

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D' INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D' ELECTROTECHNIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Electrique

Spécialité : Réseaux électriques

Présenté par

Said BOUMGHAR

Nabila BOURICHA

Thème

Calcul d'une ligne aérienne

Mémoire soutenu publiquement le 23/09/ 2015 devant le jury composé de :

M Hamid SEDDIKI

MCA, UMMTO, Président

M Tahar OTMANE CHERIF

MCA, UMMTO, Encadreur

M Lyes HAMMANI

Ingénieur, SONELGAZ, Co-Encadreur

M Ali BECHOUCHE

MCB, UMMTO, Examineur

M Koussaila MESBAH

Doctorant, UMMTO, Examineur

Remerciements

Nous tenant à exprimer notre profonde gratitude à monsieur T.OTMANE CHERIF pour sa grande disponibilité lors de nos différentes sollicitations et aussi pour ses précieux conseils pour l'élaboration de ce mémoire.

Nous remercions et nos respects s'adressent au personnel du centre SONELGAZ de DRAA-EL-MIZAN en général et particulièrement à monsieur L.HAMMANI pour sa disponibilité, son aide et les précieux conseils qu'il nous a donnés.

Nous remercions l'ensemble des membres du jury qui nous feront l'honneur d'examiner notre travail. Et un grand merci à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration et la finalisation de ce mémoire.

Merci à tous

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

Mon père et ma mère

Puisse ce modeste travail constitué une légère compensation pour tous les nobles sacrifices que vous étés imposé pour assurer mon bien être et éducation.

Et sans vous, sans votre présence, et sans votre patience, ce travail aurait été impensable.

Mon frère Abdenour et mes sœurs Amel et Khadidja

Pour vos précieux conseils, votre soutien inconditionnel que vous m'avais toujours apporté.

Trouvez ici l'expression de ma profonde gratitude.

Ma collègue Nabila et sa famille

Pour sa patience, son soutien, son aide qui ma toujours apporté.

Said

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents

Qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de mes études.

Ma très chère grand- mère Louiza

Mes frères Mohamed et Adel

A qui je tiens énormément

Mes sœurs Nawel, Samira, Sabrina

Pour vos précieux conseils, votre soutien que vous m'avais toujours apporté.
Trouvez ici l'expression de ma profondes gratitude

Mon collègue Said et toute sa famille

Pour son aide, sa patience et ses conseils durant se modeste travail

Nabila

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
CHAPITRE I : Les paramètres caractérisant une ligne aérienne	
I-Introduction	2
I.1.Résistance linéique d'une ligne	2
I.1.1.Résistance linéique en courant continu.....	2
I.1.2.Résistance linéique en courant alternatif	3
I.2.Inductance linéique	4
I.3.Réactance inductive linéique	4
I.4.Impédance linéique	5
I.4.1.Impédance directe et inverse de la ligne sans câble de garde	5
I.4.2.Impédance propre de séquence homopolaire sans câble de garde.....	5
I.5. Capacité linéique de la ligne	6
I.6.Suceptance capacitive de la ligne	7
I.7.Conductance de la ligne	7
I.8.Admittance de la ligne	8
I.9.Schéma équivalent d'une ligne électrique	8
Conclusion.....	10
CHAPITRE II : Les réseaux de transport et de distribution de l'énergie électrique	
I. Introduction.....	11
I.1.Réseau de transport	11
I.2.Réseau de répartition	11
I.3.Réseau de distribution.....	11
II. Structures d'un réseau de distribution	11
II.1.Structure arborescente radiale.....	11
II.2.Structure arborescente bouclable.....	12
II.3.Structure maillée.....	13

II.4.Structure en peigne	14
III. Etude d'une ligne aérienne	15
III.1.Critère de courant nominal	16
III.2.Critère de court circuit.....	18
III.3.Critère de la chute de tension	19
III.4.Critère économique	20
Conclusion.....	21
CHAPITRE III : Principaux composants des lignes aériennes	
Introduction	22
I. Les conducteurs	22
a. Conducteurs nus	22
b. Conducteurs torsadés.....	22
b.1.Constitution générale d'un câble torsadé	22
1. Conducteur neutre porteur.....	22
2. Trois conducteurs de phase	22
3. Eclairage public.....	22
b.2.Matériaux utilisés pour le câble torsadé	23
I.1.Isolation des câbles torsadés	24
II. Les isolateurs	24
II.1.Isolateurs de type pin (branche, tige).....	27
II.2.Isolateurs de type de suspension.....	28
II.3.Isolateurs d'arrêt	29
II.4.Isolateurs manilles	29
III. Câble de garde	30
IV. Supports de ligne.....	31
IV.1. Poteaux en bois	31
IV.2.Poteaux en acier	32

IV.3.Pôles en béton	33
IV.4.Tous d'acier.....	34
V. Armement	35
V.1.Armement en nappe voute.....	35
V.2.Armement en triangle	36
V.3.Armement en nappe (horizontale).....	37
V.4.Armement en drapeau	37
Conclusion.....	37
CHAPITRE IV : Diagnostic du réseau initial	
I. Description du réseau.....	38
I.1.Présentation du réseau.....	38
I.2.Sections normalisées utilisées.....	38
I.3.Notations apportées au tableau précédent.....	45
II. Calcul du réseau initial	45
II.1.Hypothèses de calcul	45
II.1.a. Sections normalisées utilisées.....	45
II.1.b. Puissances unitaires	45
II.2. Calcul des chutes de tension par la méthode des moments électriques.....	46
III. Calcul des chutes de tension.....	48
Conclusion.....	53
CHAPITRE V : Amélioration du réseau	
Introduction	54
I. Données globales du poste et du réseau.....	54
II. Calcul des chutes de tension	55
III. Résultats des calculs.....	55
Conclusion générale	60

Introduction générale

La production de l'énergie électrique se fait au niveau des centrales électriques, celles-ci souvent éloignées des lieux de consommations, d'où la nécessité de mettre en œuvre un réseau de lignes électriques qui assurera le transport de cette énergie. Une fois l'énergie transportée vers les centres de distributions, c'est au distributeur de fournir l'énergie au meilleur niveau de qualité, au meilleur cout et dans des conditions de sécurités optimales.

L'accroissement du nombre d'habitants et l'augmentation considérable de la consommation de chaque abonné, entraînent l'apparition d'importantes chutes de tension. D'où la nécessité d'un plan de développement pour les trois raisons suivantes :

- Assurer la desserte de nouveaux abonnés.
- Renforcer le réseau pour tenir compte de l'augmentation des charges déjà existantes.
- Améliorer la qualité de la fourniture en fonction des attentes des abonnés.

Le présent travail proposé par la SONELGAZ de DRAA-EL-MIZAN consiste à améliorer le réseau basse tension (BT) du village MEZRARA 2 commune FRIKAT

L'étude consiste à déterminer les endroits les plus perturbés du réseau et de trouver une solution afin d'éliminer les chutes de tension, en tenant compte de l'évolution de la charge dans les années à venir.

En fin notre travail est réparti en cinq chapitres :

- Chapitre I : Les paramètres caractérisant une ligne aérienne.
- Chapitre II : Les réseaux de transport et de distribution de l'énergie électrique.
- Chapitre III : Principaux composants des lignes aériennes.
- Chapitre IV : Diagnostic du réseau initial.
- Chapitre V : Amélioration du réseau.

Introduction :

Les lignes électriques assurent la fonction de transport de l'énergie sur les longues distances. Il existe deux types principaux de lignes : les lignes aériennes et les câbles souterrains. L'avantage de la ligne aérienne est tout d'abord économique, elle est en outre plus accessible, ce qui, en cas de panne limite le temps de réparation.

Dans ce chapitre, nous allons développer les méthodes de calcul des grandeurs caractéristiques que sont la résistance, l'inductance, l'impédance, la capacité la susceptance, la conductance et l'admittance. Les lignes homogènes sont caractérisées par les valeurs de ces paramètres par unité de longueur que l'on appelle paramètre linéiques.

I.1). Résistance linéique d'une ligne : [1]

La résistance linéique est un paramètre qui dépend :

- Du type du matériau des conducteurs ;
- De la longueur et la section de la ligne
- La température de l'environnement ;
- Des effets particuliers tels que l'effet de peau.

I.1.1) .Résistance linéique en courant continu :

Elle se calcul par la formule suivante :

$$R_{CC} = \rho \frac{l}{s} \quad (1)$$

Avec :

- * R_{CC} : Résistance linéique en courant continu (Ω /m)
- * ρ : La résistance du matériau du conducteur à la température d'utilisation ($\Omega.m$)
- * l : La longueur du conducteur (m)
- * s : La section du conducteur (m^2)

-La résistivité peut être considérée comme variante linéairement avec la température θ suivant la formule :

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha_0 (\theta - \theta_0)] \quad (2)$$

Avec :

- ρ_0 : Résistivité à la température ambiante θ_0 (20 ou 25°C) ($\Omega.m$).
- α_0 : Coefficient de la température du conducteur ($^{\circ}C$)
- θ_0 : Température différente de θ_0 ($^{\circ}C$)

I.1.2). Résistance linéique en courant alternatif :

En courant alternatif, il faut tenir compte, en fonction de la fréquence et de la section de l'effet de peau ou bien l'effet pelliculaire quand la fréquence est suffisamment grande. Le courant est localisé dans une épaisseur à la surface du conducteur appelée épaisseur de peau. L'effet de peau entraîne une augmentation de pertes par effets joules, donc la résistance linéique en courant alternatif est obtenue en multipliant la résistance linéique en courant continu par le coefficient

$$k = \frac{16}{4} \sqrt{\left(\frac{3}{4}\right)^6 + x^6} \quad \text{ou} \quad x = \frac{D}{4\delta}, \quad \delta = \sqrt{\frac{2\rho}{w\mu}} \quad (3)$$

Avec :

- D : diamètre du conducteur (m) ;
- μ_0 : Perméabilité $= 4\pi 10^{-7}$ (H/m) ;
- f : Fréquence du réseau (Hz) ;
- ρ : Résistivité du métal ($\Omega.m$) ;
- δ : Profondeur de pénétration du courant (m).

La résistance linéique en alternatif dépend aussi de deux autres paramètres K_1 et K_2

* K_1 : dû au traitement que subit le métal au cours des opérations de tréfilage,

* K_2 : dû aux câblages des couches extérieures.

Donc :

$$R_L = K \cdot K_1 \cdot K_2 \frac{\rho_0}{5.10^{-3}} [1 + \alpha_0(\theta - \theta_0)] \quad (4)$$

Remarque :

-Généralement le produit $k_1 \cdot k_2 = 1$

-Le coefficient k est négligeable pour tout conducteur de lignes à moyenne tension, basse tension et les lignes en aluminium en haute tension.

Alors l'expression finale de la résistance linéique en courant alternatif à la température θ (C°) s'exprime comme suit :

$$R_L = R_0 [1 + \alpha_0 (\theta - \theta_0)] \quad (5)$$

I.2). Inductance linéique

Chaque tronçon de ligne est soumis à un champ variable créé par le courant circulant dans les tronçons voisins.

Il est donc le siège de phénomènes d'induction caractérisés par l'inductance. C'est un paramètre qui dépend des éléments suivant :

- Le rayon du conducteur
- Le type du matériel du conducteur à utiliser (magnétique ou non magnétique).
- La distance entre phase,
- Le nombre de conducteur par phase
- Le nombre de terna sur les pylônes.

Pour les lignes électriques triphasées à simple terna avec un conducteur par phase, celui-ci étant composé de plusieurs brins de matériaux non magnétiques (l'aluminium, le bronze et le cuivre), l'expression de l'inductance s'écrit :

$$L_L = [4,61 \log \frac{D_m}{r} + \frac{\mu}{2}] 10^{-4} \quad (6)$$

Avec

- L_L : inductance de la ligne (H /Km) ;
- μ : Perméabilité magnétique du conducteur ;
- r : rayon du conducteur (m) ;
- D_m : distance moyenne géométrique entre phase(m).

I.3). Réactance inductive linéique :

Elle dépend de l'inductance, de la longueur de la ligne et de la fréquence du courant alternatif.

$$X_L = 2\pi f \cdot l \cdot L_L \quad (7)$$

Avec :

- X : réactance inductive de la ligne (Ω/km) ;
- f : fréquence réseau (Hz) ;
- L : longueur de la ligne (Km) ;
- L_L: inductance linéique de la ligne (H/km) et par phase.

I.4). Impédance linéique [2]

L'impédance d'une ligne est défini par une valeur complexe dans laquelle interviennent la résistance et la réactance inductive de la ligne.

$$\bar{Z}=R_L+jX_L \quad (8)$$

Avec :

- *Z_L : Impédance linéique d'une phase de la ligne (Ω/km)
- *R_L : Résistance linéique d'une phase de la ligne (Ω/km)
- *X_L : Réactance inductive de la ligne (Ω/km)

I.4.1). Impédance directe et inverse de la ligne sans câble de garde

$$\bar{Z}_d=\bar{Z}_L=R_L+j[0,1447\frac{f}{50}\log\left(\frac{2d}{D}\right) + X_i \quad (9)$$

Avec :

- * \bar{Z}_d : Impédance propre de séquence directe (Ω/km) ;
- * \bar{Z}_L =Impédance propre de séquence inverse (Ω/km) ;
- *d : Ecartement entre es conducteurs (m) ;
- *D : Diamètre extérieur du conducteur (m) ;
- *X_i : Réactance propre interne du conducteur (Ω/km).

I.4.2). Impédance propre de séquence homopolaire sans câble de garde

$$Z_0=(R_L+0,1482\frac{f}{50}) +j(0,1447\frac{f}{50}\log\frac{2(\frac{D}{d})^2}{d2D} + 2,09\frac{f}{50} + X_i) \quad (10)$$

Avec :

* Z_0 : Impédance propre de séquence homopolaire (Ω/km)

* γ =Rrésistivité du sol ($\Omega.\text{m}$)

I.5). Capacité linéique de la ligne

La capacité linéique est un paramètre qui peut dépendre des éléments suivant :

-Le rayon du conducteur.

-La hauteur moyenne du conducteur au dessus du sol.

La distance géométrique entre phase.

