

REPUBLIQUE DU SENEGAL

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

PROJET

DE

FIN D'ETUDES

Gm. 0207

TITRE: ELECTRIFICATION DE LA COMMUNAUTE RURALE DE MALICOUNDA

AUTEUR: M^r KASSIMOU CHABI

DIRECTEUR: M^r CHEIKH WADE

CO-DIRECTEUR: M^r BENOIT- PIERRE GUEYE

GENIE : MECANIQUE

DATE : JUIN 1991

AUX LECTEURS ...

TABLE DES MATIERES

	<u>PAGES</u>
	Remerciements..... i
	Sommaire..... ii
	Liste des abréviations..... iii
	<u>INTRODUCTION</u> 1
<u>CHAPITRE I :</u>	<u>DESCRIPTION DE LA ZONE</u> 3
1-1	CONFIGURATION DES VILLAGES..... 3
1-2	LA POPULATION..... 4
1-3	ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES..... 4
1-4	EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE..... 5
1-5	INFRASTRUCTURES..... 5
<u>CHAPITRE II :</u>	<u>EVALUATION DE CHARGES</u> 6
<u>CHAPITRE III :</u>	<u>CALCULS ELECTRIQUES DU RESEAU</u> 8
3-1	ETUDE DU SYSTEME D'ALIMENTATION..... 8
3-1-1	SPECIFICATIONS DES CONDUCTEURS ET DES LIGNES..... 8
3-1-2	SPECIFICATIONS DE TRANSFORMATEURS..... 8
3-1-3	SPECIFICATIONS SUR LES CHUTES DE TENSION..... 9
3-1-4	POINT DE RACCORDEMENT SUR LE RESEAU DE TRANSPORT -DISTRIBUTION 30KV..... 9
3-2	ETUDE DU RESEAU SELON L'OPTION "SYSTEME TRIPHASE TRADITIONNEL"..... 9
3-2-1	CHOIX DES VARIANTES..... 9
3-2-2	METHODE DE CHUTE DE TENSION..... 10
3-2-2-1	ANALYSE DES RESULTATS DES VARIANTES..... 11
3-2-3	METHODE DE COURANT ADMISSIBLE..... 14
3-2-3-1	ANALYSE DES RESULTATS OBTENUS..... 15
3-2-4	VARIANTE RETENUE..... 17
3-3	ETUDE DU RESEAU SELON L'OPTION "SYSTEME MALT"..... 18
3-3-1	CONDITIONS DE MISE A LA TERRE..... 19
3-3-1-1	MODALITES D'ADAPTATION DU MALT..... 19
3-3-1-2	LA DISTRIBUTION MONOPHASEE EN MT..... 20
3-3-2	METHODE DE CHUTE DE TENSION ET DE COURANT ADMISSIBLE..... 20
3-4	RESULTATS..... 21
<u>CHAPITRE IV :</u>	<u>LES PROTECTIONS</u> 57
4-1	LES DEFAUTS RENCONTRES..... 57
4-2	MOYENS DE PROTECTION..... 58

	4-2-1	PROTECTIONS CONTRE LA SURTENSION.....	58
<u>CHAPITRE V :</u>		<u>CALCULS MECANIQUES.....</u>	<u>60</u>
	5-1	CALCULS MECANIQUES DES CONDUCTEURS.....	60
	5-1-1	CARACTERISTIQUES DES CONDUCTEURS DES LIGNES AERIENNES.....	60
	5-1-2	BUTS DES CALCULS.....	60
	5-1-3	CONDITIONS DE POSE DES CONDUCTEURS.....	60
	5-1-3-1	HYPOTHESES REGLEMENTAIRES.....	60
	5-1-3-2	HYPOTHESES RELATIVES AUX VIBRATIONS.....	61
	5-1-3-3	SPECIFICATIONS EN VIGUEUR AU SENEGAL.....	61
	5-1-3-4	HYPOTHESES DE CALCULS.....	61
	5-1-4	CALCUL DES TENSIONS ET FLECHES.....	61
	5-1-4-1	SYSTEME TRIPHASE.....	64
	5-1-4-2	SYSTEME MALT.....	65
	5-2	CALCULS MECANIQUES DES SUPPORTS.....	66
	5-2-1	HAUTEUR DES POTEAUX.....	67
	5-3	CALCULS MECANIQUES DES ARMEMENTS.....	69
	3-3-1	CALCUL DE L'ECARTEMENT ENTRE CONDUCTEURS.....	70
<u>CHAPITRE VI :</u>		<u>EVALUATION ECONOMIQUE.....</u>	<u>74</u>
	6-1	SYSTEME TRIPHASE.....	75
	6-1-1	MT.....	75
	6-1-2	BT.....	75
	6-1-3	POSTE DE TRANSFORMATION.....	76
	6-1-4	LES COUTS.....	76
	6-2	SYSTEME MALT.....	76
<u>CHAPITRE VII :</u>		<u>SOLUTION RETENUE.....</u>	<u>80</u>
<u>CHAPITRE VIII :</u>		<u>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....</u>	<u>82</u>
		BIBLIOGRAPHIE.....	84
		ANNEXE A.....	A1
		ANNEXE B.....	B1

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier particulièrement monsieur Cheikh WADE , professeur à l'Ecole Polytechnique de Thiès , qui n'a ménagé aucun effort pour m'apporter son soutien aussi bien matériel que moral dans l'accomplissement de cette tâche aussi dure et aussi fascinante qu'est la réalisation d'un projet d'électrification . C'est pour moi l'occasion d'apprécier l'effort et la disponibilité dont il a fait preuve depuis le début du projet (qui est d'ailleurs obtenu par sa collaboration personnelle avec la SENELEC) jusqu'à sa fin en passant par la quête des données .

Mes remerciements vont ensuite à l'endroit de monsieur Benoît-Pierre GUEYE ingénieur électricien chef du service équipement des réseaux à la SENELEC qui , malgré son emploi du temps chargé , a toujours trouvé le temps nécessaire pour nous apporter son appui indéfectible et indispensable et qui a même effectué un déplacement sur le terrain avec nous .

J'adresse aussi mes remerciements au Sous-Préfet de NGUEKHOH et son adjoint et à monsieur SOW du CRD de la même localité qui nous ont aidé lors de la recherche de données .

Enfin je remercie tous ceux qui , de près ou de loin , ont été d'une importance appréciable dans la réalisation de ce projet ./.

L'auteur ...

SOMMAIRE

Cette étude du réseau rural de distribution électrique se rapporte à la communauté rurale de Malicounda dans la Sous-Préfecture de NGUEKHOH . Les méthodes de calcul exposées dans les parties qui suivent sont des méthodes généralement utilisées lorsque l'on a affaire à un réseau de distribution . Cependant les hypothèses restent spécifiques à la communauté rurale de Malicounda .

L'étude , loin d'être trop théorique , est une approche très simple de l'électrification rurale . Elle n'est pas parfaite mais l'essentiel est fait . Le reste n'est qu'un choix de différent matériel en tenant compte des paramètres qui , pour la plupart , sont calculés ici . Plusieurs possibilités ont été offertes dans ce document . C'est ce qui explique le nombre élevé de tableaux qui y figurent . Nous ne nous sommes limités ni à un seul matériau (type de conducteur) ni à une seule technique d'électrification moins encore à une seule variante . Le souci majeur étant de présenter la solution la plus viable techniquement et économiquement .

Signalons enfin que certaines données sont approximatives , telles les distances entre villages . Ces distances ont d'ailleurs été mesurées sur une photographie aérienne que nous avons achetée auprès du service géographique de DAKAR .

LISTE DES ABREVIATIONS

BT : **B**asse **T**ension .

CRD : **C**entre **R**égionale de **D**ocumentaion

EDF : **E**lectricité **D**e **F**rance .

MALT : **M**ise **A** **L**a **T**erre .

MT : **M**oyenne **T**ension .

STEG : **S**ociété **T**unisienne d'**E**lectricité et de **G**az .

SENELEC : **S**ociété **N**ationale d'**E**lectricité du **S**énégal

INTRODUCTION

Dans le cadre d'une collaboration franche et pour respecter son programme d'électrification au Sénégal la SENELEC a proposé , comme projet de fin d'études, l'électrification d'une communauté rurale située dans la région de THIES , département de MBOUR , Sous Préfecture de NGUEKHOH . Il s'agit de la communauté rurale de MALICOUNDA . Ce projet revêt plusieurs significations .

D'une part , la dispersion des villages de la communauté rurale de Malicounda pose des problèmes : Comment faire parvenir en triphasé de l'énergie électrique sans trop de déperdition ? Ce problème serait simplement résolu si l'on décide de faire le transport en MT de l'énergie jusqu'à chaque village satellite . Mais à quel coût ? . Ainsi nous avons décidé d'étudier plusieurs solutions incluant le système de mise à la terre effective connu sous le nom de système MALT . Ce système s'applique en MT et à cause du fil neutre sorti , peut permettre une alimentation en monophasé . Sachant que le monophasé ne nécessite qu'une phase et le neutre , cela réduirait largement le coût des lignes . Ce type d'alimentation est semble plus indiqué lorsque les puissances sont faibles comme dans le cas de la communauté rurale de Malicounda . Tout de même une étude comparative s'impose entre les deux systèmes d'électrification .

D'autre part , il permet de faire une étude comparative entre nos résultats obtenus et les paramètres généralement utilisés par la SENELEC .

De par son aspect , ce projet présente plutôt un caractère pratique que purement théorique . Ceci se comprend aisément quand on sait que nous avons effectué plusieurs déplacements sur le terrain à la recherche de données . Cependant certaines données sont demeurées inaccessibles . Ainsi donc certaines estimations ont été optimistes compte tenu de la situation géographique et de l'histoire de la communauté rurale de Malicounda . Signalons enfin que l'étude s'est effectuée suivant deux volets : Le volet électrique et le volet mécanique . Elle tient sur huit (8)

chapitres .

Le premier chapitre traite de la description de la zone , description qui met en exergue la possibilité d'utiliser un autre système d'alimentation – le système MALT – au lieu du système triphasé traditionnel . Le chapitre 2 présente l'évolution des charges pendant quinze ans . Tous les calculs électriques (calculs de sections de conducteurs) sont effectués au chapitre 3 . Le chapitre 4 énumère les éventuels défauts et les moyens de protection dans chaque cas . Les calculs mécaniques de conducteurs , de supports et des armements sont effectués au chapitre 5 . C'est d'ailleurs ce chapitre qui nous permettra de retenir définitivement les caractéristiques des conducteurs à utiliser . Une étude comparative des deux systèmes d'électrification sera effectuée dans le plan économique au chapitre 6 . Les résultats de cette étude nous permettront de retenir au chapitre 7 une solution définitive du système à utiliser . La conclusion et les recommandations nécessaires sont données au chapitre 8 . Enfin sont données en annexes des explications nécessaires à la compréhension de certains termes ou notions employés dans l'étude .

DESCRIPTION DE LA ZONE

La zone de MALICOUNDA est le site choisi par la SENELEC pour une étude d'électrification rurale . Il s'agit en fait d'une communauté rurale composée de quatre villages principaux qui sont :

- Malicounda BAMBARA ,
- Karfabougou ,
- Malicounda SERERE et
- Malicounda WOLOF

La communauté rurale de Malicounda appartient à l'arrondissement de NGUEKOKH , département de MBOUR , région de THIES . Elle est située à environ 60 km de Thiès sur la route de Mbour . Grâce à une piste d'automobile on peut facilement se rendre dans chaque village de la communauté de Malicounda .

1-1- CONFIGURATION DES VILLAGES

Le village Malicounda Bambara , presque confondu avec le principal village de Malicounda Sérère , est situé à environ 2km de la route nationale (bitumée) conduisant à Mbour . L'ensemble Malicounda Bambara-Sérère constitue un village assez concentré avec une population de 1938 habitants . Un lotissement est même en cours dans la portion allant de la route nationale au village Malicounda Bambara-Sérère .

Le village Karfabougou , situé à 1km de Malicounda Bambara , est peuplé de 208 habitants et , comme celui-ci , est un village où les maisons ne sont pas dispersées .

Le village Malicounda Sérère en elle même est constitué d'un village principal confondu avec Malicounda Bambara et de six hameaux de population non moins importante situés tout autour de Malicounda Wolof.

Enfin Malicounda Wolof est constitué du village principal connu sous le nom de Keur Meissa chef-lieu de la communauté . Constituée de huit hameaux tout autour du village Malicounda Wolof , cette communauté est peuplée d'environ 1505 habitants .

Ce schéma de la communauté rurale de Malicounda (Voir figure 1-1) laisse entrevoir les possibilités d'application de différents systèmes de distribution utilisés à travers le monde .

1-2- LA POPULATION

La population , essentiellement agricole , est composée d'ethnies dont les trois plus importantes comprennent chacune un chef installé dans les villages les plus importants. Chaque village comprend une maison familiale . Une étude récente [1] faite par un étudiant de l'ENEA (Ecole Nationale d'Economie Appliquée) montre que les communautés rurales de la région de Mbour dont fait partie celle de Malicounda ont une densité de 6,971 hts/km² . elle montre aussi que ces communautés rurales ont connu et connaissent encore un fort taux d'immigration . C'est d'ailleurs ce qui explique la diversité ethnique de la communauté . Cette hétérogénéité dans la composition ethnique est un paramètre important d'auto-développement . Le collectivisme et la concurrence inter-ethnique sont une source de motivation pour le mieux-faire .

1-3- ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES

La population de la communauté rurale de Malicounda est essentiellement agricole. Cependant l'artisanat est assez développé dans cette zone . Les activités touristiques y sont aussi développées à cause de son rapprochement de la ville de Mbour où le tourisme connaît un accroissement impressionnant .

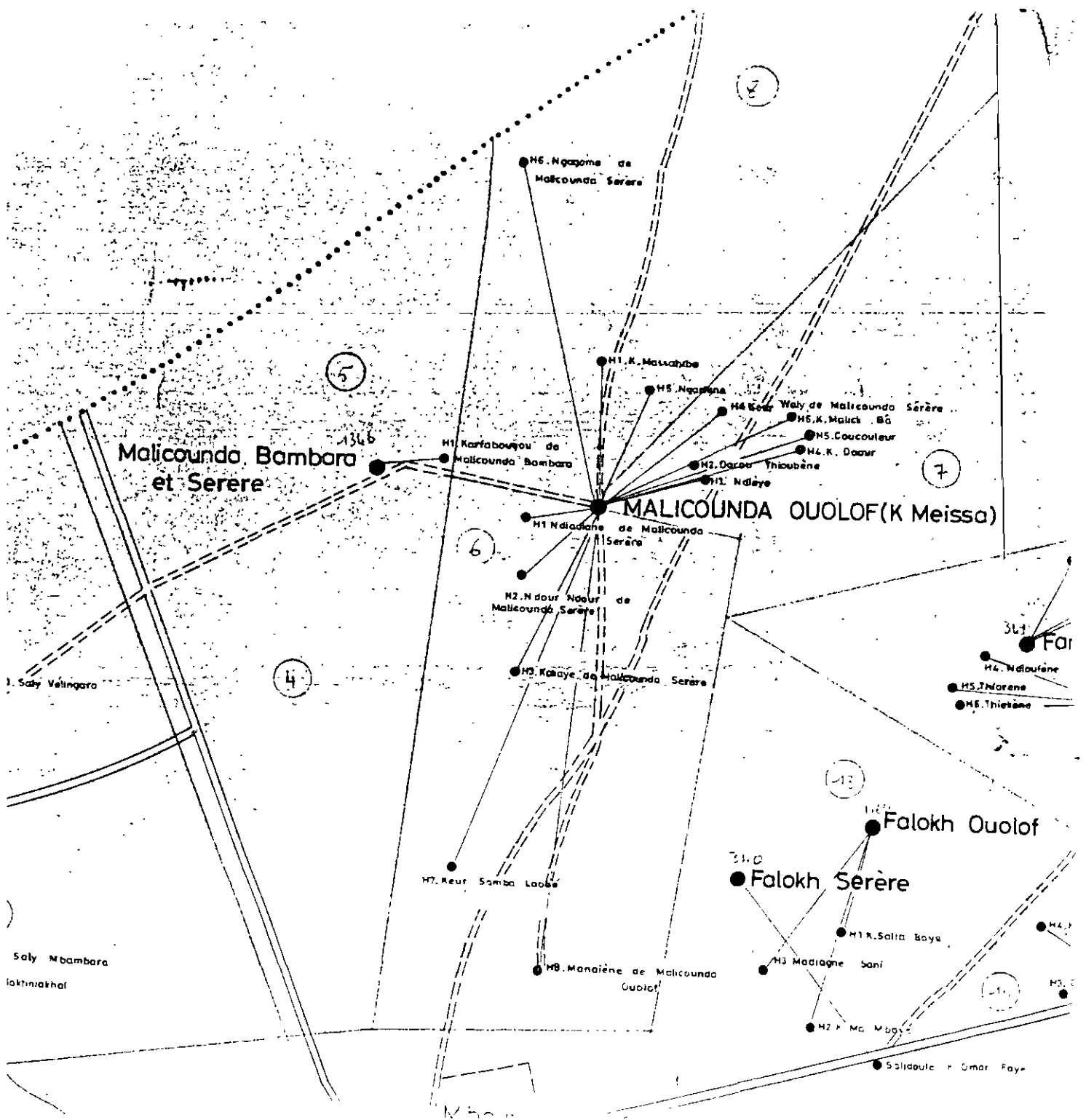


FIGURE 1-1

1-4- EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE

Les études faites en 1986 par le même étudiant de l'ENEA a montré que le taux de croissance de la population des communautés rurales de Mbour est d'environ 4,2% . Cependant la SENELEC nous a conseillé d'utiliser le taux de 3% (réflétant plus la réalité selon les taux officiels) . Ainsi donc la croissance démographique étallée sur 15ans a été évaluée avec ce taux donné par la SENELEC . Les résultats sont présentés au tableau d'évolution des charges .

1-5- INFRASTRUCTURES

Le village Malicounda Bambara-Sérère a ses maisons à environ 65% construites en durs . Il comprend un moulin diesel , une école à 6 classes , un foyer de femmes , une maternité , un dispensaire , une borne fontaine et un forage avec un château d'eau .

Quant au village Malicounda Wolof , il comprend aussi des maisons en durs , le siège de communauté rurale , un poste de santé (maternité et dispensaire) , une coopérative arachidière , un moulin à mil , une maison familiale , deux boutiques et un village artisanal .

EVALUATION DES CHARGES

Nous avons décidé de faire une prévision des charges sur une durée de quinze (15) ans . Cette prévision est basée sur le taux moyen d'accroissement de la population , sur la puissance unitaire moyenne nécessaire par concession et sur le nombre moyen d'habitants par concession . Les données à la base de nos hypothèses sont :

- Taux d'accroissement de la population = 3% environ ,
- Puissance moyenne par concession = 0,8 kw/conc ,
- Nombre moyen d'habitants par concession = 15 hts/conc (une concession comprenant 4 à 5 bâtiments et même plus) .

Ainsi l'estimation des puissances a été modélisée de la façon suivante (par manque de données historiques concernant la région) . Soient :

NH(T) = nombre d'habitants à l'année d'estimation

NH₀ = nombre d'habitants à l'année de référence (année à laquelle l'on connaît le nombre d'habitants avec exactitude) ,

TA = taux d'accroissement ,

CPA = charge par abonné ,

Ch = charge .

L'évolution de la population est de :

$$NH(T) = NH_0(1+TA)^T ; T \text{ étant la période allant de la référence à l'année d'estimation}$$

Le nombre d'abonnés à la période T est

$$NA(T) = \frac{NH(T)}{15} = \frac{NH_0(1+TA)^T}{15}$$

La charge à la période T est :

$$Ch = CPA \times NA(T) = CPA \times \frac{NH_0(1+TA)^T}{15}$$

NB : Cette estimation est faite sur la base d'hypothèses optimistes (chaque chef de

famille est considéré comme un potentiel abonné) . Cet optimisme est soutenu par le fait que le niveau de vie de la zone est relativement élevé par rapport aux autres zones rurales de la sous-région . En plus une suggestion sera faite à la communauté rurale de Malicounda de prendre en charge l'éclairage public . Les résultats sont ceux du tableau 2-1 d'évolution des charges . Une observation rapide de ce tableau montre que les charges évoluent très lentement et sont assez faibles .

CALCULS ELECTRIQUES DU RESEAU

Deux (2) types de systèmes d'électrification ont été étudiés dans le présent document . Il s'agit du système triphasé traditionnel et du système MALT (système de Mise à la Terre) .

3-1 – ETUDE DU SYSTEME D'ALIMENTATION

Notre étude intervient dans un milieu où existent déjà des installations . Il importe donc de tenir compte des spécifications des réseaux existants, principalement du type de conducteur, du type de lignes, du type de transformateurs , des chutes de tension admises et du type de protections .

3-1-1– SPECIFICATIONS DES CONDUCTEURS ET DES LIGNES

Dans les installations électriques rurales , les lignes aériennes constituent l'option adoptées par la SENELEC . Les conducteurs sont soit en cuivre (pour les anciens réseaux), soit en aluminium ou en almélec . Ces conducteurs sont nus pour la MT et isolés puis assemblés en faisceaux pour la BT .

3-1-2– SPECIFICATIONS DES TRANSFORMATEURS

Dans notre cas et selon une pratique quasi normalisée au niveau de la SENELEC , les transformateurs seront aériens sur poteau du type H61 dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Puissance nominale 100 KVA
- Tension nominale : pour la MT 30 KV $\pm 2 \times 5\%$ (par palier de 5%) ; pour la BT , 400 V
- Couplage Yzn 11
- Tension de court-circuit 4%
- Pertes à vide 320 W
- Pertes en charge 1750 W

– Courant à vide 2,5%,

3-1-3– SPECIFICATIONS SUR LES CHUTES DE TENSION

Le maximum de chute de tension permise est de 10% dans les réseaux de distribution (norme de la SENELEC) .

3-1-4–POINT DE RACCORDEMENT SUR LE RESEAU TRANSPORT

–DISTRIBUTION 30kV

Deux (2) possibilités de branchement nous sont offertes :

1– Branchement sur la ligne MT Thiès – Mbour (c'est-à-dire la DPSIII) .

2– Branchement sur la ligne MT Diamniadio–Mbour–Fatick .

3-2 – L'OPTION "SYSTEME TRIPHASE TRADITIONNEL "

Il s'agit du système généralement utilisé dans les pays francophones . Celui-ci requiert obligatoirement les trois phases en MT quelle que soit la puissance à transporter et quelle que soit la distance sur laquelle le transport sera effectué . Dans les paragraphes qui suivent , trois (3) variantes seront étudiées et suivant deux (2) méthodes de calculs .

3-2-1 – CHOIX DES VARIANTES

Variante 1

Selon cette variante , le transport se fera en MT jusqu'aux villages principaux (village Malicounda Bambara-Sérère , Karfabougou et Keur Meissa) . La distribution dans chaque village se fera en BT . Cela sous-entend donc un poste de transformation MT/BT dans ces villages principaux . Les schémas sont :

Pour la MT voir figure 3-1

Pour la BT voir figures 3-2 , 3-3 , 3-4

Variante 2

Cette variante suppose un seul poste de transformation MT/BT installé à Karfabougou c'est-à-dire que la distribution se fera en MT depuis le point de raccordement jusqu'à Karfabougou . Tous les villages étant alimentés en BT . La configuration est celle de la figure 3-5 pour la MT et de la figure 3-6 pour la BT .

