		Prix total (FCFA)
					Hors Taxe	TTC (TVA=18%)	
CONSTRUCTION DE LA LIGNE ELECTRIQUE 33KV							
II.1	Fourniture et pose de 2 IACM		ensemble	02	2900000	3422000	6844000
II.2	Fourniture et pose d'un IACT +DDA		ensemble	01	3500000	4130000	4130000
II.3	Supports pour pose IACT		m	01	215900	254762	254762
Total :							11228762

VIII - CONCLUSION

Nous avons effectué notre projet sur l'étude et le dimensionnement de la liaison électrique interurbaine Pa-Dédougou : Tronçon 33kV Safané-Wona.

L'étude consistait à faire un choix technico-économique des éléments constitutifs de la ligne afin d'optimiser l'exploitation.

Pour aboutir à ces résultats, nous avons effectué des calculs mécaniques de lignes relatifs :

- A la détermination des points d'implantation des supports ;
- A la détermination des cantons
- Au choix des supports ;
- Au choix des armements etc...

Nous avons également déterminé le calcul électrique de la ligne ainsi qu'au coût d'investissement.

Des calculs et choix des équipements de la ligne ont été également faits par le logiciel CAMELIA, imposé par le maître d'Ouvrage (SONABEL) pour comparer les résultats obtenus. Ces calculs ont donnés les points suivants :

- Le nombre de support fixe du calcul manuel et logiciel sont identiques (217 points fixes) ;
- Les supports d'alignements, d'ancrages et d'arrêts sont identiques à quelles que différences près sur leurs efforts de ruine ;
- Les armements des supports d'alignement du calcul manuel et logiciel sont identiques (NV2-50x60) ;
- Les armements des supports d'arrêts du calcul manuel sont des NA3Y-10000 et ceux du calcul logiciel sont des NA3Y-8000. Le calcul manuel estime des armements en arrêt dont les efforts de ruine sont supérieurs à ceux du calcul logiciel. Cela s'explique par le fait que les efforts de traction du calcul manuel ont été déterminé par abaque (peu précis) et avec une portée équivalente commune de 145m, tandis que le calcul logiciel a utilisé des formules et des portées équivalentes en fonction des cantons. La relation suivante a été utilisé dans le calcul manuel : $f > (L+0,5Q+0,3H)/3$ où L est l'effort de traction.

Les armements d'ancrages du calcul manuel sont également supérieur à ceux du calcul logiciel pour la même raison, car ils ont été calculés par la relation : $(F_t + F_v + 0,5.F_h)/3$ avec F_t = effort de traction des conducteur

Le calcul manuel et logiciel donnent des résultats assez semblables de l'ordre 95%. Ce qui pourrait nous conforter dans l'étude et le dimensionnement de la ligne.

Avec un investissement onéreux de l'ordre de 430.000.000 de franc CFA, une étude de ligne suivant les normes en vigueur et les règles de l'art s'avérait nécessaire et permet d'assurer la pérennité et la rentabilité de l'ouvrage.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) Arrêté Technique du 17 mai 2001 ;
- 2) BAGE, O. Ahmed. Cours d'installation électrique 2IE;
- 3) GRAFF, Jean Jacques. Cours électrification rurale de 2IE 2011 ;
- 4) GRAFF, Jean Jacques. Cours transport et distribution de 2IE 2011 ;
- 5) Réseaux aériens MT en conducteur nus EDM-EDF SAINTE-TULLE ;
- 6) Norme NFC 11-201 ;
- 7) Rapport de stage Abdoulaye ZONGO, Diagnostic technique du réseau électrique de Koudougou ;
- 8) Document technique CAMELIA Calcul.

Sites internet

www.schneider-electric.fr

www.simeeel.bf

<http://www.iee.fr/>

<http://www.sonabel.bf/>

ANNEXES

Sommaire Annexes

ANNEXES..... vii

Annexe I : Cantons et portées du tronçon Safané-Wona vii

Annexe II : Portées équivalentes, flèches et implantations du tronçon Safané-Wona..... xii

Annexe III : Ensemble des efforts sur les supports et armements xvi

Annexe IV : Abaque tensions des conducteurs..... xxi

Annexe V : Choix manuel des supports..... xxii

Annexe VI : Abaque choix des Nappes-Voutes xxvii

Annexe VII : Choix des armements xxviii

Annexe VIII : Pente et retournement de chaines xxxii

Annexe IX : Longueur de câble du tronçon Safané-Wona xxxvi

Annexe X : Efforts de ruines des supports fournis par le constructeur..... xxxvii

Annexe XI : Détecteur de Défauts Aériens (DDA) xxxviii

Annexe XII: Interrupteur Aérien à Creux de tension IACT xxxix

Annexe I : Cantons et portées du tronçon Safané-Wona

Cantons	Nom des supports	Distance des portées (m)	Distance Cumulée (m)	Angles en grades	Observations
Canton 1	EXI	0,00	0,00		Parafoudre
	S1	137,74	137,74		
	S2	137,74	275,48		IACM
	S3	137,74	413,22		
	S4	133,51	546,73		Entrée en zone d'arbres
	S5	142,00	688,73	209,60	Sortie en zone d'arbres
	S6	133,30	822,03		
	S7	133,30	955,33	210,10	
	S8	149,18	1104,51		
	S9	149,18	1253,69		
	S10	149,18	1402,87		
	S11	149,18	1552,05		
	S12	149,18	1701,23		
	S13	149,18	1850,41		
S14	149,18	1999,59			

Canton 2	S15	149,18	2148,77		
	S16	149,18	2297,95		
	S17	149,18	2447,13		
	S18	149,27	2596,40	200,00	
	S19	145,12	2741,52		
	S20	145,12	2886,64		
	S21	145,12	3031,76		
	S22	145,12	3176,88		
	S23	145,12	3322,00		
	S24	145,12	3467,12		
	S25	145,12	3612,24		
	S26	145,14	3757,38	212,26	
	S27	140,09	3897,47		
	S28	140,09	4037,56		
	S29	140,09	4177,65		
Canton 3	S30	140,09	4317,74		
	S31	140,09	4457,83		
	S32	140,14	4597,97	194,64	
	S33	152,59	4750,56		
	S34	152,59	4903,15	197,79	
	S35	141,57	5044,72		
	S36	141,57	5186,29		
	S37	141,57	5327,86		
	S38	141,57	5469,43		
	S39	141,57	5611,00		
	S40	141,57	5752,57		
	S41	141,62	5894,19	176,50	
	S42	123,91	6018,10		
	S43	123,91	6142,01	244,96	
	Canton 4	S44	160,64	6302,65	
S45		160,65	6463,30	202,60	
S46		141,92	6605,22		
S47		141,92	6747,14		
S48		141,91	6889,05	217,39	
S49		107,67	6996,72		
S50		107,66	7104,38	170,63	
S51		134,55	7238,93		
S52		134,55	7373,48		
S53		134,55	7508,03		
S54		134,55	7642,58		
S55		134,56	7777,14	210,00	
S56		108,46	7885,60		
Canton 5	S57	108,46	7994,06		
	S58	108,46	8102,52	191,22	
	S59	153,97	8256,49		
	S60	153,97	8410,46		
	S61	153,97	8564,43		
	S62	153,97	8718,40		
	S63	153,97	8872,37		
	S64	153,97	9026,34		

	S65	153,97	9180,31		
	S66	153,97	9334,28		
	S67	153,97	9488,25		
	S68	153,97	9642,22		
	S69	153,98	9796,20	204,13	
Canton 6	S70	156,42	9952,62		
	S71	156,42	10109,04		
	S72	156,42	10265,46		
	S73	156,42	10421,88	177,06	
	S74	112,62	10534,50		
	S75	112,62	10647,12		
	S76	112,62	10759,74	196,9	
	S77	158,96	10918,70		
	S78	158,96	11077,66		
	S79	158,96	11236,62		
	S80	158,96	11395,58		
	S81	158,96	11554,54		
	S82	158,96	11713,50		
	S83	158,96	11872,46		
	S84	158,96	12031,42		
Canton 7	S85	158,96	12190,38		
	S86	158,96	12349,34		
	S87	158,95	12508,29		
	S88	158,95	12667,24	253,98	
	S89	75,22	12742,46	144,38	
	S90	155,35	12897,81		
	S91	155,35	13053,16		
	S92	155,35	13208,51		
	S93	155,35	13363,86		
	S94	155,35	13519,21		
	S95	155,35	13674,56		
	S96	155,35	13829,91		
	S97	155,35	13985,26		
	S98	155,40	14140,66	222,13	
	S99	156,54	14297,20		
Canton 8	S100	156,54	14453,74		
	S101	156,54	14610,28		
	S102	156,54	14766,82		
	S103	156,53	14923,35	211,63	
	S104	158,21	15081,56		
	S105	158,21	15239,77		
	S106	158,20	15397,97	177,52	
	S107	160,83	15558,80		
	S108	160,83	15719,63		
	S109	160,83	15880,46		
	S110	160,85	16041,31	209,24	
	S111	143,44	16184,75		
	S112	143,44	16328,19		
	S113	143,44	16471,63		
	S114	143,44	16615,07		
Canton 9	S115	143,44	16758,51		

	S116	143,44	16901,95		
	S117	143,46	17045,41	194,8	
	S118	157,81	17203,22		
	S119	157,81	17361,03		
	S120	157,81	17518,84		
	S121	157,81	17676,65		
	S122	157,81	17834,46		
	S123	157,81	17992,27		
	S124	157,81	18150,08		
	S125	157,81	18307,89		
	S126	157,81	18465,70		
	S127	157,81	18623,51		
	S128	157,81	18781,32		
	S129	157,81	18939,13		
Canton 10	S130	157,81	19096,94		
	S131	157,81	19254,75		
	S132	157,81	19412,56		
	S133	157,81	19570,37		
	S134	157,89	19728,26	194,53	
	S135	125,45	19853,71		
	S136	125,46	19979,17	207,79	
	S137	120,27	20099,44		
	S138	120,27	20219,71		
	S139	120,26	20339,97	129,42	
	S140	127,69	20467,66		
	S141	127,69	20595,35		
	S142	127,69	20723,04		
	S143	127,71	20850,75	187,12	
S144	131,30	20982,05			
Canton 11	S145	131,30	21113,35		
	S146	131,30	21244,65		
	S147	131,30	21375,95		
	S148	131,31	21507,26	169,7	
	S149	125,91	21633,17		
	S150	125,91	21759,08		
	S151	125,91	21884,99		
	S152	125,92	22010,91	184,29	
	S153	113,95	22124,86		
	S154	113,95	22238,81		
	S155	113,95	22352,76	216,15	
	S156	136,06	22488,82		
	S157	136,06	22624,88		
	S158	136,06	22760,94		
S159	136,07	22897,01	210,21		
S160	157,25	23054,26			
Canton 12	S161	157,25	23211,51		
	S162	157,25	23368,76		
	S163	157,25	23526,01		
	S164	157,25	23683,26		
	S165	157,27	23840,53	234,83	

	S166	136,28	23976,81	151,10	
	S167	140,00	24116,81		
	S168	140,00	24256,81		
	S169	140,00	24396,81		
	S170	140,00	24536,81		
	S171	140,00	24676,81		
	S172	140,00	24816,81		
	S173	140,05	24956,86	215,84	
	S174	156,01	25112,87		
Canton 13	S175	156,01	25268,88		
	S176	156,01	25424,89	235,98	
	S177	135,93	25560,82		
	S178	135,93	25696,75	214,22	
	S179	125,01	25821,76		
	S180	125,01	25946,77		
	S181	125,01	26071,78		
	S182	125,03	26196,81	174,73	
	S183	148,48	26345,29		
	S184	148,48	26493,77		
	S185	148,49	26642,26	209,28	
	S186	123,91	26766,17		
	S187	123,91	26890,08		
	S188	123,91	27013,99		
	S189	123,90	27137,89	239,28	
	S190	106,74	27244,63		
Canton 14	S191	106,74	27351,37	258,28	
	S192	129,80	27481,17		
	S193	129,80	27610,97		
	S194	129,80	27740,77	144,51	
	S195	128,83	27869,60		
	S196	128,84	27998,44	179,18	
	S197	155,14	28153,58		
	S198	155,14	28308,72		
	S199	155,14	28463,86		
	S200	155,14	28619,00		
	S201	155,14	28774,14		
	S202	155,14	28929,28		
	S203	155,14	29084,42		
	S204	155,14	29239,56		
	S205	155,14	29394,70		
	S206	155,16	29549,86	204,29	
Canton 15	S207	149,28	29699,14		
	S208	149,28	29848,42		
	S209	149,28	29997,70		
	S210	149,28	30146,98		
	S211	149,28	30296,26		
	S212	149,28	30445,54	103,39	
	S213	149,31	30594,85		
	S214	149,31	30744,16		
	S215	149,31	30893,47		IACM