En prenant l'exemple d'une ligne à simple ternes, l'expression de la capacité linéique est donnée comme suit :

$$C_L = \frac{10^5}{A_{11} - A_{12}} \quad (11)$$

Ou :

$$A_{11} = 4.6 \log \left(\frac{2h}{r} \right) 9.10^{11} \quad , \quad A_{12} = 2.3 \log \left[\left(\frac{2h}{D_m} \right)^2 + 1 \right] 9.10^{11} \quad (12)$$

Avec :

$$*h = (h_1 \cdot h_2 \cdot h_3)^{1/3} \quad (\text{cm});$$

$$*h_1 = H_1 - (2/3) f_c \quad (\text{cm});$$

$$*h_2 = H_2 - (2/3) f_c \quad (\text{cm});$$

$$*h_3 = H_3 - (2/3) f_c \quad (\text{cm});$$

- H_1, H_2, H_3 : les hauteurs des points d'appuis des conducteurs (cm)

- f_c : La flèche des conducteurs à la température moyenne (cm)

- r : Le rayon du conducteur (cm)

- D_m : Les distances moyennes géométriques.

Concernant les lignes à simple terne, on peut utiliser la formule simplifiée suivante :

$$C_L = \left| \frac{0,02413}{\log\left(\frac{D}{r}\right)} \cdot 10^{-6} \right| \quad (13)$$

I.6). Susceptance capacitive de la ligne

Elle dépend de :

- La capacité ;
- La longueur de la ligne ;
- La fréquence du courant alternatif

$$B_L = 2\pi f L C_L \quad (14)$$

Avec :

- B_L : Susceptance capacitive de la ligne (Siemens/phase) ;
- L : Longueur de la ligne (km) ;
- C_L : Capacité de la ligne (F/km) par phase ;

I.7). Conductance de la ligne

Elle dépend essentiellement du degré de perfection de l'isolement et de l'effet couronne.

La conductance G_L est généralement négligeable dans les calculs de la ligne de transport d'énergie électrique.

Elle correspond en particulier aux pertes de fuites le long des chaînes d'isolateurs, elle dépend donc du niveau d'isolement de la ligne, lequel est suffisamment élevé pour empêcher des fuites appréciables.

La conductance G_L est donnée par :

$$G_L = (G_{iz} + G_c) L \quad (15)$$

Avec :

- * G_L : Conductance de la ligne en micro (siemens /phase) ;
- * G_{iz} : Conductance due à l'imperfection de l'isolement en U (siemens/km) et par phase ;
- * G_c : Conductance due à l'effet couronne en micro (siemens/km) ;
- * L : Longueur de la ligne (km).

I.8). Admittance de la ligne

L'admittance d'une ligne est définie aussi par une valeur complexe :

$$Y_L = G_L + jB_L \quad (16)$$

Avec :

*y : Admittance totale d'une phase de la ligne(S)

*g : Conductance d'une phase de la ligne ;

*b : Susceptance d'une phase de la ligne.

I.9). Schéma équivalent d'une ligne électrique :

Les lignes possèdent des propriétés électriques communes malgré leur diversité, en effet, une ligne possède une résistance, une conductibilité, une réactance inductive et une réactance capacitive. Ces impédances sont réparties uniformément sur toute la longueur de la ligne si bien qu'on peut représenter la ligne par une série de sections R, L, C identiques comme on peut le constater sur la figure I.1. Chaque section représente un tronçon de ligne de longueur donnée et les éléments r_0, l_0, c_0, g_0 représentent les impédances pour cette longueur.

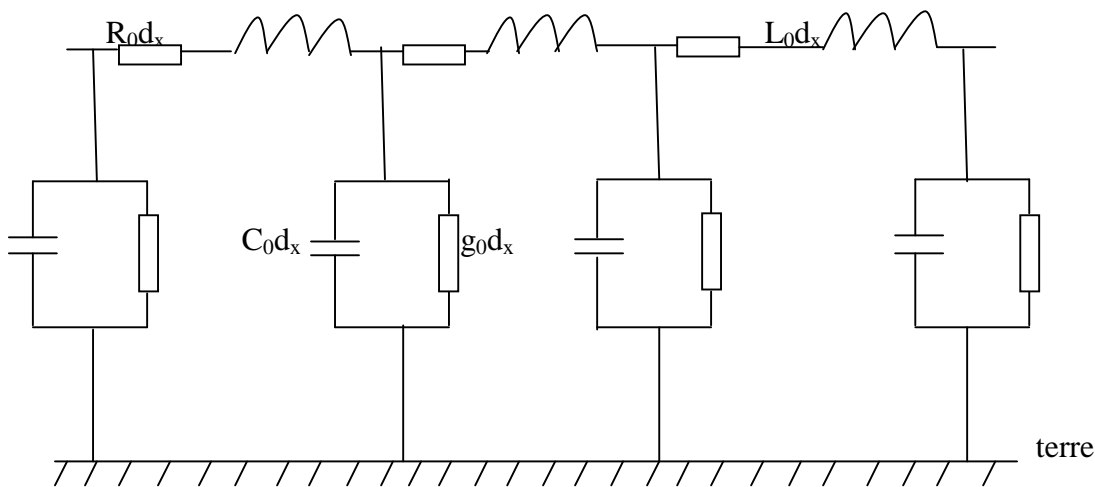


Figure. I.1 : Schéma équivalent de la ligne triphasée en cascade

On met sur le schéma équivalent relatif à chaque partie de la ligne les paramètres suivants : r , l , c et g , dans ce cas, on a un schéma équivalent à plusieurs éléments montés en cascade.

Avec :

* r_0 , l_0 , c_0 , et g_0 sont respectivement : la résistance l'inductance, la capacité et la conductibilité Kilométrique.

* d_x est la longueur d'un élément.

* $r_0 d_x$, $l_0 d_x$ et $g_0 d_x$ sont respectivement : la résistance, l'inductance, la capacité et la conductibilité d'un élément de la ligne.

En réalité ces paramètres sont répartis tout le long de la ligne, dans ce cas, on fait les calculs des lignes à l'aide de la théorie des champs électromagnétiques mais dans le cas des calculs pratiques on utilise le schéma équivalent représenté sur la figure I.2 et on applique la théorie des circuits électriques (loi de Kirchhoff).

Le schéma précédent est utilisé pour les lignes longues ou le processus électromagnétique à un caractère ondulatoire. Pour les lignes ayant des longueurs inférieures à 300 km, on fait une certaine simplification, en supposant que ces paramètres sont localisés soit au milieu de la ligne (schéma équivalent de forme T), soit aux bouts de la ligne (schéma équivalent de forme π).

Pour le régime équilibré, on utilise les schémas équivalents monophasés (la figure).

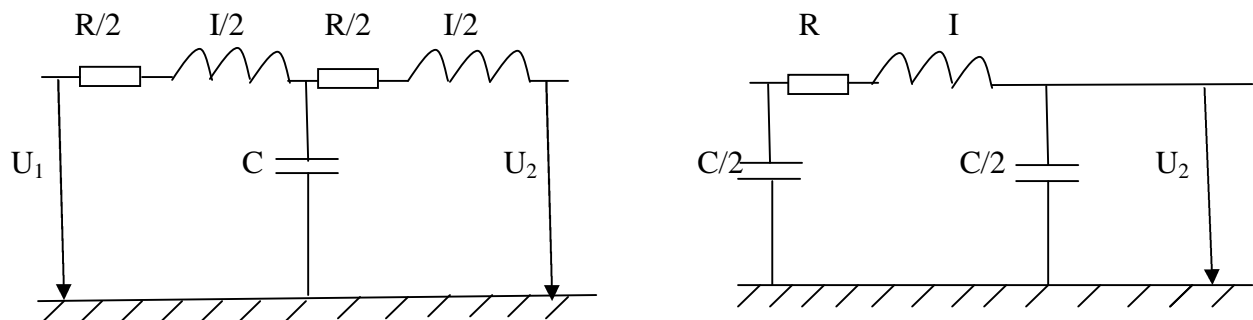


Figure I.2 : Schémas équivalents monophasés de forme T et π

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons rappelé les différents paramètres d'une ligne électrique que sont la résistance, l'inductance, l'impédance, la capacité, la susceptance, la conductance et l'admittance. Leurs valeurs sont déterminées par les formules énumérées précédemment.

Elles dépendent de plusieurs phénomènes. On a constaté aussi que chaque phase peut être représentée par un circuit équivalent.

Introduction :

Lors de l'acheminement de l'énergie électrique vers les abonnés, il faut mettre en œuvre un Réseau de lignes électrique qui doit répondre aux conditions suivantes :

- Assurer la puissance nécessaire aux clients.
- Fournir une tension stable dont les variations ne dépassant pas (6%).
- Sécurité des biens et des personnes.

Les réseaux électriques sont divisés en trois grandes catégories :

I.1).Réseau de transport : [3]

Il comprend les centrales, lignes et postes de transformation.

I.2).Réseau de répartition :

Il comprend les lignes de transport, les postes de transformation intermédiaire entre le réseau de transport et celui de distribution.

I.3).Réseau de distribution :

Il comprend les lignes, les postes de transformation servant à alimenter les clients. Ce réseau est composé de deux parties :

- Réseau de distribution à MT ;
- Réseau de distribution à BT.

Les réseaux électriques sont classés en deux catégories, selon la constitution de leurs lignes :

- Réseaux souterrains ; utilisés dans les agglomérations et cela afin d'éviter les encombrements et les dangers que représentent les lignes aériennes.
- Réseaux aériens : on distingue :
 - Réseaux aériens en conducteurs nus ;
 - Réseaux aériens en conducteurs torsadés.

II). Structures d'un réseau de distribution :

Il existe quatre structures différentes du réseau de distribution [4] :

II.1). Structure arborescente radiale :

Chaque ligne moyenne tension (MT) alimente un certain nombre de postes (MT-BT), sont issues des lignes (BT) qui alimentent les abonnés. C'est la distribution la plus employée.

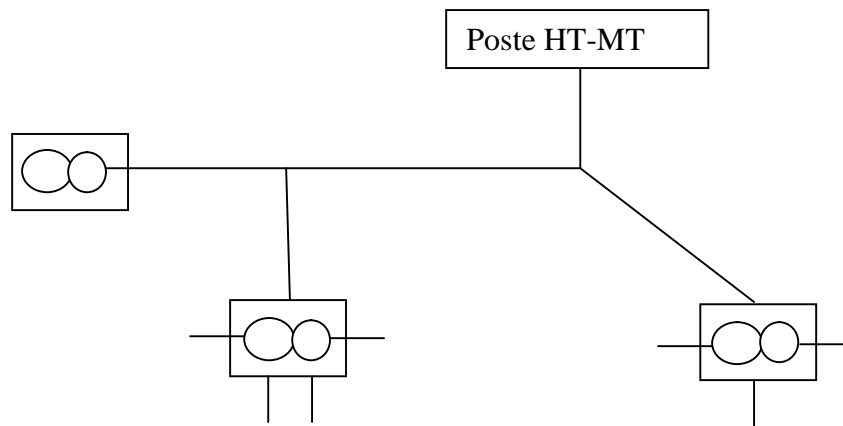


Figure II.1 : Structure arborescente radiale.

Avantage :

- Simple et économique ;
- Faible courant de court circuit ;
- Frais de réalisation raisonnable ;
- Facilité d'étude et d'exploitation.

Inconvénients :

- Importantes chutes de tension pour des longueurs dépassant 500m ;
- Une coupure en tête de ligne provoque la mise hors service des abonnés.

II.2).Structure arborescente bouclable :

Plusieurs postes MT-BT sont alimentés à partir de deux lignes réunies par leurs extrémités sortant d'un poste HT-BT.

En cas d'incident ou d'indisponibilités d'un tronçon de ligne entre deux postes A et B, par exemple, on peut isoler celui-ci et rétablir l'alimentation de tous les postes.

Le poste A directement à la source ;

Le poste B à travers les postes C, D et E.

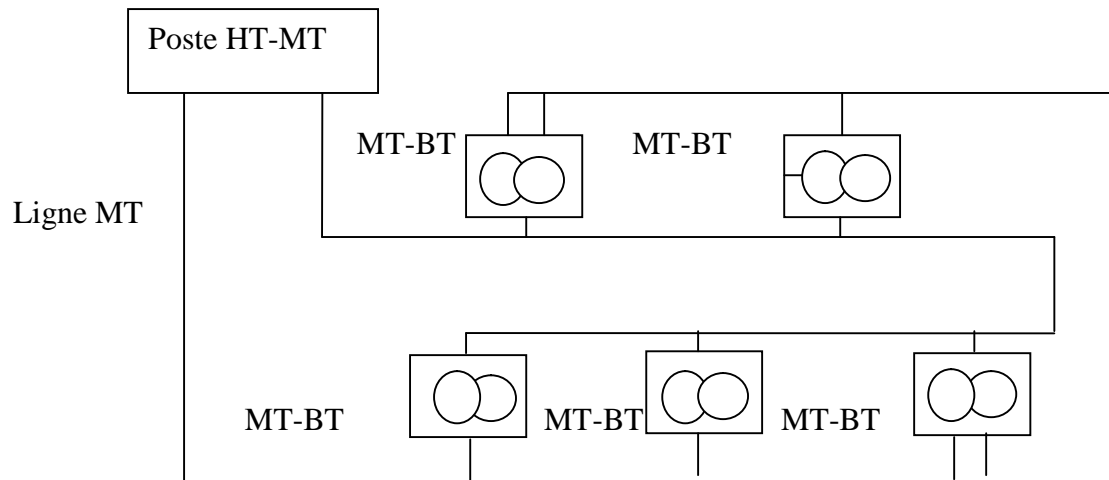


Figure II.2 : Structure arborescente bouclable .

Avantage :

- Un bon rendement ;
- Faibles chutes de tension ;
- Très grande continuité de service.

Inconvénients :

- Difficultés d'exploitation ;
- Prix de réalisation et de suivi très élevés ;
- Courant de court circuit fort dû à la faiblesse de l'impédance.

II.3).structure maillée :

Les lignes MT issues des postes HT-MT forment une boucle alimentant les postes MT-BT, sous forme de mailles.

Tous ces postes débitent en parallèle.

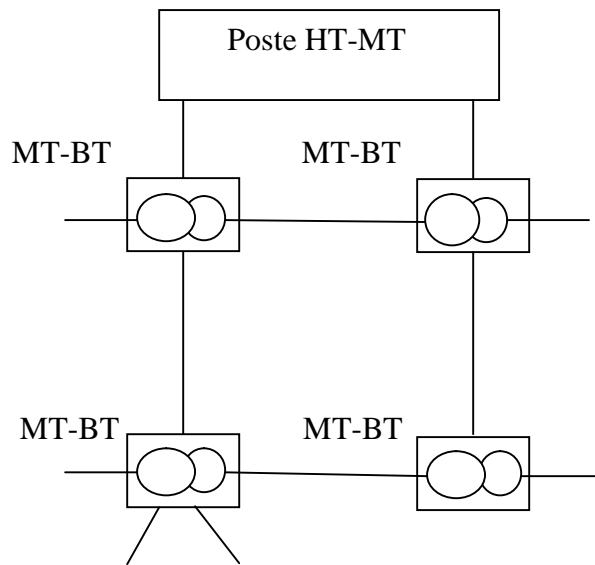


Figure II.3 : Structure maillée

Avantage :

- Bon rendement ;
- Faibles chutes de tension ;
- Meilleure continuité de service.

