

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DE M'SILA
FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN GENIE ELECTROTECHNIQUE

OPTION : COMMANDE ELECTRIQUE

THEME

ETUDE DES POSTES DE DISTRIBUTION MT/BT

Proposé et dirigé par :

Mr : S MESSALTI

Présenté par :

ABD ERRAHMANE FEGRICHE

REDOUANE SADOUNI

Année Universitaire : 2007 / 2008

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتِ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتِ



REMERCIEMENTS

Remerciements à Dieu le tout puissant qui nous a aidé à réaliser ce travail.

*Nous tenons à remercier très vivement notre encadreur **Mr. MESSALTI SABIR** pour ses conseils, sa patience, ses directives enrichissantes et sa disponibilité.*

*Nous remercions également très vivement **Mr BENDJAIMA.B** le chef de département et tous les **enseignants** de l'institut d'électrotechnique.*

*Nos remerciements vont aussi au **président du jury** et aux **membres du jury examinateurs** qui nous fait l'honneur de participer au jury de ce travail.*

*Nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'aboutissement de cette modeste étude, Surtout monsieur **T.MIMOUNE,***

A.CHINOUNE, OMAR, A.TIAIABA, A.HEFAF, LES

TRAVALLIEURS DU BERM

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
CHAPITRE I STRUCTURE DES RESEAUX ELECTRIQUES	
I.1 INTRODUCTION.....	3
I.2 APERÇU SUR LA PRODUCTION D'ENERGIE ÉLECTRIQUE.....	3
I.3 DEFINITION D'UN RESEAU ELECTRIQUE.....	3
I.4 ARCHITECTURE DES RESEAUX ELECTRIQUES.....	4
I.5 CLASSIFICATION DES RESEAUX.....	7
I.5.1 Le réseau de transport.....	7
I.5.2 Le réseau de répartition.....	8
I.5.3 Le réseau de distribution.....	8
I.6 LES RESEAUX DE DISTRIBUTION.....	9
I.6.1 Les réseaux de distribution moyenne tension.....	9
I.6.1.1 Réseaux MT aériens.....	9
I.6.1.2 Réseaux MT souterrains.....	11
I.6.2 Les réseaux de distribution basse tension.....	11
I.6.2.1 Raccordement des abonnes BT.....	13
I.7 LES ISOLATEURS.....	14
I.7.1 Description générale.....	14
I.7.2 Les isolateurs moyenne tension.....	14
I.8 LES PYLÔNES.....	15
I.8.1 Les pylônes en moyenne tension.....	15
I.8.2 Les pylônes en basse tension (les poteaux).....	16
I.9 CONCLUSION.....	16
CHAPITRE II DESCRIPTION DES POSTES MT/BT	
II.1 INTRODUCTION	17
II.2 RÔLE ET FONCTIONNALITES DES POSTES.....	17
II.3 POSTES SOURCES.....	17
II.3.1 Différents modes d'alimentation des postes MT/BT.....	19

II.3.1.1 Alimentation en simple dérivation ou antenne.....	19
II.3.1.2 Alimentation en coupure d'artère ou boucle.....	19
II.3.1.3 Alimentation en double dérivation.....	19
II.4 DIFFERENTS TYPES DE POSTES MT/BT.....	20
II.4.1 Postes sur poteaux (ACC).....	20
II.4.1.1 Description.....	20
II.4.2 Postes sous enveloppe préfabriqué.....	22
II.4.2.1 Types des postes préfabriqués.....	22
II.4.2.2 Avantage des postes préfabriqués.....	23
II.4.3 Postes en maçonnerie.....	23
II.4.3.1 Postes de distribution publique (DP)	23
II.4.3.2 Poste de livraison à comptage BT.....	24
II.4.3.3 Poste de livraison à comptage MT (poste spécifique).....	24
- Poste de livraison à protection par fusibles.....	25
- Poste de livraison à protection par Disjoncteur MT.....	25
II.5 CONCLUSION.....	26

CHAPITRE III ETUDE DES POSTES MT/BT

III.1 INTRODUCTION.....	27
III.2 POSTE SUR POTEAU.....	27
III.2.1 Dispositions constructives.....	27
- Dispositions générales.....	27
- Support.....	27
- Ferrures et boulonnerie.....	27
- Raccordement de la ligne MT.....	27
- Mis en place et accrochage du transformateur.....	27
- Disjoncteur BT.....	28
- Raccordement BT.....	28
- Mise à la terre du poste.....	28

1- Mise à la terre des masses.....	28
2- Mise à la terre du neutre.....	28
- Consignes d'exploitation	28
III.2.2 Cahier d'étude d'un poste sur poteau (poste ACC).....	29
III.2.2.1 Schéma unifilaire du poste.....	29
III.2.2.2 Vue de faces	30
III.2.2.3 Fondation et dalle de manœuvre.....	32
III.2.2.4 Circuit de mise à la terre.....	34
III.2.2.5 Mis en place et accrochage du transformateur et du disjoncteur BT.....	35
III.2.2.6 Coupe circuit – éclateur - départs basse tension.....	36
III.3 POSTES MAÇONNE.....	37
III.3.1 Composition d'un poste maçonné.....	37
III.3.1.1 Cellules moyennes tension 36 KV ou 24 KV.....	38
III.3.1.1.1 Définition.....	38
III.3.1.1.2 Rôle et fonctions des cellules.....	38
III.3.1.1.3 Identification des cellules SM6.....	39
III.3.1.1.4 Description des cellules.....	39
- Cellules interrupteurs.....	39
- Cellules disjoncteurs.....	40
III.3.1.1.5 Dimensions et masses des cellules.....	42
III.3.1.2 Le transformateur de distribution MT/BT.....	42
III.3.1.2.1 Choix du transformateur.....	42
- Détermination de la puissance.....	42
- Choix final de la puissance du transformateur.....	43
III.3.1.3 Choix du disjoncteur BT.....	43
III.3.1.4 Choix et calcul de la longueur des câbles.....	44
III.3.1.4.1 câble MT (câble sec)	44
III.3.1.4.2 câble BT.....	44
III.3.1.5 Choix des fusibles.....	45

III.3.1.6	Le tableau de distribution publique (TDP).....	46
III.3.1.6.1	Avantages.....	46
III.3.1.7	Déecteur de courant de défaut pour réseaux MT souterrains.....	47
III.3.1.8	Boites de défecteur.....	47
III.3.1.9	Boites d'extrémité interne et externe.....	48
III.3.1.10	Matériel de Sécurité.....	48
III.3.2	Cahier d'étude d'un poste DP.....	49
III.3.3	Cahier d'étude d'un poste livraison à comptage BT.....	57
III.3.4	Cahier d'étude d'un poste livraison à comptage MT.....	63
III.4	POSTE SOUS ENVELOPPE PREFABRIQUE (Poste Sur SKID).....	70
III.4.1	Cahier d'étude d'un poste préfabriqué (sur SKID) gamme LR71schneider...	72
III.4.1.1	Schémas unifilaires.....	72
III.4.1.2	Circuit de mise à la terre du poste.....	73
III.4.1.3	Plans de génie civil.....	73
III.4.1.4	Déplacements et manutention du poste.....	76
III.5	CONCLUSION	76

CHAPITRE IV EXECUTION DES TRAVAUX

IV.1	INTRODUCTION.....	77
IV.2	DIMENSIONNEMENT ET DETERMINATION DE TYPE D'UN POSTE.....	77
IV.3	DEMARCHE ADMINISTRATIVE.....	77
IV.4	ELABORATION D'UN DOSSIER D'ETUDE.....	77
IV.4.1	Etude électrique.....	77
IV.4.1.1	Fiche des renseignements électriques.....	77
IV.4.1.2	Schéma unifilaire.....	78
IV.4.1.3	Calcul et choix d'appareillages.....	78
IV.4.2	Etude de génie civile.....	78
IV.5	L'ENDROIT DE PLACEMENT DU POSTE	79
IV.6	NATURE DU SOL.....	79

IV.7 ACCES AU POSTE.....	80
IV.8 TRAVAUX GENIE CIVIL.....	80
IV.8.1 Piquetage et traçage des fouilles.....	80
IV.8.2 Placement et réglage des semelles et des semi poteaux	80
IV.8.3 Placement des longrines.....	81
IV.8.4 Caniveau.....	81
IV.8.5 Bise de câble MT.....	81
IV.8.6 Bise de câble BT.....	81
IV.8.7 Implantation de la prise de terre des masses et du neutre.....	81
IV.8.8 La plate forme.....	82
IV.8.9 Les poteaux.....	82
IV.8.10 Les murs.....	82
IV.8.11 La toiture.....	83
IV.8.12 L'étanchéité.....	83
IV.8.13 Le plafond.....	83
IV.8.14 La peinture.....	83
IV.8.15 Aération du poste.....	83
IV.9 MENUISERIE METALLIQUE (PORTE).....	84
IV.10 INSTALLATION DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES.....	84
IV.11 MISE EN PLACE ET REGLAGE DES EQUIPEMENTS SOUS	
ENVELOPPE METALLIQUE.....	84
IV.12 RACCORDEMENT DU TRANSFORMATEUR.....	85
IV.13 RACCORDEMENT DES CABLES BT.....	85
IV.14 INSTALLATION DU DISJONCTEUR BT.....	85
IV.15 TABLEAU DE COMPTAGE BT.....	85
IV.16 INSTALLATION DES TC DE COMPTAGE.....	86
IV.17 INSTALLATION PRISE DE TERRE DU POSTE.....	86
IV.18 TABLEAU DE DISTRIBUTION PUBLIQUE.....	87
IV.19 VERIFICATION ET ESSAIS	87