	S216	149,31	31042,78		
	S217	149,34	31192,12	Fin	Parafoudre

NB: On a 217 points de supports (alignement, ancrages et arrêts)

Annexe II : Portées équivalentes, flèches et implantations du tronçon Safané-Wona

Supports	Angles (grade)	Portée Equivalente (m)	Flèche (a*a/8*p) en m	Longueur Supports (m)	Garde hors sol (m)	largeur (m)	Longueur (m)	Implantation (m)	Volume Béton (m ³)
EXI									
S1			1,82	12	8,04	0,40	0,40	1,7	0,27
S2			1,82	12	8,04	0,40	0,40	1,7	0,27
S3			1,82	12	7,84	0,82	0,82	1,9	1,29
S4			1,71	12	8,15	0,40	0,40	1,7	0,27
S5	209,60		1,94	12	7,93	0,61	0,61	1,7	0,64
S6			1,71	12	8,16	0,37	0,37	1,7	0,24
S7	210,10		1,71	12	7,96	0,61	0,61	1,9	0,71
S8			2,14	12	7,73	0,40	0,40	1,7	0,27
S9			2,14	12	7,73	0,40	0,40	1,7	0,27
S10			2,14	12	7,73	0,40	0,40	1,7	0,27
S11			2,14	12	7,73	0,40	0,40	1,7	0,27
S12			2,14	12	7,73	0,40	0,40	1,7	0,27
S13			2,14	12	7,73	0,40	0,40	1,7	0,27
S14		143,30	2,14	12	7,33	1,03	1,03	2,1	2,24
S15			2,14	12	7,73	0,40	0,40	1,7	0,27
S16			2,14	12	7,73	0,40	0,40	1,7	0,27
S17			2,14	12	7,73	0,40	0,40	1,7	0,27
S18	200,00		2,14	12	7,72	0,40	0,40	1,7	0,27
S19			2,02	12	7,84	0,40	0,40	1,7	0,27
S20			2,02	12	7,84	0,40	0,40	1,7	0,27
S21			2,02	12	7,84	0,40	0,40	1,7	0,27
S22			2,02	12	7,84	0,40	0,40	1,7	0,27
S23			2,02	12	7,84	0,40	0,40	1,7	0,27
S24			2,02	12	7,84	0,40	0,40	1,7	0,27
S25			2,02	12	7,84	0,40	0,40	1,7	0,27
S26	212,26		2,03	12	7,44	0,65	0,65	2,1	0,88
S27			1,89	12	7,98	0,40	0,40	1,7	0,27
S28			1,89	12	7,98	0,40	0,40	1,7	0,27
S29		145,30	1,89	12	7,58	1,03	1,03	2,1	2,24
S30			1,89	12	7,98	0,40	0,40	1,7	0,27
S31			1,89	12	7,98	0,40	0,40	1,7	0,27
S32	194,64		1,89	12	7,98	0,61	0,61	1,7	0,64
S33			2,24	12	7,63	0,40	0,40	1,7	0,27
S34	197,79		2,24	12	7,63	0,61	0,61	1,7	0,64
S35			1,93	12	7,94	0,40	0,40	1,7	0,27
S36			1,93	12	7,94	0,40	0,40	1,7	0,27
S37			1,93	12	7,94	0,40	0,40	1,7	0,27
S38			1,93	12	7,94	0,40	0,40	1,7	0,27
S39			1,93	12	7,94	0,40	0,40	1,7	0,27
S40			1,93	12	7,94	0,40	0,40	1,7	0,27
S41	176,50		1,93	12	7,54	0,65	0,65	2,1	0,88

S42			1,48	12	8,39	0,37	0,37	1,7	0,24
S43	244,96	140,95	1,48	12	7,99	0,89	0,89	2,1	1,67
S44			2,48	12	7,38	0,40	0,40	1,7	0,27
S45	202,60		2,48	12	7,18	0,61	0,61	1,9	0,71
S46			1,94	12	7,93	0,37	0,37	1,7	0,24
S47			1,94	12	7,93	0,37	0,37	1,7	0,24
S48	217,39		1,94	12	7,53	0,65	0,65	2,1	0,88
S49			1,11	12	8,75	0,37	0,37	1,7	0,24
S50	170,63		1,11	12	8,35	0,65	0,65	2,1	0,88
S51			1,74	12	8,12	0,37	0,37	1,7	0,24
S52			1,74	12	8,12	0,37	0,37	1,7	0,24
S53			1,74	12	8,12	0,37	0,37	1,7	0,24
S54			1,74	12	8,12	0,37	0,37	1,7	0,24
S55	210,00		1,74	12	7,92	0,61	0,61	1,9	0,71
S56		137,19	1,13	12	8,33	1,03	1,03	2,1	2,24
S57			1,13	12	8,73	0,37	0,37	1,7	0,24
S58	191,22		1,13	12	8,73	0,61	0,61	1,7	0,64
S59			2,28	12	7,59	0,37	0,37	1,7	0,24
S60			2,28	12	7,59	0,37	0,37	1,7	0,24
S61			2,28	12	7,59	0,37	0,37	1,7	0,24
S62			2,28	12	7,59	0,37	0,37	1,7	0,24
S63			2,28	12	7,59	0,37	0,37	1,7	0,24
S64			2,28	12	7,59	0,37	0,37	1,7	0,24
S65			2,28	12	7,59	0,37	0,37	1,7	0,24
S66			2,28	12	7,59	0,37	0,37	1,7	0,24
S67			2,28	12	7,59	0,37	0,37	1,7	0,24
S68			2,28	12	7,59	0,37	0,37	1,7	0,24
S69	204,13	149,50	2,28	12	7,19	1,03	1,03	2,1	2,24
S70			2,35	12	7,51	0,40	0,40	1,7	0,27
S71			2,35	12	7,51	0,40	0,40	1,7	0,27
S72			2,35	12	7,51	0,40	0,40	1,7	0,27
S73	177,06		2,35	12	7,11	1,03	1,03	2,1	2,24
S74			1,22	12	8,65	0,37	0,37	1,7	0,24
S75			1,22	12	8,65	0,37	0,37	1,7	0,24
S76	196,9		1,22	12	8,65	0,61	0,61	1,7	0,64
S77			2,43	12	7,44	0,40	0,40	1,7	0,27
S78			2,43	12	7,44	0,40	0,40	1,7	0,27
S79			2,43	12	7,44	0,40	0,40	1,7	0,27
S80			2,43	12	7,44	0,40	0,40	1,7	0,27
S81			2,43	12	7,44	0,40	0,40	1,7	0,27
S82			2,43	12	7,44	0,40	0,40	1,7	0,27
S83			2,43	12	7,44	0,40	0,40	1,7	0,27
S84		152,12	2,43	12	7,04	1,03	1,03	2,1	2,24
S85			2,43	12	7,44	0,40	0,40	1,7	0,27
S86			2,43	12	7,44	0,40	0,40	1,7	0,27
S87			2,43	12	7,44	0,40	0,40	1,7	0,27
S88	253,98		2,43	13	7,99	0,96	0,96	2,15	1,99
S89	144,38		0,54	13	9,87	0,96	0,96	2,15	1,99
S90			2,32	12	7,54	0,40	0,40	1,7	0,27
S91			2,32	12	7,54	0,40	0,40	1,7	0,27
S92			2,32	12	7,54	0,40	0,40	1,7	0,27
S93			2,32	12	7,54	0,40	0,40	1,7	0,27
S94			2,32	12	7,54	0,40	0,40	1,7	0,27
S95			2,32	12	7,54	0,40	0,40	1,7	0,27
S96			2,32	12	7,54	0,40	0,40	1,7	0,27
S97			2,32	12	7,54	0,40	0,40	1,7	0,27
S98	222,13		2,32	12	7,14	0,65	0,65	2,1	0,88
S99		154,48	2,36	12	7,11	1,03	1,03	2,1	2,24

S100			2,36	12	7,51	0,40	0,40	1,7	0,27
S101			2,36	12	7,51	0,40	0,40	1,7	0,27
S102			2,36	12	7,51	0,40	0,40	1,7	0,27
S103	211,63		2,36	12	7,11	0,65	0,65	2,1	0,88
S104			2,41	12	7,46	0,40	0,40	1,7	0,27
S105			2,41	12	7,46	0,40	0,40	1,7	0,27
S106	177,52		2,41	12	7,06	0,65	0,65	2,1	0,88
S107			2,49	12	7,38	0,40	0,40	1,7	0,27
S108			2,49	12	7,38	0,40	0,40	1,7	0,27
S109			2,49	12	7,38	0,40	0,40	1,7	0,27
S110	209,24		2,49	12	7,38	0,61	0,61	1,7	0,64
S111			1,98	12	7,89	0,40	0,40	1,7	0,27
S112			1,98	12	7,89	0,40	0,40	1,7	0,27
S113			1,98	12	7,89	0,40	0,40	1,7	0,27
S114		154,98	1,98	12	7,49	1,03	1,03	2,1	2,24
S115			1,98	12	7,89	0,37	0,37	1,7	0,24
S116			1,98	12	7,89	0,37	0,37	1,7	0,24
S117	194,8		1,98	12	7,89	0,61	0,61	1,7	0,64
S118			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S119			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S120			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S121			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S122			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S123			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S124			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S125			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S126			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S127			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S128			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S129		155,25	2,39	12	7,07	1,03	1,03	2,1	2,24
S130			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S131			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S132			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S133			2,39	12	7,47	0,40	0,40	1,7	0,27
S134	194,53		2,40	12	7,47	0,61	0,61	1,7	0,64
S135			1,51	12	8,35	0,37	0,37	1,7	0,24
S136	207,79		1,51	12	8,35	0,61	0,61	1,7	0,64
S137			1,39	12	8,47	0,37	0,37	1,7	0,24
S138			1,39	12	8,47	0,37	0,37	1,7	0,24
S139	129,42		1,39	12	8,07	1,03	1,03	2,1	2,24
S140			1,57	12	8,30	0,37	0,37	1,7	0,24
S141			1,57	12	8,30	0,37	0,37	1,7	0,24
S142			1,57	12	8,30	0,37	0,37	1,7	0,24
S143	187,12		1,57	12	7,90	0,65	0,65	2,1	0,88
S144		138,90	1,66	12	7,81	1,03	1,03	2,1	2,24
S145			1,66	12	8,21	0,37	0,37	1,7	0,24
S146			1,66	12	8,21	0,37	0,37	1,7	0,24
S147			1,66	12	8,21	0,37	0,37	1,7	0,24
S148	169,7		1,66	12	7,81	1,03	1,03	2,1	2,24
S149			1,52	12	8,34	0,37	0,37	1,7	0,24
S150			1,52	12	8,34	0,37	0,37	1,7	0,24
S151			1,52	12	8,34	0,37	0,37	1,7	0,24
S152	184,29		1,52	12	7,94	0,65	0,65	2,1	0,88
S153			1,25	12	8,62	0,37	0,37	1,7	0,24
S154			1,25	12	8,62	0,37	0,37	1,7	0,24
S155	216,15		1,25	12	8,22	0,65	0,65	2,1	0,88
S156			1,78	12	8,08	0,37	0,37	1,7	0,24
S157			1,78	12	8,08	0,37	0,37	1,7	0,24