Inconvénients :

- Etude très complexe ;
- Fort courant de court circuit ;
- Réalisation couteuse.

II.4). Structure en peigne :

-C'est un circuit constitué d'une canalisation alimentant plusieurs charges d'un même point, cette distribution est généralement utilisée dans les installations de faible puissance comportant un nombre considérable de récepteurs.

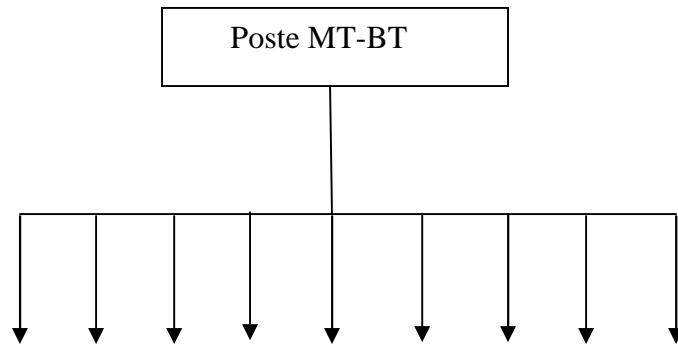


Figure II.4 : Structure en peigne.

Avantage :

- Bonne sécurité d'exploitation ;
- Faible chute de tension ;
- Dans le cas d'un défaut autre que celui de disjoncteur général seul le circuit en défaut sera coupé.

Inconvénients :

- Réalisation coûteuse ;
- Etude complexe de réseau ;
- Courant de court circuit fort.

III). Etude d'une ligne aérienne :

Des aspects électriques et économiques sont à prendre en considération lors du choix de la section du conducteur. Pour choisir la section technique de conducteurs, on fait appel à trois critères :

- Critère de courant nominal
- Critère de courant de court circuit
- Critère de chute de tension

III.1). Critère de courant nominal [5]

Ce critère permet de vérifier que le conducteur supportera sans difficulté le courant nominal sur sa durée de vie.

On admet le raisonnement suivant :

Vus la puissance de départ $P_{\text{départ}}$ et le pourcentage d'augmentation annuelle de la puissance consommée « a », on détermine tout d'abord la puissance circulant P_T dans le câble après « T » années d'utilisation, ce qui nous mène à calculer le courant circulant dans le conducteur dans chaque phase $I_{N,T}$.

Le courant en régime permanent qui circule dans chaque conducteur de phase de la liaison pendant les T années d'utilisation est calculé en utilisant la formule suivante :

$$I_{N,T} = \frac{P_T}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} \quad (\text{A}) \quad (1)$$

Avec:

- $I_{N,T}$: courant circulant dans chaque phase en (T) années en (A).
- n : Le nombre de sous conducteurs dans le cas d'un conducteur en faisceau, sinon n=1.
- U_n : Tension nominal de service (kv).
- $\cos(\varphi)$: Facteur de puissance

Puis on pose la condition de fonctionnement nominal de la ligne:

$$I_{N,T} < I_{\text{ADM}} \quad (2)$$

Avec :

- I_{ADM} : Courant admissible dans le conducteur (A).

On commence par la détermination de la puissance active circulant dans le câble après les (T) années d'utilisation selon la relation suivante :

$$P_T = P_{\text{départ}} \cdot (1+a)^T \quad (3)$$

Avec :

- P_T : Puissance transporté après T années d'utilisation (Mw).
- T : Durée d'utilisation de conducteur [années] (h)

• $P_{\text{départ}}$: Puissance de départ transporté par le conducteur (Mw).

• a : Pourcentage d'augmentation annuelle de la puissance consommée [%].

Puis on calcule le courant du régime permanent de service de conducteurs autrement dit le courant admissible dans le conducteur. Il a le but de vérifier que notre conducteur supportera sans difficultés le passage du courant nominal.

Le problème est essentiellement d'ordre thermique du fait que le passage du courant entraîne un échauffement par effet joule. Il faut tenir également compte de l'apport de chaleur du au soleil. En ce qui concerne l'énergie dissipée, elle prend deux formes : par rayonnement et par convection.

Le bilan énergétique des échanges thermiques que subit le conducteur est donné par la formule suivante :

$$R \cdot (I_{\text{ADM}})^2 = W_R + W_C - W_I \quad (4)$$

Nous aboutissons finalement à l'expression :

$$I_{\text{ADM}} = \sqrt{\frac{W_R + W_C + W_I}{R}} \quad (A) \quad (5)$$

Avec:

• R : la résistance linéique à la température de service conducteur en général à 75°C (Ω / m)

- W_R : Energie dissipée par rayonnement ;
- W_C : Energie dissipée par convection ;
- W_I : E'nergie fournie par le rayonnement solaire.

Déterminons les différents éléments de l'équation (II.3) [6] :

$$W_R = \text{Emiss} \cdot \text{Stef} \cdot p \cdot [T_{\text{SERVICE}}^4 - T_{\text{AMBIANTE}}^4] \cdot \text{Diam} \quad (6)$$

Avec:

- P : Pression atmosphérique
- Emiss : Pouvoir émissif du conducteur par rapport au corps noir (=1);
- Stef : Constante de Stefan-Boltzmann et a pour valeur $5,7 \cdot 10^{-8} (\text{W} / \text{m}^2)$;
- T_{SERVICE} : Température de service du conducteur en [K] (=70°C) ;
- T_{AMBIANTE} : Température ambiante en [K] (=20°C) ;
- Diam : Diamètre du conducteur [m]

$$W_{C, \text{conducteur torsadé}} = 0,38715 \cdot (V \cdot \text{Diam}) \cdot 0,448 \cdot [T_{\text{SERVICE}} - T_{\text{AMBIANTE}}]$$

$$W_{C, \text{conducteur lisse}} = 0,46213 \cdot (V \cdot \text{Diam}) \cdot 0,462 \cdot [T_{\text{SERVICE}} - T_{\text{AMBIANTE}}]$$

Avec :

- V : Vitesse normal de conducteur du l'effet du vent ($V=55\text{cm /s}$).

$$W_I = \text{Ensol} \cdot \text{Diam} \cdot W_S \quad (7)$$

- Ensol : coefficient d'absorption de l'énergie solaire par le conducteur (=1) ;
- W_S : la puissance du rayonnement solaire émise ($=1000\text{W/m}^2$)

Nous avons indiqué entre parenthèses les ordres de grandeurs pour les différents paramètres.

Une fois que le courant du au régime permanent est déterminé, on déduit la section correspondante à ce courant après avoir choisi le type de matériaux de conducteur

III.2). Critère de court circuit

Le courant de court circuit est calculé directement par la formule suivante :

$$I_{CC} = \frac{S_{CC}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_n} \quad (\text{A}) \quad (8)$$

Avec :

I_{cc} : Courant de court circuit(A)

S_{cc} : Puissance de court circuit (MVA)

n : Le nombre de sous conducteurs dans le cas d'un conducteur en faisceau.

La puissance de court circuit S_{cc} est fonction du réseau environnant la ligne étudiée. Mais du point de vue dimensionnement, nous retenons souvent les valeurs indiquées dans le tableau II.3 en fonction des principales tensions caractéristiques :

Tension phase /phase U[KV]	Puissance de court circuit S_{CC} [MVA]	Courant de court circuit I_{CC} [KA]
150	80000	30,8
70	2500	20,6
15	350	13,5
6	120	11,6

Tableau II.3 : Puissance et courant de court circuit [7]

Cette nouvelle valeur de courant conduit à calculer la section minimale qui permet de supporter ce courant durant le temps de court circuit (t_{cc}) tel que donnée par la formule suivante :[8]

$$S_{\min} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}}}{\alpha} \quad (\text{mm}^2) \quad (9)$$

Avec :

- S_{\min} : Section minimale de court circuit (mm^2).
- T_{cc} : Temps de court circuit [s].
- α : Facteur qui dépend de la nature de conducteur utilisé, spécialement son âme conductrice on donne les valeurs suivantes : [9]

$\alpha = 105,3$ Pour le cuivre.

$\alpha = 55,07$ pour aluminium.

$\alpha = 61,98$ pour almélec.

III.3). Critère de la chute de tension.

Pour déterminer ce critère, on se base sur le modèle simplifié de la ligne électrique tel que représenté par un schéma équivalent contenant une résistance (R) en série avec une réactance initial (X) tel que montré dans la figure II.1

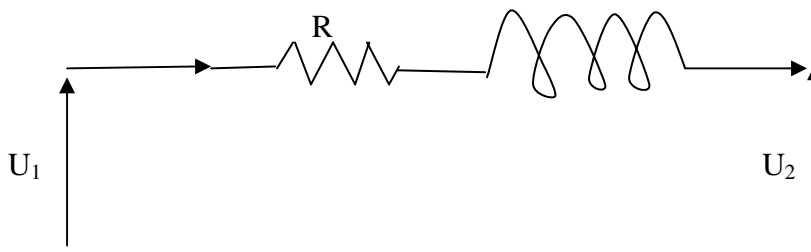


Figure II.5 : Schéma équivalent d'une ligne électrique

Un simple calcul nous donne la relation de la chute de tension :

$$j \frac{\Delta U}{U} = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_n} \quad (10)$$

On a:

$$P = \sqrt{3} \cdot I_N \cdot U_N \cdot \cos(\varphi) \quad (\text{MW}) \quad (11)$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot I_N \cdot U_N \cdot \sin(\varphi) \quad (\text{MVAR}) \quad (12)$$

Avec :

- P : Puissance active transmise par la ligne électrique ($P=P_{\text{départ}}$).
- Q=Puissance réactive transportée par la ligne électrique
- I_N : Courant électrique de départ circulant dans la ligne (A)
- U_N : Tension nominal de service (KV)
- R : Résistance linéique de la ligne à 70° C (Ω)
- X : Réactance inductive linéique de la ligne (Ω)
- φ :Angle de déphasage entre la tension et le courant

On trouve donc la formule finale qui nous donne la valeur de la chute de tension admissible :

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_N}{U_N} \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi)) \text{ en } (\%) \quad (13)$$

III.4). Critère économique

On calcul le coût total d'investissement pour les conducteurs pour une ligne aérienne en fonction de la section à l'aide de la formule suivante

$$C_t = A + B \cdot S + \frac{C}{S} \quad (14)$$

Avec :

C_t : Coût total des conducteurs sur les T années d'utilisation.

A : Frais fixes (pose du câble...)

B : Coût des conducteurs.

S : Section du câble (mm^2)

Le terme C représente le coût de pertes et se calcule par la formule suivante :

$$C = 3 \cdot \rho \cdot L \cdot p \cdot f_{\text{actu}} \cdot \frac{I_N}{n} \quad (15)$$

• ρ : Résistivité électrique du conducteur.

L : Longueur de la liaison aérienne.

I_N : Courant nominal parcourant le câble en début de vie, dans le cas des conducteurs en faisceaux on doit diviser ce courant par le nombre de sous conducteurs (n)

• N : Nombres d'heures d'utilisation à pleine charge de point de vue perte

• P : Prix de kwh de perte d'énergie

- F_{actu} : Facteur d'actualisation, prend en compte l'érosion de la valeur de l'argent au cours des années ; il est obtenu comme suit :

$$F_{\text{actu}} = \frac{\frac{1-r^T}{1-r}}{1+\frac{i}{100}} \quad (16)$$

$$r = \frac{(1+\frac{a}{100})^2 * (1+\frac{b}{100})}{1+\frac{i}{100}} \quad (17)$$

Avec :

- i : Taux d'intérêt
- a : Augmentation annuelle de la puissance
- b : Pourcentage d'accroissement du prix du kWh

La section optimale du point de vue économique est donc celle pour laquelle la dérivée de la fonction coût par rapport à la section est nulle.

$$S_{\text{ECO}} = \sqrt{\frac{B}{C}} \quad (\text{mm}^2) \quad (18)$$

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons donnée un aperçu général sur les différents types des réseaux électriques qui sont, le réseau de transport, de répartition et de distribution.

Nous avons rappelé aussi les différentes structures d'un réseau de distribution , structure arborescente radiale, bouclable , maillée et la structure en peigne.

On a étudié aussi les critères qu'il faut utilisés pour choisir la section technique de conducteurs, comme le critère de courant nominal, de courant de court circuit et le critère de chute de tension

Introduction :

Durant ce chapitre, nous allons passer en revue les éléments qui constituent la ligne aérienne à savoir : les conducteurs, les isolateurs, les pylônes, les jonctions, et les technologies mises en œuvre pour chaque élément

I) Les conducteurs**a. Conducteurs nus :**

Ils doivent répondre aux critères suivant :

Avoir une résistance mécanique élevée ;

Avoir une bonne conductibilité ;

Donner toutes garanties de sécurité et de durée de vie.

b. Conducteurs torsadés :

L'utilisation des câbles torsadés dans les réseaux électriques est une technique récente. La torsade du réseau est destinée à l'alimentation rurale du réseau qui alimente les panneaux de comptage des abonnés de pied de colonne montante de petits immeubles. Les conducteurs de ces lignes sont munis d'un revêtement résistant aux intempéries.

b.1) Constitution générale d'un câble torsadé :

A basse tension, les conducteurs isolés, pour les réseaux aériens se présentent toujours sous la forme d'un faisceau composé de :

1) • Conducteur neutre porteur :

Pour des raisons technique et économique ,à savoir la réduction du nombre d'accessoires, un seul et même conducteur sert de porteur de faisceaux et de neutre, il est souvent en alliage d'aluminium(Almélec),de section $54,6 \text{ mm}^2$,parce qu'il est plus facile à encre et à raccorder.

2) •Trois conducteurs de phase :

La résistance mécanique des conducteurs de phases devient secondaire, grâce à la présence du neutre porteur incorporé au faisceau ; pour cela, les conducteurs sont exécutés en aluminium de forme ronde, isolés au polychlorure de vinyle non propagateur de flamme, ou le polyéthylène réticulé chimiquement .Les sections retenues sont : 25mm^2 , 35mm^2 , 50mm^2 , 70mm^2 , et 150mm^2 .