IV.19.1	Mesure de la résistance de prise de terre.....	87
IV.19.2	Vérification de la continuité électrique des circuits de terre.....	88
IV.19.3	Vérification des caractéristiques des matériels.....	88
IV.19.4	Vérification de l'isolement de l'équipement.....	88
IV.19.5	Vérification du niveau et de la rigidité électrique des liquides isolants.....	89
IV.19.6	Vérification de l'équipement à basse tension du poste.....	89
IV.20	PLAQUES D'IDENTIFICATION ET PLAQUES DE MISE EN GARDE.....	89
IV.21	EXECUTION DES TRAVAUX D'UN POSTE MT/BT AERIEN (ACC).....	90
IV.21.1	Mise en œuvre.....	90
IV.21.2	Fouille.....	91
IV.21.3	Béton.....	91
IV.21.4	Installation des supports et accessoires.....	91
IV.21.5	Peinture des ouvrages métalliques.....	92
IV.21.6	Armements de lignes.....	92
IV.21.7	Armement nappe-voute et armement d'encrage	92
IV.21.8	Chaine d'isolateurs CTV.....	92
IV.21.9	Eclateur pour la protection des réseaux contre la foudre.....	93
IV.21.10	Déroulage, tirage et réglage des conducteurs.....	93
IV.21.11	Interrupteur sectionneur aérien IACM.....	93
IV.21.12	Transformateur MT/BT.....	94
IV.21.13	Liaisons BT.....	94
IV.21.14	Essais.....	94
IV.21.14.1	Essais mécaniques.....	94
IV.21.14.2	Essais électriques.....	94
IV.22	CONCLUSION.....	95

CHAPITRE V PROTECTION DES POSTES MT/BT

V.1	INTRODUCTION.....	96
V.2	LES DIFFERENTS TYPES DES DEFAUTS DANS LES RESEAUX.....	96
V.3	DISPOSITIFS DE PROTECTION.....	96

V.3.1 Généralité.....	96
V.3.2 Dispositifs de protection contre les surtensions.....	96
V.3.2.1 Les éclateurs.....	97
V.3.2.2 Les parafoudres.....	97
V.3.3 Dispositifs de protection contre les surintensités et les surcharges.....	97
V.3.3.1. Caractéristiques des fusibles.....	97
A- Fusibles MT.....	97
B- Fusibles BT.....	97
V.3.3.2 Les disjoncteurs.....	98
V.3.3.3 Les relais.....	98
V.4 CHOIX DU REGIME DU NEUTRE	98
V.4.1 Le régime TT.....	99
V.4.2 Le régime IT.....	99
V.4.3 Le régime TN.....	100
V.5 PROTECTION DES DEPARTS MT.....	101
V.6 PROTECTION DES DEPAETS BT.....	103
V.6.1 Réseau BT aérien.....	103
V.6.2 Réseau BT souterrain.....	104
V.7 PROTECTION DES ABONNES BT.....	105
V.8 MISE A LA TERRE DES RESEAUX MT ET BT.....	105
V.8.1 Différents types des mises à la terre.....	105
V.8.1.1 Mise à la terre du neutre.....	105
V.8.1.1.1 Etat du neutre MT.....	106
V.8.1.1.2 Etat du neutre BT.....	106
V.8.1.2 Mise à la terre des masses.....	106
V.8.1.2.1 Réseaux MT.....	106
V.8.1.2.2 Réseaux BT.....	106
V.9 PROTECTION PROPRE DU TRANSFORMATEUR.....	107

V.9.1 Généralités.....	107
V.9.2 La protection différentielle de transformateur	107
V.9.3 La protection à maximum de courant instantanée.....	108
V.9.4 La protection masse-cuve.....	108
V.9.5 La protection BUCHOLZ.....	109
V.9.6 Exemples de protection des transformateurs.....	109
V.10 LES RELAIS DE PROTECTION ET DE CONTROLE COMMANDE.....	110
V.10.1 Les protections sans alimentation auxiliaire.....	110
V.10.1.1 Les précautions d’installation.....	112
V.10.1.2 Le relais de protection STATIMAX.....	112
V.10.1. 2.1 Schéma de principe et raccordements.....	113
V.10.2 Les protections avec alimentation auxiliaire.....	114
V.10.2.1 Le relais de protection SEPAM.....	114
V.11 CONCLUSION.....	115
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	116
ANNEXE.....	I
BIBLIOGRAPHIE.....	II

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Pour vivre, le monde moderne a besoin de plus en plus d'énergie électrique. L'accroissement continu de la consommation de cette forme d'énergie est d'ailleurs une caractéristique du développement des sociétés.

L'énergie électrique est un facteur essentiel pour le développement et l'évolution des sociétés humaines que ce soit sur le plan de l'amélioration des conditions de vie que sur le développement des activités industrielles. Elle est devenue une forme d'énergie nécessaire par sa souplesse d'utilisation et par la multiplicité où elle est appelée à jouer un rôle.

Pour que cette énergie soit utilisable par les usagers, des postes de transformation soit indispensable dans le réseau électrique.

Un poste de transformation est un ouvrage placé à un nœud d'un réseau, qui regroupe un ensemble d'équipements destiné à en assurer la protection et faciliter l'exploitation.

Le poste de distribution MT/BT s'adapte à tous les modes d'exploitation et doit pour cela remplir les fonctions suivantes :

- Distribuer une puissance et protéger les départs en BT.
- Isoler le poste du réseau en cas de défaut.
- Gérer le réseau MT en cas de défaut.
- Gérer le réseau MT et le poste par téléconduite.

L'objectif de ce travail est de faire une étude approfondie sur les postes de distribution MT/BT. Ce mémoire sera organisé en cinq chapitres comme suit :

Dans le premier chapitre nous allons présenter les différentes structures des réseaux électriques.

Le second chapitre sera consacré à la description des postes MT/BT.

Au cours du troisième chapitre nous étudierons en détail les divers types des postes MT/BT.

Dans le quatrième chapitre nous présentons les différentes phases d'exécution des travaux, dont on va passer en revue les différentes étapes nécessitant l'élaboration d'un poste de distribution MT/BT.

Le dernier chapitre sera consacré à la protection des postes MT/BT contre les surintensités, les surcharges et les déséquilibres.

Enfin, une conclusion générale finalise ce mémoire, récapitulant ainsi, en gros, le travail abordé.

NOTA :

Au cours de notre étude des postes maçonnés, nous nous intéressons aux cellules modulaires de la gamme **SM6** de **Schneider Electric**, concernant les nouveaux types des postes MT/BT en maçonnerie.

CHAPITRE I

STRUCTURE DES

RESEAUX

ELECTRQUES

I.1 INTRODUCTION

Pour que l'énergie électrique soit utilisable, un moyen de liaison entre les centrales de production et les lieux de consommation soit indispensable, les réseaux électriques de transport et de distribution assurent cette liaison, ils permettent d'acheminer, là où elle est consommée, l'énergie la moins chère possible à un instant donné, donc les producteurs et les consommateurs doivent pouvoir accéder aux réseaux, les premiers pour « injecter » l'électricité qu'ils produisent, les seconds pour « soutirer » l'électricité dont ils ont besoin pour faire fonctionner leurs installations ou appareils électriques.

Les réseaux électrique sont regroupés dans trois grandes catégories ; réseaux de transport, réseaux de répartition, et réseaux de distribution ; chaque'une de ces catégories possède des caractéristiques spécifiques (structure, type ou niveau de tension,...).

Dans ce chapitre, nous allons traiter l'architecture des réseaux électriques, les différentes classifications de ces réseaux et leurs structures.

I.2 APERÇU SUR LA PRODUCTION D'ENERGIE ÉLECTRIQUE

Dans les centrales électriques, on transforme l'énergie mécanique en énergie électrique à l'aide des alternateurs. Les alternateurs sont des machines synchrones, préalablement excités (le rotor est alimenté par un courant continu), ils délivrent une tension alternative à leurs bornes si on fait tourner leurs rotors.

Selon le type de source d'énergie utilisé pour mettre les générateurs en mouvement, on distingue plusieurs types des centrales : centrales hydrauliques, centrales thermiques, centrales éoliennes, ...etc.

Sachant que l'énergie électrique ne peut pas être stockée en grande quantité ; on aura alors besoin d'un réseau de transport et d'interconnexion assurant en permanence la liaison entre les centrales et les lieux de consommation.

I.3 DEFINITION D'UN RESEAU ELECTRIQUE

Un réseau électrique est l'ensemble des composantes requises pour conduire l'énergie électrique de la source (générateur) à la charge (consommateur). Cet ensemble comprend des transformateurs, des lignes de transmission, des réactances, des condensateurs, des moyens de mesure et de contrôle, des protections contre la foudre et les courts-circuits, ... ; autrement dit, un réseau électrique est l'ensemble des infrastructures permettant d'acheminer l'énergie

électrique des centres de production (centrales électriques), vers les consommateurs d'électricité.

I.4 ARCHITECTURE DES RESEAUX ELECTRIQUES

L'ensemble des constituants d'un réseau électrique peut être agencé selon différentes structures, dont la complexité détermine la disponibilité de l'énergie électrique et le coût d'investissement. Le choix de l'architecture sera donc fait pour chaque application sur le critère de l'optimum technico-économique [1].

On distingue essentiellement les types suivants :

Les réseaux à architecture radiale :

- En simple antenne.
- En double antenne.
- En double dérivation.
- En double alimentation avec double jeu de barres.

Les réseaux bouclés :

- En boucle ouverte.
- En boucle fermée.

La figure (**I.1**) montre les différentes structures d'un réseau électrique.