S158			1,78	12	8,08	0,37	0,37	1,7	0,24
S159	210,21		1,78	12	7,68	0,65	0,65	2,1	0,88
S160		130,78	2,38	12	7,09	1,03	1,03	2,1	2,24
S161			2,38	12	7,49	0,40	0,40	1,7	0,27
S162			2,38	12	7,49	0,40	0,40	1,7	0,27
S163			2,38	12	7,49	0,40	0,40	1,7	0,27
S164			2,38	12	7,49	0,40	0,40	1,7	0,27
S165	234,83		2,38	13	8,04	0,96	0,96	2,15	1,99
S166	151,10		1,79	13	8,63	0,96	0,96	2,15	1,99
S167			1,88	12	7,98	0,37	0,37	1,7	0,24
S168			1,88	12	7,98	0,37	0,37	1,7	0,24
S169			1,88	12	7,98	0,37	0,37	1,7	0,24
S170			1,88	12	7,98	0,37	0,37	1,7	0,24
S171			1,88	12	7,98	0,37	0,37	1,7	0,24
S172			1,88	12	7,98	0,37	0,37	1,7	0,24
S173	215,84		1,89	12	7,58	0,65	0,65	2,1	0,88
S174		147,82	2,34	12	7,12	1,03	1,03	2,1	2,24
S175			2,34	12	7,52	0,40	0,40	1,7	0,27
S176	235,98		2,34	12	7,12	1,03	1,03	2,1	2,24
S177			1,78	12	8,09	0,37	0,37	1,7	0,24
S178	214,22		1,78	12	8,09	0,37	0,37	1,7	0,24
S179			1,50	12	8,36	0,37	0,37	1,7	0,24
S180			1,50	12	8,36	0,37	0,37	1,7	0,24
S181			1,50	12	8,36	0,37	0,37	1,7	0,24
S182	174,73		1,50	12	8,36	0,65	0,65	1,7	0,71
S183			2,12	12	7,75	0,37	0,37	1,7	0,24
S184			2,12	12	7,75	0,37	0,37	1,7	0,24
S185	209,28		2,12	12	7,74	0,37	0,37	1,7	0,24
S186			1,48	12	8,39	0,37	0,37	1,7	0,24
S187			1,48	12	8,39	0,37	0,37	1,7	0,24
S188			1,48	12	8,39	0,37	0,37	1,7	0,24
S189	239,28		1,48	12	7,99	1,03	1,03	2,1	2,24
S190		135,40	1,10	12	8,37	1,03	1,03	2,1	2,24
S191	258,28		1,10	12	8,37	1,03	1,03	2,1	2,24
S192			1,62	12	8,24	0,37	0,37	1,7	0,24
S193			1,62	12	8,24	0,37	0,37	1,7	0,24
S194	144,51		1,62	12	7,84	1,03	1,03	2,1	2,24
S195			1,60	12	8,27	0,37	0,37	1,7	0,24
S196	179,18		1,60	12	7,87	0,65	0,65	2,1	0,88
S197			2,31	12	7,55	0,40	0,40	1,7	0,27
S198			2,31	12	7,55	0,40	0,40	1,7	0,27
S199			2,31	12	7,55	0,40	0,40	1,7	0,27
S200			2,31	12	7,55	0,40	0,40	1,7	0,27
S201			2,31	12	7,55	0,40	0,40	1,7	0,27
S202			2,31	12	7,55	0,40	0,40	1,7	0,27
S203			2,31	12	7,55	0,40	0,40	1,7	0,27
S204			2,31	12	7,55	0,40	0,40	1,7	0,27
S205			2,31	12	7,55	0,40	0,40	1,7	0,27
S206	204,29	146,38	2,31	12	7,15	1,03	1,03	2,1	2,24
S207			2,14	12	7,72	0,37	0,37	1,7	0,24
S208			2,14	12	7,72	0,37	0,37	1,7	0,24
S209			2,14	12	7,72	0,37	0,37	1,7	0,24
S210			2,14	12	7,72	0,37	0,37	1,7	0,24
S211			2,14	12	7,72	0,37	0,37	1,7	0,24
S212	103,39		2,14	12	7,32	0,89	0,89	2,1	1,67
S213			2,14	12	7,72	0,37	0,37	1,7	0,24
S214			2,14	12	7,72	0,37	0,37	1,7	0,24
S215			2,14	12	7,72	0,82	0,82	1,7	1,15

S216			2,14	12	7,72	0,37	0,37	1,7	0,24
S217	Fin	149,30	2,14	12	7,32	1,03	1,03	2,1	2,24

Annexe III : Ensemble des efforts sur les supports et armements

Supports	Distance Portée (m)	Angles (grades)	Effort Traction(Ft)=nts (daN)	Effort vent sur conduc $F_v=n.V.a$ ou $n[(a_1+a_2)/2]*V$ en (daN)	Effort Vent Armement en (daN)	Effort sur le support en daN
EXI	0,00		2600	156,20	75,765	2610,33
S1	137,74			156,20	75,765	257,74
S2	137,74			156,20	75,765	257,74
S3	137,74			153,80	74,6017	903,78
S4	133,51			156,21	75,7733	257,76
S5	142,00	209,60		156,10	192,81	348,91
S6	133,30			151,16	73,3228	249,43
S7	133,30	210,10		160,17	204,062	364,23
S8	149,18			169,17	82,0577	279,14
S9	149,18			169,17	82,0577	279,14
S10	149,18			169,17	82,0577	279,14
S11	149,18			169,17	82,0577	279,14
S12	149,18			169,17	82,0577	279,14
S13	149,18			169,17	82,0577	279,14
S14	149,18		2600	169,17	82,0577	2613,98
S15	149,18			169,17	82,0577	270,02
S16	149,18			169,17	82,0577	270,02
S17	149,18			169,22	82,0825	270,11
S18	149,27	200,00		166,92	80,9658	247,88
S19	145,12			164,57	79,8245	262,68
S20	145,12			164,57	79,8245	262,68
S21	145,12			164,57	79,8245	262,68
S22	145,12			164,57	79,8245	262,68
S23	145,12			164,57	79,8245	262,68
S24	145,12			164,57	79,8245	262,68
S25	145,12			164,58	79,83	262,69
S26	145,14	212,26		161,73	229,076	390,80
S27	140,09			158,86	77,0577	253,57
S28	140,09			158,86	77,0577	253,57
S29	140,09		2600	158,86	77,0577	2610,68
S30	140,09			158,86	77,0577	253,57
S31	140,09			158,89	77,0714	253,62
S32	140,14	194,64		165,98	149,337	315,31
S33	152,59			173,04	83,9334	276,20
S34	152,59	197,79		166,79	148,419	315,21
S35	141,57			160,54	77,8718	256,25
S36	141,57			160,54	77,8718	256,25
S37	141,57			160,54	77,8718	256,25
S38	141,57			160,54	77,8718	256,25
S39	141,57			160,54	77,8718	256,25
S40	141,57			160,57	77,8855	256,30

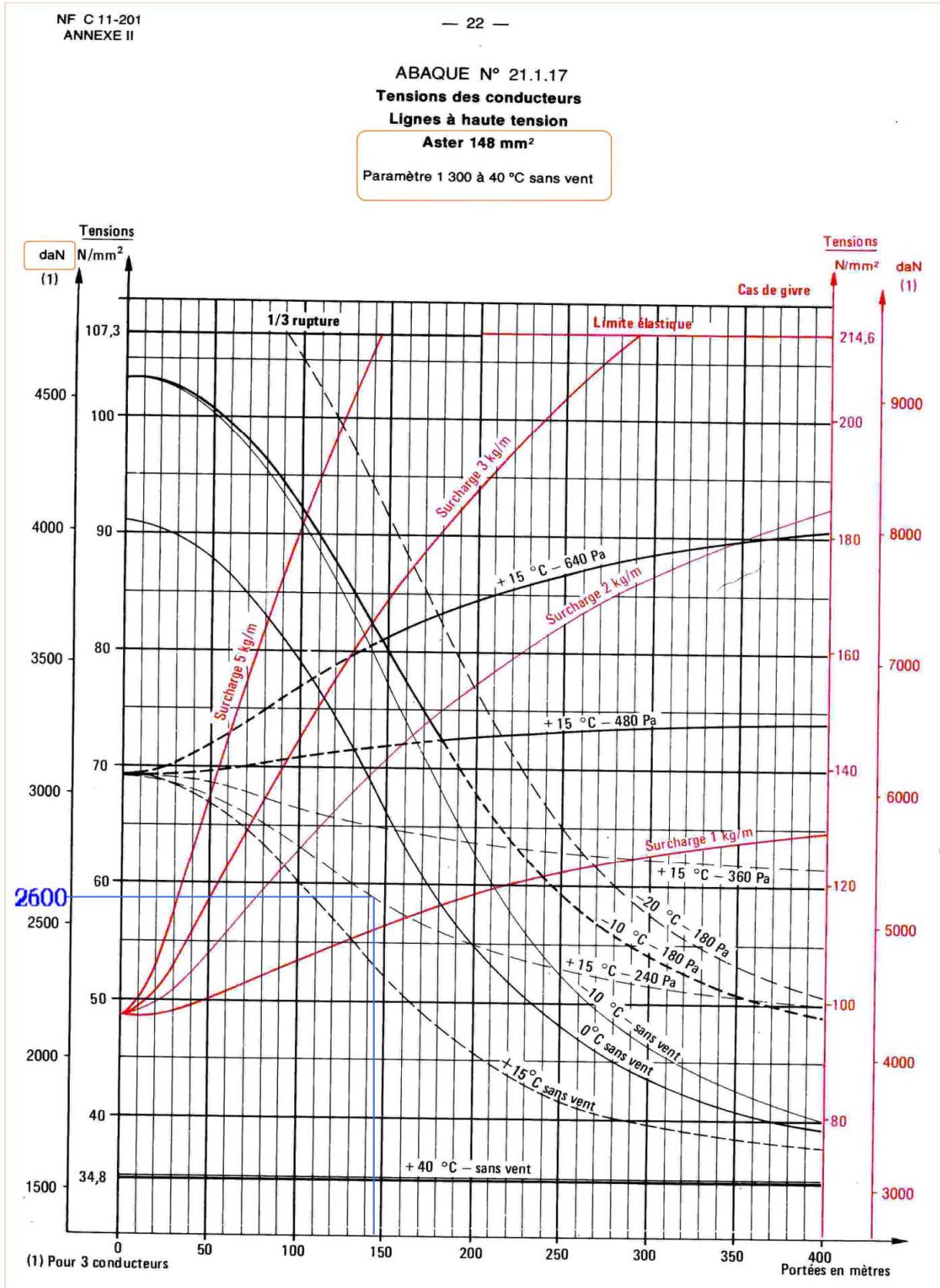
S41	141,62	176,50		150,56	371,6	522,16
S42	123,91			140,51	68,1577	224,28
S43	123,91	244,96	2600	161,34	657,124	2725,78
S44	160,64			182,17	88,3641	270,54
S45	160,65	202,60		171,56	83,2156	254,77
S46	141,92			160,94	78,0643	239,00
S47	141,92			160,93	78,0615	238,99
S48	141,91	217,39		141,51	286,742	428,25
S49	107,67			122,09	59,222	181,31
S50	107,66	170,63		137,33	443,291	580,62
S51	134,55			152,58	74,0103	226,59
S52	134,55			152,58	74,0103	226,59
S53	134,55			152,58	74,0103	226,59
S54	134,55			152,59	74,0131	226,60
S55	134,56	210,00		137,79	124,912	262,70
S56	108,46		2600	122,99	59,6593	2606,41
S57	108,46			122,99	59,6593	182,65
S58	108,46	191,22		148,80	177,999	326,80
S59	153,97			174,60	84,6925	259,29
S60	153,97			174,60	84,6925	259,29
S61	153,97			174,60	84,6925	259,29
S62	153,97			174,60	84,6925	259,29
S63	153,97			174,60	84,6925	259,29
S64	153,97			174,60	84,6925	259,29
S65	153,97			174,60	84,6925	259,29
S66	153,97			174,60	84,6925	259,29
S67	153,97			174,60	84,6925	259,29
S68	153,97			174,61	84,6952	259,30
S69	153,98	204,13	2600	176,00	85,3691	2613,10
S70	156,42			177,38	86,0401	263,42
S71	156,42			177,38	86,0401	263,42
S72	156,42			177,38	86,0401	263,42
S73	156,42	177,06		152,55	370,863	523,41
S74	112,62			127,71	61,9476	189,66
S75	112,62			127,71	61,9476	189,66
S76	112,62	196,9		153,99	108,637	262,62
S77	158,96			180,26	87,4373	267,70
S78	158,96			180,26	87,4373	267,70
S79	158,96			180,26	87,4373	267,70
S80	158,96			180,26	87,4373	267,70
S81	158,96			180,26	87,4373	267,70
S82	158,96			180,26	87,4373	267,70
S83	158,96			180,26	87,4373	267,70
S84	158,96		2600	180,26	87,4373	2613,74
S85	158,96			180,26	87,4373	267,70
S86	158,96			180,25	87,4345	267,69
S87	158,95			180,25	87,4318	267,68
S88	158,95	253,98	2600	132,77	770,436	2752,42
S89	75,22	144,38	2600	130,73	790,634	2758,43
S90	155,35			176,17	85,4516	261,62
S91	155,35			176,17	85,4516	261,62
S92	155,35			176,17	85,4516	261,62
S93	155,35			176,17	85,4516	261,62