Variante 3

Ici , nous supposons deux (2) postes de transformation MT/BT installés , l'un dans le village Malicounda Bambara , l'autre à Keur Meissa . Karfabougou est alimenté en BT à partir du poste du village Malicounda Bambara . Les figures suivantes donnent la configuration : –pour la MT voir la figure 3-7 ;–pour la BT voir les figures 3-8 , 3-4.

3-2-2 – METHODE DE CHUTE DE TENSION

Cette méthode permet de calculer les sections des conducteurs conformément aux chutes de tension admises . Elle se base sur le calcul des moments électriques des conducteurs .

NB : Pour chaque départ BT nous avons appliqué des coefficients de simultanéité qui sont fonction du nombre d'abonnés . Le tableau 3-1 suivant donne ces coefficients .

Tableau des simultanités de service :

nb. abonnés	1-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-49	50 et+
K simultanéité	1	0,78	0,63	0,53	0,49	0,46	0,44	0,42	0,41	0,40

Les principales formules utilisées sont :

3-1

$$M = PL$$

où pour la MT : P en MW et L en Km ; pour la BT : P en KW et L en Km ; M est le moment électrique

$$\text{En BT , } M_1 = \frac{1}{10^5} \frac{U^2}{R + l \tan \phi}$$

M_1 (en KW.Km) est le moment électrique pour une chute de tension admissible de 1% . R (ohm/Km) est la résistance du conducteur , lW en ohm/Km et U en volt

$$\text{En MT , } M_1 = \frac{1}{100} \frac{U^2}{R + lW \tan\phi}$$

M_1 est en MW.Km et U est en KV

La chute de tension est donnée par :

$$u = \frac{M}{M_1} \text{ (en \%)}$$

Les démonstrations de ces formules se trouvent en annexe A

3-2-2-1- ANALYSE DES RESULTATS DES VARIANTES

Variante 1 :

Les résultats de la MT correspondent aux tableaux 3-2 VARIANTE1.MT. Les chutes de tension obtenues sont négligeables . Cependant nous n'avons pas tenu compte de la chute de tension de la ligne existante par faute de données . Cela n'aura pas une influence considérable . Il suffit de majorer les sections à retenir pour contourner cette difficulté . On retiendra donc la section de 38 mm² pour le cuivre , de 34,4 mm² pour l'aluminium et l'almélec . Les tableaux correspondants à la BT sont V1-1 , V1-2 et V1-3 . Ils désignent respectivement les résultats de Malicounda Bambara , Karfabougou et Keur Meissa .

1) - Tableaux V1-1

Ces tableaux sont un ensemble de trois (3) autres tableaux . A travers le tableau V1-1a et compte tenu de la chute de tension maximale admise (10% au plus) , on constate que toute section d'aluminium supérieure ou égale à 25 mm² est valable .

Quant au tableau V1-1b , les sections d'almélec supérieures à 22 mm² qui y sont répondent bien aux conditions de chute de tension .

Le tableau V1-1c montre que les sections de conducteur en cuivre inférieures à

12,6 mm² ne peuvent pas être utilisées . Les calculs ne sont pas effectués pour les sections inférieures à 38,2 mm² car les moments M₁ correspondant à ces sections se retrouvent avec les autres matériaux . Par exemple pour la section de 12,6 mm² , M₁ = 0,92 KW.Km ; ce qui correspond à peu près à la section de 22 mm² de l'alélec .

2) - Tableaux V1-2

Là aussi c'est un ensemble de trois (3) tableaux (V1-2a , V1-2b , V1-2c)
Compte tenu des chutes de tension calculées au tableau V1-2a , les sections d'aluminium supérieures à 50mm² répondent au critère de chute de tension maximale admissible .

Pour le tableau V1-2b , les sections d'alélec inférieures ou égales à 75,5 mm² ne sont pas utilisables car les chutes de tension obtenues avec ces sections dépassent les 10% en aval .

Quant au tableau V1-2c qui est celui du cuivre , les sections inférieures à 48,3 mm² ne sont pas utilisables .

3) - Tableaux V1-3

Les sections minimales obtenues pour les différents types de conducteurs sont :

- Aluminium : 50 mm² avec une chute de tension maximale de 8,59%
- Alélec : 54,6 mm² avec une chute de tension maximale de 8,73%
- Cuivre : 29,3 mm² avec une chute de tension maximale de 8,82%

Récapitulation :

Pour cette variante 1 les sections minimales répondant au critère de chute de tension sont :

Pour la MT :

Aluminium : 25mm²

Almélec : $34,4\text{mm}^2$

Cuivre : $29,3\text{mm}^2$

Pour la BT :

Aluminium : $69,3\text{mm}^2$

Almélec : $75,5\text{mm}^2$

Cuivre : $48,3\text{mm}^2$

En conclusion , cette variante est acceptable pour la condition de chute de tension admissible .

Variante 2

Se rapporter aux tableaux 3-3 VARIANTE2.MT pour la MT . Là aussi les conclusions de la MT pour la variante 1 sont valables . les tableaux correspondant à la BT sont les tableaux V2 .

Avec cette variante nous avons obtenu des chutes de tension très élevées (Alu : $45,26\%$, pour 70mm^2 ; Almélec : $50,6\%$, pour $75,5\text{mm}^2$) . Pour avoir ces chutes dans la plage admissible , il faut augmenter les sections , ce qui rendrait cette variante plus onéreuse .

Variante 3

Les tableaux 3-4 VARIANTE3.MT donnent les résultats de la MT et les résultats de la BT sont donnés par les tableaux V3-1 , V3-2 .

Cette variante comprend deux séries de tableaux : Les tableaux V3-1 et les tableaux V3-2 .

D'après les résultats des tableaux V3-1 , les sections admissibles doivent être supérieures à :

– 70mm^2 pour l'aluminium ,

- 75,5 mm² pour l'aluméc et
- 74,9 mm² pour le cuivre

Les tableaux V3-2 sont semblables aux tableaux V1-3 . Donc les commentaires restent les mêmes .

3-2-3 – METHODE DE COURANT ADMISSIBLE

Il s'agit d'utiliser les sections obtenues par la méthode des chutes de tension , de calculer le courant qui transite par chaque conducteur et de vérifier que ce courant est bien inférieur ou égal au courant admissible de la section . Le tableau 3-5 suivant donne les courants admissibles :

TABLEAU 3-5

INTENSITE ADMISSIBLE EN REGIME PERMANENT POUR

UN ECHAUFFEMENT DE 40°C

Section mm ²	<u>Intensité admissible en Ampères</u>				Cuivre
	Alumi- nium	Al- mélec	Al- mélec acier	Alumi- nium acier	
7,1(30/10).....					70
12,6(40/10).....					100
19,6(50/10).....					130
22		115	100	105	
23,4	120				
27,8	135	130		125	
29,3					170
34,4	150	145	125	135	
37,75				135	
38,2					200
43,1	180	170		145	
48,3					230
54,6	200	190	155	150	
59,7		205		155	260
69,3	235				
74,9					300
75,5	250	240		175	
88				260	
93,3	280	270			350
94,2			240		
94,3				250	
116,2			280	300	400
117	325	315			
147,1			320	345	
148,1	380	365			

181,6.....	415.....	370.....	395
188.....	440		
210.....			440
228.....	480.....	430.....	460
238.....			470
288.....	580.....	550.....	490.....
297.....			525
299,4.....		450	
366.....	655.....	630.....	560.....
398.....			600
411.....			622
475.....	766.....	705	
570.....		840	
604.....	920.....	860	
612.....			850
709.....	1010.....	945	

NOTE: Le tableau ci-dessus est tiré de " ALUMINIUM DANS LIGNES AERIENNES A HAUTE ET BASSE TENSION " un document de l'EOF

Cependant , théoriquement les calculs devaient se mener selon la démarche donnée en annexe A . Vu les difficultés d'avoir les paramètres θ_0 , α_t , I_{max} (respectivement la température , le coefficient de dilatation et le courant maximal admissible) et autres nous avons préféré utiliser la méthode ci-dessus décrite . Elle est beaucoup plus pratique.

3-2-3-1- ANALYSE DES RESULTATS OBTENUS

Le courant qui transite dans chaque branche est calculé et les résultats figurent pour la MT dans les dernières colonnes des tableaux variante1,2,et 3. MT . Les courants étant très faibles n'importe quelle section est valable .

Pour la basse tension les tableaux suivants V1 , V2 , V3 correspondent aux variantes 1 , 2 et 3 . Pour la moyenne tension les tableaux 3-2 à 3-5 donnent les résultats . Les courants étant très faibles les sections minimales seront retenues pour chaque type de conducteur .

Variante 1

Tableaux V1-1 :

Le maximum de courant calculé est $I_{max} = 218$ A dans ces tableaux V1-1 . En comparant

cette valeur aux valeurs du tableau 3-5 de courants admissibles , nous obtenons les sections ci-après :

Aluminium : 70 mm^2

Almélec : 70 mm^2

Cuivre : $38,2 \text{ mm}^2$

Tableaux V1-2

Le courant maximal est de $96,86 \text{ A}$. Les sections obtenues suivant le critère de courant admissible sont :

Aluminium : $23,4 \text{ mm}^2$

Almélec : 22 mm^2

Cuivre : $12,6 \text{ mm}^2$

Tableaux V1-3

Le courant maximal est $I_{\max}=98,76 \text{ A}$ et les sections minimales sont :

Aluminium : $23,4 \text{ mm}^2$

Almélec : 22 mm^2

Cuivre : $12,6 \text{ mm}^2$

En conclusion les sections minimales à retenir pour cette variante 1 et qui remplissent les conditions de courant admissible sont :

Aluminium : 70 mm^2

Almélec : 70 mm^2

Cuivre : $38,2 \text{ mm}^2$

Variante 2

Les tableaux des résultats sont les tableaux V2 . Le courant maximal enregistré est 279 A . Les sections correspondantes sont :

Aluminium : $93,3\text{mm}^2$

Almélec : 117mm^2

Cuivre : $74,9\text{mm}^2$

Variante 3

Les résultats figurent dans les tableaux V3-1 et aux tableaux V3-2 (qui correspondent aux tableaux V1-3)

Tableaux V3-1 :

Le courant maximal obtenu est de 186 A . Cela nous permet de retenir les sections minimales suivantes :

Aluminium : $54,6\text{mm}^2$

Almélec : $54,6\text{mm}^2$

Cuivre : $38,2\text{mm}^2$

3-2-4 – VARIANTE RETENUE

Compte tenu de la chute de tension maximale admissible et du courant admissible dans les conducteurs , la variante 1 est celle qui présente le plus d'intérêt à notre égard . Cependant en tenant uniquement compte du courant admissible , on constate que toute les variantes paraissent acceptables . Puisque le but de notre étude est de fournir de l'énergie dans les meilleures conditions d'utilisation , il va sans dire que le critère de chute de tension admissible est celui qui départage nos différentes variantes . C'est ce qui explique le choix de la variante 1 . Cette variante sera celle qui sera étudiée du point de vue mécanique et économique possiblement .

3-3 – SYSTEME MALT

Le système MALT (Système de Mise A La Terre) est un système de distribution MT qui est pratiqué en Amérique Nord (au CANADA et aux USA) et qui convient très bien à l'électrification en zones rurales du fait de leur demande souvent faible sur de très grandes superficies (conséquence de leur faible densité de population) . Cette technique a été étudiée par la STEG (entendu Société Tunisienne Electricité et de Gaz) depuis les années 1975 . Contrairement à la pratique traditionnelle Européenne du triphasé à trois fils , le système MALT peut être soit :

- Triphasé à quatre (4) fils (voir figure 3-11) ,
- Monophasé à deux (2) fils (voir figure 3-10) ,
- Monophasé à un fil avec retour par la terre (SWER) , voir figure 3-11 .

Le triphasé à quatre (4) fils a une tension entre phase de 30kV et peut avoir indifféremment des branchements monophasés ou triphasés . Pour la distribution monophasée à deux fils entre phase et le neutre la tension est de 17,3kV . Cependant il est intéressant de prévoir des poteaux pouvant supporter trois (3) fils et le neutre. Les lignes de ce type de distribution ne doivent pas être transformables pour être économiques . La distribution monophasée à un seul conducteur avec retour par la terre est utilisée dans les zones à faible densité de consommation . Cette pratique est très économique mais il n'est pas prévu des augmentations futures .

Dans les zones rurales l'électricité est utilisée principalement pour les besoins domestiques , l'alimentation en eau et l'éclairage public . La distribution monophasée risque de poser un problème de disponibilité de moteurs monophasés de grande puissance . Ces types de moteurs sont seulement disponibles pour des puissances inférieures à 1kW , passé cette limite il faut utiliser des convertisseurs monophasé/triphasé afin de pouvoir utiliser des moteurs de conception moderne . Ces

3-3-1 LE SYSTEME MALT

Le réseau de distribution MALT est , comme précisé dans le paragraphe précédent, un système triphasé à quatre (4) fils effectivement mis à la terre . Le quatrième (4^e) fil est le neutre qui est distribué le long du réseau et régulièrement mis à la terre . Les relations qui permettent la mise effective à la terre suivantes sont suffisantes et non pas nécessaires . Il s'agit de :

$$0 < \frac{X_0}{X_d} \leq 3 \text{ et } 0 < \frac{R_0}{X_d} < 1$$

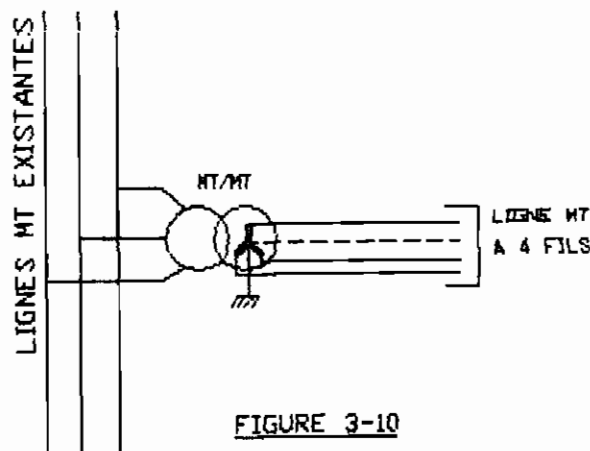
où X_0 désigne l'impédance homopolaire , R_0 est la résistance du circuit et X_d est l'impédance directe .

Il en résulte donc :

- La possibilité de distribution monophasée par suite de l'existence du fil neutre , d'où diminution du coût des électrifications principalement rurales ,
- En cas de défaut à la terre , les courants de court circuit seront plus élevés que dans le système actuel , mais les surtensions apparaissant sur les phases saines restent inférieures à 140% de la tension nominale .

3-3-1-1- modalités d'adaptation du système MALT

Puisque les lignes et postes de transformation existent déjà , il est question d'ajouter au point de branchement un transformateur d'isolement qui permettra de protéger le réseau et de sortir le neutre . La figure 3-10 suivante représente l'isolement à effectuer .



3-3-1-2— LA DISTRIBUTION MONOPHASEE EN MT

Les densités de charge dans les campagnes sont très faibles et les surfaces sont très étalées . L'usage du monophasé s'avère intéressant . Ainsi il est nécessaire d'ajouter un fil neutre pour rendre possible cette distribution monophasé en MT. L'avantage de l'usage de cette technique est d'amener de l'énergie jusqu'à la porte de l'utilisateur . Ainsi les chutes de tension très élevées rencontrées en distribution BT se trouveraient assez réduites . Cela sous-entend que nous devons installer des transformateurs monophasés à chaque groupe d'abonnés . La figure de la configuration du MALT dans la communauté rurale de Malicounda est la suivante (voir figure 3-13)

3-3-2—METHODE DE CHUTE DE TENSION ET DE COURANT ADMISSIBLE

En MT : (voir tableaux 3-6 MALT. MT)

Une observation des tableaux de résultats montre que les chutes de tension sont très négligeables . Le maximum se situant à 0,68%, et le courant maximum est de 7,87A malgré que les sections utilisées soient des plus faibles . On pourrait utiliser les sections normalisées beaucoup plus faibles s'il en existe dans le marché .

En BT :

Les calculs dans le domaine de la BT entre dans le cadre de la distribution dans les maisons qui est une autre étape de cette installation . Cependant nous pouvons conseiller des sections à utiliser en ce qui concerne la BT . Ce sont donc les sections déjà déterminées dans le cas de la distribution triphasée en basse tension aux paragraphes 3-2-2-1 . Ce sont :

Aluminium : 70 mm^2

Almélec : 70 mm^2

Cuivre : $38,2 \text{ mm}^2$

En conclusion , dans le souci d'uniformisation du matériel , on pourra utiliser les sections minimales suivantes :

En MT :

Toutes les sections minimales sont utilisables dans chaque type de conducteur .

En BT :

Les sections de :

Aluminium : 70 mm^2

Almélec : 70 mm^2

Cuivre : $38,2 \text{ mm}^2$

pourront être retenues . Les calculs mécaniques donneront par la suite les sections finales à utiliser .

3-4- RESULTATS ET FIGURES

LES TABLEAUX

TABLEAUX 2-1

TABLEAU D'EVOLUTION DES CHARGES

MALICOUNDA BAMBARA ET SERERE

ANNEE	HABITANT	CHARGES (KW)
1991	1938	103.36
1992	1996	106.46
1993	2056	109.65
1994	2116	112.94
1995	2161	116.33
1996	2247	119.82
1997	2314	123.42
1998	2383	127.12
1999	2455	130.93
2000	2529	134.88
2001	2605	138.81
2002	2683	143.07
2003	2763	147.37
2004	2846	151.79
2005	2931	156.34

KARFABOUGOU

HABITANT	CHARGES (KW)
208	11.09
214	11.43
221	11.77
227	12.12
234	12.49
241	12.86
248	13.25
256	13.64
263	14.05
271	14.47
280	14.91
288	15.38
297	15.82
305	16.29
315	16.78

MALICOUNDA WOLOF

HABITANT	CHARGES (KW)
260	13.33
258	13.73
265	14.15
273	14.57
261	15.01
290	15.46
299	15.92
307	16.40
317	16.89
326	17.40
336	17.92
346	18.46
356	19.01
367	19.58
378	20.17

H1:NDIADIANE(Serere)

HABITANT	CHARGES (KW)
269	14.35
277	14.78
285	15.22
294	15.68
303	16.15
312	16.63
321	17.13
331	17.64
341	18.17
351	18.72
362	19.28
372	19.86
384	20.45
395	21.07
407	21.70

**H2:NDOUR NDOUR
(Serere)**

HABITANT	CHARGES (KW)
110	6.87
113	6.84
117	6.22
120	6.41
124	6.60
128	6.80
131	7.01
135	7.22
139	7.43
144	7.66
148	7.88
162	8.12
167	8.36
162	8.82
168	8.67

H3:KOKAYE(Serere)

HABITANT	CHARGES (KW)
272	14.61
280	14.84
289	15.38
297	15.85
306	16.33
315	16.82
325	17.32
335	17.84
345	18.38
355	18.83
366	19.50
377	20.08
388	20.89
388	21.30
411	21.84

H4:K.WALY(Serere)

HABITANT	CHARGES (KW)
89	6.28
102	6.44
105	6.60
108	6.77
111	6.84
116	6.12
118	6.30
122	6.48
125	6.69
129	6.89
133	7.10
137	7.31
141	7.53
146	7.76
160	7.89

TABLEAUX 2-1 (suite)

H5:NGANGUE(Serere)			H6:NGOGOM(Serere)			H1:K.MASSIHILO (Wolof)		
ANNEE	HABITANT	CHARGES (KW)	HABITANT	CHARGES (KW)	HABITANT	CHARGES (KW)		
1991	553	29.49	491	28.19	293	15.83		
1992	570	30.38	508	28.97	302	16.10		
1993	587	31.29	521	27.78	311	16.58		
1994	604	32.23	537	28.81	320	17.08		
1995	622	33.20	553	29.47	330	17.59		
1996	641	34.19	569	30.38	340	18.12		
1997	660	35.22	586	31.27	350	18.66		
1998	680	36.27	604	32.21	360	19.22		
1999	701	37.36	622	33.17	371	19.80		
2000	722	38.48	641	34.17	382	20.39		
2001	743	39.64	660	35.19	384	21.00		
2002	765	40.83	660	36.25	406	21.63		
2003	788	42.05	700	37.34	416	22.28		
2004	812	43.31	721	38.48	430	22.95		
2005	836	44.61	743	39.61	443	23.64		

H2:DAROU THIOUBENE (Wolof)		H3:NDIEYE(Wolof)		H4:K.DAOUR(Wolof)		H5:COUCOULEUR (Wolof)	
HABITANT	CHARGES (KW)	HABITANT	CHARGES (KW)	HABITANT	CHARGES (KW)	HABITANT	CHARGES (KW)
104	5.55	72	3.84	90	4.80	32	1.71
107	5.71	74	3.88	93	4.84	33	1.78
110	5.88	76	4.07	95	5.09	34	1.81
114	6.08	78	4.20	98	5.25	35	1.86
117	6.24	81	4.32	101	5.40	36	1.82
121	6.43	83	4.45	104	5.58	37	1.88
124	6.62	86	4.69	107	5.73	38	2.04
128	6.82	88	4.72	111	5.80	39	2.10
132	7.03	91	4.86	114	6.08	41	2.18
136	7.24	94	5.01	117	6.26	42	2.23
140	7.45	97	5.18	121	6.45	43	2.28
144	7.69	100	5.32	125	6.64	44	2.36
148	7.91	103	5.47	128	6.84	46	2.43
153	8.15	106	5.64	132	7.05	47	2.51
157	8.39	108	5.81	136	7.28	48	2.58

TABLEAUX 2-1 (suite)

H6:K.MALICK BA (Wolof)			H7:K.SAMBA LOBE (Wolof)		H8:MANDIENE(Wolof)	
ANNEE	HABITANT	CHARGES (KW)	HABITANT	CHARGES (KW)	HABITANT	CHARGES (KW)
1991	71	3.79	506	26.99	87	4.64
1992	73	3.90	521	27.80	90	4.78
1993	75	4.02	537	28.63	92	4.92
1994	78	4.14	553	29.49	95	5.07
1995	80	4.26	570	30.37	98	5.22
1996	82	4.39	587	31.28	101	5.38
1997	85	4.52	604	32.22	104	5.54
1998	87	4.68	622	33.19	107	5.71
1999	90	4.80	641	34.19	110	5.88
2000	93	4.94	660	35.21	114	6.05
2001	95	5.09	680	36.27	117	6.24
2002	98	5.24	700	37.36	120	6.42
2003	101	5.40	721	38.48	124	6.62
2004	104	5.56	743	39.63	128	6.81
2005	107	5.73	765	40.82	132	7.02