3) • Eclairage public :

Le faisceau peut contenir un ou deux conducteurs pour l'éclairage, selon le nombre de charge à alimenter, de plus leur constitution est la même que celle des conducteurs de phase, mais avec une section plus petite (25mm^2 et 16 mm^2)



Figure III.1 : Constitution générale d'un câble torsadé [10]

b.2. Matériaux utilisés pour le câble torsadé :

	Aluminium	Almélec	Cuivre recuit
Masse volumique (Kg /dm ³)	2,7	2,7	8,9
Point de fusion (°C)	660	658	1080
Coefficient de dilatation (X10 ⁶)	24	22	17
Resistance à la rupture (daN/mm ²)	8	33	25
Resistance limite élastique	3	24	7
Allongement (%)	12	3	40
Dureté (H.B)	15	95	50
Résistivité ρ (X10 ⁻⁸ Ω .m)	2,78	3,2	1,72
Coefficient de température (X10 ⁻⁴)	45	36	42,5

Tableau III.1 : Propriétés de certaines substances [11].

I.1). Isolation des câbles torsadés :

L'isolation des câbles torsadés se fait à l'aide des matériaux suivants :

- L'hypalon (polyéthylène chlorosulfure) ;
- Le polyéthylène réticulé chimiquement PRC ;
- Le polyéthylène haut densité PEHD.

Le PRC est le plus utilisé vu ses caractéristiques suivantes :

- Résistivité électrique élevée ;
- Grande indifférence à la variation de la température ;
- Assez souple ;
- Il n'absorbe pas l'eau.

II). Les isolateurs

C'est un système de composants comportant un diélectrique , électrodes ou extrémités d'ajustage de précision , et des pièces internes qui aident à attacher les diélectriques aux électrodes , un isolateur est constitué en général de deux parties principales [12] :

- Une partie isolante sous forme d'assiettes (voir figure III.2).
- Des pièces métalliques scellées sur la partie isolante.

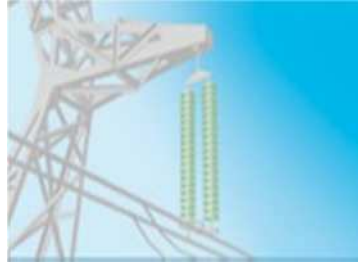


Figure III.2 : Assiette standard et antipollution.

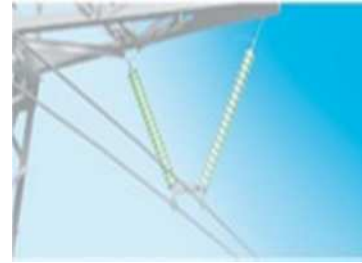
Les différents types d'isolateurs :



Chaîne double



Chaîne en A



Chaîne en V



Isolateur à long tige



Isolateur à capot et tige



Isolateur rigide à tige

TRANSFORMATÖR
BUŞINGLERİ

Les isolateurs sont nécessaires pour résister à la fois aux contraintes mécaniques et électriques. La rupture électrique de l'isolateur peut se produire soit par le flash-over ou par ponction. Un arc se produit entre le conducteur de ligne et la broche d'isolateur (c.-à-d., terre) et la décharge saute à travers les entrefers (l'isolant est généralement sec et ses surfaces ont des propriétés isolantes appropriées. Par conséquent, l'arc ne peut se produire à travers l'espace d'air entre le conducteur et la broche d'isolateur) suivant les plus courtes distances. La figure. (III.3) montre La distance d'arc ($a+b+c$) pour l'isolateur.

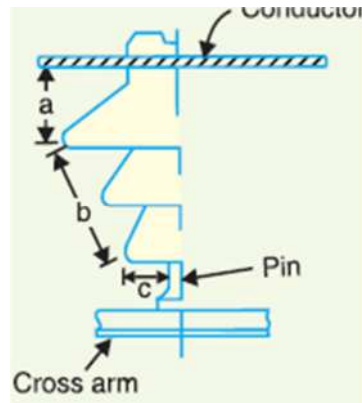


Figure III.3 : Distance d'arc

En cas de flash-over (claquage), l'isolant continuera d'agir avec de bonnes capacités, à moins que l'extrême chaleur produite par l'arc détruise l'isolateur. En cas de crevaison, la décharge se produit depuis le conducteur vers la broche à travers le corps de l'isolateur. Lorsque ce défaut est impliqué, l'isolant est détruit de façon permanente en raison de la chaleur excessive. Dans la pratique, une épaisseur suffisante de porcelaine est prévue dans l'isolateur pour éviter la perforation par la tension de ligne.

Le rapport de résistance à la perforation de flash surtension est connu comme facteur de sécurité, à savoir,

Facteur d'isolant de sécurité = résistance à la perforation / la tension de la flash-over Il est souhaitable que la valeur du facteur de sécurité soit élevée de sorte que le flash-over ait lieu avant que l'isolant ne soit percé. Pour les isolants de type broche (pièce conductrice destinée à être engagée dans une alvéole pour assurer un contact électrique.) la valeur du facteur de sécurité est d'environ 10.

Les isolateurs assurent une isolation nécessaire entre les conducteurs de ligne et les supports et empêchent ainsi n'importe quel courant de fuite à partir de conducteurs de terre. Les propriétés suivantes sont souhaitables pour les isolateurs :

- Haute résistance mécanique pour résister à la charge du conducteur, la charge du vent de givre, de neige...etc.
- Haute résistance électrique du matériau isolant afin d'éviter les courants de fuite à la terre.
- Permittivité relative élevée de matériau isolant, afin que la rigidité diélectrique soit élevée.
- Le matériau isolant doit être non poreux, exempt d'impuretés et de fissures sinon la permittivité sera abaissée.

- Un ratio élevé de résistance à la perforation de l'embrasement général.

Le matériau le plus couramment utilisé pour les isolateurs de la ligne aérienne est la porcelaine, mais le verre, la stéatite et matériaux de compositions particulières sont également utilisés dans une mesure limitée.

Le bon fonctionnement d'une tête ligne dépend dans une large mesure de bon choix des isolateurs. Il existe plusieurs types d'isolateurs, mais les plus couramment utilisés sont de type pin, type suspension, la souche isolante et manille isolant.

II.1). Isolateurs de type pin (branche, tige).

La partie section d'un isolateur de type à broches est représentée sur la figure III.4

Comme son nom l'indique, le type de broche isolateur est fixé sur le contre-bras sur le pôle. Il existe une rainure (groove) sur l'extrémité supérieure de l'isolateur pour loger le conducteur.

Le conducteur passe à travers cette gorge et est lié par le fil recuit dans la même matière que le conducteur (voir figure III.4)

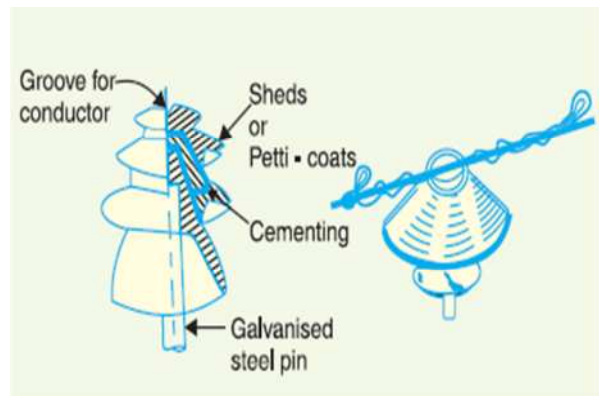


Figure III.4: Isolateur de type pin (branche, tige)

Les isolateurs de type pin sont utilisés pour la transmission et la distribution de puissances électrique à des tensions allant jusqu'à 33 KV .Au-delà la tension de fonctionnement de 33 KV, l'isolateurs à branche deviennent trop volumineux et donc peu rentable.

II.2).Isolateurs de type de suspension.

L'augmentation du coût de l'isolateur de type pin est d'autant plus rapide que la tension de travail augmente. Par conséquent, ce type d'isolateur n'est pas économique au-delà de 33 KV. Pour une grande tension (>33KV), il s'agit d'une pratique usuelle d'utiliser des isolateurs de type suspension tel que montré par la figure III.5

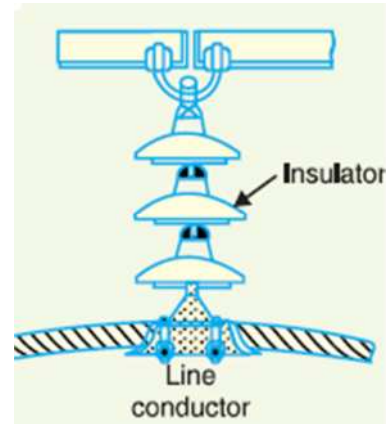


Figure III.5 : Isolateur de type suspension

Ils sont constitués d'un nombre de disques de porcelaine connectés en série par des liaisons métalliques sous la forme d'une chaîne. Le conducteur est suspendu à l'extrémité inférieure de cette chaîne tandis que l'autre extrémité de la corde est fixée au bras transversal de la tour. Ce type d'isolateurs est caractérisés par :

- Coût relativement avantageux.
- Chaque assiette ou disque de type suspension isolant est conçu pour la basse tension, généralement 11 KV. En fonction de la tension de fonctionnement, le nombre désiré de disques peut être connecté en série. Par exemple, si la tension de travail est de 66 KV, alors six disques en série seront fournis sur la chaîne.
- Si un disque est endommagé, l'ensemble de la chaîne ne devient pas inutile, car le disque endommagé peut être remplacé par un autre.
- Le système de suspension offre une plus grande flexibilité à la ligne. La connexion à la traverse est telle que la chaîne d'isolateurs est libre d'osciller dans toutes les directions et situations où les contraintes mécaniques sont maximales.

- En cas de hausse de la demande sur la ligne de transport, il est jugé plus satisfaisant pour l’approvisionnement, l’augmentation de la demande en élevant la tension de ligne que de fournir un autre jeu de conducteurs, donc il suffit d’ajouter des disques suivants la nouvelle tension établie.
- L’isolation supplémentaire requise pour la tension élevée peut être facilement obtenue dans le dispositif de suspension en ajoutant le nombre souhaité de disques.
- Les isolateurs de type suspension sont généralement utilisés avec des pylônes en acier. Comme les conducteurs courants au-dessous du bras transversale relié à la terre de la tour, par conséquent, cet agencement fournit une protection partielle contre la foudre.

II.3). Isolateurs d’arrêt.

Quand il y’a une impasse (sans issue) de la ligne ou il ya un coin ou courbe prononcée (virage serré), la ligne est soumise à une plus grande tension. Afin de soulager la ligne de tension excessive, les isolateurs d’arrêt sont utilisés. Pour les lignes à basse tension (<11KV), les isolateurs d’arrêt sont utilisés comme isolateurs manille. Cependant, pour les lignes de transmission à haute tension, la couche isolante est constituée d’un ensemble d’isolateurs de suspension comme le montre la figure III.6.

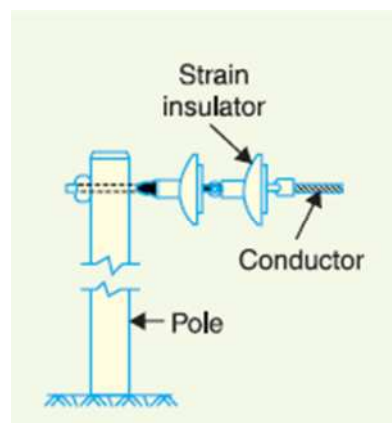


Figure III.6 : Isolateur d’arrêt [13]

Les disques des isolateurs d’arrêt sont utilisés dans le plan vertical. Lorsque la tension dans les lignes est extrêmement élevée, deux ou plusieurs chaînes sont utilisés en parallèle.

II.4). Isolateurs manilles.

Dans les premiers temps, les isolateurs manille ont été utilisés comme isolateurs d’arrêt. Mais de nos jours, ils sont souvent utilisés pour les lignes de distribution basse tension. Ces isolateurs peuvent être utilisés soit dans une position horizontale ou en position verticale, des

anneaux allongés dont une extrémité peut être ouverte ou fermée (par un axe vissé, une clavette, une broche conique) et servant à relier deux tronçons de chaîne. Ils peuvent être directement fixés au poteau avec une visse ou à la traverse.

La figure III.7 montre un isolateur de manille fixé au poteau. Le conducteur de la rainure est fixé avec un fil de liaison souple

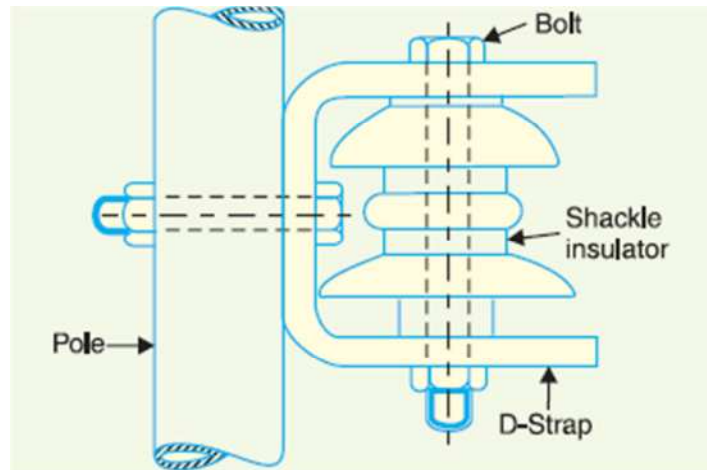


Figure III.7 : Isolateur manille [13]

III). Câble de garde.

Le câble de garde est un conducteur qui est normalement porté à une tension nulle. La présence du câble de garde sur une ligne aérienne a une influence dans plusieurs domaines :

- Protection électrique contre les coups de foudre directs. Le câble de garde divise le nombre défauts directs, donc améliore la qualité de service et entraîne une diminution des contraintes supportées par le matériel.
- Les câbles de garde constituent un écran et réduisent les phénomènes d'induction magnétique dans les circuits ou conduites parallèles à la ligne et de télécommunication.
- Amortissement des ondes de surtension de foudre par abaissement de l'impédance caractéristique des conducteurs de phase.
- Interconnexion des mises à la terre des supports.
- Réduction du potentiel statique des conducteurs de phase d'une ligne sous un nuage orageux

IV).Supports de ligne :

Les structures de soutien pour conducteurs de lignes aériennes sont les différents types de poteaux et pylônes appelés supports de ligne. En général, les supports de ligne doivent avoir les propriétés suivantes :

- Haute résistance mécanique pour supporter le poids des conducteurs et des charges de vent, de givre, de neige...etc.
- Léger dans la masse sans perte de résistance mécanique.
- Pas cher en coût et économique à entretenir.
- La plus longue durée de vie.
- L'accessibilité facile des conducteurs pour l'entretien.