S94	155,35			176,17	85,4516	261,62
S95	155,35			176,17	85,4516	261,62
S96	155,35			176,17	85,4516	261,62
S97	155,35			176,20	85,4653	261,66
S98	155,40	222,13		176,87	363,069	539,94
S99	156,54		2600	177,52	86,1061	2613,33
S100	156,54			177,52	86,1061	263,62
S101	156,54			177,52	86,1061	263,62
S102	156,54			177,51	86,1034	263,61
S103	156,53	211,63		178,46	226,343	404,80
S104	158,21			179,41	87,0247	266,43
S105	158,21			179,40	87,022	266,43
S106	158,20	177,52		180,89	369,707	550,60
S107	160,83			182,38	88,4659	270,85
S108	160,83			182,38	88,4659	270,85
S109	160,83			182,39	88,4714	270,86
S110	160,85	209,24		172,53	192,68	365,21
S111	143,44			162,66	78,9004	241,56
S112	143,44			162,66	78,9004	241,56
S113	143,44			162,66	78,9004	241,56
S114	143,44		2600	162,66	78,9004	2611,20
S115	143,44			162,66	78,9004	241,56
S116	143,44			162,67	78,9059	241,58
S117	143,46	194,8		170,82	140,84	311,66
S118	157,81			178,96	86,8047	265,76
S119	157,81			178,96	86,8047	265,76
S120	157,81			178,96	86,8047	265,76
S121	157,81			178,96	86,8047	265,76
S122	157,81			178,96	86,8047	265,76
S123	157,81			178,96	86,8047	265,76
S124	157,81			178,96	86,8047	265,76
S125	157,81			178,96	86,8047	265,76
S126	157,81			178,96	86,8047	265,76
S127	157,81			178,96	86,8047	265,76
S128	157,81			178,96	86,8047	265,76
S129	157,81		2600	178,96	86,8047	2613,55
S130	157,81			178,96	86,8047	265,76
S131	157,81			178,96	86,8047	265,76
S132	157,81			178,96	86,8047	265,76
S133	157,81			179,00	86,8267	265,83
S134	157,89	194,53		160,65	139,388	300,04
S135	125,45			142,27	69,0076	211,27
S136	125,46	207,79		139,33	160,084	299,41
S137	120,27			136,39	66,1555	202,54
S138	120,27			136,38	66,1528	202,53
S139	120,26	129,42	2600	140,59	973,716	2828,72
S140	127,69			144,80	70,2369	215,04
S141	127,69			144,80	70,2369	215,04
S142	127,69			144,81	70,2424	215,05
S143	127,71	187,12		146,86	232,908	379,77
S144	131,30		2600	148,89	72,2227	2609,39
S145	131,30			148,89	72,2227	221,12

S146	131,30			148,89	72,2227	221,12
S147	131,30			148,90	72,2254	221,13
S148	131,31	169,7	2600	145,84	467,094	2671,27
S149	125,91			142,78	69,2578	212,04
S150	125,91			142,78	69,2578	212,04
S151	125,91			142,79	69,2606	212,05
S152	125,92	184,29		136,01	463,463	599,47
S153	113,95			129,22	62,6791	191,90
S154	113,95			129,22	62,6791	191,90
S155	113,95	216,15		141,76	273,643	415,40
S156	136,06			154,29	74,8409	229,13
S157	136,06			154,29	74,8409	229,13
S158	136,06			154,30	74,8437	229,14
S159	136,07	210,21		166,31	205,265	371,58
S160	157,25		2600	178,32	86,4967	2613,45
S161	157,25			178,32	86,4967	264,82
S162	157,25			178,32	86,4967	264,82
S163	157,25			178,32	86,4967	264,82
S164	157,25			178,33	86,5022	264,84
S165	157,27	234,83	2600	166,44	535,47	2693,08
S166	136,28	151,10	2600	156,65	714,492	2742,06
S167	140,00			158,76	77,0082	235,77
S168	140,00			158,76	77,0082	235,77
S169	140,00			158,76	77,0082	235,77
S170	140,00			158,76	77,0082	235,77
S171	140,00			158,76	77,0082	235,77
S172	140,00			158,79	77,0219	235,81
S173	140,05	215,84		167,87	280,562	448,43
S174	156,01		2600	176,92	85,8146	2613,24
S175	156,01			176,92	85,8146	262,73
S176	156,01	235,98	2600	165,53	547,286	2695,94
S177	135,93			154,14	74,7694	228,91
S178	135,93	214,22		147,95	250,402	398,36
S179	125,01			141,76	68,7628	210,52
S180	125,01			141,76	68,7628	210,52
S181	125,01			141,77	68,7683	210,54
S182	125,03	174,73		155,08	402,95	558,03
S183	148,48			168,38	81,6727	250,05
S184	148,48			168,38	81,6754	250,06
S185	148,49	209,28		154,45	187,063	341,51
S186	123,91			140,51	68,1577	208,67
S187	123,91			140,51	68,1577	208,67
S188	123,91			140,51	68,155	208,66
S189	123,90	239,28	2600	130,77	579,823	2695,36
S190	106,74		2600	121,04	58,7132	2606,21
S191	106,74	258,28	2600	134,12	824,955	2771,25
S192	129,80			147,19	71,3976	218,59
S193	129,80			147,19	71,3976	218,59
S194	129,80	144,51	2600	146,64	794,53	2765,11
S195	128,83			146,10	70,8668	216,97
S196	128,84	179,18		161,02	344,783	505,80
S197	155,14			175,93	85,336	261,26
S198	155,14			175,93	85,336	261,26

S199	155,14			175,93	85,336	261,26
S200	155,14			175,93	85,336	261,26
S201	155,14			175,93	85,336	261,26
S202	155,14			175,93	85,336	261,26
S203	155,14			175,93	85,336	261,26
S204	155,14			175,93	85,336	261,26
S205	155,14			175,94	85,3415	261,28
S206	155,16	204,29	2600	172,62	127,168	2617,23
S207	149,28			169,28	82,1127	251,40
S208	149,28			169,28	82,1127	251,40
S209	149,28			169,28	82,1127	251,40
S210	149,28			169,28	82,1127	251,40
S211	149,28			169,28	82,1127	251,40
S212	149,28	103,39	2600	169,30	1268,09	2970,88
S213	149,31			169,32	82,1292	251,45
S214	149,31			169,32	82,1292	251,45
S215	149,31			169,32	82,1292	901,45
S216	149,31			169,33	82,1375	251,47
S217	149,34		2600	84,68	41,0729	2603,04

Annexe IV : Abaque tensions des conducteurs



Annexe V : Choix manuel des supports

Supports	Angles (grade)	Effort sur le support en daN	Type de support choisi	Effort Ruine ou en tête (daN)	Commentaires
EXI		2610,33	12m 2*HEB220	2630	Support existant+ Parafoudre
S1		257,74	12m HEA180	290	
S2		257,74	12m HEA180	290	
S3		903,78	12m 2*HEA160	910	IACM de type1 (450 +200 daN) effort de vent+mancœuvre
S4		257,76	12m HEA180	290	
S5	209,60	348,91	12m HEA200	400	Angle faible 12m HEB180
S6		249,43	12m HEA180	290	
S7	210,10	364,23	12m HEB180	460	Angle faible 12m HEB180
S8		279,14	12m HEA180	290	
S9		279,14	12m HEA180	290	
S10		279,14	12m HEA180	290	
S11		279,14	12m HEA180	290	
S12		279,14	12m HEA180	290	
S13		279,14	12m HEA180	290	
S14		2613,98	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton
S15		270,02	12m HEA180	290	
S16		270,02	12m HEA180	290	
S17		270,11	12m HEA180	290	
S18	200,00	247,88	12m HEA180	290	Angle quasi nul
S19		262,68	12m HEA180	290	
S20		262,68	12m HEA180	290	
S21		262,68	12m HEA180	290	
S22		262,68	12m HEA180	290	
S23		262,68	12m HEA180	290	
S24		262,68	12m HEA180	290	
S25		262,69	12m HEA180	290	
S26	212,26	390,80	12m HEA200	400	Angle compris entre 10 et 30
S27		253,57	12m HEA180	290	
S28		253,57	12m HEA180	290	
S29		2610,68	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton
S30		253,57	12m HEA180	290	
S31		253,62	12m HEA180	290	
S32	194,64	315,31	12m HEB160	320	Angle faible
S33		276,20	12m HEA180	290	
S34	197,79	315,21	12m HEB160	320	Angle faible
S35		256,25	12m HEA180	290	
S36		256,25	12m HEA180	290	
S37		256,25	12m HEA180	290	
S38		256,25	12m HEA180	290	
S39		256,25	12m HEA180	290	
S40		256,30	12m HEA180	290	
S41	176,50	522,16	12m HEB200	630	Angle compris entre 10 et 30
S42		224,28	12m HEA180	290	

S43	244,96	2725,78	12m 2*2HEB180	3350	Portique, angle important et fin du canton
S44		270,54	12m HEA180	290	
S45	202,60	254,77	12m HEA180	290	Angle faible
S46		239,00	12m HEA180	290	
S47		238,99	12m HEA180	290	
S48	217,39	428,25	12m HEB200	630	Angle compris entre 10 et 30
S49		181,31	12m HEA180	290	
S50	170,63	580,62	12m HEB200	630	Angle compris entre 10 et 30
S51		226,59	12m HEA180	290	
S52		226,59	12m HEA180	290	
S53		226,59	12m HEA180	290	
S54		226,60	12m HEA180	290	
S55	210,00	262,70	12m HEA180	290	Angle faible
S56		2606,41	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton
S57		182,65	12m HEA160	200	
S58	191,22	326,80	12m HEA200	400	Angle faible
S59		259,29	12m HEA180	290	
S60		259,29	12m HEA180	290	
S61		259,29	12m HEA180	290	
S62		259,29	12m HEA180	290	
S63		259,29	12m HEA180	290	
S64		259,29	12m HEA180	290	
S65		259,29	12m HEA180	290	
S66		259,29	12m HEA180	290	
S67		259,29	12m HEA180	290	
S68		259,30	12m HEA180	290	
S69	204,13	2613,10	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton, angle faible
S70		263,42	12m HEA180	290	
S71		263,42	12m HEA180	290	
S72		263,42	12m HEA180	290	
S73	177,06	523,41	12m HEB200	630	Angle compris entre 10 et 30
S74		189,66	12m HEA160	200	
S75		189,66	12m HEA160	200	
S76	196,9	262,62	12m HEA180	290	Angle faible
S77		267,70	12m HEA180	290	
S78		267,70	12m HEA180	290	
S79		267,70	12m HEA180	290	
S80		267,70	12m HEA180	290	
S81		267,70	12m HEA180	290	
S82		267,70	12m HEA180	290	
S83		267,70	12m HEA180	290	
S84		2613,74	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton
S85		267,70	12m HEA180	290	
S86		267,69	12m HEA180	290	
S87		267,68	12m HEA180	290	
S88	253,98	2752,42	13m 2*2HEB180	3020	Portique, Traversée de voie + angles importants
S89	144,38	2758,43	13m 2*2HEB180	3020	Portique, Traversée de voie + angles importants
S90		261,62	12m HEA180	290	
S91		261,62	12m HEA180	290	
S92		261,62	12m HEA180	290	