**CALCULS ELECTRIQUES
TRIPHASES**

VARIANTE 1

TABLEAUX 3-2 VARIANTE1.MT

DISTRIBUTION EN MOYENNE TENSION

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 ALLUMINIUM				COURANT I(A)
					25 M1=6.5	35 M1=8.8	50 M1=11.7	70 M1=16.5	
P - A	327.00	1.00	2.00	0.65	0.07	0.01	0.00	0.00	7.87
A - B	210.00	1.00	1.30	0.27	0.11	0.02	0.00	0.00	6.05
B - D	147.00	1.00	1.75	0.26	0.13	0.04	0.01	0.00	3.54

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 CUIVRE				COURANT I(A)
					7.1 M1=3.4	12.6 M1=5.7	14.1 M1=6.2	19.8 M1=8.4	
P - A	327.00	1.00	2.00	0.65	0.19	0.11	0.11	0.08	7.87
A - B	210.00	1.00	1.30	0.27	0.27	0.16	0.16	0.11	6.05
B - D	147.00	1.00	1.75	0.26	0.35	0.21	0.19	0.03	3.54

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 ALMELEC				COURANT I(A)
					22 M1=5.4	34.4 M1=7.9	54.6 M1=11.6	75.5 M1=14.7	
P - A	327.00	1.00	2.00	0.65	0.12	0.08	0.08	0.04	7.87
A - B	210.00	1.00	1.30	0.27	0.17	0.12	0.08	0.06	6.05
B - D	147.00	1.00	1.75	0.26	0.22	0.15	0.10	0.08	3.54

TABLEAUX V1-1

VILLAGE MALICOUNDA BAMBARA-SERERE

DISTRIBUTION EN BT

TABLEAU V1-1a

Trançon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 ALUMINIUM				COURANT I(A)
					25	35	50	70	
					M1=1.03	M1=1.41	M1=1.88	M1=2.64	
A - B	115.00	0.40	0.05	2.30	2.23	1.83	1.22	0.87	218.41
B - C	37.00	0.41	0.07	0.99	3.19	2.33	1.75	1.24	70.27
C - D	23.00	0.48	0.45	4.78	7.81	5.71	4.28	3.05	43.88
C - E	14.00	0.53	0.45	3.34	6.43	4.70	3.52	2.51	26.59
B - F	31.00	0.42	0.50	6.51	8.55	6.25	4.69	3.34	58.88
B - G	14.00	0.53	0.20	1.48	3.67	2.88	2.01	1.43	26.59
B - H	33.00	0.41	0.21	2.84	4.99	3.65	2.73	1.95	62.67
H - I	10.00	0.63	0.50	3.15	8.05	5.88	4.41	3.14	18.99
H - J	8.00	0.63	0.30	1.51	6.46	4.72	3.54	2.52	15.19
H - K	15.00	0.53	0.12	0.95	5.92	4.32	3.24	2.31	28.49
K - L	12.00	0.53	0.10	0.64	6.54	4.77	3.58	2.55	22.79
K - M	3.00	0.78	0.07	0.15	6.07	4.43	3.32	2.37	5.70
M - N	2.00	1.00	0.10	0.20	6.26	4.57	3.43	2.44	3.80
M - O	1.00	1.00	0.40	0.40	6.45	4.71	3.54	2.52	1.90

TABLEAU V1-1C

Trançon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 CUIVRE				COURANT I(A)
					38.2	48.3	59.7	74.9	
					M1=2.23	M1=2.63	M1=3.03	M1=3.48	
A - B	115.00	0.40	0.05	2.30	1.03	0.87	0.78	0.68	218.41
B - C	37.00	0.41	0.07	0.99	1.47	1.25	1.08	0.94	70.27
C - D	23.00	0.48	0.45	4.78	3.61	3.06	2.66	2.31	43.88
C - E	14.00	0.53	0.45	3.34	2.97	2.52	2.19	1.90	26.59
B - F	31.00	0.42	0.50	6.51	3.95	3.35	2.91	2.53	58.88
B - G	14.00	0.53	0.20	1.48	1.70	1.44	1.25	1.09	26.59
B - H	33.00	0.41	0.21	2.84	2.31	1.95	1.70	1.48	62.67
H - I	10.00	0.63	0.50	3.15	3.72	3.15	2.74	2.38	18.99
H - J	8.00	0.63	0.30	1.51	2.98	2.53	2.20	1.91	15.19
H - K	15.00	0.53	0.12	0.95	2.73	2.32	2.01	1.75	28.49
K - L	12.00	0.53	0.10	0.64	3.02	2.56	2.22	1.93	22.79
K - M	3.00	0.78	0.07	0.15	2.80	2.38	2.06	1.80	5.70
M - N	2.00	1.00	0.10	0.20	2.89	2.45	2.13	1.85	3.80
M - O	1.00	1.00	0.40	0.40	2.88	2.53	2.19	1.91	1.90

TABLEAU V1-1b

Trançon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 ALMELEC				COURANT I(A)
					22	34.4	54.6	75.5	
					M1=0.86	M1=1.25	M1=1.85	M1=2.35	
A - B	115.00	0.40	0.05	2.30	2.67	1.84	1.24	0.98	218.41
B - C	37.00	0.41	0.07	0.99	3.82	2.63	1.78	1.40	70.27
C - D	23.00	0.48	0.45	4.78	9.36	6.44	4.35	3.42	43.88
C - E	14.00	0.53	0.45	3.34	7.70	5.30	3.58	2.82	26.59
B - F	31.00	0.42	0.50	6.51	10.24	7.05	4.76	3.75	58.88
B - G	14.00	0.53	0.20	1.48	4.40	3.03	2.06	1.61	26.59
B - H	33.00	0.41	0.21	2.84	5.98	4.11	2.78	2.19	62.67
H - I	10.00	0.63	0.50	3.15	9.64	6.63	4.48	3.53	18.99
H - J	8.00	0.63	0.30	1.51	7.74	5.32	3.60	2.83	15.19
H - K	15.00	0.53	0.12	0.95	7.09	4.88	3.29	2.59	28.49
K - L	12.00	0.53	0.10	0.64	7.83	5.39	3.64	2.86	22.79
K - M	3.00	0.78	0.07	0.15	7.26	5.00	3.38	2.66	5.70
M - N	2.00	1.00	0.10	0.20	7.50	5.16	3.49	2.74	3.80
M - O	1.00	1.00	0.40	0.40	7.73	5.32	3.59	2.83	1.90

TABLEAUX V1-2

VILLAGE KARFABOUGOU DISTRIBUTION EN BT

TABLEAU V1-2a

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = Somme kPL/M1				COURANT I(A)
					ALUMINIUM				
					25 M1=1.03	35 M1=1.41	50 M1=1.88	70 M1=2.64	
A - B	7.00	0.78	0.05	0.27	0.27	0.19	0.15	0.10	13.28
B - C	3.00	1.00	0.23	0.69	0.93	0.68	0.51	0.36	5.70
B - D	4.00	0.78	0.18	0.56	0.81	0.59	0.44	0.32	7.60
A - E	5.00	0.78	0.20	0.78	0.76	0.55	0.41	0.30	9.50
A - F	51.00	0.40	0.85	17.34	16.83	12.30	8.22	6.57	96.88
F - G	35.00	0.41	0.40	5.74	22.41	16.37	12.28	6.74	66.47
G - H	30.00	0.42	0.20	2.52	24.85	18.16	13.62	8.70	56.98
G - I	5.00	0.78	0.55	2.15	24.49	17.89	13.42	9.55	9.50

TABLEAU V1-2b

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = Somme kPL/M1				COURANT I(A)
					ALMELEC				
					22 M1=0.86	34.4 M1=1.25	54.6 M1=1.85	75.50 M1=2.35	
A - B	7.00	0.78	0.05	0.27	0.32	0.22	0.15	0.12	13.29
B - C	3.00	1.00	0.23	0.69	1.12	0.77	0.52	0.41	5.70
B - D	4.00	0.78	0.18	0.56	0.97	0.67	0.45	0.36	7.60
A - E	5.00	0.78	0.20	0.78	0.91	0.62	0.42	0.33	9.50
A - F	51.00	0.40	0.85	17.34	20.16	13.87	9.37	7.38	96.86
F - G	35.00	0.41	0.40	5.74	26.84	18.46	12.48	9.82	66.47
G - H	30.00	0.42	0.20	2.52	29.77	20.48	13.84	10.89	56.98
G - I	5.00	0.78	0.55	2.15	29.33	20.18	13.64	10.73	9.50

TABLEAU V1-2c

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = Somme kPL/M1				COURANT I(A)
					CUIVRE				
					38.2 M1=2.23	48.3 M1=2.63	59.7 M1=3.03	74.90 M1=3.48	
A - B	7.00	0.78	0.05	0.27	0.12	0.10	0.09	0.08	13.29
B - C	3.00	1.00	0.23	0.68	0.43	0.37	0.32	0.28	5.70
B - D	4.00	0.78	0.18	0.56	0.37	0.32	0.28	0.24	7.60
A - E	5.00	0.78	0.20	0.78	0.35	0.30	0.26	0.22	9.50
A - F	51.00	0.40	0.85	17.34	7.78	6.58	5.72	4.98	96.86
F - G	35.00	0.41	0.40	5.74	10.35	8.78	7.62	6.63	66.47
G - H	30.00	0.42	0.20	2.52	11.48	9.73	8.45	7.36	56.98
G - I	5.00	0.78	0.55	2.15	11.31	9.59	8.33	7.25	9.50

TABLEAUX V1-3

VILLAGE MALICOUDA WOLOF (KEUR MEISSA et SATELLITES)
DISTRIBUTION EN BT

TABLEAU V1-3a

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 ALUMINIUM				COURANT I(A)
					25	35	50	70	
					M1=1.03	M1=1.41	M1=1.88	M1=2.64	
A - B	9.00	0.63	0.20	1.13	1.10	0.80	0.60	0.43	17.09
A - C	7.00	0.78	0.20	1.09	1.06	0.77	0.58	0.41	13.29
A - D	23.00	0.46	0.10	1.06	1.03	0.75	0.56	0.40	43.68
D - E	2.00	1.00	0.03	0.05	1.08	0.79	0.59	0.42	3.80
D - M	21.00	0.46	0.50	4.83	5.72	4.18	3.13	2.23	39.88
A - F	52.00	0.40	0.03	0.52	0.50	0.37	0.28	0.20	98.78
F - G	1.00	1.00	0.10	0.10	0.60	0.44	0.33	0.23	1.90
F - I	51.00	0.40	0.70	14.28	14.37	10.50	7.87	5.61	96.86
I - J	18.00	0.49	0.10	0.88	15.23	11.12	8.34	5.94	34.19
I - K	33.00	0.41	0.10	1.35	15.68	11.46	8.59	6.12	62.67
A - H	29.00	0.42	1.30	15.83	15.37	11.23	8.42	6.00	55.08
A - L	6.00	0.78	0.70	3.28	3.18	2.32	1.74	1.24	11.40

TABLEAU V1-3b

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 ALMELEC				COURANT I(A)
					22	34.4	54.6	75.50	
					M1=0.86	M1=1.25	M1=1.85	M1=2.35	
A - B	9.00	0.63	0.20	1.13	1.32	0.91	0.61	0.48	17.09
A - C	7.00	0.78	0.20	1.09	1.27	0.87	0.59	0.48	13.29
A - D	23.00	0.46	0.10	1.06	1.23	0.85	0.57	0.45	43.68
D - E	2.00	1.00	0.03	0.05	1.29	0.89	0.60	0.47	3.80
D - M	21.00	0.46	0.50	4.83	6.85	4.71	3.18	2.51	39.88
A - F	52.00	0.40	0.03	0.52	0.60	0.42	0.28	0.22	98.78
F - G	1.00	1.00	0.10	0.10	0.72	0.50	0.34	0.26	1.90
F - I	51.00	0.40	0.70	14.28	17.21	11.84	8.00	6.30	96.86
I - J	18.00	0.49	0.10	0.88	18.23	12.55	8.48	6.67	34.19
I - K	33.00	0.41	0.10	1.35	18.78	12.92	8.73	6.87	62.67
A - H	29.00	0.42	1.30	15.83	18.41	12.67	8.56	6.74	55.08
A - L	6.00	0.78	0.70	3.28	3.81	2.62	1.77	1.39	11.40

TABLEAU V1-3c

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 CUIVRE				COURANT I(A)
					38.2	48.3	59.7	74.90	
					M1=2.23	M1=2.63	M1=3.03	M1=3.48	
A - B	9.00	0.63	0.20	1.13	0.51	0.43	0.37	0.33	17.09
A - C	7.00	0.78	0.20	1.09	0.49	0.42	0.36	0.31	13.29
A - D	23.00	0.46	0.10	1.06	0.47	0.40	0.35	0.30	43.68
D - E	2.00	1.00	0.03	0.05	0.50	0.42	0.37	0.32	3.80
D - M	21.00	0.46	0.50	4.83	2.64	2.24	1.94	1.69	39.88
A - F	52.00	0.40	0.03	0.52	0.23	0.20	0.17	0.15	98.78
F - G	1.00	1.00	0.10	0.10	0.28	0.24	0.20	0.18	1.90
F - I	51.00	0.40	0.70	14.28	8.64	5.63	4.88	4.25	96.86
I - J	18.00	0.49	0.10	0.88	7.03	5.96	5.18	4.51	34.19
I - K	33.00	0.41	0.10	1.35	7.24	6.14	5.33	4.64	62.67
A - H	29.00	0.42	1.30	15.83	7.10	6.02	5.23	4.55	55.08
A - L	6.00	0.78	0.70	3.28	1.47	1.25	1.08	0.94	11.40

VARIANTE 2

TABLEAUX 3-3 VARIANTE2.MT

DISTRIBUTION EN MOYENNE TENSION

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 ALUMINIUM				COURANT I(A)
					25 M1=6.5	35 M1=8.8	50 M1=11.7	70 M1=16.5	
P - A	327.00	1.00	3.30	1.08	0.12	0.01	0.00	0.00	7.87

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 CUIVRE				COURANT I(A)
					7.1 M1=3.4	12.6 M1=5.7	14.1 M1=6.2	19.8 M1=8.4	
P - A	327.00	1.00	3.30	1.08	0.32	0.18	0.17	0.13	7.87

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 ALMELEC				COURANT I(A)
					22 M1=5.4	34.4 M1=7.9	54.6 M1=11.6	75.5 M1=14.7	
P - A	327.00	1.00	3.30	1.08	0.20	0.14	0.09	0.07	7.87

TABLEAUX V2

LES VILLAGES MALICOUNDA EN DISTRIBUTION

BT

TABLEAU V2-a

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = Somme kPL/M1 ALUMINIUM				COURANT (A)
					25	35	50	70	
					M1=1.03	M1=1.41	M1=1.88	M1=2.64	
A - A1	7.00	0.63	0.05	0.22	0.21	0.16	0.12	0.08	13.29
A1 - A2	3.00	0.78	0.23	0.54	0.74	0.54	0.40	0.29	5.70
A1 - A3	4.00	0.78	0.18	0.56	0.76	0.55	0.42	0.30	7.60
A - A4	51.00	0.40	0.65	17.34	16.83	12.30	9.22	6.57	96.86
A4 - A5	35.00	0.41	0.40	6.74	22.41	16.37	12.28	8.74	86.47
A5 - A6	30.00	0.41	0.20	2.46	24.80	18.11	13.59	9.67	56.98
A5 - A7	5.00	0.63	0.55	1.73	24.09	17.60	13.20	8.40	9.50
A - A8	5.00	0.63	0.20	0.63	0.61	0.45	0.34	0.24	9.50
A - B1	117.00	0.40	1.40	65.52	63.61	46.47	34.85	24.82	222.21
B1 - B2	1.00	1.00	0.10	0.10	63.71	46.54	34.90	24.86	1.90
B1 - B3	116.00	0.40	0.30	13.92	77.13	56.34	42.26	30.09	220.31
B3 - B4	2.00	1.00	0.10	0.20	77.32	56.48	42.38	30.17	3.80
B3 - B5	114.00	0.40	0.07	2.96	80.00	68.44	43.83	31.21	216.51
B5 - B6	12.00	0.53	0.10	0.64	80.82	68.89	44.17	31.45	22.79
B5 - B7	102.00	0.40	0.12	4.90	84.78	61.91	46.44	33.07	193.72
B7 - B8	8.00	0.63	0.30	1.51	86.23	62.99	47.24	33.64	15.19
B7 - B9	10.00	0.63	0.50	3.15	87.82	64.15	48.11	34.26	18.99
B7 - B10	84.00	0.40	0.21	7.06	91.61	66.92	50.19	35.74	159.54
B10 - B11	14.00	0.53	0.20	1.48	93.05	67.97	50.98	36.30	26.59
B10 - B15	31.00	0.42	0.50	6.51	97.93	71.54	53.65	38.21	68.88
B10 - B12	37.00	0.41	0.07	0.99	92.57	67.62	50.71	36.11	70.27
B12 - B13	23.00	0.42	0.45	4.35	96.79	70.70	53.03	37.76	43.68
B12 - B14	14.00	0.53	0.45	3.34	95.81	69.99	52.49	37.38	26.59
A - C	147.00	0.40	1.75	102.90	99.90	72.98	54.73	38.98	279.19
C - C1	7.00	0.63	0.20	0.88	100.76	73.60	55.20	39.31	13.29
C - C2	9.00	0.63	0.20	1.13	101.00	73.78	55.34	39.41	17.09
C - C3	23.00	0.42	0.10	0.97	100.84	73.66	55.25	39.34	43.68
C3 - C4	2.00	1.00	0.05	0.10	100.94	73.73	55.30	39.38	3.80
C3 - C5	21.00	0.42	0.50	4.41	105.12	76.79	57.59	41.01	39.88
C - C6	6.00	0.78	0.70	3.28	103.08	75.30	56.48	40.22	11.40
C - C7	52.00	0.40	0.03	0.52	100.41	73.35	55.01	39.17	99.76
C7 - C8	1.00	1.00	0.10	0.10	100.50	73.42	55.06	39.21	1.80
C7 - C9	51.00	0.40	0.70	14.28	114.27	83.48	62.61	44.58	96.86
C9 - C10	18.00	0.49	0.10	0.88	115.13	84.10	63.08	44.92	34.19
C9 - C11	33.00	0.42	0.10	1.39	115.62	84.48	63.34	45.11	62.67
C - C12	29.00	0.44	1.30	16.69	116.01	84.74	63.56	45.26	55.08

TABLEAUX V2 (suite)

TABLEAU V2-B

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 ALMELEC				COURANT I(A)
					22	34.4	54.6	75.5	
					M1=0.86	M1=1.25	M1=1.85	M1=2.35	
A - A1	7.00	0.63	0.05	0.22	0.26	0.18	0.12	0.09	13.29
A1 - A2	3.00	0.78	0.23	0.54	0.88	0.61	0.41	0.32	6.70
A1 - A3	4.00	0.78	0.18	0.68	0.91	0.63	0.42	0.33	7.80
A - A4	51.00	0.40	0.85	17.34	20.16	13.87	9.37	7.38	96.88
A4 - A5	35.00	0.41	0.40	5.74	26.84	18.46	12.48	9.82	66.47
A5 - A6	30.00	0.41	0.20	2.46	29.70	20.43	13.81	10.87	58.98
A5 - A7	5.00	0.63	0.55	1.73	28.85	19.85	13.41	10.56	9.50
A - A8	6.00	0.63	0.20	0.63	0.73	0.50	0.34	0.27	9.50
A - B1	117.00	0.40	1.40	65.62	76.19	62.42	36.42	27.88	222.21
B1 - B2	1.00	1.00	0.10	0.10	76.30	62.60	36.47	27.92	1.90
B1 - B3	116.00	0.40	0.30	13.92	92.37	63.66	42.94	33.80	220.31
B3 - B4	2.00	1.00	0.10	0.20	92.60	63.71	43.05	33.89	3.80
B3 - B5	114.00	0.40	0.07	2.96	95.82	65.92	44.54	35.07	216.51
B5 - B6	12.00	0.63	0.10	0.64	96.66	66.43	44.89	36.34	22.79
B5 - B7	102.00	0.40	0.12	4.90	101.51	69.84	47.19	37.15	193.72
B7 - B8	8.00	0.63	0.30	1.51	103.27	71.05	48.01	37.79	15.19
B7 - B9	10.00	0.63	0.50	3.16	105.17	72.36	48.89	38.49	18.99
B7 - B10	84.00	0.40	0.21	7.06	109.72	75.48	51.00	40.15	159.54
B10 - B11	14.00	0.63	0.20	1.48	111.44	76.67	51.81	40.78	26.69
B10 - B15	31.00	0.42	0.50	6.51	117.29	80.69	54.52	42.92	58.88
B10 - B12	37.00	0.41	0.07	0.99	110.86	76.27	51.54	40.57	70.27
B12 - B13	23.00	0.42	0.45	4.35	115.92	79.76	53.89	42.42	43.88
B12 - B14	14.00	0.63	0.45	3.34	114.75	78.94	53.34	41.99	26.69
A - C	147.00	0.40	1.75	102.90	118.85	82.32	55.62	43.79	279.19
C - C1	7.00	0.63	0.20	0.88	120.68	83.03	56.10	44.16	13.29
C - C2	9.00	0.63	0.20	1.13	120.97	83.23	56.23	44.27	17.09
C - C3	23.00	0.42	0.10	0.97	120.77	83.09	56.14	44.20	43.88
C3 - C4	2.00	1.00	0.05	0.10	120.89	83.17	56.20	44.24	3.80
C3 - C5	21.00	0.42	0.50	4.41	125.90	86.62	58.53	46.07	39.88
C - C6	6.00	0.78	0.70	3.28	123.46	84.94	57.39	45.18	11.40
C - C7	52.00	0.40	0.03	0.52	120.26	82.74	55.90	44.01	98.76
C7 - C8	1.00	1.00	0.10	0.10	120.37	82.82	55.98	44.05	1.80
C7 - C9	51.00	0.40	0.70	14.28	136.66	94.16	63.62	60.09	96.86
C9 - C10	18.00	0.49	0.10	0.88	137.89	94.87	64.10	60.46	34.19
C9 - C11	33.00	0.42	0.10	1.39	138.47	95.27	64.37	60.67	62.67
C - C12	29.00	0.44	1.30	16.59	138.94	95.59	64.59	60.85	55.08

TABLEAUX V2 (suite)