Les supports utilisés pour la transmission et la distribution de l'énergie électrique sont de divers types y compris les poteaux en bois, poteaux en acier, poteaux en béton et les tours d'acier en treillis. Le choix de structure du support dépend de la portée de la ligne, la section des conducteurs, la tension de la ligne, le coût et conditions locales.

IV.1) Poteaux en bois.

Ces poteaux sont faits de bois sec et sont adaptés pour les lignes de section modérée et de traversées relativement courtes, disons (jusqu'à 50 mètres). De tels supports ne sont pas chers, facilement disponibles, ont d'avantageuses propriétés isolantes et sont par conséquent, largement utilisés pour les distributions fines dans les zones rurales avec une bonne proportion économique. Les poteaux en bois ont généralement tendance à pourrir en dessous niveau du sol, ce qui provoque l'échec de la fondation. Afin d'éviter cela, la partie du poteau au –dessous de niveau du sol est imprégné de composés conservateurs comme l'huile de créosote. Les structures bipolaires type A ou de type H sont souvent utilisés (voir figure I.7) pour obtenir une résistance à la flexion supérieure.

Les principales objections à des supports en bois sont :

- La tendance à pourrir en dessous du niveau du sol
- La durée de vie comparativement plus faible (20-25 ans)
- Ne peuvent pas être utilisés pour des tensions supérieures à 20 KV
- Moins de force mécanique
- Exigent une inspection périodique.

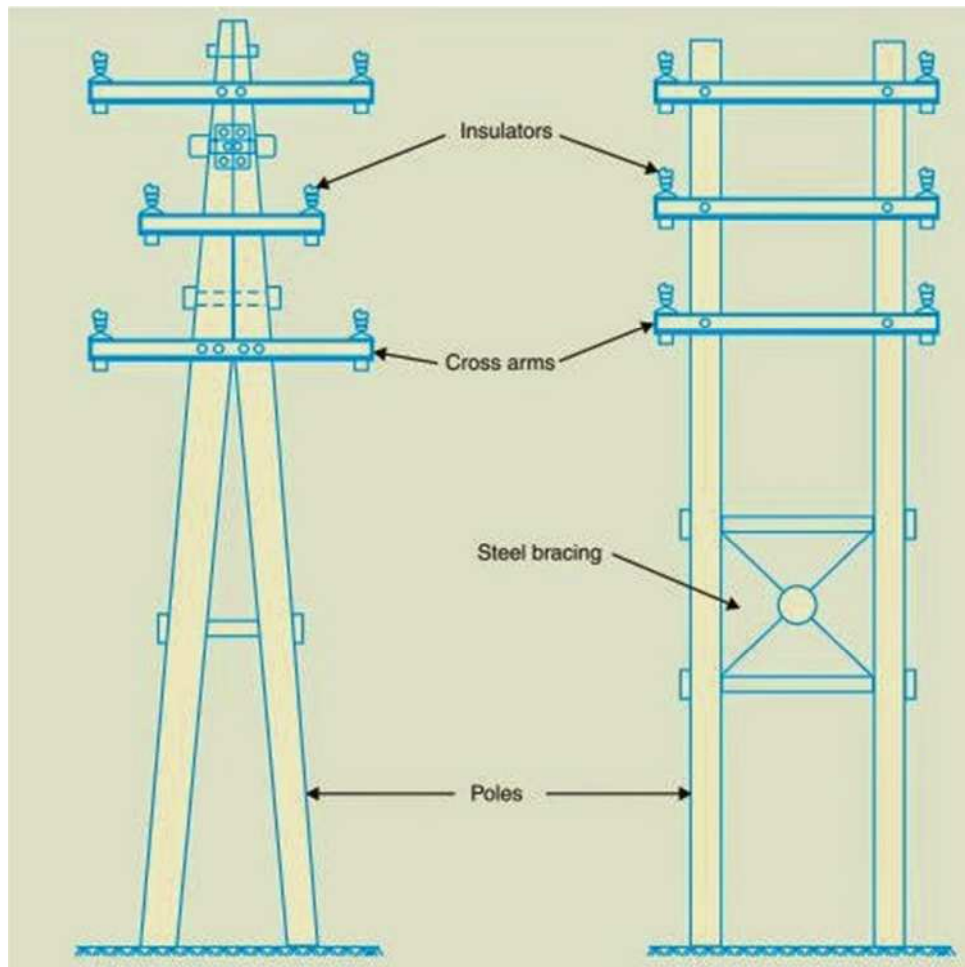


Figure III .8 : Structures bipolaires de type A ou de type H poteaux en bois [13]

IV.2) Poteaux en acier

Les poteaux en acier sont souvent utilisés comme un substitut aux poteaux en bois. Ils possèdent une plus grande résistance mécanique et durée de vie, et permettent que des portées plus longues soient utilisées. Ces pôles sont généralement utilisés à des fins de distribution dans les villes. Ce type de soutien doit être galvanisé ou peint afin de prolonger sa durée de vie. Les poteaux en acier sont de trois types à savoir :

- Des pôles ferroviaires
- Des poteaux tubulaires et les joints en acier lamine.

IV.3) Pôles en béton.

Les poteaux en béton armé sont devenus très populaires ces dernières années. Ils ont une plus grande résistance mécanique et durée de vie et permettent des portées plus longues que les pôles en acier. En outre, ils présentent de bonnes perspectives, nécessitent peu d'entretien, et ont une bonne isolation.

La figure I.8 montre deux pôles en béton pour circuit simple et double.

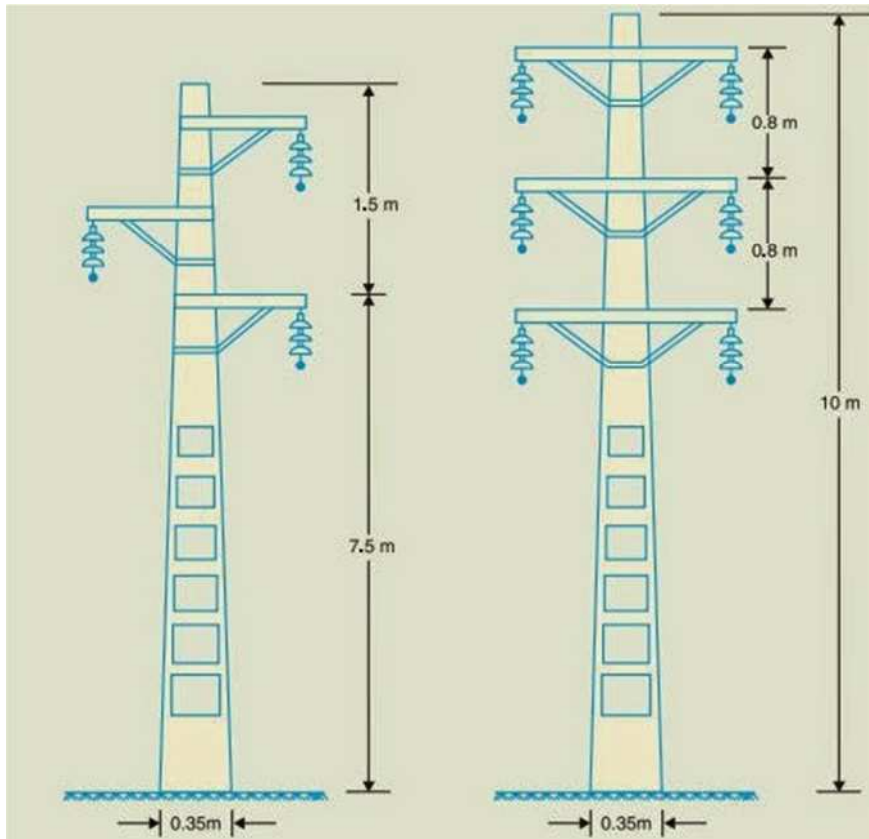


Figure III.9 : Pôles RCC pour circuit simple et double [13]

Les trous dans les pôles sont là pour faciliter l'escalade des poteaux et en même temps réduire le poids. La principale difficulté de l'utilisation de ces pôles est le coût élevé du transport en raison de leur fort poids. Par conséquent, ces pôles sont souvent fabriqués sur le site.

IV.4) Tours d'acier :

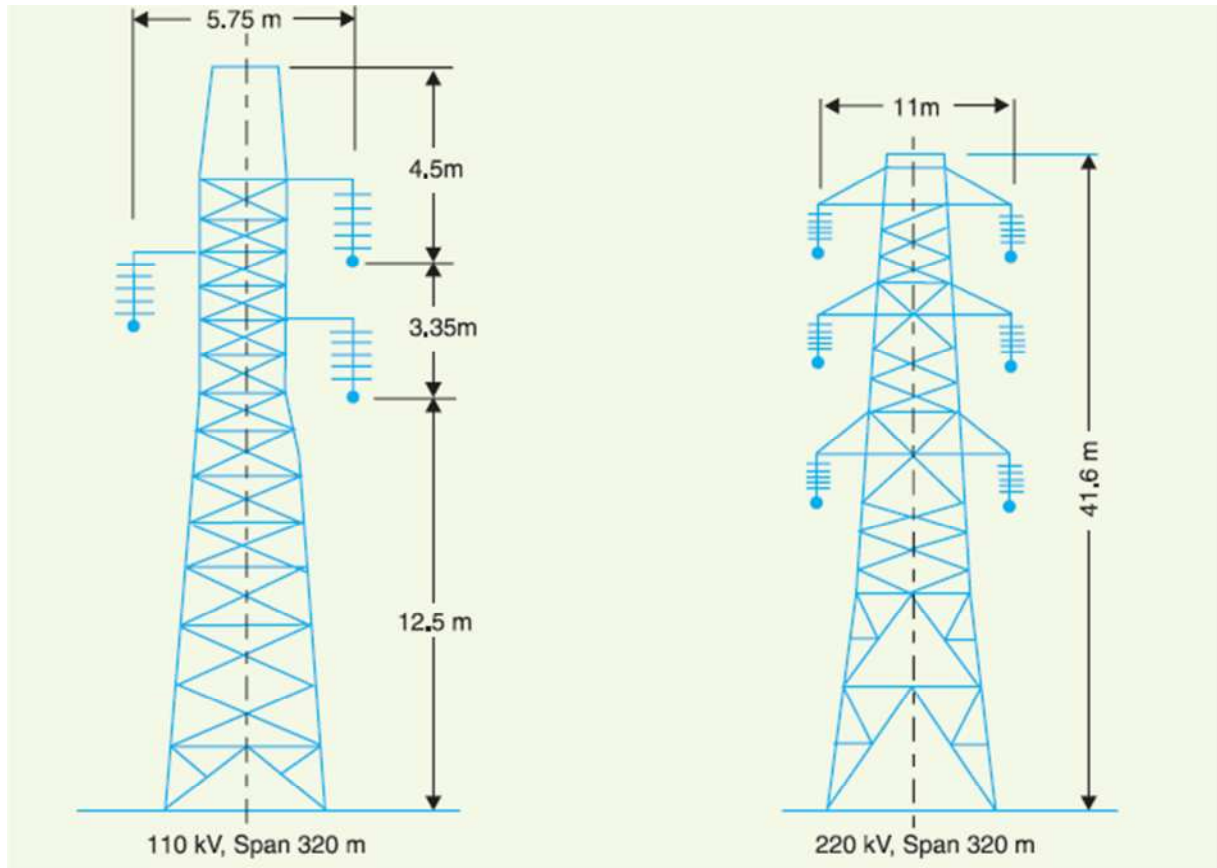


Figure III.10 : Tour d'un seul et double circuit [13].

Dans la pratique, bois, acier, et poteaux en béton armé sont utilisés pour les distributions fines aux basses tensions (jusqu'à 11 KV). Cependant, pour la transmission longue distance à plus haute tension, des tours en acier doivent être utilisées.

Ces tours en acier ont une plus grande résistance mécanique, une plus longue durée de vie, et peuvent résister à des conditions climatiques plus sévères tout en permettant l'utilisation de plus longues portées. Le risque d'interruption de service en raison de bris ou de perforation d'isolateur est considérablement réduit en raison des portées plus longues. Les semelles (footings) de tour sont généralement mises à la terre par tiges d'entraînement dans la terre. Ceci minimise la trouble de foudre et chaque tour agit comme un paratonnerre.

Cependant, à un coût supplémentaire modéré de la tour ,un double circuit tour peut être prévu .Le double circuit présente l'avantage d'assurer la continuité de l'approvisionnement, puisque dans le cas de panne d'un circuit, l'approvisionnement peut être maintenu par l'autre circuit

De même pour satisfaire strictement aux prescriptions administratives, on dispose d'un assez grand nombre de type de support à savoir :

- Les types de support dit « d'alignement » : qui servent au maintien dans les parties droites de la ligne
- Le type de support dit « de traversé » : utilisés dans les endroits où la ligne électrique aérienne est en intersection avec le chemin de fer, les fleuves, les lacs et autres.
- Les types de support dit « d'arrêt » : ils sont généralement utilisés au début ou à la fin d'une ligne
- Les types de support dit « d'ancrage » : utilisés dans les parties droites de la ligne en intersection avec des différentes constructions et dans les lieux où il y a variation du nombre, de la marque ou de la section des conducteurs.

V).Armement.

On appelle armement d'une ligne électrique, l'ensemble des accessoires (tête du support, ferrures et isolateurs) nécessaires au support d'une ligne électrique en haut d'un mât ou d'un pylône. Il doit être tel que les conducteurs ne puissent se toucher entre eux ou entrer en contact avec le sol dans l'espace compris entre deux supports consécutifs que l'on appelle « portée ». On distingue quatre types d'armement, à savoir :

V.1) Armement en nappe voute.

Conducteurs se trouvant situés aux sommets d'un triangle isosèle à base horizontale, généralement équilatéral employé pour les lignes (HT) et (MT) à isolateur rigide et l'est moins pour les lignes (THT) à isolateur en chaîne (voir figure III.11).



Figure III.11 : Armement nappe route

V.2) Armement en triangle

Conducteurs se trouvant situés aux sommets d'un triangle isosèle mais la base verticale. Très souvent on fait en sorte que le triangle soit équilatéral, tel que employé pour les lignes (HT) et surtout celle à très haute tension (THT), (voir figure III.12).



Figure III.12 : Armement triangle

V.3) Armement en nappe (horizontal).

Les points d'attaches des conducteurs sur les isolateurs sont sur la même droite horizontale (voir figure III.13).