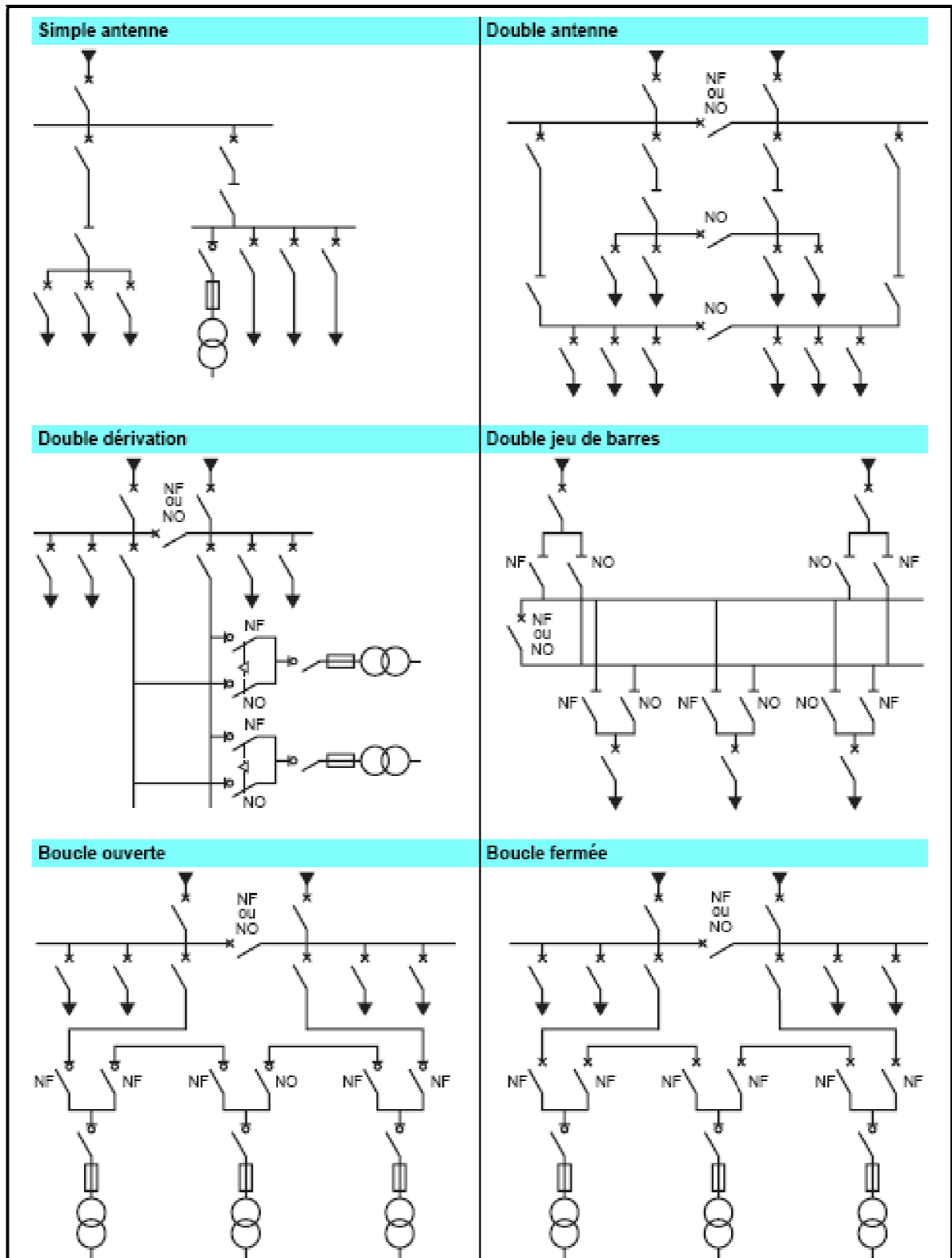


Figure (I.1) Différentes structures d'un réseau électrique

NF : normalement fermé.

NO : normalement ouvert.

Tous les appareils de coupure sans légende sont normalement fermés.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques principales de ces structures et leur comparaison.

Architecture	Utilisation	Avantages	Inconvénients
Radiale			
Simple antenne	Process non exigeants en continuité d'alimentation Ex. : semoulerie	Structure la plus simple Facile à protéger Coût minimal	Faible disponibilité d'alimentation. Temps de coupure sur défaut éventuellement Long. Un seul défaut entraîne la coupure de l'alimentation d'antenne.
Double antenne	Process continu : sidérurgie, pétrochimie	Bonne continuité d'alimentation. Maintenance possible du jeu de barres du tableau principal.	Solution coûteuse. Fonctionnement partiel du jeu de barres en cas de maintenance.
Double dérivation	Réseaux étendus. Extensions futures limitées.	Bonne continuité d'alimentation. Simplicité des protections.	Nécessité de fonctions d'automatisme.
Double jeu de barres	Process à grande continuité de service. Process avec forte variation des charges.	Bonne continuité d'alimentation. Souplesse d'utilisation : transferts sans coupure. Souplesse de maintenance.	Solution coûteuse. Nécessité de fonctions d'automatisme.

Architecture	Utilisation	Avantages	Inconvénients
En boucle			
Boucle ouverte	Réseaux très étendus. Extensions futures importantes. Charges concentrées sur différentes zones d'un site	Moins coûteux que la boucle fermée. Simplicité des protections.	Coupure d'alimentation d'un tronçon sur défaut pendant reconfiguration de boucle. Nécessité de fonctions d'automatisme.
Boucle fermée	Réseaux à grande continuité de service. Réseaux très étendus. Charges concentrées sur différentes zones d'un site.	Bonne continuité d'alimentation. Pas de nécessité de fonctions d'automatisme.	Solution coûteuse. Complexité du système de protection.

Tableau (I.1) Caractéristiques principales des différentes structures des réseaux

I.5 CLASSIFICATION DES RESEAUX ELECTRIQUES

On distingue trois types principaux des réseaux électriques :

- Réseau de transport.
- Réseau de répartition.
- Réseau de distribution.

I.5.1 Le réseau de transport

Le réseau de transport et d'interconnexion est capable de transporter et d'aiguiller l'énergie électrique vers les réseaux de répartition.

Ce réseau permet de relier les principales centrales de production aux grands postes alimentant les réseaux de répartition. Il est aérien, triphasé et le plus souvent maillé [2].

La tension se situe en général entre 225 kV et 800 kV ; (400 kV en France, 765 kV en Canada). L'utilisation de ces tensions élevées est liée à un objectif économique (minimisation des pertes d'énergie) [2].

I.5.2 Le réseau de répartition

La finalité de ce réseau est avant tout d'acheminer l'électricité du réseau de transport vers les grands centres de consommation. Ces centres de consommation sont :

- Soit du domaine public avec l'accès au réseau de distribution MT.
- Soit du domaine privé avec l'accès aux abonnés à grande consommation.

Les réseaux de répartition sont à haute tension (HT) de l'ordre de 50 à 150 KV (on rencontre le plus souvent le 60 et le 90 kV), ont pour but d'assurer à l'échelle régional la fourniture d'électricité.

La structure de ces réseaux est généralement de type aérien (parfois souterrain à proximité de sites urbains). Dans ce domaine, les politiques de respect de l'environnement et de protection des sites (zones protégées) s'opposent souvent à la construction des lignes. En conséquence, la pénétration du réseau de répartition jusque dans les zones à forte densité de population est de plus en plus difficile et coûteuse.

I.5.3 Le réseau de distribution

Les réseaux de distribution sont généralement basés sur une structure arborescente de réseau à partir d'un poste source, l'énergie parcourt l'artère ainsi que ses dérivations avant d'arriver aux postes de transformation MT/BT. Les réseaux de distribution ont pour but d'alimenter l'ensemble des consommateurs. Il existe deux sous niveaux de tension :

- Les réseaux à moyenne tension MT (de 3 à 33 KV) ;
- Les réseaux à basse tension BT (de 220 à 380 V), sur lesquels sont raccordés les utilisateurs domestiques.

Contrairement aux réseaux de transport et répartition, les réseaux de distribution présentent une grande diversité de solutions techniques à la fois selon les pays concernés, ainsi que selon la densité de population.

Les réseaux à moyenne tension ont de façon très majoritaire une structure arborescente, qui autorise des protections simples et peu coûteuses, à partir d'un poste source, l'électricité parcourt une artère sur laquelle est reliée directement des branches de dérivation au bout desquelles se trouvent les postes MT/BT de distribution, qui alimentent les réseaux basse tension sur lesquels sont raccordés les plus petits consommateurs. La structure arborescente de ces réseaux implique qu'un défaut sur une ligne électrique MT entraînera forcément la

coupure des clients alimentés par cette ligne, même si des possibilités de secours plus ou moins rapides existent.

I.6 LES RESEAUX DE DISTRIBUTION

I.6.1 Les réseaux de distribution moyenne tension

I.6.1.1 Réseaux MT aériens

La structure de ces réseaux est arborescente à deux ordres de lignes, dorsales et dérivation. Des sous-dérivations peuvent être utilisées pour alimenter des charges isolées ou pour grouper sous un même interrupteur à commande manuelle (IACM) un ensemble des postes MT/BT, figure (I.2) [3].

Cette structure destinée à desservir des zones à faible densité de charge est exploitée en radial. D'une façon générale, le bouclage entre réseaux voisins ne doit pas être recherché sauf pour des contraintes d'exploitation justifiées [3].

Des interrupteurs automatiques seront installés à l'endroit de dérivation pour permettre l'élimination de la dérivation en défaut. Leur installation se fera suivant l'importance et la probabilité d'incidents sur la dérivation. Les sous dérivation doivent être équipées, au point de raccordement à la dérivation, d'interrupteurs manuels [3].

La nature et les sections des conducteurs à utiliser sont données dans le tableau ci-dessous.