TABLEAU V2-C

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = Somme kPL/M1 CUIVRE				COURANT I(A)
					38.2	48.3	59.7	74.9	
					2.23	M1=2.63	M1=3.03	M1=3.48	
A - A1	7.00	0.63	0.05	0.22	0.10	0.08	0.07	0.08	13.29
A1 - A2	3.00	0.78	0.23	0.64	0.34	0.29	0.25	0.22	5.70
A1 - A3	4.00	0.78	0.18	0.68	0.35	0.30	0.28	0.22	7.60
A - A4	51.00	0.40	0.85	17.34	7.78	6.59	5.72	4.98	98.88
A4 - A5	35.00	0.41	0.40	6.74	10.35	8.78	7.62	6.63	66.47
A5 - A6	30.00	0.41	0.20	2.46	11.45	9.71	8.43	7.34	56.98
A5 - A7	6.00	0.63	0.55	1.73	11.13	9.43	8.19	7.13	9.50
A - A8	5.00	0.63	0.20	0.63	0.28	0.24	0.21	0.18	9.50
A - B1	117.00	0.40	1.40	65.62	29.38	24.91	21.82	18.83	222.21
B1 - B2	1.00	1.00	0.10	0.10	29.43	24.85	21.88	18.88	1.90
B1 - B3	116.00	0.40	0.30	13.92	35.82	30.21	26.22	22.83	220.31
B3 - B4	2.00	1.00	0.10	0.20	35.71	30.28	26.28	22.89	3.80
B3 - B5	114.00	0.40	0.07	2.96	36.95	31.33	27.20	23.88	216.51
B5 - B6	12.00	0.63	0.10	0.64	37.24	31.57	27.41	23.88	22.79
B5 - B7	102.00	0.40	0.12	4.90	39.15	33.19	28.81	25.09	193.72
B7 - B8	8.00	0.63	0.30	1.61	39.83	33.77	29.31	25.52	15.19
B7 - B9	10.00	0.63	0.50	3.15	40.56	34.39	29.85	25.99	18.99
B7 - B10	84.00	0.40	0.21	7.06	42.31	35.88	31.14	27.11	159.54
B10 - B11	14.00	0.63	0.20	1.48	42.98	36.44	31.63	27.54	28.69
B10 - B15	31.00	0.42	0.50	6.61	45.23	38.35	33.29	28.98	58.88
B10 - B12	37.00	0.41	0.07	0.99	42.75	36.25	31.47	27.40	70.27
B12 - B13	23.00	0.42	0.45	4.35	44.70	37.80	32.90	28.65	43.68
B12 - B14	14.00	0.53	0.45	3.34	44.25	37.52	32.57	28.36	26.59
A - C	147.00	0.40	1.75	102.90	46.14	39.13	33.98	29.57	279.19
C - C1	7.00	0.63	0.20	0.88	46.54	39.46	34.25	29.82	13.29
C - C2	9.00	0.63	0.20	1.13	46.65	39.56	34.33	29.89	17.09
C - C3	23.00	0.42	0.10	0.97	46.68	39.49	34.28	29.86	43.68
C3 - C4	2.00	1.00	0.05	0.10	46.82	39.53	34.31	29.88	3.80
C3 - C5	21.00	0.42	0.50	4.41	46.55	41.17	35.73	31.11	39.88
C - C6	6.00	0.78	0.70	3.28	47.61	40.37	35.04	30.51	11.40
C - C7	62.00	0.40	0.03	0.62	46.38	39.32	34.13	29.72	98.76
C7 - C8	1.00	1.00	0.10	0.10	46.42	39.36	34.17	29.76	1.90
C7 - C9	51.00	0.40	0.70	14.28	62.78	44.75	38.84	33.82	98.88
C9 - C10	18.00	0.49	0.10	0.88	53.18	45.09	39.14	34.08	34.19
C9 - C11	33.00	0.42	0.10	1.39	53.40	45.28	39.30	34.22	82.67
C - C12	29.00	0.44	1.30	16.59	53.58	45.43	34.51	34.34	55.08

VARIANTE 3

TABLEAUX 3-4 VARIANTE3.MT

DISTRIBUTION EN M T

Trançon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 ALUMINIUM				COURANT I(A)
					25 M1=6.5	35 M1=8.8	50 M1=11.7	70 M1=16.5	
P - A	327.00	1.00	6.40	2.09	0.24	0.03	0.00	0.00	7.87
A - B	147.00	1.00	1.30	0.19	0.26	0.06	0.01	0.00	3.54

Trançon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 CUIVRE				COURANT I(A)
					7.1 M1=3.4	12.6 M1=6.7	14.1 M1=8.2	19.8 M1=8.4	
P - A	327.00	1.00	6.40	2.09	0.62	0.37	0.34	0.25	7.87
A - B	147.00	1.00	1.30	0.19	0.67	0.40	0.37	0.27	3.54

Trançon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 ALMELEC				COURANT I(A)
					22 M1=5.4	34.4 M1=7.9	54.8 M1=11.6	75.5 M1=14.7	
P - A	327.00	1.00	6.40	2.09	0.39	0.26	0.18	0.14	7.87
A - B	147.00	1.00	1.30	0.19	0.42	0.29	0.20	0.16	3.54

TABLEAUX V3-1

MALIC. BAMBARA-KARFABOUGOU-K.MEISSA

DISTRIB UTI ON BT

Trançon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 ALUMINIUM				COURANT I(A)
					25	35	50	70	
					M1=1.03	M1=1.41	M1=1.88	M1=2.64	
A - A1	14.00	0.53	0.20	1.48	1.44	1.05	0.79	0.56	26.59
A - A2	37.00	0.41	0.07	0.99	0.96	0.70	0.52	0.37	70.27
A2 - A3	23.00	0.46	0.45	4.76	5.58	4.08	3.08	2.18	43.88
A2 - A4	14.00	0.53	0.45	3.34	4.20	3.07	2.30	1.64	26.59
A - A5	31.00	0.41	0.50	6.35	6.17	4.51	3.38	2.41	58.88
A - A6	98.00	0.40	0.21	8.23	7.99	5.84	4.38	3.12	186.12
A6 - A7	10.00	0.63	0.50	3.15	11.05	8.07	6.05	4.31	18.99
A6 - A8	8.00	0.63	0.30	1.51	9.46	6.81	5.18	3.69	15.19
A6 - A9	80.00	0.40	0.12	3.84	11.72	8.58	6.42	4.57	161.94
A9 - A10	12.00	0.63	0.10	0.76	12.45	9.10	6.82	4.86	22.79
A9 - A11	68.00	0.40	0.07	1.77	13.44	9.82	7.36	5.24	129.15
A11 - A12	2.00	1.00	0.10	0.20	13.63	9.96	7.47	5.32	3.80
A11 - A13	66.00	0.40	0.30	7.92	21.13	15.43	11.57	8.24	126.35
A13 - A14	1.00	1.00	0.10	0.10	21.22	15.50	11.63	8.28	1.90
A13 - C	65.00	0.40	1.30	33.80	63.94	39.40	29.55	21.05	123.45
C - C1	5.00	0.78	0.20	0.78	54.70	39.96	29.97	21.34	9.50
C - C2	7.00	0.78	0.05	0.27	54.21	39.60	29.70	21.15	13.29
C2 - C3	3.00	1.00	0.23	0.69	54.88	40.09	30.07	21.41	5.70
C2 - C4	4.00	0.78	0.18	0.56	54.75	40.00	30.00	21.36	7.60
C - C5	51.00	0.40	0.85	17.34	70.78	51.70	38.78	27.61	96.86
C5 - C6	35.00	0.41	0.40	5.74	76.35	55.77	41.83	29.79	66.47
C6 - C7	30.00	0.41	0.20	2.46	78.74	57.52	43.14	30.72	56.98
C6 - C8	5.00	0.78	0.55	2.15	78.43	57.29	42.97	30.60	9.50

Trançon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 ALMELEC				COURANT I(A)
					22	34.4	54.6	75.5	
					M1=0.86	M1=1.25	M1=1.85	M1=2.35	
A - A1	14.00	0.53	0.20	1.48	1.73	1.19	0.80	0.63	26.59
A - A2	37.00	0.41	0.07	0.99	1.16	0.79	0.53	0.42	70.27
A2 - A3	23.00	0.46	0.45	4.76	6.68	4.60	3.11	2.45	43.88
A2 - A4	14.00	0.53	0.45	3.34	5.03	3.46	2.34	1.84	26.59
A - A5	31.00	0.41	0.50	6.35	7.39	5.08	3.44	2.70	58.88
A - A6	98.00	0.40	0.21	8.23	9.57	6.59	4.45	3.50	186.12
A6 - A7	10.00	0.63	0.50	3.15	13.23	9.11	6.15	4.84	18.99
A6 - A8	8.00	0.63	0.30	1.51	11.33	7.80	5.27	4.15	15.19
A6 - A9	80.00	0.40	0.12	3.84	14.04	9.66	6.53	5.14	161.94
A9 - A10	12.00	0.63	0.10	0.76	14.92	10.26	6.93	5.46	22.79
A9 - A11	68.00	0.40	0.07	1.77	16.09	11.07	7.48	5.89	129.15
A11 - A12	2.00	1.00	0.10	0.20	16.33	11.23	7.59	5.97	3.80
A11 - A13	66.00	0.40	0.30	7.92	26.30	17.41	11.76	9.26	126.35
A13 - A14	1.00	1.00	0.10	0.10	26.42	17.49	11.82	9.30	1.90
A13 - C	65.00	0.40	1.30	33.80	64.60	44.46	30.03	23.64	123.45
C - C1	5.00	0.78	0.20	0.78	65.51	45.07	30.45	23.97	9.50
C - C2	7.00	0.78	0.05	0.27	64.92	44.67	30.18	23.76	13.29
C2 - C3	3.00	1.00	0.23	0.69	66.72	45.22	30.55	24.05	5.70
C2 - C4	4.00	0.78	0.18	0.56	65.58	45.12	30.48	24.00	7.60
C - C5	51.00	0.40	0.85	17.34	84.77	58.32	39.41	31.02	96.86
C5 - C6	35.00	0.41	0.40	5.74	91.44	62.91	42.51	33.46	66.47
C6 - C7	30.00	0.41	0.20	2.46	94.30	64.88	43.84	34.51	56.98
C6 - C8	5.00	0.78	0.55	2.15	93.94	64.63	43.67	34.38	9.50

TABLEAUX V3-1

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = Somme kPL/M1 CUIVRE				COURANT I(A)
					38.2	48.3	59.7	74.9	
					M1=2.23	M1=2.83	M1=3.03	M1=3.48	
A - A1	14.00	0.63	0.20	1.48	0.87	0.68	0.49	0.43	28.69
A - A2	37.00	0.41	0.07	0.99	0.44	0.37	0.33	0.28	70.27
A2 - A3	23.00	0.46	0.45	4.76	2.58	2.19	1.90	1.65	43.68
A2 - A4	14.00	0.53	0.45	3.34	1.94	1.64	1.43	1.24	28.59
A - A5	31.00	0.41	0.50	6.35	2.85	2.42	2.10	1.83	58.88
A - A8	98.00	0.40	0.21	8.23	3.69	3.13	2.72	2.37	186.12
A8 - A7	10.00	0.63	0.50	3.15	5.10	4.33	3.76	3.27	18.99
A8 - A8	8.00	0.63	0.30	1.51	4.37	3.70	3.22	2.80	15.19
A8 - A9	80.00	0.40	0.12	3.84	5.41	4.59	3.98	3.47	151.04
A9 - A10	12.00	0.63	0.10	0.76	6.75	4.88	4.23	3.69	22.79
A9 - A11	68.00	0.40	0.07	1.77	6.21	5.26	4.57	3.98	129.15
A11 - A12	2.00	1.00	0.10	0.20	6.30	5.34	4.63	4.03	3.80
A11 - A13	68.00	0.40	0.30	7.92	9.78	8.27	7.18	6.25	125.35
A13 - A14	1.00	1.00	0.10	0.10	9.80	8.31	7.21	6.28	1.90
A13 - C	65.00	0.40	1.30	33.80	24.91	21.13	18.34	15.97	123.45
C - C1	5.00	0.78	0.20	0.78	26.26	21.42	18.59	16.19	9.50
C - C2	7.00	0.78	0.05	0.27	25.04	21.23	18.43	16.04	13.29
C2 - C3	3.00	1.00	0.23	0.69	25.35	21.49	18.65	16.24	5.70
C2 - C4	4.00	0.78	0.18	0.56	25.29	21.44	18.61	16.21	7.80
C - C5	51.00	0.40	0.85	17.34	32.89	27.72	24.08	20.95	98.88
C5 - C8	35.00	0.41	0.40	5.74	35.28	29.90	25.95	22.80	68.47
C8 - C7	30.00	0.41	0.20	2.46	36.37	30.84	26.77	23.30	58.98
C8 - C8	5.00	0.78	0.55	2.15	36.23	30.72	26.66	23.21	9.50

TABLEAUX V3-2

VILLAGE MALICOUDA WOLOF (KEUR MEISSA et SATELLITES)
DISTRIBUTION EN BT

TABLEAU V3-2a

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 ALUMINIUM				COURANT I(A)
					25	35	50	70	
					M1=1.03	M1=1.41	M1=1.88	M1=2.64	
A - B	9.00	0.63	0.20	1.13	1.10	0.80	0.60	0.43	17.09
A - C	7.00	0.78	0.20	1.09	1.06	0.77	0.58	0.41	13.29
A - D	23.00	0.46	0.10	1.06	1.03	0.75	0.58	0.40	43.68
D - E	2.00	1.00	0.03	0.05	1.08	0.79	0.58	0.42	3.80
D - M	21.00	0.46	0.50	4.83	5.72	4.18	3.13	2.23	39.88
A - F	52.00	0.40	0.03	0.52	0.50	0.37	0.28	0.20	98.76
F - G	1.00	1.00	0.10	0.10	0.60	0.44	0.33	0.23	1.80
F - I	51.00	0.40	0.70	14.28	14.37	10.50	7.87	5.61	96.86
I - J	18.00	0.49	0.10	0.88	15.23	11.12	8.34	5.94	34.19
I - K	33.00	0.41	0.10	1.35	15.68	11.46	8.59	6.12	62.67
A - H	29.00	0.42	1.30	15.83	15.37	11.23	8.42	6.00	55.08
A - L	6.00	0.78	0.70	3.28	3.18	2.32	1.74	1.24	11.40

TABLEAU V3-2b

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 ALMELEC				COURANT I(A)
					22	34.4	54.6	75.50	
					M1=0.86	M1=1.25	M1=1.85	M1=2.35	
A - B	9.00	0.63	0.20	1.13	1.32	0.91	0.81	0.48	17.09
A - C	7.00	0.78	0.20	1.09	1.27	0.87	0.59	0.46	13.29
A - D	23.00	0.46	0.10	1.06	1.23	0.85	0.57	0.45	43.68
D - E	2.00	1.00	0.03	0.05	1.29	0.89	0.60	0.47	3.80
D - M	21.00	0.46	0.50	4.83	6.85	4.71	3.18	2.51	39.88
A - F	52.00	0.40	0.03	0.52	0.60	0.42	0.28	0.22	98.76
F - G	1.00	1.00	0.10	0.10	0.72	0.50	0.34	0.26	1.80
F - I	51.00	0.40	0.70	14.28	17.21	11.84	8.00	6.30	96.86
I - J	18.00	0.49	0.10	0.88	18.23	12.55	8.48	6.67	34.19
I - K	33.00	0.41	0.10	1.35	18.78	12.92	8.73	6.87	62.67
A - H	29.00	0.42	1.30	15.83	18.41	12.87	8.56	6.74	55.08
A - L	6.00	0.78	0.70	3.28	3.81	2.62	1.77	1.39	11.40

TABLEAU V3-2c

Tronçon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en kW.km	u = SommekPL/M1 CUIVRE				COURANT I(A)
					38.2	48.3	59.7	74.90	
					M1=2.23	M1=2.63	M1=3.03	M1=3.48	
A - B	9.00	0.63	0.20	1.13	0.51	0.43	0.37	0.33	17.09
A - C	7.00	0.78	0.20	1.09	0.49	0.42	0.36	0.31	13.29
A - D	23.00	0.46	0.10	1.06	0.47	0.40	0.35	0.30	43.68
D - E	2.00	1.00	0.03	0.05	0.50	0.42	0.37	0.32	3.80
D - M	21.00	0.46	0.50	4.83	2.64	2.24	1.94	1.69	39.88
A - F	52.00	0.40	0.03	0.52	0.23	0.20	0.17	0.15	98.76
F - G	1.00	1.00	0.10	0.10	0.28	0.24	0.20	0.18	1.80
F - I	51.00	0.40	0.70	14.28	6.64	5.63	4.88	4.25	96.86
I - J	18.00	0.49	0.10	0.88	7.03	5.96	5.18	4.51	34.19
I - K	33.00	0.41	0.10	1.35	7.24	6.14	5.33	4.64	62.67
A - H	29.00	0.42	1.30	15.83	7.10	6.02	5.23	4.55	55.08
A - L	6.00	0.78	0.70	3.28	1.47	1.25	1.08	0.94	11.40

**CALCULS ELECTRIQUES
MALT**

TABLEAUX 3-6 MALT.MT

DISTRIBUTION EN MOYENNE TENSION

Trançon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 ALUMINIUM				COURANT I(A)
					25 M1=6.5	36 M1=8.8	50 M1=11.7	70 M1=16.5	
P - A	327.00	1.00	5.40	1.77	0.20	0.02	0.00	0.00	7.87
A - B	210.00	1.00	1.30	0.27	0.23	0.05	0.01	0.00	5.05
B - C	51.00	1.00	1.25	0.08	0.24	0.08	0.01	0.00	1.23
B - D	147.00	1.00	1.75	0.26	0.26	0.08	0.01	0.00	3.54

Trançon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 CUIVRE				COURANT I(A)
					7.1 M1=3.4	12.6 M1=6.7	14.1 M1=8.2	19.6 M1=8.4	
P - A	327.00	1.00	5.40	1.77	0.52	0.31	0.28	0.21	7.87
A - B	210.00	1.00	1.30	0.27	0.60	0.36	0.33	0.24	5.05
B - C	51.00	1.00	1.25	0.08	0.62	0.37	0.34	0.25	1.23
B - D	147.00	1.00	1.75	0.26	0.68	0.40	0.37	0.03	3.54

Trançon	somme P(KW)	k	Distances L(km)	Somme kPL en MW.km	u = SommekPL/M1 ALMELEC				COURANT I(A)
					22 M1=5.4	34.4 M1=7.9	54.6 M1=11.6	75.5 M1=14.7	
P - A	327.00	1.00	5.40	1.77	0.33	0.22	0.15	0.12	7.87
A - B	210.00	1.00	1.30	0.27	0.38	0.26	0.18	0.14	5.05
B - C	51.00	1.00	1.25	0.08	0.39	0.27	0.16	0.14	1.23
B - D	147.00	1.00	1.75	0.26	0.43	0.29	0.20	0.16	3.54

**CALCULS MECANIQUES
TRIPHASES**

CALCULS MECANIQUES DES CONDUCTEURS MT

TABLEAUX 5-1

ALUMINIUM

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		FACTEUR DE SECURITE	FLECHE EN m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)		
27.8	8.75	478	5.707434	0.002703	4.5	1.92	38.54608	3.639	4.705221	0.928497
34.4	7.5	578	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80666	8.077	2.755337	0.555496
43.1	8.4	690	5.336426	0.002701	3.59	1.65	46.02683	5.868	2.728234	0.575522
54.8	9.45	880	5.250305	0.002695	3.24	1.53	50.67913	5.8	2.715675	0.580830
75.5	11.25	1293	5.708609	0.002715	2.82	1.4	63.80153	6.19	2.788892	0.548387
93	12.5	1663	5.602150	0.002721	2.58	1.33	69.17914	6.095	2.757416	0.558138
117	14	1917	5.461538	0.002716	2.34	1.27	75.99952	6.87	2.744491	0.568805
148.1	15.75	2371	5.338484	0.002715	2.13	1.22	83.81493	5.87	2.727334	0.578322

ALMELEC

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		FACTEUR DE SECURITE	FLECHE EN m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALMELEC m	tension t(en hbar)		
22	8	880	10.30303	0.002702	2.08	1.92	379.4984	8.54	3.619331	0.385522
34.4	7.5	1185	11.28875	0.002700	4	1.77	88.57948	9.88	3.505825	0.349458
43.1	8.4	1390	10.75019	0.002701	3.59	1.65	92.72073	9.18	3.520805	0.368886
54.8	9.45	1760	10.74481	0.002698	3.24	1.53	1037.154	7.99	4.034348	0.042182
75.5	11.25	2430	10.72847	0.002715	2.82	1.4	119.9054	8.35	3.854542	0.408629
93	12.5	3000	10.75288	0.002721	2.58	1.33	132.7814	8.57	3.764088	0.398949
117	14	3765	10.72849	0.002718	2.34	1.27	149.2835	8.718	3.892001	0.389601
148	15.75	4760	10.72072	0.002717	2.13	1.22	167.8646	8.851	3.633732	0.383803

CUIVRE

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		FACTEUR DE SECURITE	FLECHE EN m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	CUIVRE m	tension t(en hbar)		
22	8	910	13.78787	0.00889	1.78	1.14	84.29150	12.029	3.438659	0.923809
29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.83	1.11	94.28270	11.825	3.420184	0.940803
38.2	8	1530	13.35078	0.00893	1.51	1.09	106.2951	10.36	3.866057	1.077461
48.3	9	1940	13.38854	0.00893	1.42	1.07	119.3212	10.717	3.747842	1.041569
74.9	11.2	2970	13.21782	0.00893	1.28	1.04	147.3743	11.029	3.695327	1.012104

CALCULS MECANIQUES DES CONDUCTEURS BT

TABLEAUX 5-2

ALUMINIUM

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		FACTEUR DE SECURITE	FLECHE EN m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)		
27.8	6.75	476	5.707434	0.002703	4.5	1.92	38.54806	4.165	4.110998	0.129797
34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80666	5.672	2.952077	0.095225
43.1	8.4	690	5.336426	0.002701	3.59	1.65	46.02683	5.435	2.945589	0.099419
54.8	9.45	860	5.250305	0.002695	3.24	1.53	50.67913	5.352	2.942896	0.100712
75.5	11.25	1293	5.708609	0.002715	2.82	1.4	63.80153	5.798	2.954768	0.093706
93	12.5	1563	5.602150	0.002721	2.58	1.33	69.17914	5.892	2.952644	0.095624
117	14	1917	5.461538	0.002716	2.34	1.27	75.99952	5.556	2.948894	0.097790
148.1	15.75	2371	5.336484	0.002715	2.13	1.22	83.81493	5.435	2.945621	0.099937

ALMELEC

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		FACTEUR DE SECURITE	FLECHE EN m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALMELEC m	tension t(en hbar)		
22	6	660	10.30303	0.002702	2.08	1.92	379.4984	8.843	3.496317	0.361970
34.4	7.5	1165	11.28875	0.002700	4	1.77	88.57946	9.573	3.537687	0.352632
43.1	8.4	1390	10.75019	0.002701	3.59	1.65	92.72073	9.078	3.552608	0.372016
54.6	9.45	1760	10.74481	0.00269	3.24	1.53	1037.154	9.133	3.529446	0.036868
75.5	11.25	2430	10.72847	0.002716	2.82	1.4	119.9054	9.181	3.505656	0.369733
93	12.5	3000	10.75268	0.002721	2.58	1.33	132.7814	9.238	3.491888	0.368245
117	14	3765	10.72649	0.002718	2.34	1.27	149.2635	9.241	3.482251	0.367467
148	15.75	4760	10.72072	0.002717	2.13	1.22	167.8646	9.259	3.473610	0.366891

CUIVRE

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		FACTEUR DE SECURITE	FLECHE EN m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	CUIVRE m	tension t(en hbar)		
22	6	910	13.78787	0.00889	1.78	1.14	84.29150	10.575	3.911454	0.188132
29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	11.319	3.573079	0.157257
36.2	8	1530	13.35078	0.00893	1.51	1.09	108.2851	11.292	3.546967	0.158165
48.3	9	1940	13.38854	0.00893	1.42	1.07	119.3212	11.404	3.522065	0.158611
74.9	11.2	2970	13.21782	0.00893	1.28	1.04	147.3743	11.343	3.495800	0.157453