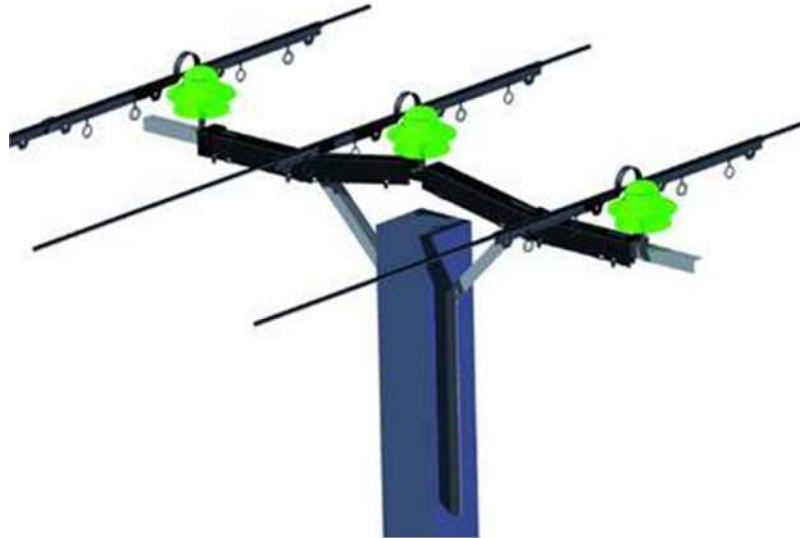


Figure III.13 : Armement nappe

V.4) Armement en drapeau.

Les conducteurs sont situés l'un au dessous de l'autre, employés pour les lignes basses tensions.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu général sur les réseaux électriques, ainsi que leurs principaux éléments de lignes électriques, différents types de supports, en bois, en béton en acier, et tours d'acier.

Nous avons rappelé aussi les différents types d'isolateurs que sont l'isolateur de type pin, de suspension, d'arrêt et de manille.

I).Description du réseau :**I.1). Présentation du réseau :**

Notre travail consiste à étudier le réseau électrique du village MEZRARA 2 sis à la commune de FRIKAT

Ce réseau est alimenté par un poste de transformation MT-BT, il s'agit du poste N°334 d'une puissance 160 KVA.

Ce type de réseau est aérien en conducteurs trsadé en aliminium de section

D'importantes chutes de tensions ont été signalées chez les abonnés, ce qui amène la SONELGAZ à améliorer le réseau et faire en sorte à ce que les chutes de tension ne dépassent pas 6%.

Les caractéristiques du réseau et du poste sont données dans le tableau suivant :

Numéro du poste	P 334
Facteur de puissance $\cos\varphi$	0,9
Nombre de départs	1
Nombre d'abonnés monophasé	113
Nombre d'abonnés triphasé	15
Nombre de supports	120
Longueur totale du réseau	5405 m
Puissance installée	160 kVA

I.2).Section normalisées utilisées :

	Section (mm ²)	r_0 [(Ω /km)]	x_0 [(Ω /km)]	Iadm (A)
Torsadé	35,0 en AL	0,973	0,100	118
	70,0 en AL	0,497	0,100	180

Avec :

r_0 : résistance linéique en (Ω /Km)

x_0 : résistance linéique en (Ω /Km)

		S [mm ²]	r ₀ 20° [Ω/km]	r ₀ 50° [Ω/km]	r ₀ +x ₀ tgφ [Ω/km]	BT								
						Kw.km								
						M ₁		M _{3,5}		M ₇		M ₁₁		
						220v	380v	220v	380v	220v	380v	220v	380v	
Câbles et lignes conducteurs torsadés	Cuivre (anciennes Sections)	0022	0,832	0,930	0,980	0,49	1,47	1,70	5,20	3,50	10,3	5,40	16	
		0030	0,627	0,701	0,751	0,64	1,92	2,30	6,70	4,50	13,5	7,10	21	
		0040	0,479	0,535	0,585	0,585	0,38	2,47	2,90	8,60	5,80	17,3	9,10	227
		0050	0,379	0,424	0,474	0,474	1,02	3,05	3,60	10,6	7,10	21,3	11,2	34
		0075	0,224	0,273	0,323	0,323	1,50	4,47	5,20	15,6	10,5	31,3	16,5	49
		0095	0,194	0,217	0,267	0,267	1,81	5,41	6,30	18,9	12,7	37,9	19,9	59
		0116	0,157	0,176	0,226	0,226	2,14	6,39	7,50	22,4	15,0	44,7	23,6	70
		0146	0,126	0,141	0,191	0,191	2,53	7,56	8,90	26,5	17,7	52,9	27,9	83
	Aluminium (nouvelles sections)	0025	1,200	1,345	1,395	1,395	0,35	1,03	1,20	3,60	2,40	7,20	3,80	11
		0035	0,868	0,973	1,023	1,023	0,47	1,41	1,70	4,50	3,30	9,90	5,20	16
		0050	0,641	0,718	0,768	0,768	0,63	1,88	2,20	6,60	4,40	13,2	16,9	21
		0070	0,443	0,497	0,547	0,547	0,88	2,64	3,10	9,20	6,20	18,5	9,70	29
		0095	0,320	0,359	0,409	0,409	1,18	3,53	4,10	12,4	8,30	24,5	13,0	39
		0120	0,253	0,284	0,334	0,334	1,45	4,32	5,10	15,1	10,1	30,3	5,90	48
		0150	0,206	0,231	0,281	0,281	1,72	5,14	6,00	18,0	12,1	36,0	18,9	57
		0185	0,164	0,184	0,234	0,234	2,07	6,17	7,20	21,6	14,5	43,2	22,8	68
		0240	0,125	0,140	0,190	0,190	2,55	7,60	8,90	26,6	17,8	53,2	28,0	84
		Lignes aériennes	Cuivre	07,10	2,490		2,665	0,18	0,54			1,30	3,80	2,00
12,60	1,400				1,575	0,31	0,92			2,20	6,40	3,40	10	
14,10	1,270				1,145	0,33	1,20			2,30	7,00	3,70	11	
19,60	0,896				0,071	0,45	1,35			3,20	9,40	5,00	15	
22,00	0,816				0,991	0,49	1,46			3,40	10,2	5,40	16	
29,30	0,616				0,791	0,61	1,83			4,30	12,8	6,70	20	
38,20	0,472				0,647	0,75	2,23			5,20	15,6	8,20	25	
48,30	0,373				0,548	0,82	2,63			6,20	18,4	9,70	29	
59,70	0,302				0,477	1,01	3,03			7,10	21,2	11,2	33	
74,90	0,240				0,415	1,17	3,48			8,20	24,4	12,8	38	
93,30	0,193				0,368	1,31	3,92			9,20	27,5	14,5	43	
116,2	0,156				0,331	1,46	4,36			10,2	30,5	16,1	48	
Almélec	22,00		1,500		1,675	0,29	0,80			2,00	6,00	3,20	09	
	34,40		0,959		1,133	0,43	0,86			3,00	8,90	4,70	14	
	54,60		0,603		0,778	0,62	1,25			4,40	13,0	6,80	20	
	75,50		0,438		0,613	0,79	1,85			5,50	16,5	8,70	26	
	117,0		0,283		0,485		2,35							
	148,1		0,224		0,399									
	228,0		0,146		0,321									
Alu-acier	37,70		1,020		1,195									
	59,70		0,765		0,940									
	75,50		0,605		0,780									
	116,2		0,306		0,481									
	147,1		0,243		0,418									
	228,0	0,157		0,332										

Tableau VI-1 : Moments électriques des câbles et lignes usuelles

N° du poste : 334

BL : 113

BFM : 15

N° du support	Ty-s	Nmb 2F	Nmb 4F	Portée	L(m)	s.ph (mm ²)
1	B.S	2	0	P-1	17	70
2	B.S	2	0	1-2	54	70
3	B.S	1	0	2-3	50	35
4	BETON	0	0	2-4	48	70
5	BETON	3	0	4-5	50	70
6	BETON	1	0	5-6	48	70
7	BETON	2	0	6-7	50	35
8	BETON	0	0	7-8	53	35
9	BETON	0	0	8-9	47	35
10	BETON	0	0	9-10	45	35
11	BETON	1	0	10-11	46	35
12	BETON	1	0	6-12	46	70
13	BETON	0	0	12-13	45	70
14	BETON	1	0	13-14	35	35
15	BETON	2	0	13-15	40	70
16	BETON	3	0	15-16	35	35
17	B.S	1	0	15-17	48	70
18	BETON	0	0	17-18	41	35
19	BETON	2	0	18-19	40	35
20	B.S	0	1	17-20	53	35
21	B.S	1	0	20-21	43	35
22	TUBULAIRE	0	0	20-22	15	35
23	TUBULAIRE	2	0	22-23	56	35
24	TUBULAIRE	1	0	23-24	42	35
25	BETON	1	1	1-25	50	70

26	BETON	1	0	25-26	42	70
27	BETON	0	0	26-27	46	70
28	B.S	0	0	27-28	46	35
29	BETON	1	0	28-29	45	35
30	BETON	1	0	27-30	36	70
31	BETON	0	0	30-31	45	70
32	BETON	1	0	31-32	32	35
33	BETON	2	0	31-33	45	70
34	BETON	5	0	33-34	36	35
35	BETON	2	0	34-35	46	35
36	BETON	0	0	33-36	45	70
37	BETON	1	0	36-37	44	70
38	B.S	1	0	37-38	42	70
39	B.S	3	0	38-39	50	35
40	BETON	1	0	39-40	48	35
41	BETON	1	0	40-41	38	35
42	BETON	0	0	41-42	45	35
43	BETON	2	0	42-43	40	35
44	BETON	0	0	42-44	51	35
45	B.S	0	0	44-45	60	35
46	B.S	0	1	45-46	50	35
47	BETON	0	2	44-47	45	35
48	BETON	1	1	47-48	48	35
49	B.S	2	0	48-49	51	35
50	BETON	1	1	49-50	48	35
51	BETON	0	0	50-51	43	35
52	BETON	1	0	51-52	37	35
53	BETON	0	0	50-53	49	35
54	TUBULAIRE	0	1	53-54	56	35
55	TUBULAIRE	0	1	54-55	40	35

56	BETON	3	1	55-56	45	35
57	BETON	0	1	54-57	54	35
58	B.S	1	0	38-58	47	70
59	BETON	0	0	58-59	45	70
60	BETON	2	0	59-60	47	70
61	B.S	0	0	60-61	49	70
62	BETON	1	0	61-62	48	70
63	B.S	0	0	62-63	59	70
64	BETON	0	0	63-64	44	70
65	BETON	1	0	64-65	57	70
66	B.S	1	0	65-66	45	35
67	B.S	1	0	65-67	49	70
68	BETON	1	0	67-68	34	70
69	B.S	1	0	68-69	49	70
70	BETON	0	0	69-70	54	35
71	B.S	1	0	70-71	54	35
72	BETON	0	3	71-72	48	35
73	BETON	0	0	71-73	52	35
74	BETON	1	0	73-74	44	35
75	BETON	2	0	73-75	40	35
76	BETON	0	0	69-76	48	70
77	BETON	3	0	76-77	48	35
78	BETON	0	0	77-78	40	35
79	BETON	2	0	78-79	37	35
80	B.S	0	0	76-80	50	35
81	BETON	4	0	80-81	51	35
82	BETON	1	0	81-82	54	35
83	BETON	2	0	82-83	50	35
84	BETON	1	0	83-84	43	35
85	BETON	3	0	84-85	45	35

86	B.S	2	0	82-86	48	35
87	B.S	1	0	86-87	48	35
88	BETON	1	0	87-88	48	35
89	BETON	0	0	88-89	50	35
90	BETON	0	0	89-90	58	35
91	B.S	0	0	90-91	43	35
92	B.S	3	1	91-92	43	35
93	B.S	4	0	92-93	39	35
94	B.S	1	0	93-94	59	35
95	B.S	0	0	94-95	26	35
96	B.S	1	0	95-96	55	35
97	B.S	0	0	90-97	47	35
98	B.S	0	0	97-98	47	35
99	B.S	0	0	98-99	38	35
100	B.S	1	0	99-100	35	35
101	BETON	0	0	98-101	50	35
102	B.S	0	0	101-102	46	35
103	B.S	0	0	102-103	48	35
104	B.S	1	0	103-104	50	35
105	BETON	2	0	104-105	30	35
106	B.S	0	0	103-106	55	35
107	BETON	0	0	106-107	39	35
108	BETON	4	0	107-108	26	35
109	BETON	1	0	107-109	41	35
110	BETON	1	0	109-110	43	35
111	BETON	0	0	62-111	48	35
112	BETON	0	0	111-112	65	35
113	BETON	0	0	112-113	53	35
114	BETON	0	0	113-114	55	35
115	B.S	2	0	114-115	33	35

116	BETON	0	0	114-116	50	35
117	BETON	0	0	116-117	45	35
118	BETON	1	0	117-118	48	35

I.3). Notations apportées au tableau précédent :

N° du poste	——→	désignant le numéro du poste
N° du support	——→	désignant le numéro du support
Ty.s	——→	désignant le type du support
Nmb 2F	——→	désignant nombre de branchements 2 fils
Nmb 4F	——→	désignant nombre de branchements 4 fils
Portée	——→	désignant une sortie entre 2 supports
L	——→	désignant la longueur de la portée
S.ph	——→	désignant les sections des phases
B.L	——→	désignant branchement lumière
BFM	——→	désignant branchement force motrice

II). Calcul du réseau initial :**II.1). Hypothèses de calcul :****II.1.a). sections normalisées utilisées**

-Câbles torsadés en aluminium de section 70 mm² et 35 mm².

II.1.b). Puissances unitaires :

La difficulté d'estimer la puissance totale appelée réside dans la méconnaissance de la valeur de la puissance appelée par abonné (Pi).

En connaissant la puissance (P) appelée synchrone par abonné à la pointe, la charge serait :

$$P_p = N.P, \text{ avec } N : \text{ nombre total d'abonnés. } (1)$$

En général, en basse tension, on ne dispose que la puissance mise à la disposition de l'abonné (P), qui est la puissance maximale susceptible d'être appelée par ce dernier.

Compte tenu du foisonnement, la puissance appelée à la pointe par N abonnés est certainement inférieure à la somme des maximales des puissances individuelles, ceci se traduit par la relation :

$$P_p = K_s \cdot N \cdot P \quad (2)$$

K_s : est le coefficient de simultanété, il est compris entre 0 et 1.