LIGNES	NATURE	SECTION (mm ²)
Dorsale	Almelec	93.3
Dérivation	Almelec	34.4

Tableau (I.2) Nature et sections des conducteurs utilisés dans les réseaux MT aériens

L'**Almelec** est un Alliage d'aluminium, de magnésium et de silicium. Il est principalement utilisé pour la réalisation des lignes aériennes. Sa résistivité ($32,5 \times 10^{-9} \Omega.m$) est environ le double de celle du cuivre, mais ses caractéristiques mécaniques lui permettent de résister aux contraintes liées à l'environnement (vent, gel, neige, variations de température).

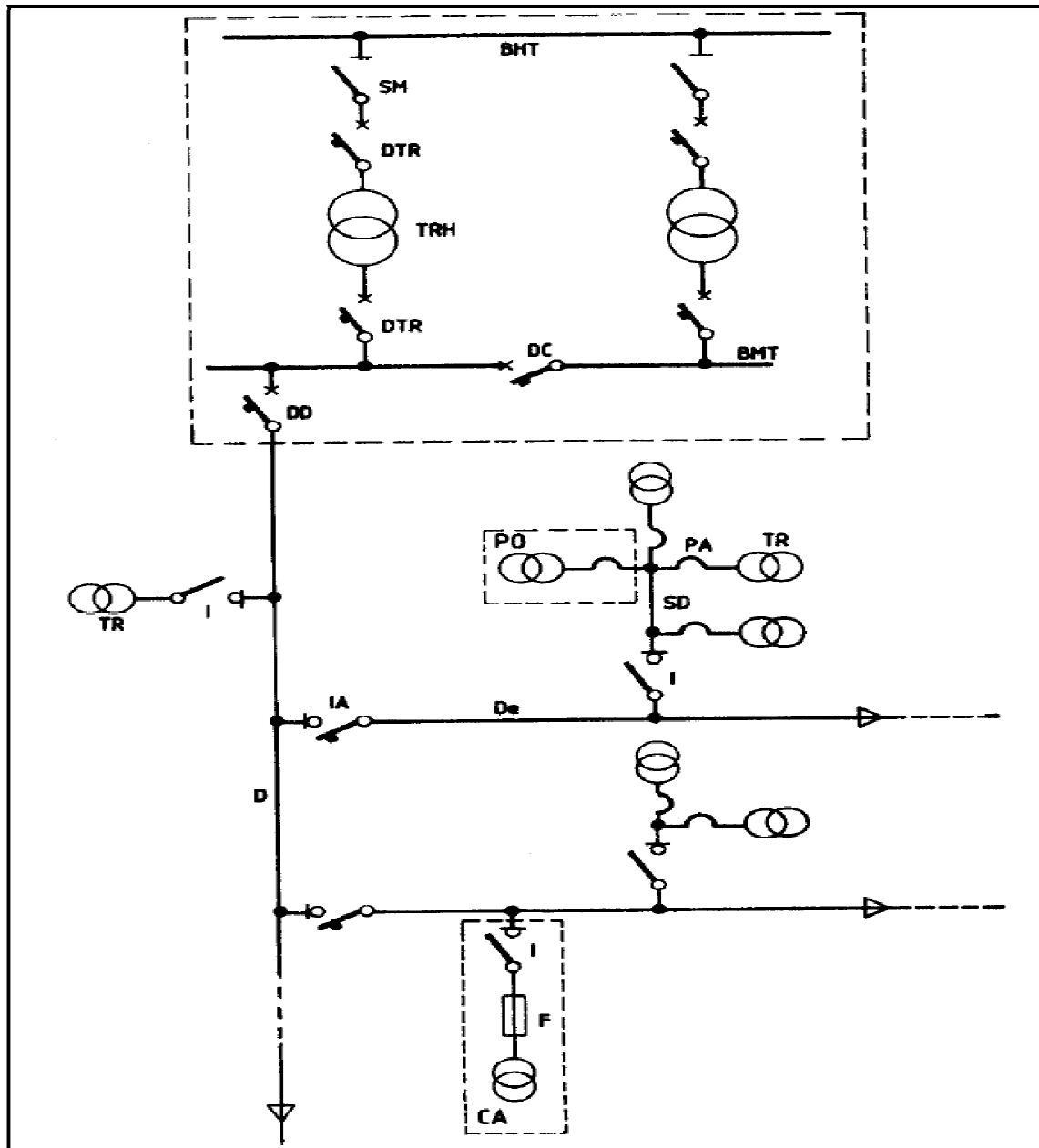


Figure (I.2) Structure générale des réseaux aériens à moyenne tension

SM : Sectionneur

BHT : Barre haute tension

DTR : Disjoncteur pour transformateur

DC : Disjoncteur de couplage

TRH : Transformateur HT/MT

CA : Poste maçonné

F : Fusible

SD : Sous dérivation

DD : Disjoncteur de départ

TR : Transformateur MT/BT

I : Interrupteur

D : Dorsale

PA : Pont amovible

PO : Poste sur poteau

De : Dérivation

I.6.1.2 Réseaux MT souterrains

La structure des réseaux souterrains est à un seul type de lignes : les dorsales. Ces réseaux, de par leur constitution (faible longueur et forte section des conducteurs) sont le siège de chutes de tension réduites. De ce fait, et tenant compte de l'importance des incidents (charge coupée et durée d'interruption plus élevées qu'en réseau aérien) il sera prévu une réalimentation soit par les réseaux voisins soit par un câble de secours [3].

Dans ces réseaux, des organes de coupure permettent la mise hors service du tronçon en défaut et la réalimentation des parties saines. De ce fait les appareils seront des interrupteurs systématiquement.

Les conducteurs utilisés pour la moyenne tension souterraine et leurs sections, sont donnés dans le tableau suivant : [3]

Réseau (KV)	Conducteurs	Section (mm ²)
10	Cuivre	120
	Aluminium	180
30	Cuivre	70

Tableau (I.3) Nature et sections des conducteurs utilisés dans les réseaux MT souterrains

I.6.2 Les réseaux de distribution basse tension

La structure des réseaux aériens sera à deux ordres de lignes : les dorsales et les dérivations. Les connexions avec des lignes adjacentes ne sont justifiables que lorsqu'elles ont lieu de façon naturelle, soit avec investissement marginale [3].

Les câbles basse tension aériens sont nus ou isolés, la technique des câbles nus est de plus en plus abandonnée puisque elle présente certains inconvénients, parmi les quels on peut citer :

- Un risque d'électrocution, notamment pour les usagers en cas de chute des conducteurs.
- Un risque d'incendie, en cas de court-circuit dans une région boisée.
- Des difficultés d'exploitation au moment des intempéries ou lors du renforcement du réseau [4].

Par contre, les câbles basse tension en conducteurs **isolés torsadés** sont plus utilisés car ils possèdent les avantages suivants : [4]

- Renforcement de la sécurité, grâce à l'isolement des conducteurs, aussi bien pour les agents que pour les usagers (réseau à proximité des balcons).
- Utilisation des supports de faible hauteur.
- Gain du temps appréciable lors de la réalisation des travaux sous tension (pas d'habillage des conducteurs).
- Diminution de plus de 90% des élagages.
- Suppression des défauts dus à des actes de malveillance.

Les conducteurs isolés basse tension pour réseaux aériens se présentent toujours sous la forme d'un faisceau composé d'un conducteur neutre central faisant office de porteur, autour duquel sont enroulés les trois conducteurs de phase et le cas échéant, le ou les conducteurs d'éclairage public. Chaque conducteur est recouvert d'une gaine isolante (figure I.3) [4].

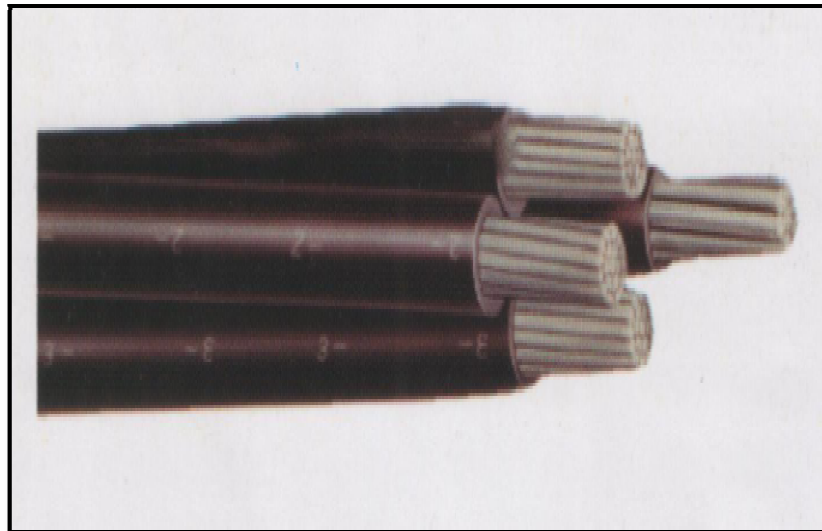


Figure (I.3) Câble torsadé pour réseaux BT aériens

Le neutre est en alliage d'aluminium de 54.6 mm^2 de section pour des raisons de résistance mécanique.

Grâce à la présence du neutre porteur incorporé au faisceau, la résistance mécanique des conducteurs de phase au d'éclairage public devient secondaire. Les sections couramment utilisées sont : 70 mm^2 et 35 mm^2 pour les conducteurs de phase et 16 mm^2 pour les conducteurs d'éclairage public, l'âme de ces conducteurs est en aluminium.

La nature et es sections des conducteurs en cuivre ou alliage d'aluminium utilisés, seront celles indiquées dans le tableau ci-dessous : [3]

Nature	Ligne	Cu (mm ²)	Al (mm ²)
Conducteurs nus	Dorsale	38.2	70
	Dérivation	17.8	34.4
Câbles torsadés	Dorsale	-	3x70+54.6+2x16
	Dérivation	-	3x35+54.6+2x16

Tableau (I.4) Nature et sections des conducteurs utilisés dans les réseaux BT aériens

La structure de **réseaux souterrains** sera à deux ordres de lignes : dorsale et dérivation. De même que pour les réseaux aériens, l'exploitation sera radiale et la connexion avec les lignes adjacentes ne pourra se faire qu'à un cout marginal [3].