CALCULS MECANQUES DES SUPPORTS MT

TABLEAUX 5-3

EN ALIGNEMENT (poteaux hors agglomérations)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80668	6.08	40.5	121.5	0.555222	7.839135
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.47	108	324	0.483285	7.759183
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	7.66	37.8	113.4	1.452349	8.835944

EN ALIGNEMENT (poteaux en agglomérations a1=a2=40m)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80668	0.975	16.2	48.6	0.553989	7.837743
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	3.871	43.2	129.6	0.089287	7.321430
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	5.317	15.12	45.36	0.334775	7.594194

EN ALIGNEMENT (poteaux à la limite des agglomérations avec a1=100m, a2=40m)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80668	1.531	28.35	85.05	1.080417	8.422685
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.149	75.6	226.8	0.255120	7.505689
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	6.61	26.46	79.38	0.824697	8.138552

CALCULS MECANQUES DES SUPPORTS MT

TABLEAUX 5-4

EN ANGLE (poteaux hors agglomérations)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	578	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80668	6.08	40.5	43.32108	0.555222	7.839135
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.47	108	50.73238	0.483285	7.759183
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	7.66	37.8	51.38650	1.452349	8.835944

EN ANGLE (poteaux en agglomération a1=a2=40m)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	578	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80668	0.975	16.2	9.289848	0.553969	7.837743
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	3.871	43.2	31.78530	0.089287	7.321430
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	5.317	15.12	32.98488	0.334775	7.594194

EN ANGLE (poteaux à la limite des agglomérations avec a1=100m, a2=40m)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80668	1.531	28.35	15.29033	1.080417	8.422685
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.149	75.6	41.14021	0.255120	7.505689
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	6.81	26.46	42.85603	0.824697	8.138552

CALCULS MECANQUES DES SUPPORTS MT

TABLEAUX 5-5

EN ARRET

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80688	6.08	24.705	18.24	0.208598	7.451775
Alm 34.4	7.5	1185	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.47	65.88	13.41	0.178823	7.422025
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.83	1.11	94.28270	7.66	61.488	22.98	0.540419	7.822688

CALCULS MECANQUES DES SUPPORTS MI

TABLEAUX 5-6

EN DERIVATION (limite des agglomérations)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	m en hbar	w EN daN/m.mmm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		TENSION T EN daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1 (vent '480Pa)	m2 (vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80666	6.08	0.975	39.39466	0.555222	7.839135
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.47	3.871	47.88794	0.483265	7.759183
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	7.66	5.317	74.16386	1.452349	8.835944

CALCULS MECANIQUES
MALT

CALCULS MECANQUES DES SUPPORTS MALT

TABLEAUX 5-7

EN ALIGNEMENT (poteaux hors agglomérations)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80668	6.08	40.5	162	0.555222	7.839135
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.47	108	432	0.483265	7.759183
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	7.66	37.8	151.2	1.452349	8.835944

EN ALIGNEMENT (poteaux en agglomérations a1=a2=40m)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80668	6.08	16.2	64.8	0.088835	7.320928
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.47	16.2	64.8	0.077322	7.308136
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	7.66	15.12	60.48	0.232375	7.480417

EN ALIGNEMENT (poteaux à la limite des agglomérations avec a1=100m,a2=40m)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80668	6.08	28.35	113.4	0.272058	7.524509
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.47	28.35	113.4	0.236800	7.485333
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	7.66	26.46	105.84	0.711651	8.012946

CALCULS MECANIQUES DES SUPPORTS MALT

TABLEAUX 5-8

EN ANGLE (poteaux hors agglomérations)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80666	6.08	40.5	57.76142	0.555222	7.839135
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.47	108	67.64314	0.483265	7.759183
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	7.66	37.8	68.51534	1.452349	8.835944

EN ANGLE (poteaux en agglomérations a1=a2=40m)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80666	0.975	16.2	12.38646	0.553969	7.837743
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	3.871	43.2	42.38040	0.089287	7.321430
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	5.317	15.12	43.97985	0.334775	7.594194

EN ANGLE (poteaux à la limite des agglomérations avec a1=100m,a2=40m)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vent '480Pa)	m2(vent '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80666	1.531	28.35	20.38711	1.080417	8.422685
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.149	75.6	54.85361	0.255120	7.505689
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	6.61	26.46	57.14138	0.824697	8.138552

CALCULS MECANIQUE DES SUPPORTS MALT

TABLEAUX 5-9

EN ARRET (poteaux hors agglomérations)

SECTION	DIAM DU CONDUCT	CHARGE ADMISSIBL (daN)	tm en hbar	w EN daN/m.mm ²	COEFF SURCHARGE		PORTEES CRITIQUES		Effort V en daN	Force F en daN	FLECHE EN m	Hauteur H en m
					m1(vert '480Pa)	m2(vert '180Pa)	ALUMIN m	tension t(en hbar)				
AL 34.4	7.5	576	5.581395	0.002700	4	1.77	42.80668	6.08	24.705	24.32	0.206598	7.451775
Alm 34.4	7.5	1165	11.28875	0.001728	4	1.77	135.2982	4.47	65.88	17.88	0.179823	7.422025
Cu 29.3	7	1185	13.48122	0.0089	1.63	1.11	94.28270	7.66	61.488	30.64	0.540419	7.822688

LES FIGURES

FIGURES
SYSTEME TRIPHASE

LA MI



FIGURE 3-1

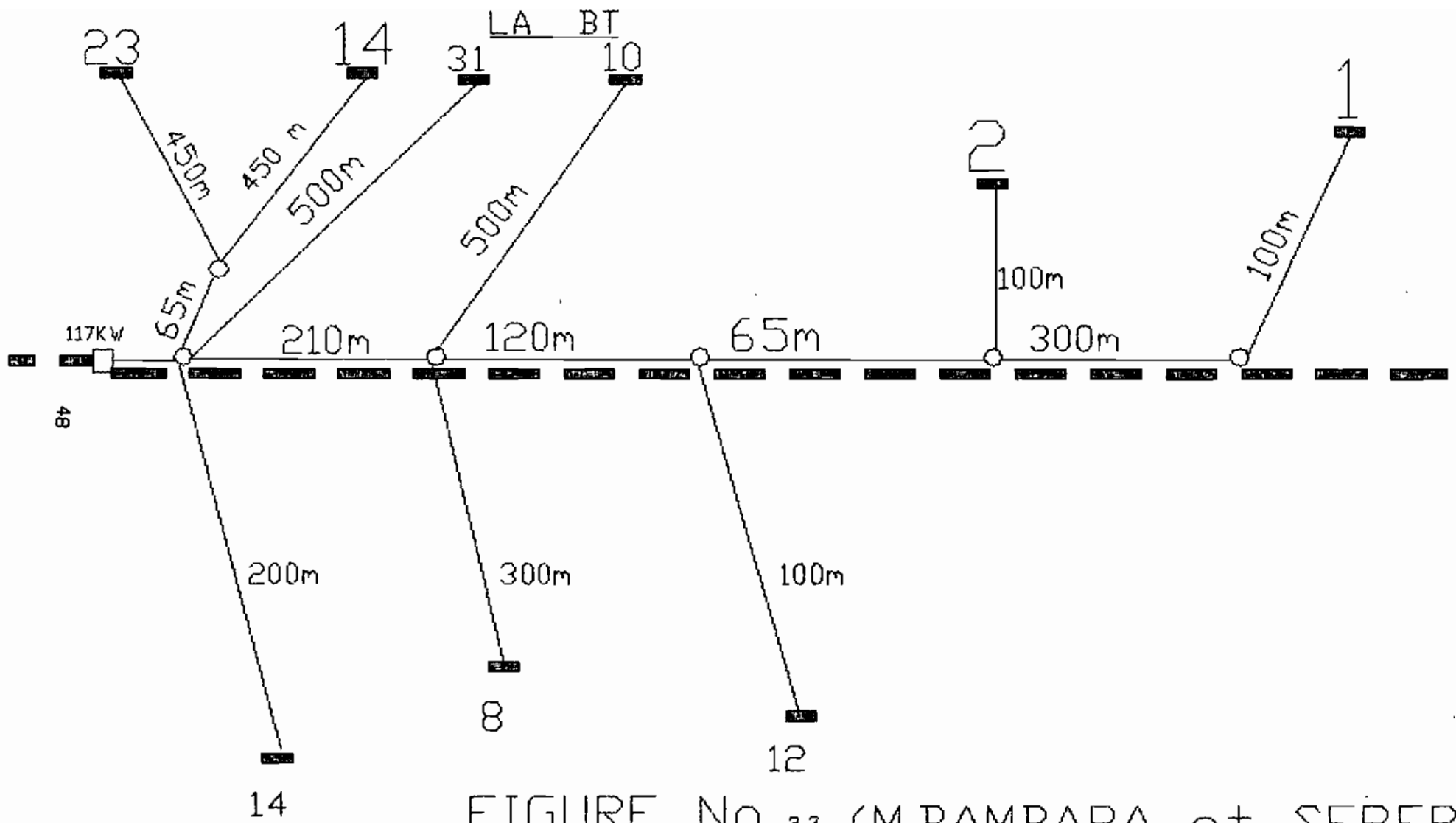


FIGURE No 3-2 (M.BAMBARA et SERERE)

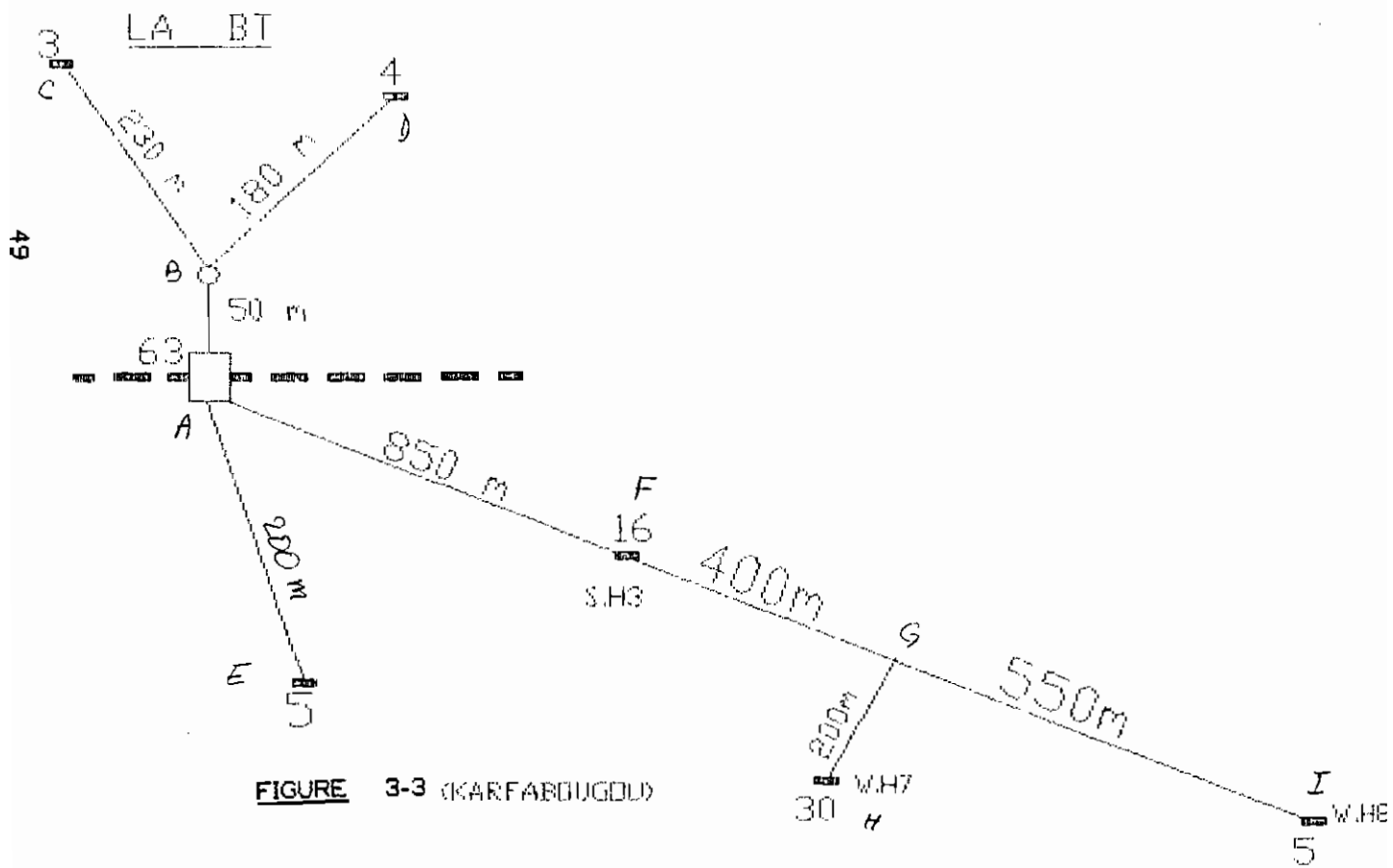


FIGURE 3-3 (KARFABBUQDU)

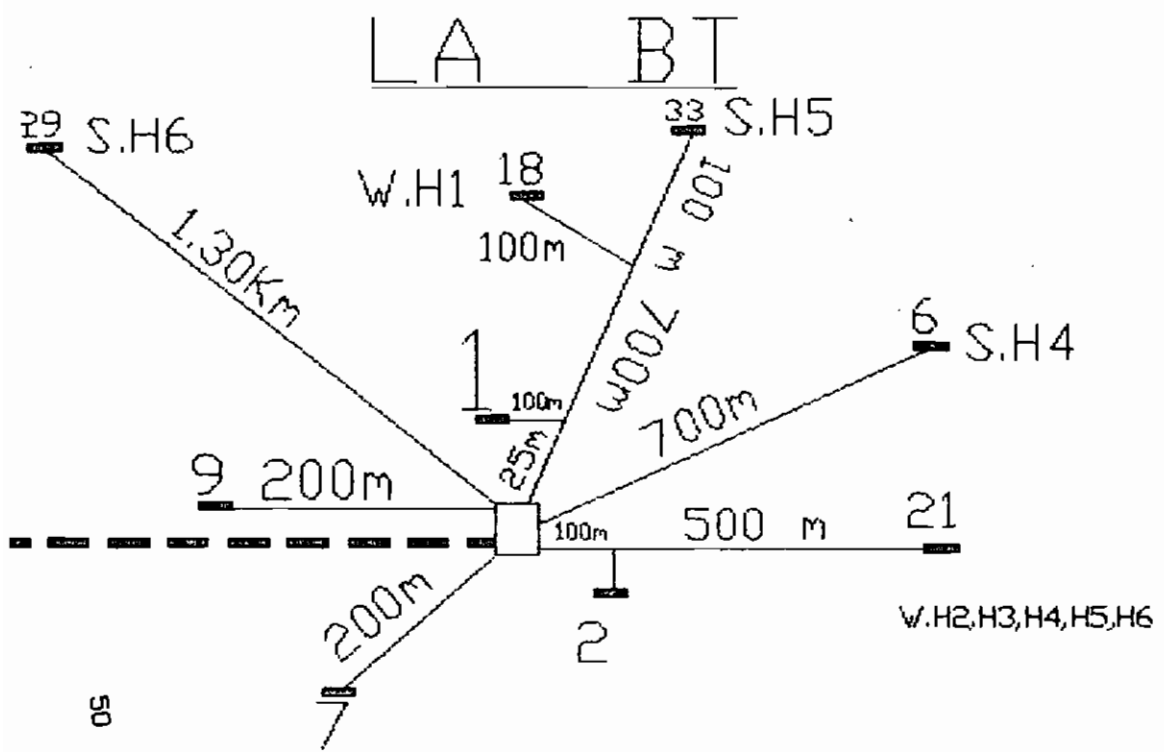


FIGURE No 3-4 (KEUR MEISSA: M. WOLOF)