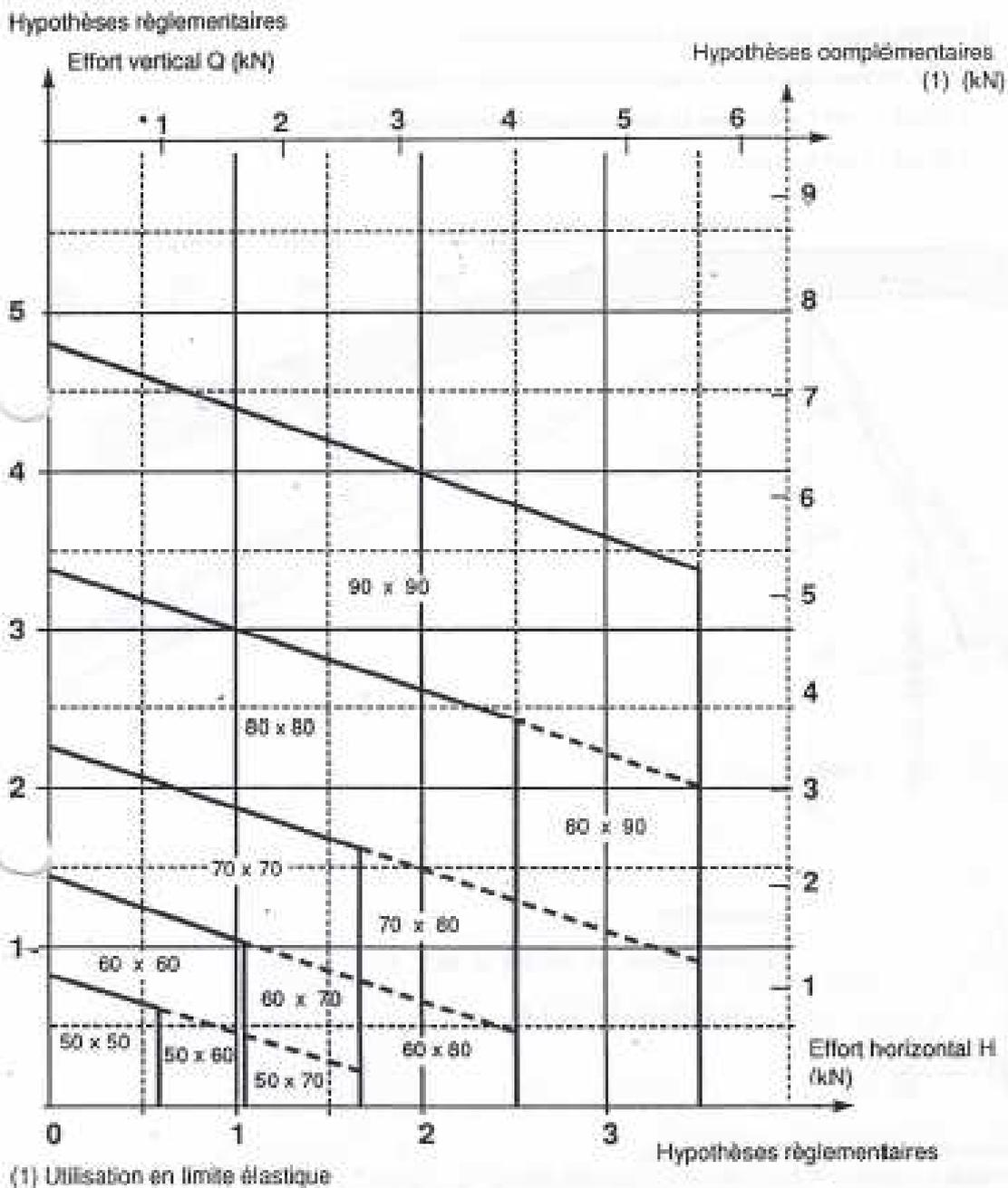
S93		261,62	12m HEA180	290	
S94		261,62	12m HEA180	290	
S95		261,62	12m HEA180	290	
S96		261,62	12m HEA180	290	
S97		261,66	12m HEA180	290	
S98	222,13	539,94	12m HEA220	550	Angle compris entre 10 et 30
S99		2613,33	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton
S100		263,62	12m HEA180	290	
S101		263,62	12m HEA180	290	
S102		263,61	12m HEA180	290	
S103	211,63	404,80	12m HEB180	460	Angle compris entre 10 et 30
S104		266,43	12m HEA180	290	
S105		266,43	12m HEA180	290	
S106	177,52	550,60	12m HEB200	630	Angle compris entre 10 et 30
S107		270,85	12m HEA180	290	
S108		270,85	12m HEA180	290	
S109		270,86	12m HEA180	290	
S110	209,24	365,21	12m HEA200	400	Angle faible
S111		241,56	12m HEA180	290	
S112		241,56	12m HEA180	290	
S113		241,56	12m HEA180	290	
S114		2611,20	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton
S115		241,56	12m HEA180	290	
S116		241,58	12m HEA180	290	
S117	194,8	311,66	12m HEB160	320	Angle faible
S118		265,76	12m HEA180	290	
S119		265,76	12m HEA180	290	
S120		265,76	12m HEA180	290	
S121		265,76	12m HEA180	290	
S122		265,76	12m HEA180	290	
S123		265,76	12m HEA180	290	
S124		265,76	12m HEA180	290	
S125		265,76	12m HEA180	290	
S126		265,76	12m HEA180	290	
S127		265,76	12m HEA180	290	
S128		265,76	12m HEA180	290	
S129		2613,55	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton
S130		265,76	12m HEA180	290	
S131		265,76	12m HEA180	290	
S132		265,76	12m HEA180	290	
S133		265,83	12m HEA180	290	
S134	194,53	300,04	12m HEB160	320	Angle faible
S135		211,27	12m HEA180	290	
S136	207,79	299,41	12m HEB160	320	Angle faible
S137		202,54	12m HEA180	290	
S138		202,53	12m HEA180	290	
S139	129,42	2828,72	12m 2*2*HEB180	3350	Angle important + Dérivation ou Etoilement
S140		215,04	12m HEA180	290	
S141		215,04	12m HEA180	290	
S142		215,05	12m HEA180	290	
S143	187,12	379,77	12m HEA200	400	Angle compris entre 10 et 30

S144		2609,39	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton
S145		221,12	12m HEA180	290	
S146		221,12	12m HEA180	290	
S147		221,13	12m HEA180	290	
S148	169,7	2671,27	12m 2*2*HEB180	3350	Angle >30 en milieu de canton "Environnement"
S149		212,04	12m HEA180	290	
S150		212,04	12m HEA180	290	
S151		212,05	12m HEA180	290	
S152	184,29	599,47	12m HEB200	630	Angle compris entre 10 et 30
S153		191,90	12m HEA160	200	
S154		191,90	12m HEA160	200	
S155	216,15	415,40	12m HEB180	460	Angle compris entre 10 et 30
S156		229,13	12m HEA180	290	
S157		229,13	12m HEA180	290	
S158		229,14	12m HEA180	290	
S159	210,21	371,58	12m HEA200	400	Angle compris entre 10 et 30
S160		2613,45	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton
S161		264,82	12m HEA180	290	
S162		264,82	12m HEA180	290	
S163		264,82	12m HEA180	290	
S164		264,84	12m HEA180	290	
S165	234,83	2693,08	13m 2*2HEB180	3020	Portique, Traversée de voie + angles importants
S166	151,10	2742,06	13m 2*2HEB180	3020	Portique, Traversée de voie + angles importants
S167		235,77	12m HEA180	290	
S168		235,77	12m HEA180	290	
S169		235,77	12m HEA180	290	
S170		235,77	12m HEA180	290	
S171		235,77	12m HEA180	290	
S172		235,81	12m HEA180	290	
S173	215,84	448,43	12m HEB180	460	Angle compris entre 10 et 30
S174		2613,24	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton
S175		262,73	12m HEA180	290	
S176	235,98	2695,94	12m 2*2*HEB180	3350	Angle >30 en milieu de canton
S177		228,91	12m HEA180	290	
S178	214,22	398,36	12m HEA200	400	
S179		210,52	12m HEA180	290	
S180		210,52	12m HEA180	290	
S181		210,54	12m HEA180	290	
S182	174,73	558,03	12m HEB200	630	Angle compris entre 10 et 30
S183		250,05	12m HEA180	290	
S184		250,06	12m HEA180	290	
S185	209,28	341,51	12m HEA200	400	
S186		208,67	12m HEA180	290	
S187		208,67	12m HEA180	290	
S188		208,66	12m HEA180	290	
S189	239,28	2695,36	12m 2*2*HEB180	3350	Angle >30 en milieu de canton
S190		2606,21	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton
S191	258,28	2771,25	12m	3350	Angle >30 en milieu de canton

			2*2*HEB180		
S192		218,59	12m HEA180	290	
S193		218,59	12m HEA180	290	
S194	144,51	2765,11	12m 2*2*HEB180	3350	Angle >30 en milieu de canton
S195		216,97	12m HEA180	290	
S196	179,18	505,80	12m HEA220	550	Angle compris entre 10 et 30
S197		261,26	12m HEA180	290	
S198		261,26	12m HEA180	290	
S199		261,26	12m HEA180	290	
S200		261,26	12m HEA180	290	
S201		261,26	12m HEA180	290	
S202		261,26	12m HEA180	290	
S203		261,26	12m HEA180	290	
S204		261,26	12m HEA180	290	
S205		261,28	12m HEA180	290	
S206	204,29	2617,23	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton + angle faible
S207		251,40	12m HEA180	290	
S208		251,40	12m HEA180	290	
S209		251,40	12m HEA180	290	
S210		251,40	12m HEA180	290	
S211		251,40	12m HEA180	290	
S212	103,39	2970,88	12m 2*2HEB180	3350	Portique, angle important
S213		251,45	12m HEA180	290	
S214		251,45	12m HEA180	290	
S215		901,45	12m 2*HEA160	910	IACM de type1 (450 +200 daN) effort de vent+manœuvre
S216		251,47	12m HEA180	290	
S217	Fin	2603,04	12m 2*HEB220	2630	Fin de Canton