Le tableau ci – dessous donne les valeurs de K_s en fonction du nombre d'abonnés

N	2à4	5à9	10à14	15à19	20à24	25à29	30à34	35à39	40à49	> 50
K_s	1	0,78	0,63	0,53	0,49	0,46	0,46	0,42	0,41	0,4

- Puissance à affecter :

La puissance maximale à affecter aux abonnés par le dimensionnement des réseaux est donnée ci-après :

$P=1$ kW par foyer en zone rurale.

II.2). Calcul des chutes de tension par la méthode des moments électriques :

- Facteur de puissance $\cos\varphi = 0,9$
- La tension nominale $U=380$ (V)
- Le courant absorbé $I_{abs}=I_{f,N}=1,2.5=6$ (A)
- I_f : Le courant foisonné

Remarque :

$I_f = 1,2$ (A) (donné par la SONEGAS)

M_1 : Moment électrique spécifié en (kW. km)

M_1 est pris du tableau suivant :

$\cos\varphi$	S_{ect} (mm ²)	Moment électrique (M_1) en (KW. Km)
0,9	35 (mm ²)	1,46
	70 (mm ²)	2,64

S_{ect} : section du conducteur.

Exemple de calcul de chute de tension :

- **Poste N° 334:**

Tronçon: 15-16

$I_f=1, 2$ (A)

$N= 3$

$L=35m=0,035$ (Km)

- **Puissance absorbée:**

$$P_{abs}=\sqrt{3}.U.I_f.N.\cos \varphi \quad (3)$$

$$P_{abs}=\sqrt{3}.380.1, 2.3.0, 9$$

$$=2,132 \text{ (KW).}$$

- **Moment de charge M:**

$$M=P.L \quad (4)$$

$$=2,132.0, 035$$

$$=0,074. \text{ (KW. Km)}$$

- **Chute de tension :**

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{M}{M1} \quad (5)$$

$$= \frac{0,074}{1,46} = 0,051\%$$

- **Puissance perdue :**

$$\Delta P= 3r_0.l.I_{abs}^2 \quad (6)$$

$$=3.0, 973.0, 035. (1,2.3)^2$$

$$=1,324 \text{ (W)}$$

III.). Calcul des chutes de tension:

P 334- 35

Tronçon	Sect (mm ²)	L (Km)	M ₁ (kW.km)	M (kW.km)	P (kw)	I(A)	R (Ω /km)	ΔP(W)	N	ΔU/U (%)
P 334-1	70	17	2,64	0,205	12,084	20,4	0,497	10,548	17	0,077
1-25	70	0,050	2,64	0,533	10,662	18	0,497	24,154	15	0,201
25-26	70	0,042	2,64	0,388	9,240	15,6	0,497	15,239	13	0,147
26-27	70	0,046	2,64	0,392	8,530	14,4	0,497	14,221	12	0,148
27-30	70	0,036	2,64	0,281	7,819	13,2	0,497	9,352	11	0,106
30-31	70	0,045	2,64	0,319	7,108	12	0,497	9,661	10	0,121
31-33	35	0,045	1,46	0,287	6,397	10,8	0,973	15,321	9	0,109
33-34	35	0,036	1,46	0,179	4,975	8,4	0,973	7,414	7	0,122
34-35	35	0,046	1,46	0,065	1,421	2,4	0,973	0,773	2	0,044
										1,075

P 334-11

1-2	70	0,054	2,64	0,345	6,397	10,8	0,497	9,391	9	0,130
2-4	70	0,048	2,64	0,238	4,975	8,4	0,497	5,049	7	0,090
4-5	70	0,050	2,64	0,248	4,975	8,4	0,497	5,260	7	0,094
5-6	70	0,048	2,64	0,136	2,843	4,8	0,497	1,648	4	0,051
6-7	35	0,050	1,46	0,106	2,132	3,6	0,973	1,891	3	0,073
7-8	35	0,053	1,46	0,037	0,710	1,2	0,973	0,222	1	0,025
8-9	35	0,047	1,46	0,033	0,710	1,2	0,973	0,197	1	0,022
9-10	35	0,045	1,46	0,031	0,710	1,2	0,973	0,189	1	0,021
10-11	35	0,046	1,46	0,032	0,710	1,2	0,973	0,193	1	0,022
										0,605

P 334-21 :

6-12	70	0,046	2,64	0,490	10,662	18	0,497	22,221	15	0,185
12-13	70	0,045	2,64	0,447	9,951	16,8	0,497	18,936	14	0,169
13-15	70	0,040	2,64	0,369	9,240	15,6	0,497	12,094	13	0,140
15-17	70	0,048	2,64	0,272	5,686	9,6	0,497	7,282	8	0,103
17-20	35	0,053	1,46	0,188	3,554	6	0,973	5,569	5	0,129
20-21	35	0,043	1,46	0,030	0,710	1,2	0,973	0,180	1	0,020
										1,188

P 334-14 :

13-14	35	0,035	1,46	0,024	0,710	1,2	0,973	0,147	1	0,009
										0,805

P 334-16

15-16	35	0,035	1,46	0,074	2,132	3,6	0,973	1,324	3	0,051
										0,987

P 334-19 :

17-18	35	0,041	1,46	0,058	1,421	2,4	0,973	0,689	2	0,039
18-19	35	0,040	1,46	0,056	1,421	2,4	0,973	0,672	2	0,038
										1,116

P 334-24 :

20-22	35	0,015	1,46	0,031	2,132	3,6	0,973	0,567	3	0,021
22-23	35	0,056	1,46	0,119	2,132	3,6	0,973	2,118	3	0,081
23-24	35	0,042	1,46	0,029	0,710	1,2	0,973	0,176	1	0,020
										1,290

P334-29 :

27-28	35	0,046	1,46	0,032	0,710	1,2	0,973	0,193	1	0,022
28-29	35	0,045	1,46	0,031	0,710	1,2	0,973	0,189	1	0,021
										0,616

P334-32 :

31-32	35	0,032	1,46	0,022	0,710	1,2	0,973	0,134	1	0,015
										0,815

P 334-66 :

33-36	70	0,045	2,64	2,654	58,999	99,6	0,497	665,593	83	1,005
36-37	70	0,044	2,64	2,595	58,999	99,6	0,497	650,802	83	0,983
37-38	70	0,042	2,64	2,448	58,288	98,4	0,497	606,341	82	0,927
38-58	70	0,047	2,64	1,971	41,939	70,8	0,497	351,270	59	0,746
58-59	70	0,045	2,64	1,855	41,228	69,6	0,497	325,018	58	0,702
59-60	70	0,047	2,64	1,937	41,228	69,6	0,497	339,464	58	0,733
60-61	70	0,049	2,64	1,950	39,806	67,2	0,497	329,922	56	0,738
61-62	70	0,048	2,64	1,910	39,806	67,2	0,497	323,189	56	0,723
62-63	70	0,059	2,64	2,180	36,963	62,4	0,497	342,530	52	0,826
63-64	70	0,044	2,64	1,626	36,963	62,4	0,497	255,446	52	0,616
64-65	70	0,057	2,64	2,106	36,963	62,4	0,497	330,918	52	0,798
65-66	35	0,0450	1,46	0,031	0,710	1,2	0,973	0,189	1	0,021
										9,727

P 334-118 :

62-111	35	0,048	1,46	0,102	2,132	3,6	0,973	1,815	3	0,070
111-112	35	0,065	1,46	0,138	2,132	3,6	0,973	2,458	3	0,094
112-113	35	0,053	1,46	0,112	2,132	3,6	0,973	2,005	3	0,077
113-114	35	0,055	1,46	0,117	2,132	3,6	0,973	2,080	3	0,080
114-116	35	0,050	1,46	0,035	0,710	1,2	0,973	0,210	1	0,024
116-117	35	0,045	1,46	0,031	0,710	1,2	0,973	0,189	1	0,021
117-118	35	0,048	1,46	0,034	0,710	1,2	0,973	0,201	1	0,023
										7,855

P 33-115 :

114-115	35	0,033	1,46	0,046	1,421	2,4	0,973	0,554	2	0,032
										7,819

P 334-43 :

38-39	35	0,050	1,46	0,781	15,638	26,4	0,973	101,721	22	0,535
39-40	35	0,048	1,46	0,648	13,505	22,8	0,973	72,835	19	0,444
40-41	35	0,038	1,46	0,486	12,795	21,6	0,973	51,751	18	0,333
41-42	35	0,045	1,46	0,543	12,084	20,4	0,973	54,664	17	0,372
42-43	35	0,040	1,46	0,056	1,421	4,8	0,973	0,672	2	0,038
										5,543

P 334-46 :

42-44	35	0,051	1,46	0,543	10,662	18	0,973	48,233	15	0,372
44-45	35	0,060	1,46	0,042	0,710	1,2	0,973	0,252	1	0,029
45-46	35	0,050	1,46	0,035	0,710	1,2	0,973	0,210	1	0,024
										5,930

P334-52 :

44-47	35	0,045	1,46	0,447	9,951	16,8	0,973	37,073	14	0,306
47-48	35	0,048	1,46	0,477	9,951	16,8	0,973	39,545	14	0,327
48-49	35	0,051	1,46	0,435	8,530	14,4	0,973	29,053	12	0,297
49-50	35	0,048	1,46	0,341	7,108	12	0,973	20,176	10	0,233
50-51	35	0,043	1,46	0,030	0,710	1,2	0,973	0,180	1	0,020
51-52	35	0,037	1,46	0,026	0,710	1,2	0,973	0,155	1	0,017
										7,077

P 334-56 :

50-53	35	0,049	1,46	0,243	4,975	8,4	0,973	10,092	7	0,166
53-54	35	0,056	1,46	0,278	4,975	8,4	0,973	11,534	7	0,190
54-55	35	0,040	1,46	0,142	3,554	6	0,973	4,203	5	0,097
55-56	35	0,045	1,46	0,127	2,843	4,8	0,973	3,026	4	0,087
										7,580

P 334-57 :

54-57	35	0,054	1,46	0,038	0,710	1,2	0,973	0,226	1	0,026
										7,422

P 334-74 :

65-67	70	0,049	2,64	1,706	34,830	58,8	0,497	252,597	49	0,646
67-68	70	0,038	2,64	1,160	34,120	57,6	0,497	187,977	48	0,439
68-69	70	0,049	2,64	1,637	33,409	56,4	0,497	232,397	47	0,620
69-70	35	0,054	1,46	0,268	4,975	8,4	0,973	11,122	7	0,184
70-71	35	0,054	1,46	0,268	4,975	8,4	0,973	11,122	7	0,184
71-73	35	0,052	1,46	0,110	2,132	3,6	0,973	1,967	3	0,075
73-74	35	0,044	1,46	0,031	0,710	1,2	0,973	0,184	1	0,021
										11,875

P 334-72 :

71-72	35	0,048	1,46	0,102	2,132	3,6	0,973	1,815	3	0,070
11,805										

P 334-75 :

73-75	35	0,040	1,46	0,056	1,421	2,4	0,973	0,672	2	0,038
11,892										

P 334-79 :

69-76	70	0,048	2,64	1,364	28,433	48	0,497	164,892	40	0,516
76-77	35	0,048	1,46	0,170	3,554	6	0,973	5,044	5	0,116
77-78	35	0,040	1,46	0,056	1,421	2,4	0,973	0,672	2	0,038
78-79	35	0,037	1,46	0,052	1,421	2,4	0,973	0,622	2	0,036
12,117										

P 334-85 :

76-80	35	0,050	1,46	1,243	24,879	42	0,973	257,455	35	0,852
80-81	35	0,051	1,46	1,268	24,879	42	0,973	262,604	35	0,869
81-82	35	0,054	1,46	1,189	22,035	37,2	0,973	218,129	31	0,814
82-83	35	0,050	1,46	0,213	4,265	7,2	0,973	7,566	6	0,146
83-84	35	0,043	1,46	0,122	2,843	4,8	0,973	2,891	4	0,083
84-85	35	0,045	1,46	0,095	2,132	3,6	0,973	1,702	3	0,065
14,756										

P 334-96 :

82-86	35	0,048	1,46	0,818	17,060	28,8	0,973	116,214	24	0,560
86-87	35	0,048	1,46	0,750	15,638	26,4	0,973	97,652	22	0,514
87-88	35	0,048	1,46	0,716	14,927	25,2	0,973	88,976	21	0,490
88-89	35	0,050	1,46	0,746	14,927	25,2	0,973	92,684	21	0,511
89-90	35	0,058	1,46	0,865	14,927	25,2	0,973	107,513	21	0,592
90-91	35	0,043	1,46	0,305	7,108	12	0,973	18,074	10	0,209
91-92	35	0,043	1,46	0,305	7,108	12	0,973	18,074	10	0,209
92-93	35	0,039	1,46	0,166	2,265	7,2	0,973	5,901	6	0,113
93-94	35	0,059	1,46	0,083	1,421	2,4	0,973	0,991	2	0,057
94-95	35	0,026	1,46	0,018	0,710	1,2	0,973	0,109	1	0,012
95-96	35	0,055	1,46	0,039	0,710	1,2	0,973	0,231	1	0,026
17,755										

P 334-100 :

90-97	35	0,047	1,46	0,334	7,108	12	0,973	19,755	10	0,228
97-98	35	0,047	1,46	0,334	7,108	12	0,973	19,755	10	0,228
98-99	35	0,038	1,46	0,026	0,710	1,2	0,973	0,126	1	0,018
99-100	35	0,035	1,46	0,024	0,710	1,2	0,973	0,147	1	0,017
										17,62

P 334-105 :

98-101	35	0,050	1,46	0,319	6,397	10,8	0,973	17,023	9	0,219
101-102	35	0,046	1,46	0,294	6,397	10,8	0,973	15,661	9	0,201
102-103	35	0,048	1,46	0,307	6,397	10,8	0,973	16,342	9	0,210
103-104	35	0,050	1,46	0,106	2,132	3,6	0,973	1,891	3	0,073
104-105	35	0,030	1,46	0,042	1,421	2,4	0,973	0,504	2	0,029
										18,317

P 334-108 :

103-106	35	0,055	1,46	0,234	4,265	7,2	0,973	8,322	6	0,160
106-107	35	0,039	1,46	0,166	4,265	7,2	0,973	5,901	6	0,113
107-108	35	0,026	1,46	0,073	2,843	4,8	0,973	1,748	4	0,050
										18,538

P334-110 :

107-109	35	0,041	1,46	0,058	1,421	2,4	0,973	0,689	2	0,039
109-110	35	0,043	1,46	0,030	0,710	1,2	0,973	0,180	1	0,020
										18,547

Conclusion :

Le poste N° 334 alimentant le village de MEZRARA est chargé, mais le diagnostic a révélé d'importantes chutes de tension qui dépassent de loin les (6%) fixé par la SONELGAZ.