LA MT



FIGURE No 3-5

DISTRIBUTION EN BT

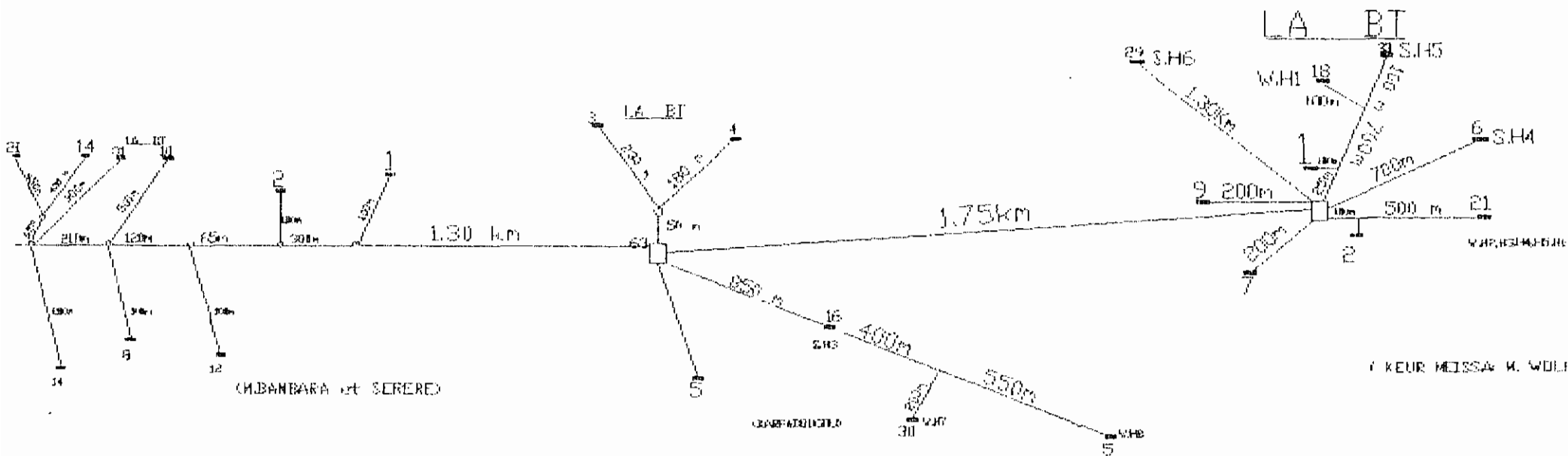


FIGURE No 3-6

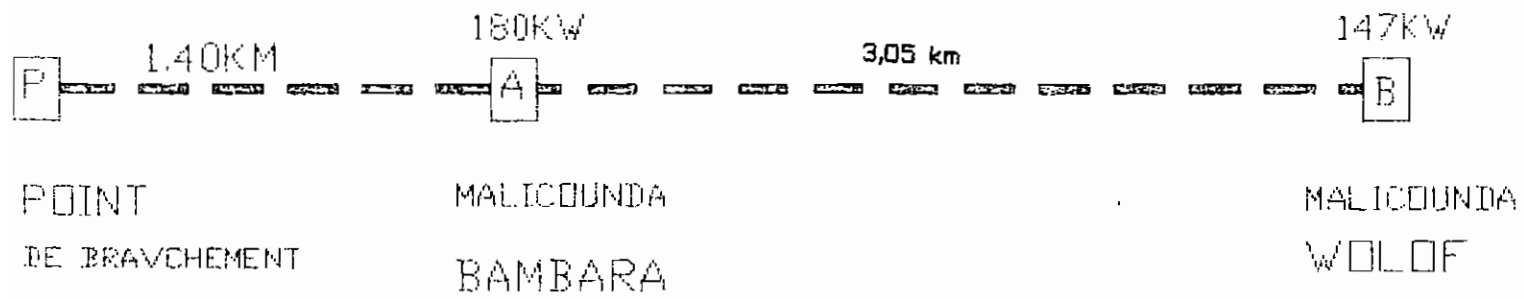


FIGURE 3-7

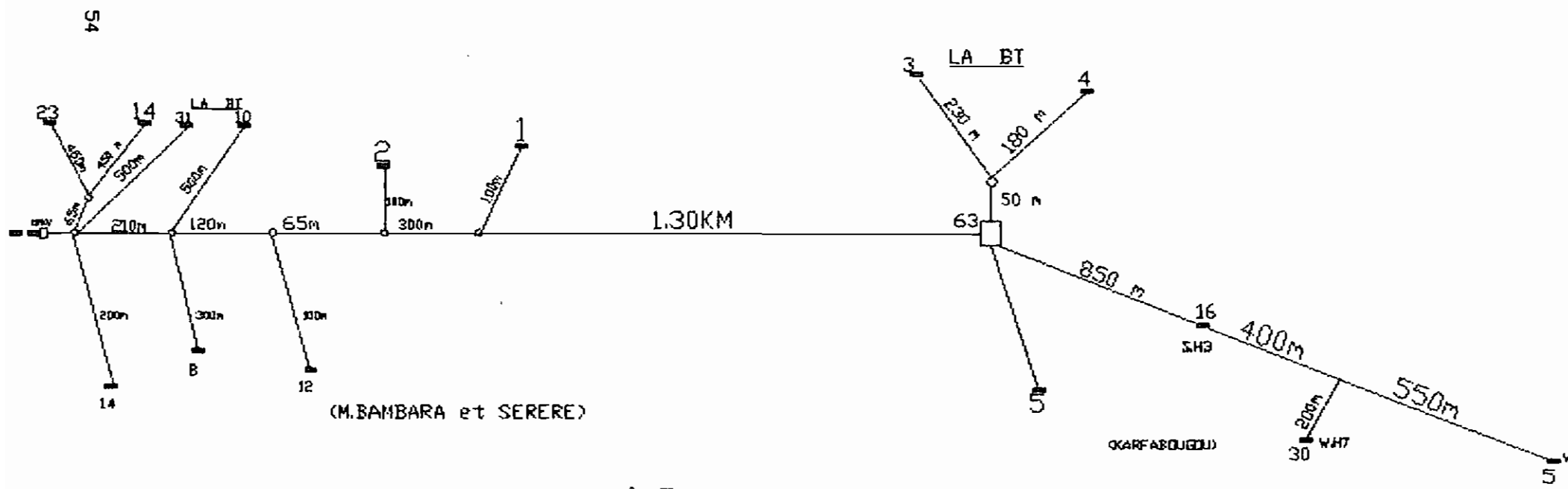


FIGURE 3-8

FIGURES
SYSTEME MALT

BRANCHEMENT MALT

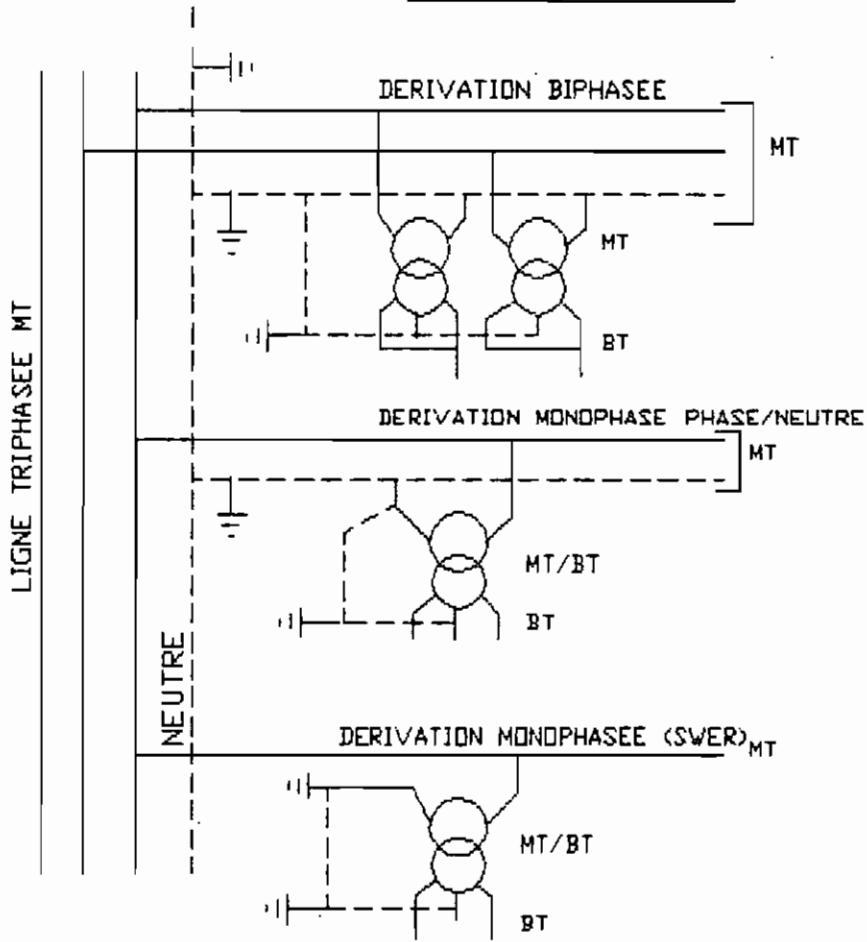


FIGURE No 3-9

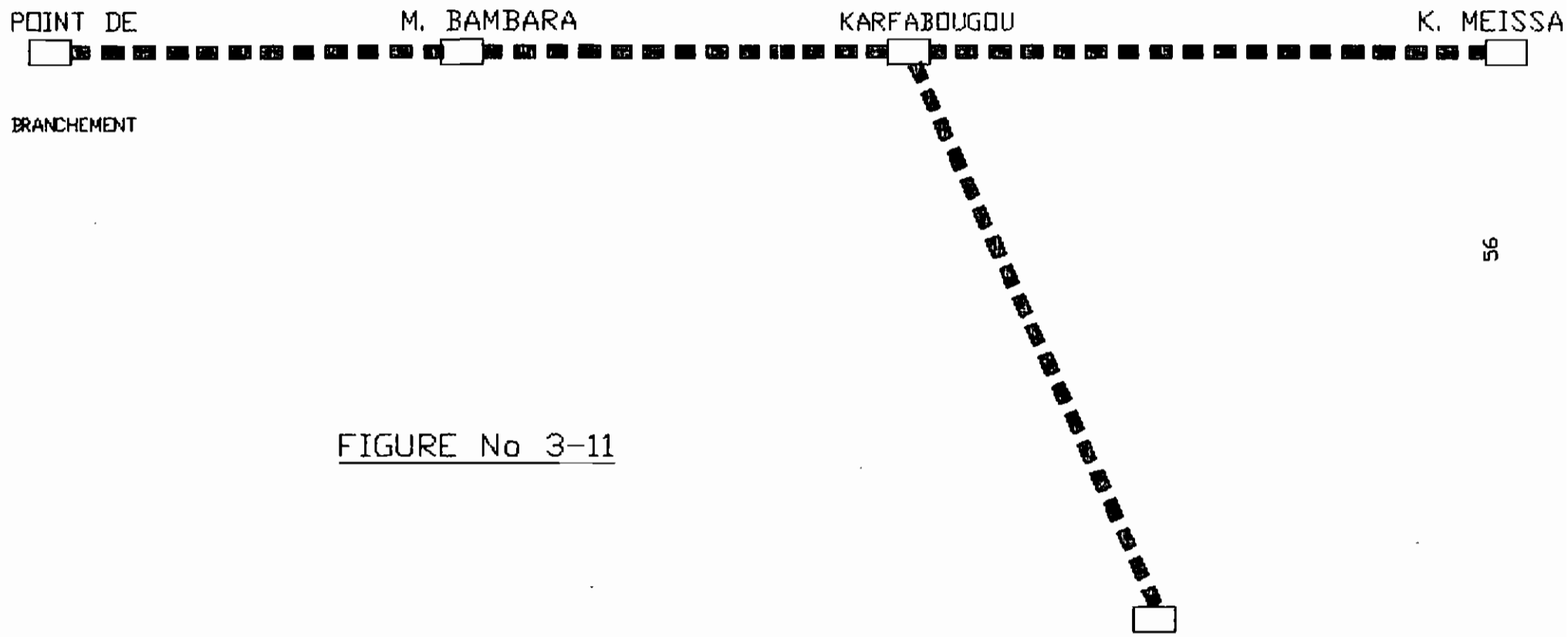


FIGURE No 3-11

LES PROTECTIONS

4-1- LES DEFAUTS RENCONTRES :

Les défauts se répartissent en deux types de défauts: les défauts fugitifs et les défauts permanents .

a) Défauts fugitifs (ou défauts transitoires) : Ce sont ceux qui disparaissent très vite et spontanément – soit en raison des caractéristiques du réseau (cas de nombreux défauts d'isolement entre phase et terre , lorsque le neutre est isolé et que les lignes n'ont pas une longueur trop grande) , soit parce que l'arc détruit la cause du court circuit – ou à la faveur d'une coupure brève de la tension (réseau à neutre à la terre avec disjoncteurs à réenclenchement automatique) . Leurs origines sont assez variées et restent parfois inconnues , mais elles sont très généralement exclusives de toute avarie préalable de la ligne . Ces défauts peuvent être provoqués par des orages , des condensations , la pollution de isolateurs , les oiseaux , de petites branches d'arbres ou autre débris végétaux , etc .

Les défauts fugitifs ne provoquent pas d'interruption de service durable et , en général , ne détériorent pas gravement les lignes , mais leur localisation est souvent souhaitable , en vue , de prendre des mesures propres à réduire leur nombre et éviter ainsi le fonctionnement trop fréquent du matériel d'interruption ; en effet on compte ,selon les réseaux , de 20 à 50 fois plus de défauts fugitifs que de défauts permanents .

b) Défauts permanents : Ce sont les défauts qui ne disparaissent ni spontanément ni par l'effet des dispositifs à réenclenchement automatique . Ils entraînent une interruption prolongées des lignes et obligent à procéder à une réparation plus ou moins longue .

Ces défauts ont également des causes variées , mais il faut souvent chercher leurs origines dans la défaillance du matériel celle-ci pouvant se produire spontanément (coup de foudre par exemple) , ou à la suite d'une détérioration progressive du matériel (manchon de jonction défectueux , isolateurs perforés dans une chaîne d'isolateurs) .

4-2- 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 défauts :

4-2-1- Protection contre la surtension :

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

rapidité d'action : certaines surtensions ont des durées inférieures à 1s tel est le cas de la foudre . Pour ces types de surtensions les **parafoudres** sont mieux indiqués . Ils protègent l'équipement tels que les transformateurs , les câbles , les régulateurs , les disjoncteurs et les interrupteurs .

▷ En Moyenne Tension :

Bien qu'il apparaisse souvent des surintensités dues à la surtension , la protection par coupe circuit et les différents déclencheurs ou relais , 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 SENELEC a une valeur de 10 ohms). Il faut prévoir pour chaque poste de

transformation (du côté MT comme du côté BT des transformateurs) des appareils de sectionnement automatique (disjoncteurs BT avec rimage thermique ou de fusibles HPC). Pour s'assurer de la coordination avec les différents appareils de sectionnement installés , il faut munir les disjoncteurs de départ de relais à temps inverse et de réenclenchement . Pour chaque départ il faut installer des IACM (Interrupteurs Aériens à Coupure Mécanique) ou des IACT pour permettre l'isolation pendant la recherche de défauts et de parafoudres .

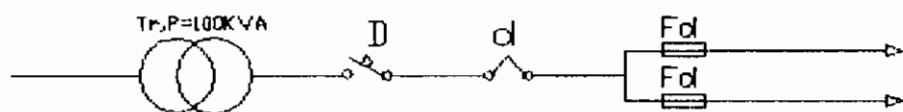
Pour le MALT , le problème de mise à la terre ne se pose pas : Dans le type de système MALT retenu la distribution est possible en triphasé et en monophasé . Il est donc important de munir chaque départ :

- d'un sectionneur-fusible monophasé installé sur chaque phase pour protéger le départ contre les défauts sur la dérivation ;
- d'un fusible monophasé pour la protection du transformateur .

Toutes ces recommandations sont faites en prévision d'un choix judicieux du matériel corroboré par un calcul sérieux qui s'effectuera dès que nous aurons toutes les données nécessaires à savoir les caractéristiques du poste de transformation où s'effectue la dérivation MT .

► **En basse Tension :**

Généralement la protection des réseaux aériens de distribution ruraux s'effectue suivant la figure 4-1 ci-après :



Tr : Transformateur MT/BT
D+d : Disjoncteur+declencheur
100 ou 400A
Fd : Fusible HPC départ poste

PROTECTIONS BT

CALCULS MECANIQUES

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 . En effet après la détermination électrique des caractéristiques des différents éléments , ces résultats pourront être confirmés ou infirmés par ceux des calculs mécaniques .

5-1 – CALCULS MECANIQUES DES CONDUCTEURS

5-1-1– CARACTERISTIQUES DES LIGNES AERIENNES DES CONDUCTEURS

Voir les caractéristiques à l'annexe B

5-1-2– BUT DES CALCULS

Le but de ces calculs des conducteurs de lignes aériennes consiste à étudier les variations de tensions mécaniques et des flèches afin de :

1)– S'assurer que dans les conditions de travail prévues , le facteur de sécurité des conducteurs est respecté,

2)– Vérifier les distances réglementaires à la flèche maximale (+65⁰C , sans vent) ou en régime de vent (+25⁰C , vent de 240 Pa)

3)– Déterminer les efforts exercés par les conducteurs sur les armements et les supports .

5-1-3– CONDITIONS DE POSE DES CONDUCTEURS (NFC 11-200)

Les règles en vigueur actuellement exigent , pour tous les conducteurs aériens , un coefficient de sécurité de 3 dans la plus défavorable des deux hypothèses suivantes:

5-1-3-1– HYPOTHESES REGLEMENTAIRES :

–A : Vent exerçant une pression de 800 Pa sur les surfaces planes (480 Pa sur

les surfaces longitudinales des conducteurs) à la température moyenne de la zone .

-B : Vent exerçant une pression de 300 Pa sur les surfaces planes (180 Pa sur les sections logitudinales des pièces à section circulaire) à la température minimale de la région .

5-1-3-2- HYPOTHESES RELATIVES AUX VIBRATIONS :

Pour éviter les effets néfastes des vibrations , il faut s'assurer que le coefficient de sécurité (3) est respecté dans les conditions les plus défavorables (65⁰ sans vent) . Mais en général on veille à ce que les forces de tractions ne dépassent pas 25% de la charge de rupture pour les conducteurs en cuivre et 18% pour les conducteurs en aluminium et ses alliages . Cependant si les dispositifs antivibratoires sont utilisés , ces valeurs peuvent se ramener à 24% pour l'aluminium et ses alliages .

5-1-3-3- SPECIFICATIONS EN VIGUEUR AU SENEGAL :

Dans les conditions de travail le facteur de sécurité à respecter est 3 . La flèche maximale réglementaire doit être vérifiée à 65⁰ sans vent (à 6m au-dessus du sol le long des voies publiques . Le paramètre doit être choisi dans la condition la plus défavorable (65⁰ sans vent) .

5-1-3-4- HYPOTHESE DE CALCUL :

Les paramètres sont choisis à 65⁰C sans vent

Les portées sont de 100m en MT et seront choisies en fonctions des conditions locales . Pour la BT elles seront de 40m .

5-1-4- CALCUL DES TENSIONS ET FLECHES

Une fois les conditions de poses définies nous pouvons calculer les tensions et les flèches des conducteurs en tenant compte du facteur de sécurité (qui est de 3 dans notre cas) et ainsi , adopter des sections respectant le critère

$$\text{tension de service} \leq \frac{\text{tension de rupture}}{3}$$

En effet la formule suivante nous permet de déterminer les tensions de pose en fonction de la tension maximale admissible , de la température de l'environnement et des caractéristiques du conducteur .

$$T^2 \left[T + \alpha E (\theta - \theta') + \frac{\bar{w}^2 E}{24} \frac{a^2 m^2}{T'^2} - T' \right] = \frac{\bar{w}^2 E}{24} a^2$$

a : est la portée en mètre

T : est la tension de pose à la température θ

T' : est la tension maximale en hbars

θ' : est la température en degré centigrade dans l'hypothèse considérée (+25°C ou + 10°C suivant que la portée est supérieure ou inférieure à la portée critique .

\bar{w} est la force de pesanteur agissant sur la masse de 1 m de longueur et 1mm^2 de section de conducteur en daN .

m est le coefficient de surcharge ($m=m_1$ avec vent de 480 Pa si la portée à calculer est supérieure à la portée critique ; $m=m_2$ si la portée à calculer est inférieure à la portée critique .

α est le coefficient de dilatation du câble.

E : est le module d'élasticité du câble en hbars .

La résolution de cette équation nécessite la connaissance des valeurs de m (en fonction de la portée critique a_c) .

$$m = \frac{\sqrt{P^2 + (Vd \times 10^{-3})^2}}{P}$$

et

$$a_c = \frac{T_m}{\bar{w}} \sqrt{\frac{24 \alpha (\theta - \theta')}{m_1^2 - m_2^2}}$$

D'amples explications sont données à propos de ces formules en annexe B.

Pour résoudre cette équation du 3^e degré le programme basic suivant peut être utile à ceux qui possèdent un micro-ordinateur . Dans le cas où on n'est pas en possession de micro , l'abaque de l'annexe B peut aussi être utilisé mais les résultats sont approximatifs .

LE PROGRAMME BASIC

```
10 REM ***PROGRAMME DE RESOLUTION DES EQUATIONS DU 3e DEGRE***
20 PI=3.1415926536#
30 DIM A(40),B(40),C(40)
40 CLS
50 PRINT : PRINT "EQUATION DU TROISIEME DEGRE"
60 PRINT
70 PRINT "RESOLUTION DE AX^3+BX^2+CX+D =0"
80 INPUT "A="; A
90 IF A=0 THEN PRINT : PRINT " A DOIT ETRE DIFFERENT DE 0 " : GOTO 80
100 INPUT "B="; B
110 INPUT "C="; C
120 INPUT "D="; D
130 PRINT
140 B=B/A/3 : C=C/3 : D=D/A
150 P=C-3*B*B
160 Q=D+B*(2*B*B-C)
170 T=Q*Q+4/27*P*P*P
180 IF T>0 THEN 320
190 IF T=0 THEN 280
200 REM *** CAS T<0 ***
210 T=SQR(-T)
220 X=PI/2+ATN(Q/T)
230 FOR K=1 TO 3
240 PRINT "X"; K ; "=" ; SQR(-4*P/3)*COS((X+2*K*PI)/3)-B
250 NEXT
260 GOTO 360
270 REM *** CAS T= 0 ***
280 PRINT "X1=" ; -SGN(Q)*(4*ABS(Q)^(1/3))-B
290 PRINT "X2=" ; SGN(Q)*(4*ABS(Q)^(1/3))-B ; "(DOUBLE)"
300 GOTO 360
310 REM *** CAS T) 0 ***
320 T=SQR(T)
330 X=SGN(T-Q)*(ABS(T-Q)/2)^(1/3)
340 X=X-SGN(T+Q)*(ABS(T+Q)/2)^(1/3)-B
350 PRINT "X=" ; X
360 PRINT
370 INPUT " VOULEZ-VOUS CONTINUER L'EXECUTION (Oui=1/Non=0) " ;Z
380 IF Z=1 THEN 40
390 PRINT
400 PRINT "
410 END
```

AU REVOIR ...

5-1-4-1 – SYSTEME TRIPHASE

LA MOYENNE TENSION :

Les résultats des calculs sont présentés sous forme de tableaux 5-1 au chapitre nommé "RESULTATS".

A travers le tableau correspondant à l'aluminium on constate que les facteurs de sécurité obtenus pour différentes sections sont, pour la plupart, inférieurs à 3 (qui était l'hypothèse de départ). Le maximum obtenu est 4,76 et le minimum est 2,71. Le facteur de sécurité de 4,76 engendrerait une masse de câble plus importante et donc nécessiterait des supports plus résistants. Cela pourrait rendre le projet plus onéreux. Un facteur de sécurité de 2,71 au contraire ne nécessite pas de supports très résistants mais le câble est beaucoup plus sollicité. Tout de même, 2,71 n'est pas très écarté de 3. Aussi la précision dans les calculs n'est pas la contrainte première de l'étude. Ainsi, on pourrait choisir les sections dont le facteur de sécurité est plus proche de 3. Donc les sections de $34,4\text{mm}^2$ et $75,5\text{mm}^2$ pourront être retenues. Cependant, la section de $34,4\text{mm}^2$ semble beaucoup plus intéressante car le coût par kilomètre du câble croît dans le même sens que sa section.

Le tableau correspondant à l'alumélec présente des coefficients de sécurité variant entre 3,49 et 4,1, donc des coefficients de sécurité supérieurs 3. Là encore, la section de $34,4\text{mm}^2$ est la meilleure lorsque le choix se tient dans le tableau. Le coefficient de sécurité correspondant à cette section est de 3,49. Ceci va engendrer des coûts supplémentaires, mais pas très importants par rapport à la situation avec un coefficient de sécurité de 3.

Le tableau correspondant au cuivre quant à lui, présente des facteurs de sécurité compris entre 3,37 et 3,85. En choisissant la section correspondant au minimum des facteurs de sécurité, nous arrivons à la section de $29,3\text{mm}^2$. Cette

section pose le problème d'investissement supplémentaire mais nous gagnerons en sécurité .

RECAPITULATION :

Les sections à retenir en MT pour des facteurs de sécurité très proches de 3 sont :

Aluminium : $34,4\text{mm}^2$

Almélec : $34,4\text{mm}^2$

Cuivre : $29,3\text{mm}^2$

LA BASSE TENSION :

La méthode demeure la même et les résultats sont consignés dans les tableaux 5-2 (voir le chapitre RESULTATS) . Pour ce qui du tableau concernant l'aluminium , les facteurs de sécurité obtenus après calcul se situent entre 2,94 et 4,11 . En ce qui concerne l'amélec , les facteurs sont de l'ordre de 3,5 . Quant au cuivre ces facteurs varient entre 3,5 à 3,9 . Dans chaque cas , en retenant le facteur de sécurité le plus proche de 3 , les sections suivantes pourront être utilisées :

Aluminium : 70 mm^2

Cette section nécessite une résistance beaucoup plus élevée des supports .

Almélec : 70 mm^2

Cuivre : $74,9\text{ mm}^2$

Pour ces matériaux les supports seront sous dimensionnés .

5-1-4-2- SYSTEME MALT

LA MOYENNE TENSION :

Les méthodes de calcul sont les mêmes et les résultats toujours représentés par les tableaux 5-2 . Donc les commentaires faits ci-dessus restent valables mais il faut

signaler que l'ajout du quatrième fil (le neutre) va engendrer des efforts plus élevés au niveau des supports .

5-2 – CALCULS MECANIQUES DES SUPPORTS

Les calculs mécaniques des supports permettent de déterminer les caractéristiques des supports à utiliser . Ces supports peuvent être des supports en alignements , en angle , en dérivation ou d'arrêt . Ils peuvent aussi être à ligne mixte . Le support doit à la fois résister à l'effort dû au vent sur lui-même et sur les conducteurs , et à l'effort de traction des conducteurs . Dans chaque type de support , sa résistance sera calculée en tenant compte du cas le plus défavorable dans les hypothèses (A ou B) des conditions de pose précédemment précisées . La hauteur du support sera obtenue à partir de la condition 65°C sans vent et la flèche maximale sera à au moins 6m au-dessus du sol . La résultante de toutes les forces est obtenue par l'expression suivante :

$$F = V \cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 2 T \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

V(daN) = effort du vent sur tous les conducteurs dans l'hypothèse la plus défavorable.

L'expression de V est :

$$V = (48 \text{ ou } 18) nD \frac{a_1 + a_2}{2}$$

avec n= nombre de conducteurs , D = diamètre du conducteur et a_1 , a_2 = portées adjacentes .

T(daN) = tension totale dans tous les conducteurs .

Dans notre cas les armements à utiliser sont des nappes-voûtes . Dans ce cas la norme prévoit une réduction des forces appliquées de :

- 90% pour les armements 140-75 et 170-75 ,
- 75% pour les armements 170-125 .

Ainsi , si F' est la résultante des efforts appliqués au support et F l'effort

réduit à 0,25m au-dessous du sommet du conducteur , nous avons la relation suivante :

$$F(h-0,25) = F' h'$$

où h et h' sont respectivement la hauteur sur sol du poteau et la hauteur du sol au point d'application de la force F' .

5-2-1-- HAUTEUR DU POTEAU

Elle est obtenue à partir de la formule suivante :

$$h = \frac{H}{10} + 0,5 \text{ (en mètres)}$$

Remarque :

Cette formule est celle qui est utilisée par la SENELEC .

On sait en outre que H est la somme de hauteur sur sol du poteau et de sa flèche maximale (c'est-à-dire que $H = 6 + f_{65^{\circ}\text{C}}$) . D'où on a :

$$H = (6 + 0,5 + f_{65^{\circ}\text{C}}) \frac{10}{9}$$

avec H(m) = hauteur totale du poteau . Mais il est important de déterminer la flèche maximale pour le type de conducteur qu'on veut utiliser (ceci se fait à 65°C sans vent). Rappelons que la flèche est donnée par l'expression suivante :

$$f = \frac{a^2 W}{8t}$$

Ce calcul s'effectuera pour les sections minimales retenues précédemment c'est-dire :

- Aluminium : 34,4mm²,

Almélec : 34,4mm²,

Cuivre : 29,3mm²,

pour la moyenne tension , et de :

- Aluminium : 75,5mm²

Cette section nécessite une résistance beaucoup plus élevée des supports .

– Almélec : 74,9 mm²,

– Cuivre : 74,9 mm²

pour la basse tension .

COMMENTAIRES SUR LES RESULTATS

Pour la Moyenne Tension :

En alignement (voir tableaux 5-3) , les efforts minimaux et les hauteurs de supports obtenus nous permettent de retenir les supports dont les caractéristiques sont les suivantes :

Pour le BOIS

Aluminium : support de 9m et 255 daN (S255)

Almélec : support de 9m et 575 daN (J/D)

Cuivre : support de 9m et 255 daN (S255)

Pour le BETON ARME

Aluminium : support de H=9m et F=250 daN

Almélec : support de 9m et F=650 daN

Cuivre : support de 9m et F=250 daN

Les mêmes conclusions sont valables pour le cuivre et l'almélec . Elles demeurent aussi valables en angle et en dérivation .