Annexe VI : Abaque choix des Nappes-Voutes

**CHOIX DES NAPPE-VOUTE 170-75
ARMEMENT NV2 ET NW**



Source : Réseaux aériens MT en conducteur nus EDM-EDF SAINTE-TULLE

Annexe VII : Choix des armements

Supports	Effort Traction(Ft) =nts daN	Effort Horizontal (Fh) en daN	Effort Vertical (Fv)en daN	Résultante des Efforts (daN)	Armements choisi par le calcul Manuel	Efforts des traverses en arrêts (f>L+0,5Q+0,3H)
EXI	2600	52,07	55,04	75,77	NA3Y-10000D	881,05
S1		52,07	55,04	75,77	NV2-50*50	
S2		52,07	55,04	75,77	NV2-50*50	
S3	450	51,27	54,20	74,60	NA3X-2000D	
S4		52,07	55,05	75,77	NV2-50*50	
S5		184,80	55,00	192,81	NA3X-2000D	
S6		50,39	53,27	73,32	NV2-50*50	
S7		196,10	56,44	204,06	NA2X-2500D	
S8		56,39	59,61	82,06	NV2-50*60	
S9		56,39	59,61	82,06	NV2-50*60	
S10		56,39	59,61	82,06	NV2-50*60	
S11		56,39	59,61	82,06	NV2-50*60	
S12		56,39	59,61	82,06	NV2-50*60	
S13		56,39	59,61	82,06	NV2-50*60	
S14	2600	56,39	59,61	82,06	NA3Y-10000D	882,24
S15		56,39	59,61	82,06	NV2-50*60	
S16		56,39	59,61	82,06	NV2-50*60	
S17		56,41	59,63	82,08	NV2-50*60	
S18		55,64	58,82	80,97	NV2-50*60	
S19		54,86	57,99	79,82	NV2-50*50	
S20		54,86	57,99	79,82	NV2-50*50	
S21		54,86	57,99	79,82	NV2-50*50	
S22		54,86	57,99	79,82	NV2-50*50	
S23		54,86	57,99	79,82	NV2-50*50	
S24		54,86	57,99	79,82	NV2-50*50	
S25		54,86	57,99	79,83	NV2-50*50	
S26		221,87	56,99	229,08	NA3X-2500D	
S27		52,95	55,98	77,06	NV2-50*50	
S28		52,95	55,98	77,06	NV2-50*50	
S29	2600	52,95	55,98	77,06	NA3Y-10000D	881,29
S30		52,95	55,98	77,06	NV2-50*50	
S31		52,96	55,99	77,07	NV2-50*50	
S32		137,41	58,49	149,34	NV2-50*70	
S33		57,68	60,97	83,93	NV2-50*60	
S34		136,29	58,77	148,42	NV2-50*60	
S35		53,51	56,57	77,87	NV2-50*50	
S36		53,51	56,57	77,87	NV2-50*50	
S37		53,51	56,57	77,87	NV2-50*50	
S38		53,51	56,57	77,87	NV2-50*50	
S39		53,51	56,57	77,87	NV2-50*50	
S40		53,52	56,58	77,89	NV2-50*50	
S41		367,79	53,05	371,60	NA3X-4000D	
S42		46,84	49,51	68,16	NV2-50*50	
S43	2600	654,66	56,85	657,12	NA3Y-10000D	941,61
S44		60,72	64,19	88,36	NV2-60*60	
S45		57,19	60,45	83,22	NV2-50*60	
S46		53,65	56,71	78,06	NV2-50*50	
S47		53,64	56,71	78,06	NV2-50*50	
S48		282,37	49,87	286,74	NA3X-3150D	

S49		40,70	43,02	59,22	NV2-50*50	
S50		440,64	48,39	443,29	NA2X-5000D	
S51		50,86	53,77	74,01	NV2-50*50	
S52		50,86	53,77	74,01	NV2-50*50	
S53		50,86	53,77	74,01	NV2-50*50	
S54		50,86	53,77	74,01	NV2-50*50	
S55		115,09	48,56	124,91	NA2X-1600D	
S56	2600	41,00	43,34	59,66	NA3Y-10000D	877,99
S57		41,00	43,34	59,66	NV2-50*50	
S58		170,10	52,43	178,00	NA1X-2000D	
S59		58,20	61,53	84,69	NV2-50*60	
S60		58,20	61,53	84,69	NV2-50*60	
S61		58,20	61,53	84,69	NV2-50*60	
S62		58,20	61,53	84,69	NV2-50*60	
S63		58,20	61,53	84,69	NV2-50*60	
S64		58,20	61,53	84,69	NV2-50*60	
S65		58,20	61,53	84,69	NV2-50*60	
S66		58,20	61,53	84,69	NV2-50*60	
S67		58,20	61,53	84,69	NV2-50*60	
S68		58,20	61,53	84,70	NV2-50*60	
S69	2600	58,67	62,02	85,37	NA3Y-10000D	882,87
S70		59,13	62,51	86,04	NV2-60*60	
S71		59,13	62,51	86,04	NV2-60*60	
S72		59,13	62,51	86,04	NV2-60*60	
S73		366,95	53,75	370,86	NA3X-4000D	
S74		42,57	45,00	61,95	NV2-50*50	
S75		42,57	45,00	61,95	NV2-50*50	
S76		94,12	54,26	108,64	NV2-60*60	
S77		60,09	63,52	87,44	NV2-60*60	
S78		60,09	63,52	87,44	NV2-60*60	
S79		60,09	63,52	87,44	NV2-60*60	
S80		60,09	63,52	87,44	NV2-60*60	
S81		60,09	63,52	87,44	NV2-60*60	
S82		60,09	63,52	87,44	NV2-60*60	
S83		60,09	63,52	87,44	NV2-60*60	
S84	2600	60,09	63,52	87,44	NA3Y-10000D	883,26
S85		60,09	63,52	87,44	NV2-60*60	
S86		60,08	63,52	87,43	NV2-60*60	
S87		60,08	63,52	87,43	NV2-60*60	
S88	2600	769,01	46,79	770,44	NA4Y-8000D	
S89	2600	789,29	46,07	790,63	NA4Y-8000D	
S90		58,72	62,08	85,45	NV2-50*60	
S91		58,72	62,08	85,45	NV2-50*60	
S92		58,72	62,08	85,45	NV2-50*60	
S93		58,72	62,08	85,45	NV2-50*60	
S94		58,72	62,08	85,45	NV2-50*60	
S95		58,72	62,08	85,45	NV2-50*60	
S96		58,72	62,08	85,45	NV2-50*60	
S97		58,73	62,09	85,47	NV2-50*60	
S98		357,68	62,33	363,07	NA3X-4000D	
S99	2600	59,17	62,55	86,11	NA3Y-10000D	883,01
S100		59,17	62,55	86,11	NV2-50*60	
S101		59,17	62,55	86,11	NV2-50*60	
S102		59,17	62,55	86,10	NV2-50*60	
S103		217,43	62,89	226,34	NA3X-3150D	
S104		59,80	63,22	87,02	NV2-50*60	
S105		59,80	63,22	87,02	NV2-50*60	

S106		364,17	63,74	369,71	NA3X-4000D	
S107		60,79	64,27	88,47	NV2-60*60	
S108		60,79	64,27	88,47	NV2-60*60	
S109		60,80	64,27	88,47	NV2-60*60	
S110		182,84	60,80	192,68	NA3X-2000D	
S111		54,22	57,32	78,90	NV2-50*50	
S112		54,22	57,32	78,90	NV2-50*50	
S113		54,22	57,32	78,90	NV2-50*50	
S114	2600	54,22	57,32	78,90	NA3Y-10000D	881,64
S115		54,22	57,32	78,90	NV2-50*50	
S116		54,22	57,32	78,91	NV2-50*50	
S117		127,33	60,19	140,84	NA3X-1600D	
S118		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S119		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S120		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S121		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S122		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S123		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S124		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S125		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S126		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S127		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S128		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S129	2600	59,65	63,06	86,80	NA3Y-10000D	883,14
S130		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S131		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S132		59,65	63,06	86,80	NV2-50*60	
S133		59,67	63,08	86,83	NV2-50*60	
S134		127,37	56,61	139,39	NA3X-1600D	
S135		47,42	50,13	69,01	NV2-50*50	
S136		152,37	49,10	160,08	NA2X-2000D	
S137		45,46	48,06	66,16	NV2-50*50	
S138		45,46	48,06	66,15	NV2-50*50	
S139	2600	972,45	49,54	973,72	NA2Y-10000D	
S140		48,27	51,02	70,24	NV2-50*50	
S141		48,27	51,02	70,24	NV2-50*50	
S142		48,27	51,03	70,24	NV2-50*50	
S143		227,09	51,75	232,91	NA2X-2500D	
S144	2600	49,63	52,47	72,22	NA3Y-10000D	880,37
S145		49,63	52,47	72,22	NV2-50*50	
S146		49,63	52,47	72,22	NV2-50*50	
S147		49,63	52,47	72,23	NV2-50*50	
S148	2600	464,26	51,39	467,09	NA2X-5000D	
S149		47,59	50,31	69,26	NV2-50*50	
S150		47,59	50,31	69,26	NV2-50*50	
S151		47,60	50,32	69,26	NV2-50*50	
S152		460,98	47,93	463,46	NA2X-5000D	
S153		43,07	45,53	62,68	NV2-50*50	
S154		43,07	45,53	62,68	NV2-50*50	
S155		269,04	49,95	273,64	NA2X-3150D	
S156		51,43	54,37	74,84	NV2-50*50	
S157		51,43	54,37	74,84	NV2-50*50	
S158		51,43	54,37	74,84	NV2-50*50	
S159		196,72	58,61	205,27	NA3X-2000D	
S160	2600	59,44	62,84	86,50	NA3Y-10000D	883,08
S161		59,44	62,84	86,50	NV2-50*60	
S162		59,44	62,84	86,50	NV2-50*60	

S163		59,44	62,84	86,50	NV2-50*60	
S164		59,44	62,84	86,50	NV2-50*60	
S165	2600	532,25	58,65	535,47	NA4Y-6300D	
S166	2600	712,36	55,20	714,49	NA4Y-8000D	
S167		52,92	55,94	77,01	NV2-50*50	
S168		52,92	55,94	77,01	NV2-50*50	
S169		52,92	55,94	77,01	NV2-50*50	
S170		52,92	55,94	77,01	NV2-50*50	
S171		52,92	55,94	77,01	NV2-50*50	
S172		52,93	55,95	77,02	NV2-50*50	
S173		274,26	59,15	280,56	NA3X-3150D	
S174	2600	58,97	62,34	85,81	NA3Y-10000D	882,95
S175		58,97	62,34	85,81	NV2-50*60	
S176	2600	544,17	58,33	547,29	NA3X-6300D	
S177		51,38	54,32	74,77	NV2-50*50	
S178		244,91	52,14	250,40	NA3X-2500D	
S179		47,25	49,95	68,76	NV2-50*50	
S180		47,25	49,95	68,76	NV2-50*50	
S181		47,26	49,96	68,77	NV2-50*50	
S182	2600	399,23	54,65	402,95	NA2X-4000D	
S183		56,13	59,33	81,67	NV2-50*50	
S184		56,13	59,33	81,68	NV2-50*50	
S185		178,97	54,43	187,06	NA3X-2000D	
S186		46,84	49,51	68,16	NV2-50*50	
S187		46,84	49,51	68,16	NV2-50*50	
S188		46,84	49,51	68,15	NV2-50*50	
S189	2600	577,99	46,08	579,82	NA3X-6300D	
S190	2600	40,35	42,65	58,71	NA3Y-10000D	877,81
S191	2600	823,60	47,26	824,96	NA2Y-10000D	
S192		49,06	51,87	71,40	NV2-50*50	
S193		49,06	51,87	71,40	NV2-50*50	
S194	2600	792,85	51,67	794,53	NA2Y-8000D	
S195		48,70	51,48	70,87	NV2-50*50	
S196		340,08	56,74	344,78	NA2X-4000D	
S197		58,64	61,99	85,34	NV2-50*60	
S198		58,64	61,99	85,34	NV2-50*60	
S199		58,64	61,99	85,34	NV2-50*60	
S200		58,64	61,99	85,34	NV2-50*60	
S201		58,64	61,99	85,34	NV2-50*60	
S202		58,64	61,99	85,34	NV2-50*60	
S203		58,64	61,99	85,34	NV2-50*60	
S204		58,64	61,99	85,34	NV2-50*60	
S205		58,65	62,00	85,34	NV2-50*60	
S206	2600	111,68	60,83	127,17	NA3Y-10000D	887,97
S207		56,43	59,65	82,11	NV2-50*60	
S208		56,43	59,65	82,11	NV2-50*60	
S209		56,43	59,65	82,11	NV2-50*60	
S210		56,43	59,65	82,11	NV2-50*60	
S211		56,43	59,65	82,11	NV2-50*60	
S212	2600	1266,69	59,66	1268,09	NA3Z-16000D	
S213		56,44	59,66	82,13	NV2-50*60	
S214		56,44	59,66	82,13	NV2-50*60	
S215		56,44	59,66	82,13	NV2-50*60	
S216		56,44	59,67	82,14	NV2-50*60	
S217	2600	28,23	29,84	41,07	NA3Y-10000D	874,46