La nature et les sections des conducteurs, en cuivre ou alliage d'aluminium, seront celles indiquées dans le tableau suivant : [3]

Ligne	Cu (mm ²)	Al (mm ²)
Dorsale	95	150
Dérivation	50	70

Tableau (I.5) Nature et sections des conducteurs utilisés dans les réseaux BT Souterrains

I.6.2.1 Raccordement des abonnées BT

Les abonnés individuels BT : seront raccordés à partir :

- Du réseau aérien par des connecteurs de branchement.
- Du réseau souterrain par des coffrets de branchement.

Les abonnés collectifs BT : seront raccordés à partir :

- Des dorsales aériennes par une ligne commune aboutissant à un coffret de dérivation.
- Des dorsales souterraines par un câble commun aboutissant à un coffret de dérivation pied de colonne.

Les abonnés individuels seront raccordés à travers un disjoncteur magnétothermique différentiel.

La nature et les sections des conducteurs utilisés seront telles qu'indiquées dans le tableau ci- dessous : [3]

NATURE	RACCORDEMENT	Cu (mm ²)
Réseau aérien	Collectif	4 x 25 4 x 16
	Individuel	4 x 6 2 x 6
Réseau souterrain	Collectif	4 x 50 4 x 25 4 x 16
	Individuel	4 x 6 2 x 6

Tableau (I.6) Nature et sections des conducteurs utilisés pour le raccordement des abonnées BT

I.7 LES ISOLATEURS

I.7.1 Description générale

Les isolateurs en verre ou en porcelaine ont un rôle électrique et un rôle mécanique :

- Un rôle électrique car ils assurent l'isolement électrique entre le conducteur (ligne) et la masse (pylône). Sur les lignes à très haute tension, les utilisateurs sont utilisés en chaîne, leur nombre dépend de la tension du conducteur.

- Un rôle mécanique car ils sont conçu pour résister aux efforts dus aux conducteurs.

On distingue deux principaux types d'isolateurs : les isolateurs rigides et les éléments de chaîne.

I.7.2 Les isolateurs moyenne tension

Les isolateurs moyenne tension sont souvent en éléments de chaîne, ils se trouvent en chaîne d'isolateur de trois ou quatre éléments selon le type du pylône. La figure (I.4) présente un isolateur de quatre éléments de chaîne.

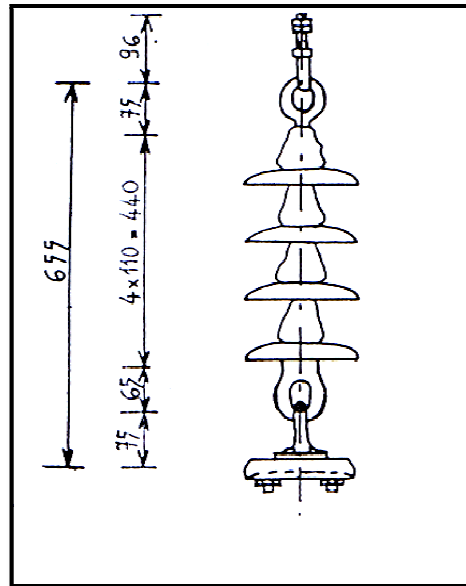


Figure (I.4) Chaîne d'isolateur de quatre éléments

I.8 LES PYLÔNES

Généralités

Afin d'acheminer l'électricité produite vers les utilisateurs. Les conducteurs ont besoin de différents supports. Ceux-ci soutiennent et isolent le courant.

I.8.1 Les pylônes en moyenne tension

Les pylônes en moyenne tension sont généralement en acier (métalliques) ou en béton, dont la hauteur est variée entre 12 et 14 mètres. Ils sont présentés selon plusieurs formes, les deux figures (I.5) et (I.6) représentent la forme la plus courante des pylônes MT.



Figure (I.5) Pylône métallique MT

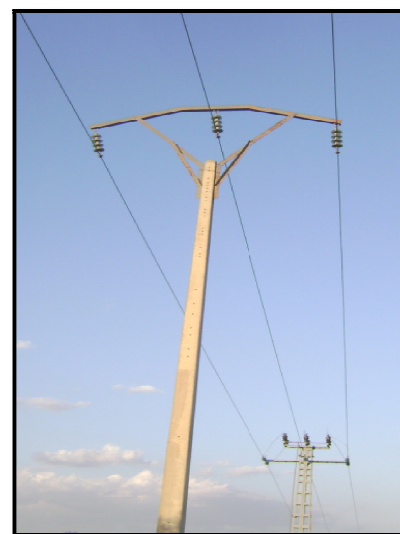


Figure (I.6) Pylône MT en béton

Il existe deux types des pylônes MT :

- **Les pylônes d'arrêt ou d'ancrage** : ont un rôle de tiraillement et de suspension.
- **Les pylônes d'alignement** : ont seulement un rôle de suspension.

I.8.2 Les pylônes en basse tension (les poteaux)

Les lignes aériennes sont construites en faisceaux de conducteurs isolés sur poteau ou sur façade. Les supports utilisés en basse tension dites poteaux, ils sont en béton, en bois, ou en acier (métalliques). La hauteur des ces poteaux compris entre 8 et 14 mètres. Les figures (I.7), (I.8) illustrent les principaux types des poteaux en BT.



Figure (I.7) Poteau métallique



Figure (I.8) Poteau en béton

I.9 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu sur l'architecture des réseaux électriques, on a présenté les différentes structures et catégories de ces réseaux ainsi que les éléments constituant les lignes.

Les postes de transformation sont indispensables dans le réseau électrique, ils assurent le passage d'un niveau de tension à un autre. Dans le chapitre suivant, on va faire une description des différents types des postes de distribution MT/BT, et leurs modes d'alimentation.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DES

POSTES MT/BT

II.1 INTRODUCTION

Les réseaux de distribution basse tension sont alimentés à partir des postes de transformation MT/BT qui représentent le dernier échelon de transformation ramenant à la basse tension, directement par les usagers, ils peuvent être de divers types, en fonction de la nature et de la structure des réseaux auxquels ils sont raccordés, de la puissance qu'ils alimentent et possibilités d'implantation des ouvrages.

Les postes de distribution MT/BT peuvent avoir deux finalités :

- L'interconnexion entre les lignes de même niveau de tension, cela permet de répartir l'énergie sur les différentes lignes issues des postes.
- La transformation de l'énergie électrique, les transformateurs permettent de passer d'un niveau de tension à un autre.

Dans ce chapitre, on va étudier d'une façon générale, les divers types des postes de distribution MT/BT, ainsi que les postes sources alimentant ces postes.

II.2 RÔLE ET FONCTIONNALITES DES POSTES

Les postes électriques assurent les fonctions stratégiques suivantes :

- Assurent la protection du réseau; un système complexe de protection permet qu'un défaut sur un seul ouvrage n'entraîne pas la mise hors tension de nombreux ouvrages, ce qui risquerait de mettre une vaste zone hors tension. Cette protection est assurée par des capteurs qui fournissent une image de la tension et du courant à des relais de protection, lesquels élaborent des ordres de déclenchement à destination des disjoncteurs.
- Permettent l'exploitation normale du réseau; présence de plusieurs jeux de barre et de couplage afin de pouvoir prendre différents schéma électriques.
- Assurent la surveillance du réseau; la tension du réseau et l'intensité dans les lignes sont surveillées dans les postes électriques, via des transformateurs de mesure de tension et de courant.

II.3 POSTES SOURCES (POSTES HT/MT)

Les postes HT/MT, appelés aussi postes sources, constituent l'interface entre le réseau de transport HT et le réseau de distribution MT figure (II.1). Ils alimentent et protègent le réseau MT et assurent aussi l'abaissement de la tension et l'alimentation du réseau MT, en le protégeant par des disjoncteurs. Leurs fonctions essentielles sont :

- La transformation de la tension du niveau HT vers le niveau MT, depuis une ou plusieurs lignes HT et par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs transformateurs HT/MT.
- La répartition de l'énergie électrique avec un ou plusieurs tableaux de répartition MT, formés de l'assemblage de disjoncteurs MT raccordés par embrochage à un jeu de barres.
- La protection du réseau MT par des disjoncteurs actionnés par différents types de protections définis selon le plan de protection retenu sur le réseau.
- La mise à la terre du neutre MT par des résistances ou bobines de point neutre [5].