Remarque :

FCT = facteur de résistance Transversale .

Pour la Basse Tension :

Les commentaires restent les même dans tous les cas de pose sauf en alignement hors des agglomérations où l'almélec requiert un support beaucoup plus résistant (plus de 432 daN) . Les résultats sont présentés dans le tableaux 5-7 , 5-8 , 5-9 .

5-3 – CALCULS MECANIQUES DES ARMEMENTS

Cette partie consiste en un choix du type d'armement à utiliser . La désignation des familles d'armements utilisées par EDF [2] sont :

	50	50
	60	60
140-75	70	70
	80	80

	50	50
	60	60
170-75	70	70
	80	80

	50	50
	60	60
170-125	70	70
	80	80

prévu en principe pour les lignes 30kV

significations :

140 ou 170 – écartement entre conducteurs en cm

75 ou 125 – distance en cm au-dessus du sommet du support de la résultante des efforts horizontaux dus aux conducteurs .

- Le premier nombre indique l'échantillon de cornière constituant la traverse .
- Le second nombre indique l'échantillon de cornière constituant les moments .

Par exemple :

L'armement 140-75 50 60 désigne un armement de 140 cm d'écartement entre conducteurs dont la résultante des efforts horizontaux dus aux conducteurs est à 75

cm au-dessus du sommet du poteau et constitué par une traverse en cornière de 50 et deux montants en cornière de 60 .

Remarque :

La norme précise que les angles souples sur armements nappe-voûte ne sont tolérés que pour des angles inférieurs à 9 degré .

Quelques exemples d'armements du type nappe-voûte et leurs caractéristiques sont donnés à la page suivante .

Le choix d l'armement se base sur l'écartement disponible sur celui-ci comparé à l'écartement nécessaire aux conducteurs .

5-3-1- CALCUL DE L'ECARTEMENT ENTRE CONDUCTEURS

L'écartement se détermine à l'aide de la formule :

$$e = 0,8 \left[k \sqrt{f_{65^{\circ}\text{C}} + L} + \frac{U}{150} \right]$$

dans laquelle :

e = écartement minimale horizontal entre conducteurs , en m

k = coefficient dépendant de la nature du conducteur

$$k = \begin{cases} 0,75 & \text{pour le cuivre} \\ 0,90 & \text{pour l'aluminium et l'almélec} \end{cases}$$

$f_{65^{\circ}\text{C}}$ = flèche à 65°C sans vent (en m)

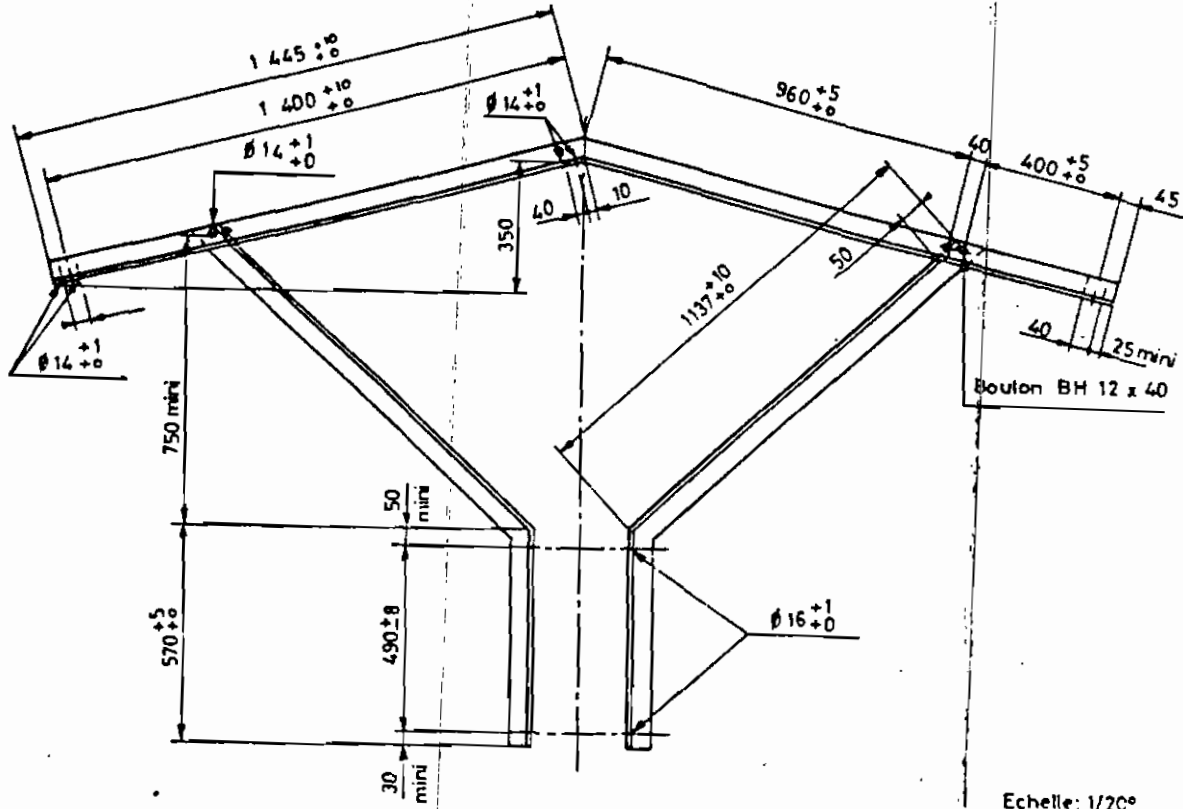
L = longueur libre de la chaîne en m

L = 0,50m pour une chaîne d'alignement à 3 éléments ,

L = 0,40m pour une chaîne d'alignement à deux (2) éléments ,

L = 0 pour une portée ancrée à chaque extrémité . Prendre $\frac{L}{2}$ pour une portée avec un seul ancrage

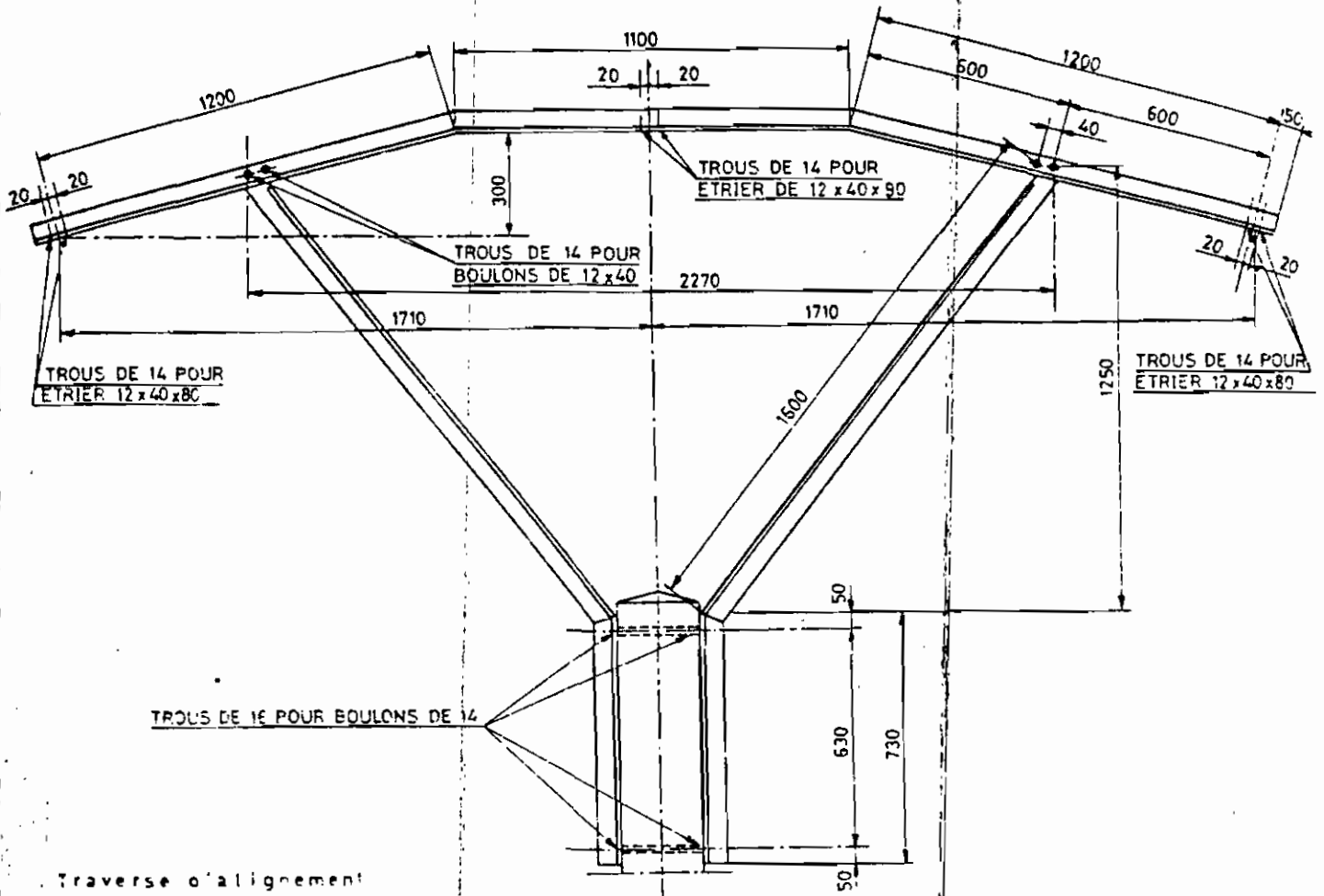
2 - NAPPE-VOUTE 140-75



Echelle: 1/20°

Désignation	N° Nomenclature	Masse approximative (kg)	Désignation	N° Nomenclature	Masse approximative (kg)
N 50_50		25	N 70_50		35
N 50_60		31	N 70_60		41
N 50_70		37	N 70_70		47
N 50_80		45	N 70_80		55
N 60_50		30	N 80_50		42
N 60_60		36	N 80_60		47
N 60_70		42	N 80_70		54
N 60_80		50	N 80_80		62

4 - NAPPE-VOUTE 170-125



<u>POIDS</u> (kg) <u>DES TRAVERSEES</u>	L 50	14,500 kg	<u>POIDS</u> <u>D'UNE PAIRE</u> <u>DE MONTANTS</u>	L 50	19,500 kg
	L 60	20,400 kg		L 60	27,600 kg
	L 70	27,700 kg		L 70	36,400 kg
	L 80	35,800 kg		L 80	47,500 kg

LES RESULTATS

En appliquant cette formule , on obtient pour les différents cas pose des conducteurs les résultats ci-après :

			MT	BT
		Flèche max en m	écartement e en m	écartement e en m
ALIGNEMENT	Aluminium	0.555	0.899534	0.853800
	Almélec	0.483	0.873853	0.845949
	Cuivre	1.45	0.997854	0.736347
ANGLE	Aluminium	1.08	1.065025	0.902753
	Almélec	0.483	0.873853	0.845949
	Cuivre	1.452	0.998283	0.736453
ARRET	Aluminium	0.206	0.764971	0.811817
	Almélec	0.18	0.753727	0.808210
	Cuivre	0.504	0.761198	0.675845

Ici les nappes-voûtes seront utiliser suivant les spécifications de la SENELEC . Les résultats ci-dessus représentent la distance minimale à respecter entre les conducteurs . Le type de nappe-voûte à utiliser est celle dont l'écartement entre les conducteurs est immédiatement supérieur à la plus élevée des valeurs ci-dessus trouvées (il s'agit de 1,06m) . La classe de nappes-voûtes correspondante est la 140-125 . Rappelons que dans cette classe , trois variée sont disponibles .

EVALUATION ECONOMIQUE

Les coûts (évalués en FCFA) de matériels suivants ont été fournis par la SENELEC:

POTEAUX EN BETON ARME

- 12 AR 300..... 136.080 F

POTEAUX BOIS 12 m.....89.308 F

ISOLATEURS

-1 chaîne de suspension à 3 éléments

F70-127 DC avec oubces.....31.031F

-1 chaîne d'ancrage à éléments 70-127

DC avec manchon (double).....96.108 F

-1 chaîne d'éclateur à cornes NAO 2004.....56.000 F

- VHT 36.....10.698 F

CONDUCTEURS

- 38² Cu nu.....1.609 F/kg

- 34,4² Almélec..... 173.000 F/km

POSTE H61

(tout le matériel sauf le transfo).....2.185.632 F

TRANSFORMATEUR H61 30 KV/B2 100 KVA..... 1.280.664 F

CABLES PREASSEMBLES EN FAISSEAUX

- 3 x 70 + 54,6 + 25..... 1.847.733 F/km

- 3 x 35 + 54,6 + 16..... 1.182.516 F/km

ARMEMENTS

- Triangle (ISO rigide).....56.739 F

- Nappe-Voûte (NV 170-125)..... 47.087 F

6-1 SYSTEME TRIPHASE

6-1-1 MT

* Nombre de supports MT : (beton armé)

$$Nb = (16+14+19) = 49$$

* Armements :

-alignements et angles faibles (NV 170-125) : Nb =43

-angles forts et arrêt (triangle iso rigide) : Nb =6

* Isolateurs :

-en alignement (chaîne de suspension à 3 éléments) : Nb =3x32=96

-en dérivation ,angle et arrêt (chaîne d'ancrage à 3 éléments) : Nb =3x17=51

* Conducteurs :

- Longueur:

$$L=3x48x(1+1\%+5\%) =14461m$$

6-1-2 BT

* Tous les supports sont en bois d'une hauteur de 12 m .

- contrefichage : (les poteaux contrefichés sont utilisés en angles forts et en arrêt) Nb =10+23+7 =40

-jumelage (les poteaux jumelés sont utilisés en angles faibles ie moins de 10 grades) Nb =3+9+2 =14

-simples (en alignement) Nb =35

* Câbles : Ils sont préassemblés selon les normes SENELEC et sont deux types :

- $3x70^2 + 54,6^2 + 25^2$ (dans les lignes principales) : $L=(17+9+13)x(1+0,5\%)x40=$

1561 m

$$-3 \times 35^2 + 54,6^2 + 16^2 \text{ (dans les lignes secondaires) : } L = (35+5+9) \times (1+0,5\%) \times 40 =$$

1961 m

6-1-3 Postes de transformation

Il faut en tout trois (3) postes de transformations composé de transformateurs de 100KVA répartis comme suit : –un poste à Malicounda Bambara –un poste à karfabougou –un poste (de 2 transformateurs) à Keur Meissa .

6-1-4 Les coûts

Ils sont évalués dans le tableau 7-1 ci-après .

6-2 LE SYSTEME MALT

Une étude faite par Hydro-Quebec en 1980 avait donné le coût d'un transformateur de 10 KVA . Il est de : C = \$300 (canadiens) . Ceci était fait dans le cadre de l'électrification de la petite côte . Dans notre cas nous proposons l'utilisation des transformateurs de 10 KVA en bout de ligne de chaque départ . Ainsi il faut capitaliser cet investissement . Soient P_0 le coût en 1980 et P le coût présent en 1991 . Soit i le taux de capitalisation $i=10\%$

$$P = P_0(1 + i)^n \text{ avec } n = 11 \text{ ans . D'où } P = \$856 .$$

Pour le projet on a besoin de la puissance $P = \frac{117+63+147}{0,9} = 363,3 \text{ KVA}$, soit environ un nombre $N_b = 36$ transformateurs de 10 KVA . Le coût total est :

$$CT = 36 \times 856 = \$30846 . \text{ Si } \$1 \text{ (canadien) } = 290 \text{ FCFA , } CT = 8.936.640 \text{ FCFA .}$$

* SUPPORTS

-49 supports beton armé 12 AR300 sur le départ principal ,

-89 supports en bois de 12 m dans les lignes principales .

* ARMEMENTS

-En alignement et en angles faibles (NV 170-125) : Nb = 43

-En angles forts et en arrêt (triangle iso rigide) : Nb = 6

* ISOLATEURS :

α) -Pour la ligne principale :

-en alignement (chaîne de suspension à 3 éléments):Nb =3x32=96

-en dérivation ,angle et arrêt (chaîne d'ancrage à 3 éléments) : Nb =3x17=51

β)-Pour les lignes secondaires :

VHT 36 : Nb = 3x89 = 277

* Conducteurs :

Nous proposons un système MALT à 4 fils sur la ligne principale et à 2 fils sur les lignes secondaires . Longueur totale est de :

$L=19,488+1,561x2+1,961x2 =26,532$ Km ;

* ISOLATION

Le transformateur d'isolement MT/MT est de 400 KVA . N'ayant pas son coût , nous proposons une méthode d'estimation donnée par le document "TECHNIQUE DE L'INGENIEUR"

$$\frac{C_1}{C_2} = 0,8 + 0,2x \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{0,65}$$

avec C_1 , C_2 les coûts respectifs des transfo 400 KVA et 100 KVA , $P_1 =400$ KVA et $P_2=100$ KVA . C_2 est connu et est égal à 1.280.664 FCFA . D'où on obtient $C_1 =1.655.204$

FCFA . En supposant que les équipement des H61 100KVA sont identiques à ceux des 400 KVA , ce coût est estimé à 2.185.632FCFA . Donc le coût total du poste d'isolement est : CT =3.840.836 FCFA . Le tableau 7-2 suivant donne les valeurs d'estimation pour ce type de réseau électrique .

**EVALUATION DES COUTS
TABLEAU 7-2**

DESIGNATION	QUANTITES	COUTS UNITAIRES (FCFA)	COUT TOTAL (FCFA)
a) TRANSFORMATEURS			
* monophasé MT/BT de 10KVA	36	248240	8936640
* Pour isolation MT/MT (400 KVA)	1	3840836	3840836
b) SUPPORTS			
* en beton armé 12 AR300	49	136080	6667920
* bois de 12 mètres	69	69308	7948412
c) ARMEMENTS			
* NV 170-126	43	47087	2024741
* Triangle ISO	6	56739	340434
d) ISOLATEURS			
* chaines de suspension à 3 éléments	96	31031	2978976
* chaines d'ancrage à 3 éléments	51	88108	4901508
* VHT 36	267	10698	2856368
e) CONDUCTEURS			
* Cuivre nu de 38 mm ²	27	559932	14856116
* Almélec de 34,4 mm ²	27	173000	4590036
COUT TOTAL SI LE CUIVRE EST UTILISE			55.361.949
COUT TOTAL SI LE ALMELEC EST UTILISE			45.085.869

**EVALUATION DES COUTS
TABLEAU 7-1**

DESIGNATION	QUANTITES	COUTS UNITAIRES (FCFA)	COUT TOTAL (FCFA)
MT			
a) TRANSFORMATEURS			
* Triphasé MT/BT de 100 KVA	4	3466276	13865104
b) SUPPORTS			
* en beton armé 12 AR300	49	136080	6667920
c) ARMEMENTS			
* NV 170-126	43	47087	2024741
* Triangle ISO	6	56739	340434
d) ISOLATEURS			
* chaines de suspension à 3 éléments	96	31031	2978976
* chaines d'ancrage à 3 éléments	51	88108	4901508
e) CONDUCTEURS			
* Cuivre nu de 38 mm ²	15	559932	8183966
* Almélec de 34,4 mm ²	15	173000	2528568
BT			
a) POTEAUX			
* en bois de 12 mètres	143	89308	12771044
b) CONDUCTEURS			
* 3x70 [^] 2+54,6 [^] 2+25 [^] 2	2	1847733	2884311
* 3x36 [^] 2+54,6 [^] 2+16 [^] 2	2	1182616	2318914
COUT TOTAL SI LE CUIVRE EST UTILISE			56.936.916
COUT TOTAL SI LE ALMELEC EST UTILISE			51.281.620

SOLUTION RETENUE

Après l'étude économique des deux systèmes d'électrification et compte tenu du fait que les écarts de coûts ne sont pas très élevés (voir tableaux 7-1 et 7-2) , ces deux solutions pourront être retenues en attendant une étude rigoureuse et détaillée de chaque cas . Car dans notre approche , tous les détails n'ont été abordés . En rapport avec la normalisation SENELEC les caractéristiques de ces deux types d'électrification sont les suivantes .

SYSTEME TRIPHASE

Là , c'est la variante 1 qui a été retenue et nous avons :

La MT :

–Conducteurs de phase : nus de section :

Aluminium : $34,4 \text{ mm}^2$,

Almélec : $34,4 \text{ mm}^2$,

Cuivre : 38 mm^2 ,

–Poteaux :

BETON ARME

12 AR 300 (c'est-à-dire : support de $H=12\text{m}$ et $F=300 \text{ daN}$) aussi bien pour le cuivre que pour l'aluminium et l'Almélec .

Les valeurs ci-dessus demeurent valables en aligement , en angle et en dérivation .

La BT :

–Conducteurs : torsadé de section :

– $3 \times 70 \text{ mm}^2$ (Aluminium) + $54,6 \text{ mm}^2$ (Almélec) + 25 mm^2 (Aluminium pour éclairage

public) ,

- $3 \times 35 \text{ mm}^2$ (Aluminium) + $54,6 \text{ mm}^2$ (Almélec) + 16 mm^2 (Aluminium pour éclairage

public) .

-Poteaux en bois de 12 mètres de hauteurs avec une résistance minimale de 300 daN .

-Nappe -voûte :

Elles peuvent être choisies dans la liste suivante :

50 50

60 60

170-125 70 70

80 80

Remarque :

Ces choix sont aussi valables dans le cas du MALT .

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Plusieurs variantes ont été présentées et deux solutions seulement ont été retenues après les calculs électriques et mécaniques . Il s'agit de la variante 1 du système triphasé et , du système MALT à 4 fils sur la ligne principale et à 2 fils sur les départs . Ces deux solutions ont été économiquement évaluées avec le même genre de matériels . Les résultats trouvés montrent que les coûts évalués pour le système MALT sont inférieurs à ceux du système triphasé , que l'on utilise le cuivre ou l'aluméc comme conducteurs . L'on remarque ainsi une réduction des coûts du système MALT par rapport au système triphasé de :

- 2,70% lorsque l'on utilise le cuivre ,
- 12,08% lorsqu'on utilise l'aluméc .

Aussi des écarts de coûts dus à l'utilisation du cuivre ou de l'aluméc se sont faits sentir dans les évaluations . Là aussi nous avons des pourcentages de réduction de :

- 9,93% lorsqu'on utilise , en triphasé , l'aluméc au lieu du cuivre .
- 18,55% lorsque l'on utilise , pour le système MALT , l'aluméc au lieu du cuivre .

Ces pourcentages permettent de conclure a priori que l'utilisation du système MALT présente des avantages en économie . Mais il faudra une étude plus approfondie de la faisabilité technique du projet . Car , comme il a été précisé plus haut , l'acquisition des moteurs monophasés de grande puissance se pose . Il reste à savoir si les paysans ont besoin de moteurs de grande puissance à court terme , étant donné que les moyens sont limités . Quant aux conducteurs , le cuivre s'est avéré plus cher que l'aluméc . Il est donc beaucoup plus judicieux d'utiliser l'aluméc au lieu du cuivre. Puisque la ligne de 30 KV sur laquelle est fait le branchement de notre réseau est en cuivre , une étude sérieuse du problème de corrosion s'impose .