Annexe VIII : Pente et retournement de chaines

Supports	Dénivelé (m)	Pente=h/a (m)	signe de la portance	Retournement (portance > - 3%)	Armement Camelia	Armement du calcul manuel	Fonction support
EXI	312,73			Sans Retournement	NA3Y-10000	NA3Y-10000D	AS
S1	314,44	1,24%	-1,73%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S2	318,53	2,97%	1,73%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S3	320,24	1,24%	-0,86%		NA3X-2000	NA3X-2000D	DA
S4	323,04	2,10%	-1,10%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S5	327,58	3,20%	-0,71%		NW-60x70	NW-60x70	SF
S6	332,79	3,91%	7,33%		NV2-60x60	NV2-50*50	SF
S7	328,23	3,42%	-0,37%		NA3X-2000	NA2X-2500D	DA
S8	322,57	3,79%	2,04%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S9	319,96	1,75%	0,11%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S10	317,52	1,64%	-0,14%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S11	314,87	1,78%	-0,19%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S12	311,93	1,97%	0,60%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S13	309,89	1,37%	-0,27%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S14	307,45	1,64%	0,67%		NA3Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S15	306,01	0,97%	-0,13%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S16	304,38	1,09%	0,77%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S17	303,90	0,32%	0,27%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S18	303,83	0,05%	-1,21%		NV2-60x60	NV2-50*60	SF
S19	302,00	1,26%	0,57%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S20	301,00	0,69%	0,00%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S21	300,00	0,69%	-0,79%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S22	297,85	1,48%	1,22%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S23	297,47	0,26%	-1,67%		NV2-60x60	NV2-50*50	SF
S24	294,67	1,93%	0,94%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S25	293,23	0,99%	0,44%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S26	292,43	0,55%	-0,20%		NA3X-2000	NA3X-2500D	DA
S27	291,38	0,75%	0,31%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S28	290,76	0,44%	0,18%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S29	290,39	0,26%	-0,76%		NA3Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S30	291,08	0,49%	0,56%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S31	290,99	0,06%	-0,47%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S32	291,56	0,41%	0,76%		NW-60x70	NW-60x70	SF
S33	291,02	0,35%	-1,46%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S34	292,71	1,11%	3,28%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S35	289,63	2,18%	1,33%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S36	288,43	0,85%	-0,87%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S37	286,00	1,72%	1,34%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S38	285,47	0,37%	-1,26%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S39	283,16	1,63%	0,08%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF

S40	280,96	1,55%	-3,79%	Retournement	NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S41	284,13	2,24%	1,58%		NA3X-2000	NA3X-4000D	DA
S42	284,94	0,65%	-0,51%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S43	286,38	1,16%	1,09%		NA4Y-10000	NA3Y-10000D	AD
S44	286,50	0,07%	-0,50%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S45	287,43	0,58%	0,53%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S46	287,50	0,05%	-0,87%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S47	288,80	0,92%	0,96%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S48	288,74	0,04%	-0,28%		NA3X-2000	NA3X-3150D	DA
S49	289,00	0,24%	0,07%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S50	289,18	0,17%	-0,44%		NA3X-2000	NA2X-5000D	DA
S51	290,00	0,61%	-0,51%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S52	291,50	1,11%	0,39%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S53	292,47	0,72%	-0,56%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S54	294,20	1,29%	0,45%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S55	295,33	0,84%	1,42%		NA3X-2000	NA2X-1600D	DA
S56	294,70	0,58%	0,49%		NA3Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S57	294,60	0,09%	-1,04%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S58	295,63	0,95%	-0,39%		NA3X-2000	NA1X-2000D	DA
S59	297,70	1,34%	-0,99%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S60	301,30	2,34%	2,07%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S61	301,72	0,27%	0,58%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S62	301,25	0,31%	-0,33%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S63	301,29	0,03%	-0,37%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S64	301,90	0,40%	0,34%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S65	301,98	0,05%	-0,61%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S66	303,00	0,66%	0,14%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S67	303,81	0,53%	-0,12%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S68	304,80	0,64%	-0,71%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S69	306,88	1,35%	0,03%		NA3Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S70	308,95	1,32%	0,40%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S71	310,40	0,93%	-6,11%	Retournement	NA3X-2000	NA3X-4000D	DA
S72	321,40	7,03%	11,90%		NV2-70x70	NV2-60*60	SF
S73	313,79	4,87%	4,84%		NA3X-1600	NA3X-4000D	DA
S74	313,82	0,03%	-0,38%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S75	313,36	0,41%	-0,94%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S76	311,84	1,35%	-0,03%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S77	309,65	1,38%	0,28%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S78	307,90	1,10%	0,22%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S79	306,50	0,88%	-0,06%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S80	305,00	0,94%	-0,16%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S81	303,25	1,10%	0,00%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S82	301,50	1,10%	-0,09%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S83	299,60	1,20%	0,50%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S84	298,50	0,69%	-0,57%		NA3Y-10000	NA3Y-10000D	AD
S85	296,49	1,26%	0,45%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S86	294,80	1,06%	0,25%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S87	293,50	0,82%	-0,07%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S88	292,09	0,89%	0,46%		NA3X-4000	NA4Y-8000D	DA
S89	292,41	0,43%	1,14%		NA3X-4000	NA4Y-8000D	DA
S90	291,30	0,71%	-0,44%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF

S91	289,50	1,16%	0,51%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S92	288,50	0,64%	0,10%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S93	287,65	0,55%	-0,51%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S94	286,00	1,06%	0,16%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S95	284,60	0,90%	0,71%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S96	284,30	0,19%	0,00%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S97	284,00	0,19%	-0,43%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S98	284,37	0,24%	0,47%		NA3X-2000	NA3X-4000D	DA
S99	284,00	0,24%	0,18%		NA3Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S100	283,91	0,06%	-0,09%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S101	283,68	0,15%	0,09%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S102	283,59	0,06%	-0,19%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S103	283,79	0,13%	-0,49%		NA3X-2000	NA3X-3150D	DA
S104	282,82	0,61%	-0,29%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S105	281,39	0,90%	-1,60%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S106	282,49	0,70%	1,75%		NA3X-2000	NA3X-4000D	DA
S107	280,80	1,05%	0,64%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S108	280,14	0,41%	-1,50%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S109	281,89	1,09%	-0,60%		NV2-50x60	NV2-60*60	SF
S110	284,60	1,68%	0,20%		NW-60x70	NW-60x70	SF
S111	286,73	1,48%	-0,38%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S112	289,41	1,87%	0,09%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S113	291,96	1,78%	-1,19%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S114	296,21	2,96%	4,10%		NA4Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S115	294,58	1,14%	-0,34%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S116	292,46	1,48%	1,12%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S117	291,95	0,36%	-0,03%		NA3X-2000	NA3X-1600D	DA
S118	291,34	0,39%	0,30%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S119	291,20	0,09%	0,03%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S120	291,10	0,06%	-0,60%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S121	290,25	0,54%	0,43%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S122	290,08	0,11%	-0,93%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S123	291,38	0,82%	-0,21%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S124	293,01	1,03%	0,22%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S125	294,30	0,82%	-0,58%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S126	296,50	1,39%	3,03%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S127	293,92	1,63%	0,16%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S128	291,60	1,47%	0,14%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S129	289,50	1,33%	0,06%		NA4Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S130	287,50	1,27%	0,25%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S131	285,90	1,01%	0,08%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S132	284,43	0,93%	0,30%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S133	283,43	0,63%	-0,05%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S134	282,35	0,68%	0,09%		NW-50x70	NW-60x70	SF
S135	281,60	0,60%	0,06%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S136	280,93	0,53%	0,06%		NW-60x70	NW-60x70	SF
S137	280,36	0,47%	0,42%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S138	280,30	0,05%	-0,18%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S139	280,02	0,23%	0,11%		NA4Y-5000	NA2Y-10000D	DA
S140	279,86	0,13%	-0,19%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S141	279,94	0,06%	-0,39%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S142	280,52	0,45%	-0,16%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF

S143	281,30	0,61%	0,02%		NA3X-2000	NA2X-2500D	DA
S144	282,08	0,59%	0,11%		NA3Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S145	282,71	0,48%	-0,21%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S146	283,62	0,69%	-0,27%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S147	284,88	0,96%	0,02%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S148	286,12	0,94%	-0,15%		NA3Y-3150	NA2X-5000D	DA
S149	287,50	1,10%	0,06%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S150	288,80	1,03%	-0,48%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S151	290,70	1,51%	0,75%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S152	291,65	0,75%	0,61%		NA3X-2000	NA2X-5000D	DA
S153	291,82	0,15%	-0,81%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S154	292,91	0,96%	-1,83%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S155	296,08	2,78%	1,53%		NA3X-2000	NA2X-3150D	DA
S156	297,79	1,26%	-0,06%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S157	299,58	1,32%	0,27%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S158	301,00	1,04%	-0,44%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S159	303,02	1,48%	1,00%		NA3X-2000	NA3X-2000D	DA
S160	303,78	0,48%	-0,61%		NA3Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S161	305,50	1,09%	0,27%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S162	306,80	0,83%	-0,27%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S163	308,52	1,09%	1,11%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S164	308,50	0,01%	-0,37%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S165	307,90	0,38%	-0,78%		NA3X-2000	NA4Y-6300D	DA
S166	308,44	0,40%	2,00%		NA3Y-4000	NA4Y-8000D	DA
S167	306,20	1,60%	0,28%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S168	304,35	1,32%	-0,36%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S169	302,00	1,68%	0,71%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S170	300,65	0,96%	0,32%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S171	299,75	0,64%	-0,27%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S172	298,47	0,91%	0,18%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S173	297,44	0,74%	-0,97%		NA3X-2000	NA3X-3150D	DA
S174	297,80	0,23%	-1,05%		NA3Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S175	299,80	1,28%	0,08%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S176	301,67	1,20%	0,62%		NA3X-2000	NA3X-6300D	DA
S177	302,45	0,57%	0,16%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S178	303,01	0,41%	0,35%		NA3X-2000	NA3X-2500D	DA
S179	303,09	0,06%	0,20%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S180	302,92	0,14%	-1,04%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S181	304,05	0,90%	-0,09%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S182	305,29	0,99%	-1,65%		NA3X-2000	NA2X-4000D	DA
S183	309,21	2,64%	0,21%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S184	312,82	2,43%	1,97%		NV2-50x60	NV2-50*50	SF
S185	313,50	0,46%	-0,91%		NW-60x70	NW-60x70	SF
S186	315,20	1,37%	0,79%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S187	315,92	0,58%	1,24%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S188	315,10	0,66%	-1,32%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S189	315,92	0,66%	2,41%		NA3Y-3150	NA3X-6300D	DA
S190	314,05	1,75%	1,26%		NA3Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S191	313,53	0,49%	-0,08%		NA3X-2000	NA2Y-10000D	DA
S192	312,80	0,56%	-0,44%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S193	311,50	1,00%	0,35%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S194	310,66	0,65%	0,45%		NA3Y-3150	NA2Y-8000D	DA