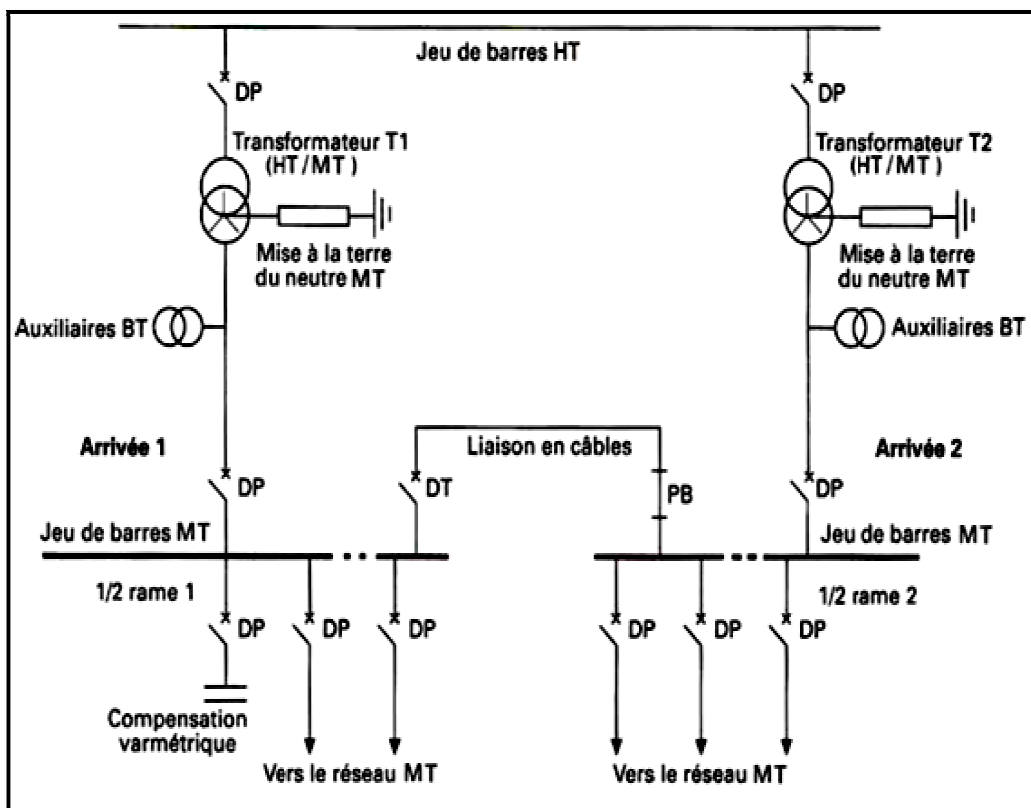


Figure (II.1) Schéma général d'un poste source HT/MT 60/30 KV

Où :

DP : Disjoncteur de protection.

DT : Disjoncteur de couplage.

PB : Pont de barres.

Un poste source comprend des équipements de surveillance, de protection, et de télécommande, parmi lesquels on trouve :

- Un tableau à moyenne tension (MT).
- Une Rame.
- Des condensateurs de compensation de l'énergie réactive et des interrupteurs destinés à mettre en ou hors service ces condensateurs.
- Un ou plusieurs disjoncteurs shunt, qui met à la terre une phase lors d'un défaut monophasé sur les réseaux aériens, permettant ainsi d'éliminer les défauts de type fugitif figure (V.6.1) sans interrompre la fourniture d'énergie électrique.
- Eventuellement, des inductances de limitation du courant de court-circuit.
- Un ou plusieurs transformateurs MT/BT servant à l'alimentation des auxiliaires à courant alternatif.
- Une ou plusieurs sources à courant continu.
- Des circuits BT de commande, de contrôle et de protection.
- Des compteurs d'énergie active et réactive.
- Des installations de commande à distance (calculateurs de téléconduite).

II.3.1 Différents modes d'alimentation des postes MT/BT

Trois types d'alimentation représentés sur la figure (II.2) sont utilisés pour alimenter les postes de distribution MT/BT.

II.3.1.1 Alimentation en simple dérivation ou antenne

C'est le schéma le plus simple, généralement utilisé pour les postes ruraux et quelquefois pour les postes urbains (installations provisoires, postes de chantier). Un seul câble ou ligne aérienne alimente le poste figure (II.2.a). Une intervention sur le câble ou la ligne nécessite dans la majorité des cas d'interrompre l'alimentation de la clientèle [5].

II.3.1.2 Alimentation en coupure d'artère ou boucle

C'est le système de distribution le plus répandu en zone urbaine. Chaque poste est alimenté par deux câbles issus d'un même poste source (éventuellement de deux postes sources), l'ensemble des deux câbles formant une boucle figure (II.2.b). Ce système permet d'isoler un tronçon de câble pour travaux, tout en continuant à alimenter tous les postes [5].

II.3.1.3 Alimentation en double dérivation

C'est le système de distribution qui offre la plus grande continuité de service. Il est utilisé dans des zones urbaines où la clientèle ne peut supporter des coupures de longue durée. Chaque poste est raccordé à deux câbles figure (II.2.c). L'un des câbles alimente normalement le poste, l'autre étant en réserve pour réalimenter le poste en cas de défaut sur le

premier. Actuellement, cette réalimentation est parfois assurée automatiquement dans certaines grandes agglomérations [5].

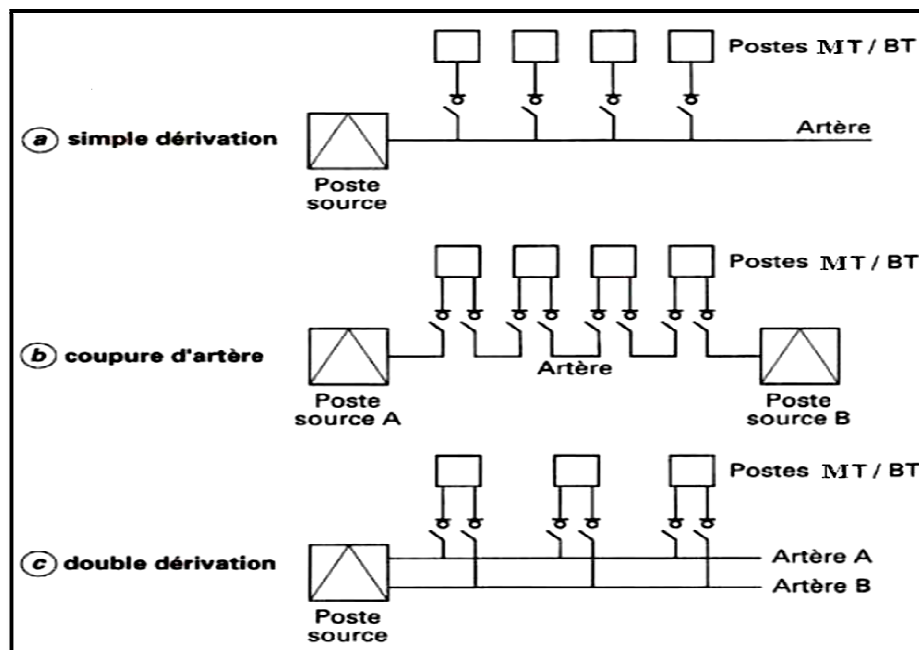


Figure (II.2) Types d'alimentation des postes MT/BT

II.4 DIFFERENTS TYPES DE POSTES MT/BT

Les réseaux moyennes tension peuvent alimenter différents types des postes de transformation MT/BT. On distingue trois modèles essentiels :

- Poste sur poteau (aérien) dit ACC ($S \leq 160\text{KVA}$).
- Poste sous enveloppe préfabriqué.
- Poste en maçonnerie. ($S > 160\text{KVA}$).

II.4.1 Postes sur poteaux (ACC)

II.4.1.1 Description

Le poste sur poteau est le poste le plus simple, il est utilisé dans le cas où la puissance du transformateur est inférieure ou égale à 160 KVA (figure II.3). Le poste ACC permet une alimentation économique de la clientèle, en multipliant les points d'injection (postes de faible puissance) et en raccourcissant les lignes basse tension [6].

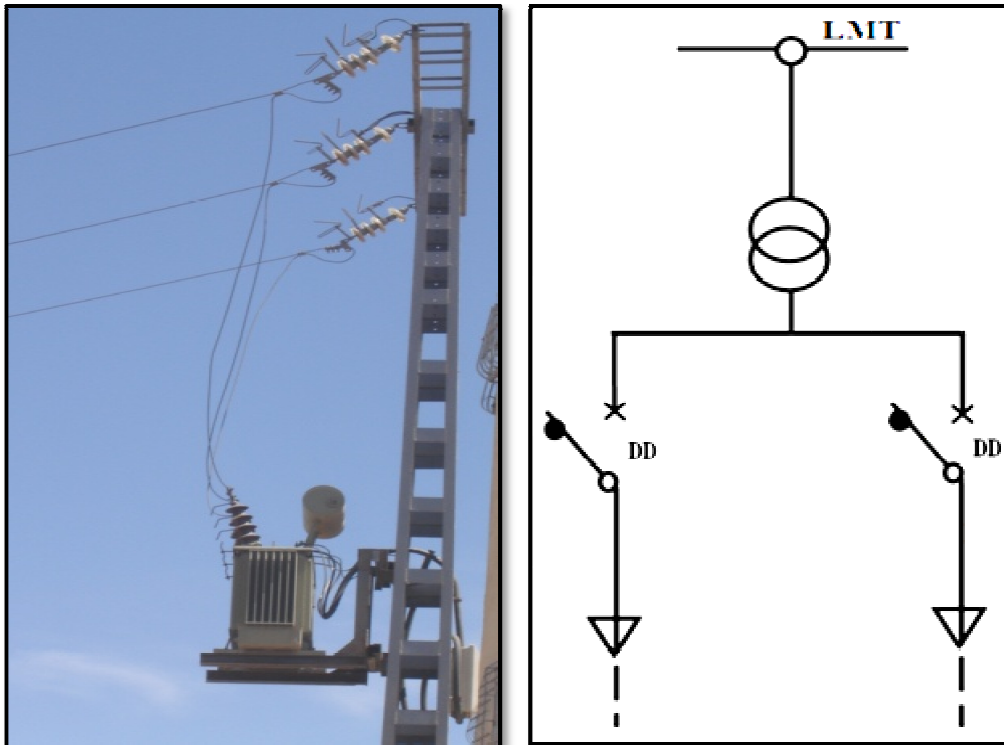


Figure (II.3) Poste sur poteau ($S \leq 160\text{KVA}$)

Où :

LMT : Ligne à moyenne tension.

DD: Disjoncteur de départ BT.