Le coût global du projet pourrait être réduit par une augmentation de la portée (de 100 mètres à 120 mètres par exemple).

Enfin dans les calculs électriques des sections de câbles , nous n'avons pas fait allusion à la méthode de courants de court circuit car nous n'avons pas eu de données nécessaires . Aussi nous n'avons pas tenu compte de la chute de tension dans le réseau existant au point de branchement . Ceci n'aura pas de répercution sur les résultats car les chutes de tension dans nos calculs sont très faibles (de l'ordre de 1%) et les sections retenues sont un peu exagérées par rapport aux résultats théoriques . Nous devions nous déplacer pour visiter les réseaux existants ce qui nous permettrait d'acquérir les renseignements concernant ces réseaux , mais un retard dû aux procédures d'octroi de moyens de déplacement nous en avait empêché .

Le projet ayant un aspect beaucoup plus lié à la pratique , il serait intéressant entreprendre un stage pratique à la SENELEC pour pouvoir le concrétiser .

BIBLIOGRAPHIE

- 1– Les réseaux d'énergie électrique de René PELISSIER T1 , T2 , T3
- 2– Techniques de l'ingénieur D4II (Electrotechnique , Réseaux et Appareillages)
- 3– Guide de l'ingénieur électricien des réseaux
- 4– Calculs électriques et mécaniques des réseaux , de M. Salamand
- 5– Réhabilitation des réseaux de distribution 30kV de Thiès--Thiona , de la SENELEC
- 6– Catalogues de normalisation de la SENELEC
- 7– Le système MALT , de la STEG
- 8– Application du système MALT dans un zone rurale du Sénégal , préparé par :

MM. Jean-Guy Huot , technicien
André Drolet , ing.
Marc Méthé , ing.
- 9– Mémoire de monsieur Malé SAD présenté en 1987 à l'Ecole Nationale d'Economie Appliquée (ENEA).
- 10– Guide de ditribution électrique basse tension de MERLIN GERIN
- 11– L'aluminium dans les reseaux electriques de la France

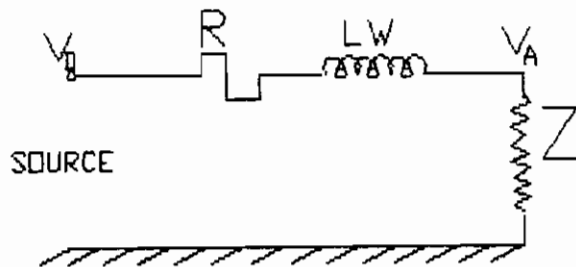
ANNEXE A

SYSTEME TRIPHASE TRADITIONNEL

CALCULS ELECTRIQUES

1- Méthode de la chute de tension :

Etablissement des relations : Supposons la distribution ci-après avec un retour par la terre et constituée d'éléments suivants:



R = résistance du conducteur

LW = réactance inductive du conducteur .

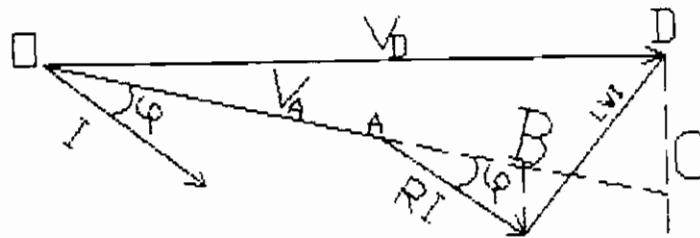
Z = impédance de l'utilisateur

V_D = tension de départ

V_A = tension d'arrivée

FIGURE No 1

N.B. En pratique dans les lignes de distribution la réactance capacitive est négligée.



En pratique on suppose que $\overline{DC} = \overline{DD}$ (c'est-à-dire le déphasage entre la tension de départ et la tension d'arrivée est nul)

La chute de tension est \overline{AC}

$\overline{AC} = \overline{AB} + \overline{BC}$ avec $\overline{AB} = RI \cos \phi$ et $\overline{BC} = LW \sin \phi$. D'où $\overline{AC} = I(R \cos \phi + Lw \sin \phi)$. Notons

la chute de tension Δu , alors $\Delta u = \overline{AC} = I(R \cos \phi + Lw \sin \phi) = V_D - V_A$ ce qui donne

pour une ligne :

a) Monophasée : $\Delta u = 2 I (R \cos \phi + Lw \sin \phi)$

b) Triphasée : $\Delta u = I \sqrt{3} (R \cos \phi + Lw \sin \phi)$

CAS TRIPHASE

$$P = \sqrt{3} UI \cos \phi \Rightarrow I = \frac{P}{U \sqrt{3} \cos \phi} \quad \text{où } I \text{ est en Ampère, } U \text{ en Volt et } P \text{ en Watt d'où on a}$$

:

$$\Delta u = \frac{P}{U} (R + Lw \tan \phi)$$

Appelons par u la chute de tension en %

$$\Delta u = \frac{uU}{100} \Rightarrow u = 100 \frac{\Delta u}{U} = 100 \frac{P}{U^2} (R + Lw \tan \phi) \quad \text{avec } R \text{ et } Lw \text{ en Ohms } (\Omega) \text{ . En}$$

exprimant R et Lw en Ω/km on a

$$u = 100 \frac{PL}{U^2} (R + Lw \tan \phi) \quad \text{où } L \text{ est en kilomètre}$$

Le produit PL est appelé "moment électrique" et est noté M

En BT , P est en KW et M en KW.Km ; ainsi,

$$u = 10^5 \frac{M}{U^2} (R + Lw \tan \phi) \quad , U \text{ est en Volts}$$

En MT , P est exprimée en MW , M en MW.Km et U en KV . On a alors

$$u = 100 \frac{M}{U^2} (R + Lw \tan \phi)$$

Pour $u=1$ on a M_1 avec

$$\text{En BT} , \quad M_1 = \frac{1}{10^5} * \frac{U^2}{R + Lw \tan \phi}$$

$$\text{En MT} , \quad M_1 = \frac{1}{100} * \frac{U^2}{R + Lw \tan \phi}$$

En pratique on prend pour valeurs de Lw les valeurs suivantes :

$$Lw = \begin{cases} 0,35 \Omega/\text{Km} & \text{pour les lignes aériennes nues} \\ 0,10 \Omega/\text{Km} & \text{pour les câbles souterrains et lignes aériennes isolées} \end{cases}$$

Pour pouvoir calculer les valeurs de M_1 pour chaque type de conducteur et pour différentes sections , la détermination de R s'impose .

CALCUL DE RESISTANCE LINEIQUE R :

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

ρ est la résistivité du métal utilisé ($\Omega.m$)

L est la longueur du câble (m)

S est la section de l'âme du conducteur (en m^2)

A 3

ρ est variable avec la température du milieu où le conducteur se trouve et elle répond à la relation suivante :

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

où ρ_0 est la résistivité du métal à la température de référence θ_0

α_0 est le coefficient de température à la température θ_0

Dans la plupart des cas , α_0 et ρ_0 correspondent à la température $\theta_0 = 20^\circ\text{C}$

Quelques valeurs de α et ρ sont données dans le tableau suivant pour le cuivre , l'aluminium et l'alumélec

METAL	$\theta(^{\circ}\text{C})$	$\rho(10^{-8}\Omega.m)$	$\alpha(10^{-3}^{\circ}\text{C}^{-1})$
CUIVRE ECROUI DUR	0	1,62	4,3
	20	1,76	3,9
	60	2,03	3,4
ALU AS-L (95%Al) Ecroui dur	0	2,6	4,4
	20	2,83	4,0
	60	3,28	3,5
ALMELEC AGS-L	0	3,02	3,9
	20	3,25	3,6
	60	3,72	3,1

Il faut prévoir une majoration de ρ à cause des traitements que subiront les métaux ci-dessus cités . Il s'agit des facteurs k_1 et k_2 .

k_1 tient compte des traitements subis par les métaux ,

k_2 tient compte de la majoration de longueur due au câblage .

Mais en pratique on applique à ρ une majoration de :

1,3% pour les conducteurs en Aluminium et Alumélec,

2% pour les conducteurs en Cuivre .

On pourra utiliser les relations suivantes dans les calculs de la résistance ohmique .

Pour le Cuivre , $R = \frac{18}{S}$

Pour l'Aluminium , $R = \frac{35,7}{S}$

A 4

Pour l'Almélec , $R = \frac{33,2}{S}$

Dans toutes les trois relations ci-dessus mentionnées , R est Ω/km , S en mm^2

2 – Section due au courant admissible :

Dans certains cas il peut être intéressant de connaître la section du conducteur à adopter pour faire passer une intensité donnée sans provoquer en régime permanent un échauffement exagéré du conducteur .

En théorie ,

$Q = \rho \frac{L}{S} I^2$ est la puissance à transporter et $Q_{ev} = \alpha_t S_{lat} (\theta_c - \theta_0)$ est la puissance transportable à la température θ_c , θ_0 est la température ambiante . S_{lat} est la section latérale du conducteur . α_t est le coefficient de transmission de chaleur ($\text{W}/\text{m}^2\text{.}^\circ\text{C}$) . Si θ_{max} est la température maximale à ne pas dépasser dans le câble à cette température on a I_{max} . Donc la puissance à ne pas dépasser est :

$$Q_{max} = \rho \frac{L}{S} I_{max}^2 = \alpha_t S_{lat} (\theta_{max} - \theta_0) \text{ et } S_{lat} = \pi D_c L_c \text{ et } S = \frac{\pi D_c^2}{4}$$

Après réarrangement on trouve que :

$$S = \pi \frac{D_c^2}{4} = \frac{\pi}{4} \sqrt[3]{\left[\frac{4 \rho I_{max}^2}{\pi^2 \alpha_t (\theta_{max} - \theta_0)} \right]^2}$$

ANNEXE B

CALCULS MECANIKES DES CONDUCTEURS

1- CARACTERISTIQUES DES LIGNES AERIENNES DES CONDUCTEURS

Voir le tableau suivant

2- BUT DES CALCULS

Le but de ces calculs des conducteurs de lignes aériennes consiste à étudier les variations de tensions mécaniques et des flèches de :

1)- S'assurer que dans les conditions de travail prévues , le facteur de sécurité des conducteurs est respecté,

2)- Vérifier les distances réglementaires à la flèche maximale (+65°C , sans vent) ou en régime de vent (+25°C , vent de 240 Pa)

3)- Déterminer les efforts exercés par les conducteurs sur les armements et les supports .

3- CONDITIONS DE POSE DES CONDUCTEURS (NFC 11-200)

Les règles en vigueur actuellement exigent , pour tous les conducteurs aériens , un coefficient de sécurité de 3 ⁽¹⁾ dans la défavorable des deux conditions suivantes:

-A : Vent exerçant une pression de 800 Pa sur les surfaces planes (480 Pa sur les surfaces longitudinales des conducteurs) à la températures moyenne de la zone .

-B : Vent exerçant une pression de 300 Pa sur les surfaces planes (180 Pa sur les sections logitudinales des pièces à setion circulaire) à la température minimale de la région .

(1) : CE COEFFICIENT DE SÉCURITÉ EST DONNÉ PAR L'EDF ET C'EST CETTE VAIEUR QUI EST ÉGALEMENT UTILISÉ AU SENEGAL

4 – FLECHES D'UN CONDUCTEUR

La courbe d'équilibre d'un fil homogène suspendu entre 2 points fixes est une chaînette que l'on peut assimiler, pour les besoins de la pratique, à une parabole. Considérons un conducteur entre deux supports au même niveau :

DEFINITIONS :

a - portée en m ; distance horizontale entre 2 supports consécutifs

f - flèche en m ; distance verticale entre la droite joignant les 2 points de fixation et le conducteur . La flèche maximale est située au milieu de la portée .

T - tension mécanique en daN , exercée dans la section droite du conducteur

P - poids en daN de $\frac{a}{2}$ m de conducteur

R_A - force de réaction au point A en daN

Considérons une demi-portée et remplaçons la partie de conducteur supprimée par la force T . Nous pouvons écrire les équations l'équilibre du système ; soit :

$$R_A \times 0 + P \frac{a}{4} - Tf = 0$$

$$\text{d'où } f = \frac{Pa}{4T}$$

En exprimant T en fonction de la tension unitaire t en daN/mm² (ou hbars)

$$T = t S$$

B 3

En exprimant P en fonction du poids par unité de section \bar{w} en daN/m.mm² :

$$P = \frac{\bar{w}a}{2} S$$

On a la flèche qui devient

$$f = \frac{a^2 \bar{w}}{8t}$$

f en m ; a en m ; \bar{w} en daN/m.mm²

t en hectobars

REMARQUES :

Nous avons assimilé la longueur du conducteur à la longueur de la portée , mais

l'erreur engendrée est négligeable . La longueur réelle est de :

$$L = a + \frac{a^3 \bar{w}^2}{24t^2}$$

La flèche réelle est :

$$f' = \frac{4fX(a-X)}{a^2}$$

5- INFLUENCE DES SURCHARGES :

Le taux de travail maximal admissible dans les conducteurs en Aluminium sera donc le suivant :

Câble en Aluminium pur	5	à	5,7 hbars
Câble en Almélec	9,6	à	11 -
Il en Alu-Acier	9,5	à	15,5 -

Les flèches et les tensions de pose qui permettront , en fonction de la température et partant des conditions limites prévues sur la ligne , le réglage de celle-ci , sont déterminées par la résolution de l'équation changement d'état que voici ou par des

B 4

abaques de BLONDEL qui nécessitent la connaissance des coefficients de surcharge due à l'action du vent .

L'équation de changement d'état est :

$$T^2 \left[T + \alpha E (\theta - \theta') + \frac{\bar{\omega}^2 E}{24} \frac{a^2 m^2}{T'^2} - T' \right] = \frac{\bar{\omega}^2 E}{24} a^2$$

a : est la portée en mètre

T : est la tension de pose à la température θ

T' : est la tension maximale en hbars

θ' : est la température en degré centigrade dans l'hypothèse considérée (+25°C ou +10°C suivant que la portée est supérieure ou inférieure à la portée critique .

$\bar{\omega}$: est la force de pesanteur agissant sur la masse de 1 m de longueur et 1mm^2 de section de conducteur en daN .

m : est le coefficient de surcharge ($m=m_1$ avec vent de 480 Pa si la portée à calculer est supérieure à la portée critique ; $m=m_2$ si la portée à calculer est inférieure à la portée critique .

α : est le coefficient de dilatation du câble.

E : est le module d'élasticité du câble en hbars .

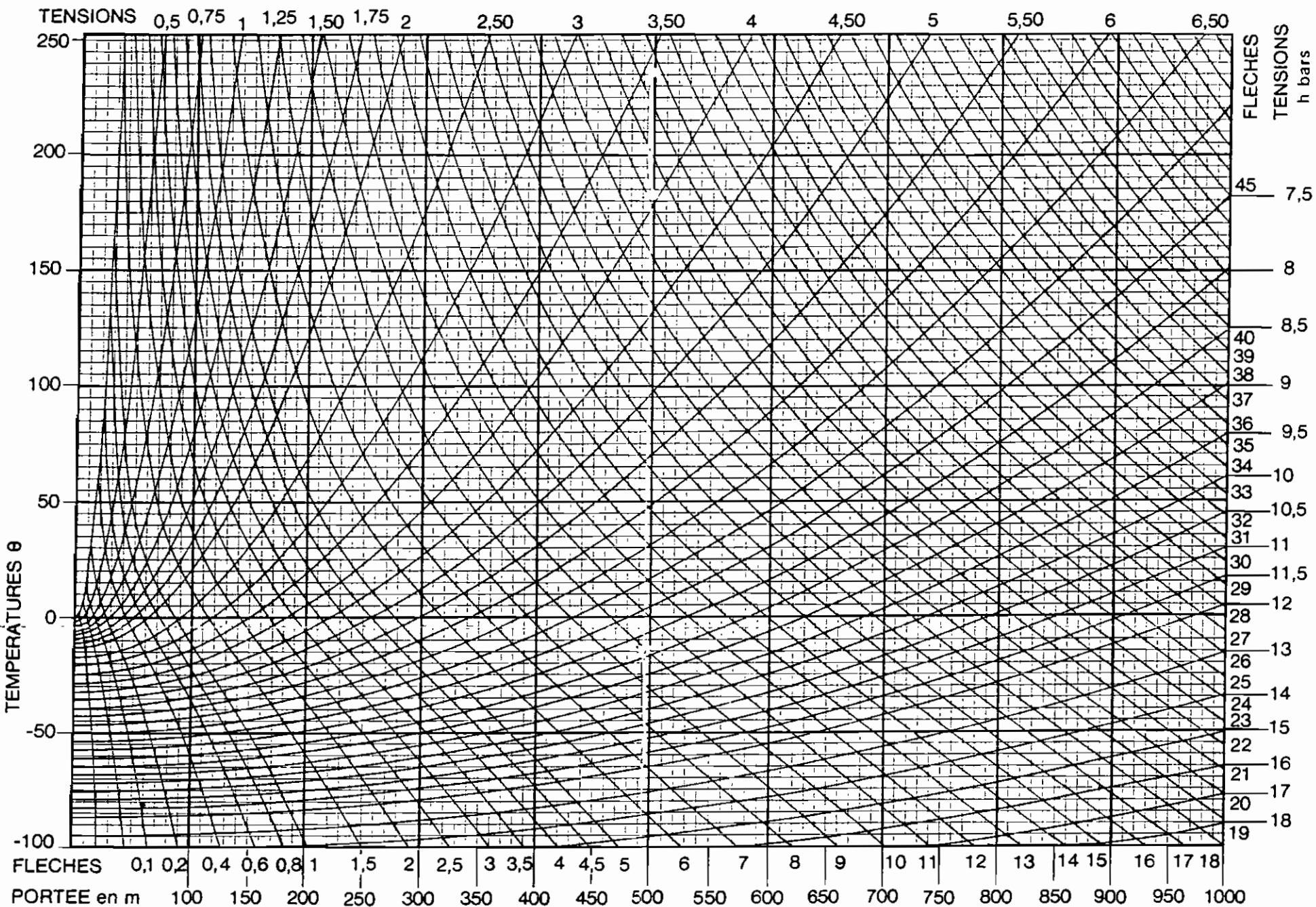
Cette équation peut se mettre sous la forme :

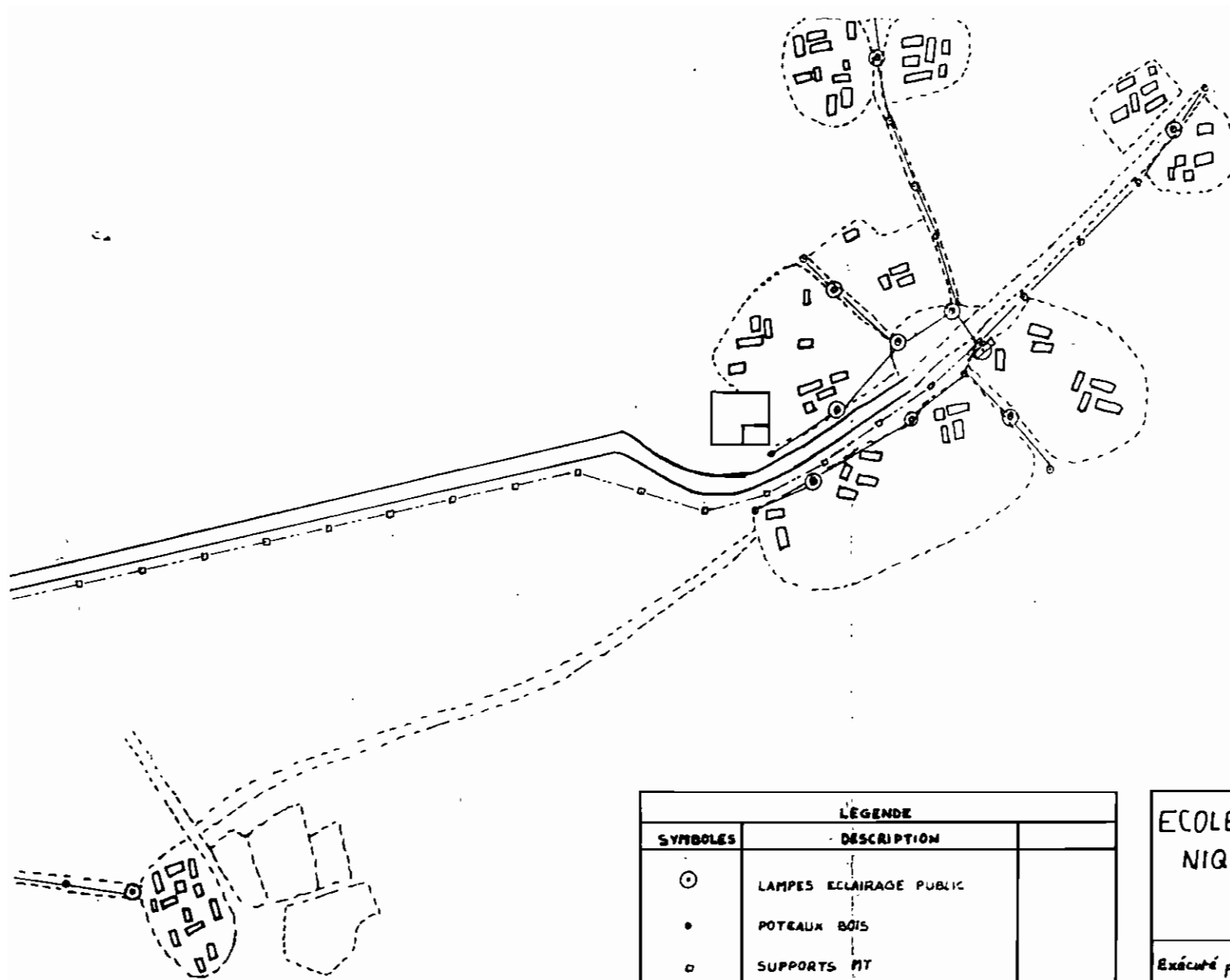
$$T^2(T \pm Q) = B$$

$$\text{où } Q = \alpha E (\theta - \theta') + \frac{\bar{\omega}^2 E}{24} \frac{a^2 m^2}{T'^2} - T' \text{ et } B = \frac{\bar{\omega}^2 E}{24} a^2$$

Une fois les valeurs de Q et B connues , on pourra se servir de l'abaque suivant pour déterminer les tension de service .

ABAQUE BLONDEL type 1902 pour câbles ALMELEC





LEGENDE	
SYMBOLES	DESCRIPTION
⊙	LAMPES ECLAIRAGE PUBLIC
•	POTEAUX BOIS
◻	SUPPORTS MT
---	LIGNE MT
—	LIGNE BT
□	TRANSFORMATEUR 30kv/250-220V

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES		Projet: Electrification de la Communauté Rurale de MALICOUNDA	
Exécuté par	M. Kassimou CHABI	Village: Malicounda Wolof (KEUR BEISSA)	
Approuvé par			
DATE:		PLAN n° 91-02	Révision