S195	310,92	0,20%	0,50%		NV2-50x50	NV2-50*50	SF
S196	310,53	0,30%	-0,23%		NA3X-2000	NA2X-4000D	DA
S197	309,71	0,53%	-1,33%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S198	310,95	0,80%	0,44%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S199	311,50	0,35%	-0,16%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S200	312,30	0,52%	0,16%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S201	312,85	0,35%	-0,32%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S202	313,90	0,68%	0,39%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S203	314,35	0,29%	-0,13%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S204	315,00	0,42%	0,13%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S205	315,45	0,29%	-0,21%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S206	316,22	0,50%	0,38%		NA4Y-8000	NA3Y-10000D	AD
S207	316,40	0,12%	-0,28%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S208	317,00	0,40%	0,13%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S209	317,40	0,27%	-0,04%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S210	317,86	0,31%	-0,25%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S211	318,70	0,56%	0,58%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S212	318,68	0,01%	-0,63%		NA4Y-6300	NA3Z-16000D	DA
S213	319,60	0,62%	-0,32%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S214	321,00	0,94%	0,27%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S215	322,00	0,67%	-0,13%		NA3Y-3150	NV2-50*60	SF
S216	323,20	0,80%	0,10%		NV2-50x60	NV2-50*60	SF
S217	324,25	0,70%			NA3Y-8000	NA3Y-10000D	AS

Annexe IX : Longueur de câble du tronçon Safané-Wona

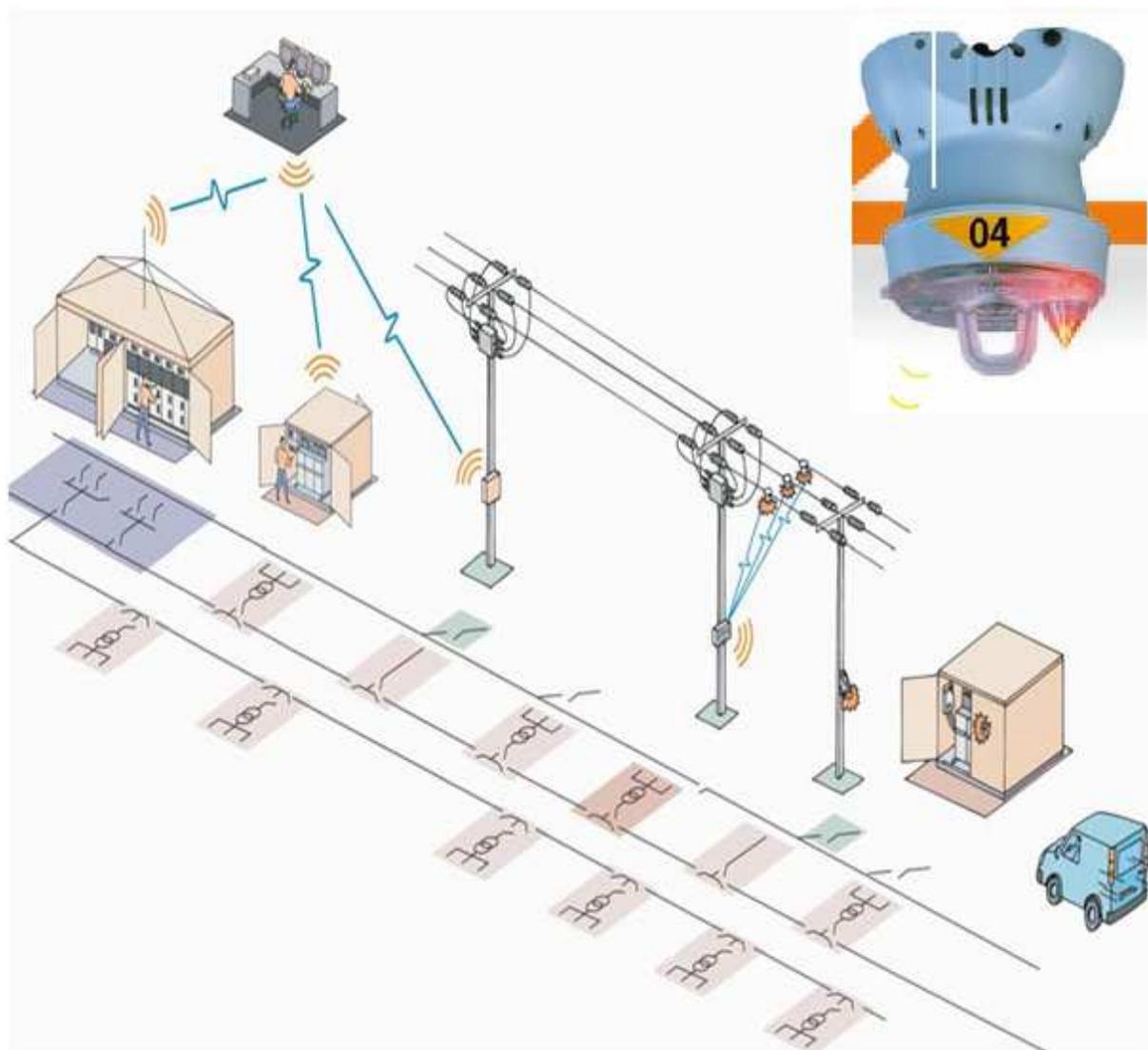
Canton	Supports	Conducteur	Longueur des 3 phases (m)	Masse (kg)
Canton no 1	EXI à S14	ASTER 148	6000,57	2442,23
Canton no 2	S14 à S29	ASTER 148	6534,46	2659,53
Canton no 3	S29 à S43	ASTER 148	5893,55	2398,67
Canton no 4	S43 à S56	ASTER 148	5230,89	2128,97
Canton no 5	S56 à S69	ASTER 148	5732,06	2332,95
Canton no 6	S69 à S84	ASTER 148	6707,69	2730,03
Canton no 7	S84 à S99	ASTER 148	6797,55	2766,60
Canton no 8	S99 à S114	ASTER 148	6954,16	2830,34
Canton no 9	S114 à S129	ASTER 148	6972,53	2837,82
Canton no 10	S129 à S144	ASTER 148	6128,90	2494,46

Canton no 11	S144 à S160	ASTER 148	6217,06	2530,35
Canton no 12	S160 à S174	ASTER 148	6176,12	2513,68
Canton no 13	S174 à S190	ASTER 148	6395,79	2603,09
Canton no 14	S190 à S206	ASTER 148	6915,79	2814,73
Canton no 15	S206 à S217	ASTER 148	4926,86	2005,23
Total			93583,98	38088,68

Annexe X : Efforts de ruines des supports fournis par le constructeur

Signification	Effort en tête (daN)	Signification	Effort en tête (daN)
Supports simples		2 x Supports jumelés	
HEA 160 / 12m	200	HEA 160 / 12m	910
HEA 180 / 12m	290	HEA 180 / 12m	1130
HEA 200 / 12m	400	HEA 200 / 12m	1440
HEA 220 / 12m	550	HEA 220 / 12m	1830
HEB 160 / 12m	320	HEB 160 / 12m	1300
HEB 180 / 12m	460	HEB 180 / 12m	1670
HEB 200 / 12m	630	HEB 200 / 12m	2130
HEB 220 / 12m	860	HEB 220 / 12m	2630
2x2 Supports jumelés en portique			
HEB 180 / 12m	3350	HEA 180 / 13m	1020
HEB 200 / 12m	4260	HEA 200 / 13m	1290
HEB 220 / 12m	5270	HEA 220 / 13m	1650
HEB 180 / 13m	3020	HEB 160 / 13m	1170
HEB 200 / 13m	3850	HEB 180 / 13m	1510
HEB 220 / 13m	4760	HEB 200 / 13m	1920
HEB 240 / 14m	5350	HEB 220 / 13m	2380

Annexe XI : Détecteur de Défauts Aériens (DDA)

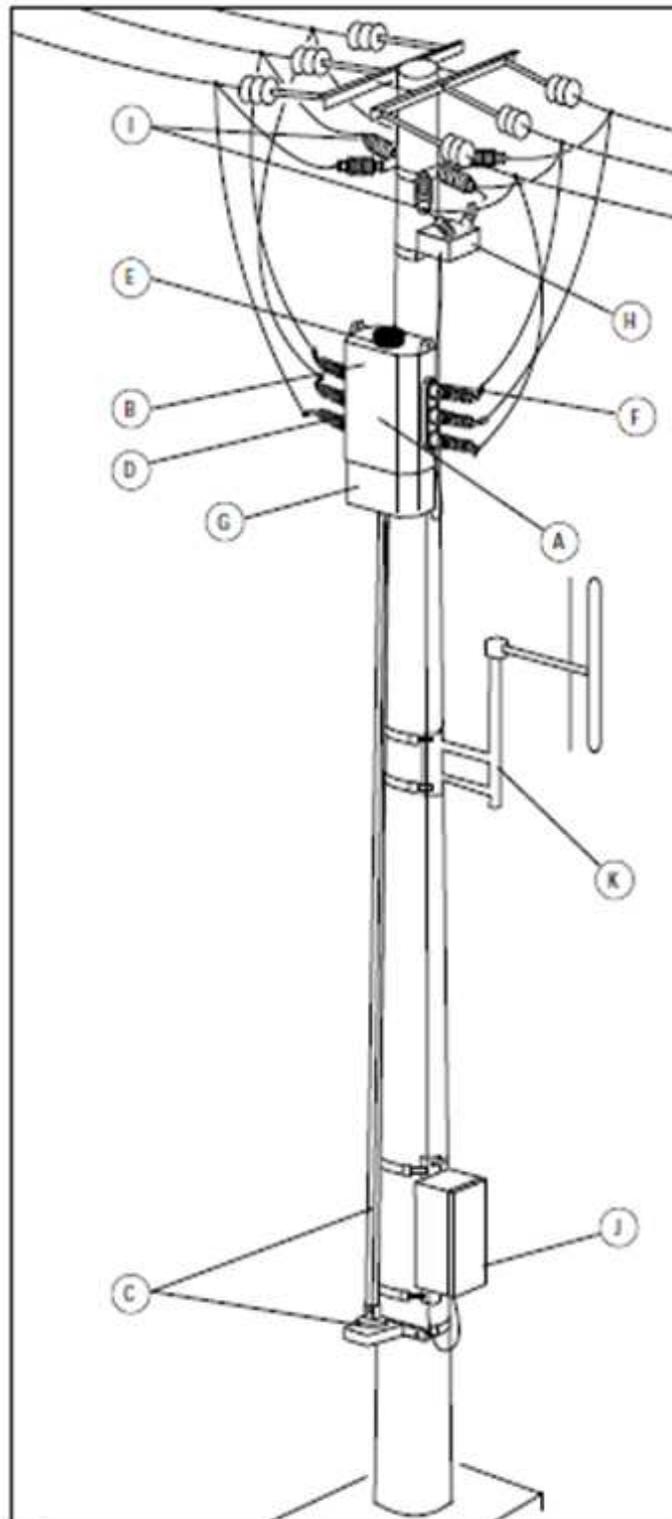
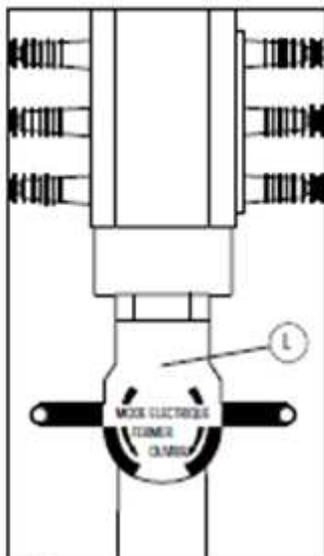


Source : Schneider Electric

Annexe XII: Interrupteur Aérien à Creux de tension IACT

3.1 - présentation

- (A) compartiment étanche interrupteur
- (B) compartiment transformateur de tension (option)
- (C) commande manuelle rotative (option)
- (D) traversées (avec plages de raccordement ou prises embrochables).
- (E) soupape de sécurité
- (F) tores capteurs de courant (option)
- (G) compartiment mécanisme commande
- (H) transformateur de tension extérieur (option)
- (I) parafoudre (option)
- (J) coffret contrôle commande (option)
- (K) antenne radio (option)
- (L) commande manuelle par perche (option)



Source : Schneider Electric