Le poste comporte, en effet, uniquement un transformateur raccordé directement, avec ou sans appareils de coupure ou de protection (fusibles), en dérivation sur la ligne moyenne tension. Le transformateur est protégé contre les surtensions par des éclateurs à cornes (anti-oiseaux) et contre les surintensités par un disjoncteur à basse tension. Le transformateur alimente le réseau BT par l'intermédiaire d'un disjoncteur BT, qui assure l'isolement et la protection de ce réseau.

Le transformateur est accroché en haut d'un poteau, alimenté par une ligne MT principale ou d'une ligne prise en dérivation sur la ligne principale. Le disjoncteur BT est enfermé dans un coffret étanche, lui-même accroché sur le poteau, et en plus de son fonctionnement automatique sur défauts basse tension, il peut être manœuvré manuellement au moyen d'une commande ramenée en bas du poteau par une tringlerie.

Des câbles isolés assurent la liaison entre le transformateur et le coffret basse tension d'une part, et entre le coffret et la ligne basse tension alimentant le réseau de distribution, d'autre part.

NOTA :

Dans un poste sur poteau, le nombre maximum de départs basse tension est fixé à 2. Les départs seront équipés de disjoncteurs magnétothermiques D165 pour un transformateur de 100 KVA et D265 pour un transformateur de 160 KVA.

II.4.2 Postes sous enveloppe préfabriqué (poste sur SKID)

Les postes MT/BT préfabriqués (figure II.4) sont réalisés en utilisant des composants : tableaux MT, tableaux BT, transformateur, etc... regroupés dans une enveloppe ayant pour rôle la protection des équipements internes contre les influences externes et d'assurer un degré de protection vis à vis du public [7].

Ces postes sont fabriqués, câblés et testés chez le constructeur, regroupant le transformateur, l'appareillage BT et MT, les connexions et les équipements auxiliaires, limitent les temps d'étude et de réalisation. La fiabilité de l'ensemble est accrue, les clients bénéficient ainsi de la garantie constructeur pour l'ensemble [7].



Figure (II.4.1) Poste préfabriqué



Figure (II.4.2) Poste sur SKID (Carrière EL KHEMAIES)

II.4.2.1 Types des postes préfabriqués

On distingue deux familles de postes préfabriqués :

- Sans enveloppe additionnelle.
- Avec enveloppe additionnelle.

A- postes préfabriqués sans enveloppe additionnelle

C'est le transformateur qui sert de base; il supporte l'appareillage MT et BT; le même diélectrique peut être utilisé pour le transformateur et l'appareillage MT.

Malgré un indice de protection élevé permettant une utilisation en extérieur sans enveloppe, le poste nécessite une zone grillagée pour en limiter les accès.

On distingue deux grands types des postes préfabriqués sans enveloppe additionnelle :

- Avec appareillage MT c'est le transformateur package substation.
- Sans appareillage MT c'est le poste socle.

B- postes préfabriqués avec enveloppe additionnelle

En fonction des règles d'exploitation locales on distingue deux grandes familles des postes préfabriqués avec enveloppe additionnelle :

- Poste à couloir de manœuvre : afin de permettre à l'exploitant de réaliser toutes les opérations de maintenance, de manœuvre, etc... à l'intérieur du poste.
- Poste manœuvrable de l'extérieur : différents accès extérieurs permettent à l'exploitant de réaliser les opérations de maintenance, de manœuvre, sans pénétrer dans le poste.

II.4.2.2 Avantage des postes préfabriqués

- Matériel agréé par le distributeur d'énergie.
- Génie civil simplifié (nécessite uniquement une plateforme avec quatre tiges de fixation).
- Gain de temps et d'espace.
- Disponibilité immédiate clés en mains (dès l'ouverture du chantier).
- Contrôle de conformité simplifiée.

II.4.3 Postes en maçonnerie

On distingue trois types essentiels des postes maçonnés :

- Postes de distribution publique (DP).
- Postes livraison à comptage BT ($S \leq 630\text{KVA}$).
- Postes livraison à comptage MT (poste spécifique) (un transformateur dont la puissance $S > 630\text{KVA}$ ou plusieurs transformateurs).

II.4.3.1 Postes de distribution publique (DP)

Localisés entre le réseau de distribution moyenne tension et le réseau de distribution basse tension, ces ouvrages assurent le passage de la MT (30,10 kV) à la BT (380 V) grâce à un transformateur triphasé, dont la puissance est inférieure à 630 KVA, destinés aux clients basse tension (bâtiments, petites ateliers, lotissements, ...). Ces postes sont constitués de trois parties :

- L'équipement MT pour le raccordement au réseau amont.

- Le transformateur de distribution MT/BT.
- Le tableau des départs BT (tableau de distribution publique TDP) comme points de raccordement du réseau aval de distribution (en BT). Le schéma type de ces postes est représenté dans la figure (II.5).

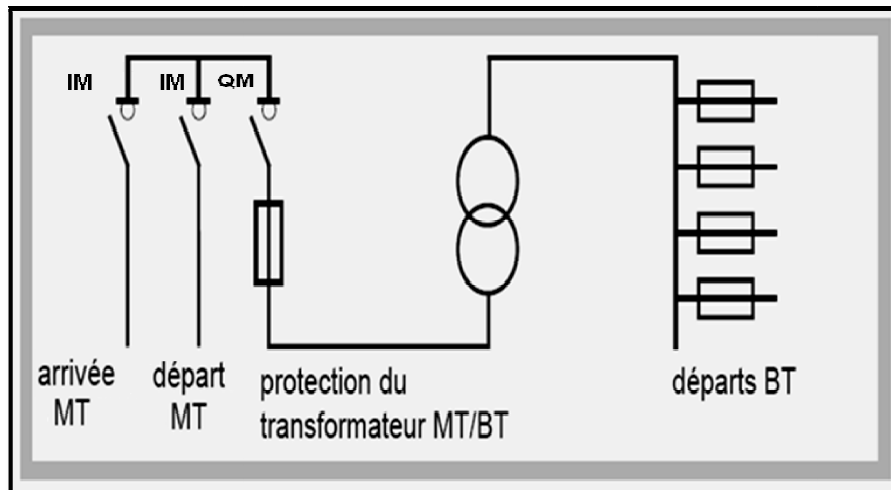


Figure (II.5) Schéma unifilaire d'un poste DP

Un poste de distribution publique comprend :

- Une cellule arrivée (réseau).
- Une cellule départ (réseau).
- Une cellule protection du transformateur par fusibles ou par disjoncteur.

II.4.3.2 Poste de livraison à comptage BT

Dit aussi poste abonné, il est semblable à un poste de distribution publique, la seule différence c'est qu'un poste de livraison à comptage BT est destiné aux abonnés spéciaux (directions, casernes, Banques, hôtel, petites usines, ...etc), où la puissance est inférieure ou égale à 630 KVA. Dans ce cas le comptage se fait dans le poste, les services de SONELGAZ installent des TC et des TP ainsi qu'un panneau de comptage pour compter l'énergie consommée par cet abonné.

II.4.3.3 Poste de livraison à comptage MT (poste spécifique)

Le poste spécifique est une installation électrique raccordée à un réseau MT sous une tension assignée (30 KV ou 10 KV) comprenant un seul transformateur MT/BT de puissance supérieur à 630 KVA, ou plusieurs transformateurs [8]. Il est destiné aux clients de grande consommation d'énergie électrique comme les grandes usines (cimenterie, briqueterie, sidérurgie, ...). À cause de la grande consommation d'énergie électrique ($S > 630$ KVA), le

comptage dans ce cas, se fait en moyenne tension à l'aide d'une cellule de comptage moyenne tension appelée CM.

Selon la cellule de protection du côté MT du transformateur MT/BT, on distingue deux types de postes livraisons à comptage MT :

1- Poste de livraison à protection par fusibles

La protection par fusibles est utilisée lorsque le courant côté MT est inférieur à 45A ($I < 45A$). Ce type des postes figure (II.6) comprend :

- Une cellule arrivée (réseau) IM.
- Une cellule départ (réseau) IM.
- Une cellule Comptage et mesure CM.
- Une cellule protection générale par disjoncteur MT DM2.
- Une ou plusieurs cellules protection par fusibles QM ou PM.

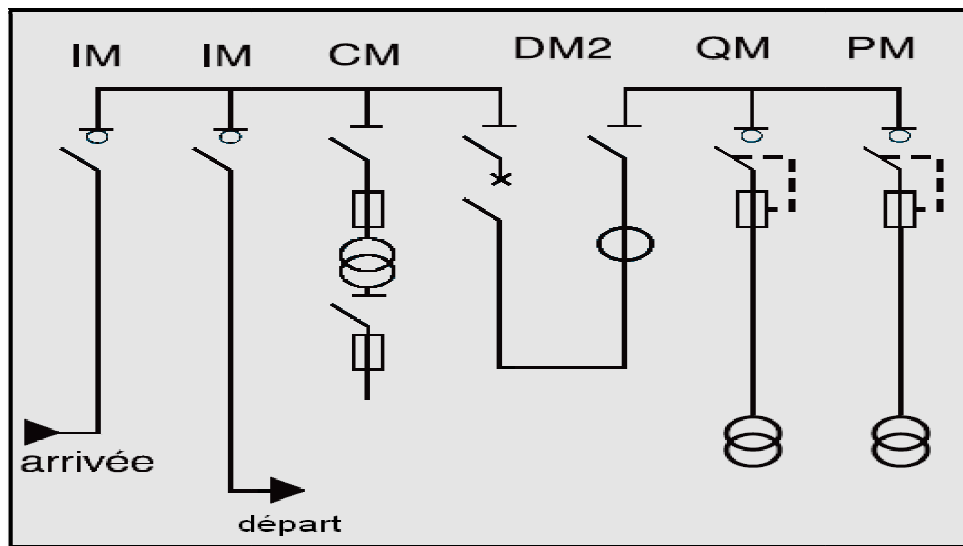


Figure (II.6) Schéma unifilaire d'un poste de livraison à protection par fusibles

2- Poste de livraison à protection par Disjoncteur MT

La protection par disjoncteur est obligatoire lorsque le courant côté MT est supérieur à 45A ($I > 45A$). Ce type des postes comprend :

- Une cellule arrivée (réseau) IM.
- Une cellule départ (réseau) IM.
- Une cellule Comptage et mesure CM.
- Une cellule protection générale par disjoncteur DM2.
- Une ou plusieurs cellules protection individuelles par disjoncteur DM1.