Ces chutes de tension sont dues à l'éloignement du poste de transformation du centre de la charge ; ainsi que la section du câble qui ne correspond pas au courant qui la traverse.

Introduction :

Le diagnostic du réseau initial, a révélé plusieurs anomalies dont la chute de tension qui dépassent celle fixé par la SONELGAZ (6%).

Après avoir étudié plusieurs solutions, nous avons opté pour :

- Création d'un nouveau poste ;
- Changement des câbles avec le torsadé de section 35mm².

I).Données globales du poste et du réseau :

Nom du poste	Nouveau
Puissance installée	160 kVA
N ^{bre} de départs	2
N ^{bre} total d'abonnés	80
N ^{bre} d'abonnés du 1 ^{er} départ	30
N ^{bre} d'abonnés du 2 ^{ème} départ	50
Longueur du 1 ^{er} départ	855
Longueur du 2 ^{ème} départ	2022
Nombre de supports	82

II). Calcul des chutes de tension :

Pour le calcul des chutes de tension on procède via la méthode des moments électriques, donné par la formule suivante :

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{M}{M_1} \quad (\%) \quad (1)$$

4-Section normalisées utilisées :

	Section (mm ²)	r ₀ (Ω/km)	I _{adm} (A)
Torsadé	70	0,497	180
	35	0,973	145

III). Résultats des calculs :

Les résultats des calculs sont donnés dans les tableaux suivants :

1^{er} départ :

P-118 :

Tronçon	S (mm ²)	L (Km)	M ₁ (kW.km)	M (kW.km)	P (kw)	I(A)	R (Ω/km)	DP(W)	N	ΔU/U %
P-65	70	0,017	2,64	0.0604	3.554	6	0,497	0,912	5	0.022
65-64	70	0,057	2,64	0.1620	2.843	4,8	0,497	1,958	4	0.061
64-63	70	0,044	2,64	0.1250	2.843	4,8	0,497	1,511	4	0.047
63-62	70	0,059	2,64	0.1677	2.843	4,8	0,497	2,026	4	0.063
62-111	35	0,048	1,46	0.1023	2.132	3,6	0,973	1,815	3	0.070
111-112	35	0,056	1,46	0.1193	2.132	3,6	0,973	2,118	3	0.081
112-113	35	0,053	1,46	0.1129	2.132	3,6	0,973	2,00	3	0.077
113-114	35	0,055	1,46	0.1172	2.132	3,6	0,973	2,080	3	0.080
114-116	35	0,050	1,46	0.035	0.710	1.2	0,973	0,210	1	0.024
116-117	35	0,045	1,46	0.031	0.710	1,2	0,973	0,189	1	0.021
117-118	35	0,048	1,46	0,034	0.710	1,2	0,973	0,201	1	0,023
										0,527

P-115

114-115	35	0,033	1.46	0.023	0.710	1,2	0,973	0,138	1	0.016
										0,497

P-57

62-61	70	0,048	2.64	0.921	19.192	32,4	0,497	75,129	27	0.348
61-60	70	0,049	2.64	0.87	17.770	30	0,497	65,753	25	0.329
60-59	70	0,047	2.64	0.835	17,770	30	0,497	63,069	25	0.316
59-58	70	0,045	2.64	0.767	17,060	28,8	0,497	55,651	24	0.290
58-38	70	0,047	2.64	0.768	16,349	27,6	0,497	53,381	23	0.291
38-39	35	0,050	1.46	0.710	14.216	24	0,973	84,067	20	0.486
39-40	35	0,048	1.46	0.648	13.505	22,8	0,973	72,835	19	0.444
40-41	35	0,038	1.46	0.486	12.795	21,6	0,973	51,751	18	0.333
41-42	35	0,045	1.46	0.511	11.373	19,2	0,973	48,422	16	0.350
42-44	35	0,051	1.46	0.543	10.662	18	0,973	48,233	15	0.372
44-47	35	0,045	1.46	0.479	10.662	18	0,973	42,559	15	0.328
47-48	35	0,048	1.46	0,443	9.240	15,6	0,973	34,097	13	0,303
48-49	35	0,051	1.46	0,398	7.819	13,2	0,973	25,938	11	0,273
49-50	35	0,048	1.46	0,272	5.686	9,6	0,973	12,912	8	0,186
50-53	35	0,049	1.46	0,278	5.686	9,6	0,973	13,181	8	0,190
53-54	35	0,056	1.46	0,079	1.421	2,4	0,973	2,824	2	0,054
54-57	35	0,054	1.46	0,038	0.710	1,2	0,973	0,226	1	0,026
										5,175

P-56

54-55	35	0,040	1.46	0,142	3,554	6	0,973	4,203	5	0,097
55-56	35	0,045	1.46	0,127	2,843	4,8	0,973	3,026	4	0,087
										5,333

P-52

50-51	35	0,043	1.46	0,030	0,710	1,2	0,973	0,180	1	0,020
51-52	35	0,037	1.46	0,026	0,710	1,2	0,973	0,155	1	0,017
										4,942

P-46

44-45	35	0,060	1.46	0,042	0,710	1,2	0,973	0,252	1	0,029
45-46	35	0,050	1.46	0,035	0,710	1,2	0,973	0,210	1	0,024
										3,868

P-43

42-43	35	0,040	1.46	0,056	1,421	2,4	0,973	0,672	2	0,038
3,853										

2^{ème} départ :

P-110

65-67	70	0,049	2.64	1.710	35.541	60	0,497	263,012	50	0.647
67-68	70	0,034	2.64	1.111	34.830	58,8	0,497	175,271	49	0.420
68-69	70	0,049	2.64	1.610	34.120	57,6	0,497	168,190	48	0.609
69-76	70	0,048	2.64	1.350	28.433	48	0,497	164,892	40	0.510
76-80	70	0,050	2.64	1.243	24.879	42	0,973	257,455	35	0.470
80-81	70	0,051	2.64	1.195	24.879	42	0,973	262,604	35	0.452
81-82	70	0,054	2.64	1.189	22.035	37,2	0,973	218,129	31	0.450
82-86	70	0,058	2.64	0.989	17.060	28,8	0,973	140,425	24	0.374
86-87	70	0,048	2.64	0.75	15.638	26,4	0,973	97,652	22	0.284
87-88	70	0,048	2.64	0.710	14.927	25,2	0,973	88,976	21	0.268
88-89	70	0,050	2.64	0.710	14.216	24	0,973	84,067	20	0.268
89-90	70	0,058	2.64	0.820	14.216	24	0,973	97,517	20	0.310
90-97	70	0,047	2.64	0.334	7.108	12	0,973	19,755	10	0.126
97-98	70	0,047	2.64	0.334	7.108	12	0,973	19,755	10	0.120
98-101	70	0,050	2.64	0,319	6.397	10,8	0,973	17,023	9	0,120
101-102	70	0,046	2.64	0,294	6.397	10,8	0,973	15,661	9	0,111
102-103	70	0,048	2.64	0,307	6.397	10,8	0,973	16,342	9	0,116
103-106	35	0,055	1.46	0,234	4.265	7,2	0,973	8,322	6	0,160
106-107	35	0,039	1.46	0,166	4.265	7,2	0,973	5,901	6	0,113
107-109	35	0,041	1.46	0,058	1.421	2,4	0,973	0,689	2	0,039
109-110	35	0,043	1.46	0,030	0.710	1,2	0,973	0,180	1	0,020
5,987										

P-96

90-91	35	0.043	1,46	0,305	7,108	12	0,973	18,074	10	0,209
91-92	35	0.043	1,46	0,305	7,108	12	0,973	18,074	10	0,209
92-93	35	0.039	1,46	0,166	4,265	7,2	0,973	11,803	6	0,113
93-94	35	0.059	1,46	0,083	1,421	2,4	0,973	0,991	2	0,057
94-95	35	0.026	1,46	0,018	0,710	1,2	0,973	0,109	1	0,012
95-96	35	0.055	1,46	0,039	0,710	1,2	0,973	0,231	1	0,026
5,688										

P-100

98-99	35	0.038	1,46	0,026	0,710	1,2	0,973	0,159	1	0,018
99-100	35	0.035	1,46	0,024	0,710	1,2	0,973	0,147	1	0,017
										5,343

P-105

103-104	35	0.050	1,46	0,106	2,132	3,6	0,973	1,891	3	0,073
104-105	35	0.030	1,46	0,042	1,421	2,4	0,973	0,504	2	0,029
										5,757

P-108

107-108	35	0.026	1,46	0,073	2,843	4,8	0,973	1,748	4	0,050
										5,97

P-85

82-83	35	0.050	1,46	0,213	4,265	7,2	0,973	7,566	6	0,146
83-84	35	0.043	1,46	0,122	2,843	4,8	0,973	2,891	4	0,083
84-85	35	0.045	1,46	0,092	2,132	3,6	0,973	1,702	3	0,065
										3,852

P-79

76-77	35	0.048	1,46	0,170	3,554	6	0,973	5,044	5	0,116
77-78	35	0.040	1,46	0,056	1,421	2,4	0,973	0,672	2	0,038
78-79	35	0.037	1,46	0,052	1,421	2,4	0,973	0,622	2	0,036
										2,374

P-74 :

69-70	35	0.054	1,46	0,268	4,975	8,4	0,973	11,122	7	0,184
70-71	35	0.064	1,46	0,318	4,975	8,4	0,973	13,181	7	0,217
71-73	35	0.052	1,46	0,110	2,132	3,6	0,973	1,967	3	0,075
73-74	35	0.044	1,46	0,031	0,710	1,2	0,973	0,184	1	0,021
										2,173

P-75

73-75	35	0.040	1,46	0,056	1,421	2,4	0,973	0,672	2	0,038
										2,19

P-72

71-72	35	0.048	1,46	0,102	2,132	3,6	0,973	1,815	3	0,070
										2,147

P-66

65-66	35	0.045	1,46	0,031	0,710	1,2	0,973	0,189	1	0,021
										0,043

Conclusion générale

Le but de notre travail est d'améliorer le réseau basse tension du village de Mezrara commune de Frikat.

Pour cela notre travail est reparti en deux parties principales, la première partie est consacrée au diagnostic du réseau initial, la deuxième partie consiste à trouver une solution raisonnable.

Après le diagnostic initial, nous avons proposé de créer un autre poste de transformation de deux départs et de changer la section du câble dans certaines parties du réseau, cela nous a amené à changer la structure du réseau et créer des points d'ouvertures, ce qui nous a amené à améliorer le réseau en ramenant les chutes de tensions à un niveau raisonnable .

En fin, cette nouvelle structure a donné des résultats satisfaisants

Espérons enfin que ce modeste travail puisse avoir sa part de réalisation.

Bibliographie

- [1] SAIDI Hayet, M^{elle} MOUHOUB Souhila « étude d'alimentation du projet station de compression SONATRACH Hassi –Rmel » mémoire d'ingénieur USTHB promotion 1999, département E.L.T,
- [2] CHIBANE Samira, « Dimensionnement d'une ligne aérienne à haute tension » mémoire d'ingénieur ETH promotion 2012,
- [3] OUDJANI.K, TANSABOUT .K, ZEHER.Y Amélioration D'un Réseau Aérien Basse Tension Du Village BOUMESSAOUD « mémoire en master ETH promotion 2010 ».
- [4] « Condition d'établissement des lignes aériennes en conducteurs nus »
-Document SONELGAZ
- [5] BELAID Faiz, « Contribution au dimensionnement des lignes électriques de transport de l'électricité » mémoire de master en électrotechnique promotion 2014
- [7] Jean –Louis LILIEN. « Transport et distribution de l'énergie électrique ». Université de Liège, 1999-2000
- [6] Karaday, George G. « Transmission system » the electric power engineering handbook CRC press LLC, 2001
- [8] GEORGES,Besse flamanvilles3 « projet e fin d'étude CEGELEC » Septembre 2009
- [9] document obtenue à partir de guide de SONALGAZ
Réseau basse tension en câble torsadés,Novembre 1985
- [10] « câbles de branchement et distribution BT, EDF
ZI de Regourd –CS 90149-46003 Cahors Cedex 9 « France »
- [11] H.CHERBAL et M.BELBAY « Amélioration d'un réseau aérien Basse Tension du village Ait Izid (Souk EL Tenine) » mémoire DEUA en électrotechnique promotion 2008
- [12] SAHLI Zahir. « Comportement électrique de deux isolateurs parallèles contaminés et soumis à une tension alternative 50 Hz »mémoire d'ingénieur ETH promotion 2009
- [13] « Mechanical Design of Overhead Lines ». <http://www.nct-tech.edu.lk/Documents.html>

La production de l'énergie électrique se fait au niveau des centrales électriques, celles-ci souvent éloignées des lieux de consommations, d'où la nécessité de mettre en œuvre un réseau de lignes électriques qui assurera le transport de cette énergie. Une fois l'énergie transportée vers les centres de distributions, c'est au distributeur de fournir l'énergie au meilleur niveau de qualité, au meilleur cout et dans des conditions de sécurités optimales.

L'accroissement du nombre d'habitants et l'augmentation considérable de la consommation de chaque abonné, entraînent l'apparition d'importantes chutes de tension. D'où la nécessité d'un plan de développement pour les trois raisons suivantes :

- Assurer la desserte de nouveaux abonnés.
- Renforcer le réseau pour tenir compte de l'augmentation des charges déjà existantes.
- Améliorer la qualité de la fourniture en fonction des attentes des abonnés.

Le présent travail proposé par la SONELGAZ de DRAA-EL-MIZAN consiste à améliorer le réseau basse tension (BT) du village MEZRARA 2 commune FRIKAT

L'étude consiste à déterminer les endroits les plus perturbés du réseau et de trouver une solution afin d'éliminer les chutes de tension, en tenant compte de l'évolution de la charge dans les années à venir.

En fin notre travail est réparti en cinq chapitres :

- Chapitre I : Les paramètres caractérisant une ligne aérienne.
- Chapitre II : Les réseaux de transport et de distribution de l'énergie électrique.
- Chapitre III : Principaux composants des lignes aériennes.
- Chapitre IV : Diagnostic du réseau initial.
- Chapitre V : Amélioration du réseau.

Après le diagnostic initial, nous avons proposé de créer un autre poste de transformation de deux départs et de changer la section du câble dans certaines parties du réseau, cela nous a amené à changer la structure du réseau et créer des points d'ouvertures, ce qui nous a amené à améliorer le réseau en ramenant les chutes de tensions à un niveau raisonnable .

En fin, cette nouvelle structure a donné des résultats satisfaisants

Espérons enfin que ce modeste travail puisse avoir sa part de réalisation.