Le schéma unifilaire d'un poste de livraison à protection par Disjoncteur est représenté par la figure (II.7).

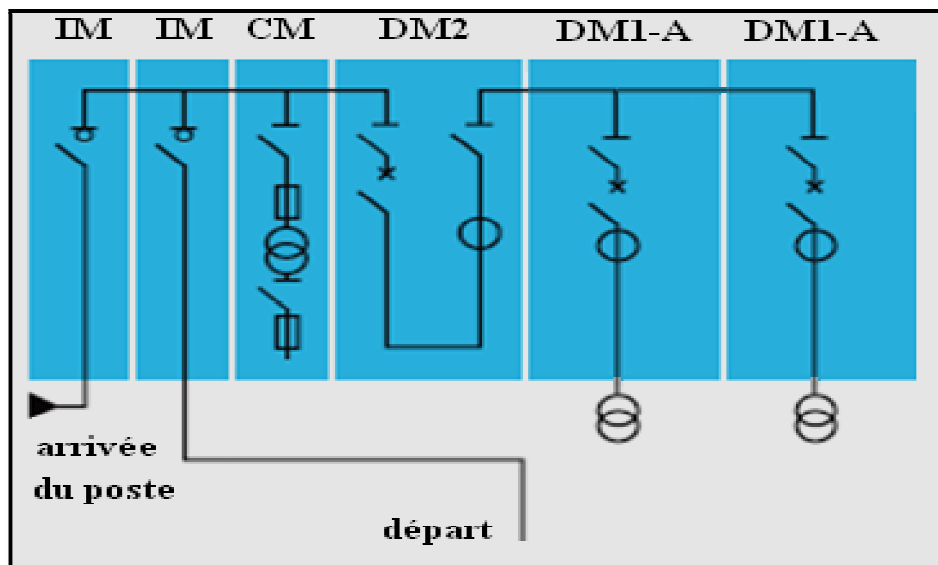


Figure (II.7) Poste spécifique à protection par Disjoncteur

II.5 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons donné uniquement une vue d'ensemble sur les postes de distribution MT/BT. Préalablement, on a présenté le rôle et fonctionnalités de ces postes, puis on a étudié les postes sources et les divers modes d'alimentation des postes MT/BT, en fin, on a donné une description générale des différents postes (poste MT/BT sur poteau, poste MT/BT sous enveloppe préfabriquée et poste MT/BT en maçonnerie).

Dans le chapitre suivant, nous présenterons une étude détaillée des postes de distribution MT/BT, avec une définition et une description de tous les éléments constituant ces postes.

CHAPITRE III

ETUDE DES

POSTES MT/BT

III.1 INTRODUCTION

Après une description générale des postes MT/BT dans le chapitre précédent, nous exposons dans ce chapitre en détail les différents types de postes. On essaiera de décrire chaque partie constituant ces postes.

Pour cela, on va élaborer pour chaque types des postes, un cahier d'étude comporte les détails électriques du poste (le schéma unifilaire, le circuit de terre, le circuit d'éclairage, ...etc), ainsi que les plans génie civil (poteaux, plan de fondation, les différentes coupes, ...).

III.2 POSTE SUR POTEAU

III.2.1 Dispositions constructives

a) Dispositions générales

L'implantation du support doit être choisie de façon à permettre un accès facile pour les manœuvres et la manutention du matériel.

L'ensemble (transformateur, disjoncteur, éclateurs) est installé à la partie supérieure du support (support d'arrêt). L'alimentation est aérienne; le départ s'effectue en aérien ou en souterrain.

Une plate forme de manœuvre du disjoncteur BT est aménagée au pied du support, elle doit être d'au moins 7 cm d'épaisseur et 70 cm de côté et réalisée en béton armé.

b) Support

Les poteaux supportant le transformateur sont de type métallique ou bétonnés.

c) Ferrures et boulonnerie

Les ferrures et la boulonnerie seront galvanisées, le montage des ferrures par boulons se fera toujours en y intercalant des rondelles. Les boulons utilisés sont de 14 mm. Les ferrures utilisées sont valables pour le 30 KV, et le 10 KV [6].

d) Raccordement de la ligne MT

Les lignes moyennes tension sont amarrées sur le support en nappe horizontale au moyen de chaîne d'encrage [6].

e) Mis en place et accrochage du transformateur

Le transformateur s'accroche sur la traverse horizontale d'une ferrure support en acier galvanisé, fixée à la partie supérieure du support par l'intermédiaire de trois tiges filetées ($\Phi=14$ mm). La manutention du transformateur à la montée et à la descente est effectuée à l'aide d'un moyen de levage. Pendant la manœuvre, les opérateurs doivent être au sol, le transformateur étant guidé par des cordes.

f) Disjoncteur BT

Le disjoncteur basse tension est placé à 3.5 m de la plate-forme dans un coffret en matériau plastique ; à côté du bloc support de la poignée de commande [6].

g) Raccordement BT

La liaison entre le transformateur et le disjoncteur BT est réalisée par des câbles dont les sections sont :

3x70 mm² + neutre : pour les transformateurs de puissance \leq 100 KVA.

3x150 mm² + neutre : pour les transformateurs de puissance égale à 160 KVA [6].

h) Mise à la terre du poste

1- Mise à la terre des masses

La prise de terre est constituée par un piquet en acier cuivré dont le sommet doit être à 0.5 m au moins au dessous du niveau du sol, et dont la résistance est inférieure à 30 Ohms.

Les masses du poste (support et cuve du transformateur, coffret du disjoncteur, ferrures d'isolateurs MT et BT) et les éclateurs doivent être reliés à la prise de terre par un conducteur de descente en cuivre nu de 29.3 mm² de section, qui remonte jusqu'à la ferrure d'arrêt MT au sommet du poteau. Ce conducteur est protégé contre les détériorations mécaniques par un tube métallique sur une hauteur 2.5 m au dessus du sol et 0.5 m au dessous et fixé au poteau à l'aide de colliers. Les différentes masses sont reliées à ce conducteur par des conducteurs en cuivre de 19.63 mm² de section.

2- Mise à la terre du neutre

Le conducteur neutre du réseau BT n'est pas raccordé à la terre des masses du poste ; il est mis à la terre sur le premier support BT. Les prises de terre du neutre sont réalisées de la même façon que la terre des masses du poste.

i) Consignes d'exploitation

On doit placer deux pancartes une portant les consignes de sécurité et l'autre portant « danger de mort » sur le support, à 2.5 m du sol.

Toute intervention telle que vérification du réglage du disjoncteur ou mesure de tension ne peut être faite sans respecter les consignes de sécurité :

- Ouverture et condamnation de la poignée de commande de l'interrupteur aérien (IACM) qui se trouvant en amont du poste.
- Mise à la terre et en court circuit de la ligne MT sur le support précédent le poste.
- Mise à la terre et en court circuit de la ligne BT sur le premier support après le poste.

III.2.2 Cahier d'étude d'un poste sur poteau (poste ACC)

III.2.2.1 Schéma unifilaire du poste

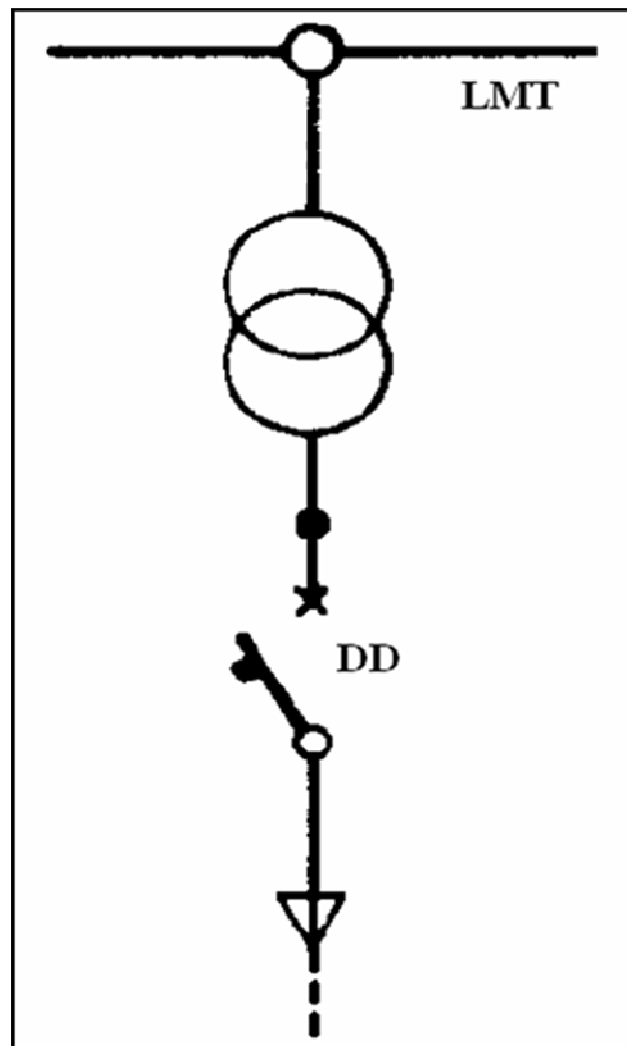


Figure (III.1) Schéma unifilaire d'un poste ACC

III.2.2.2 Vue de faces

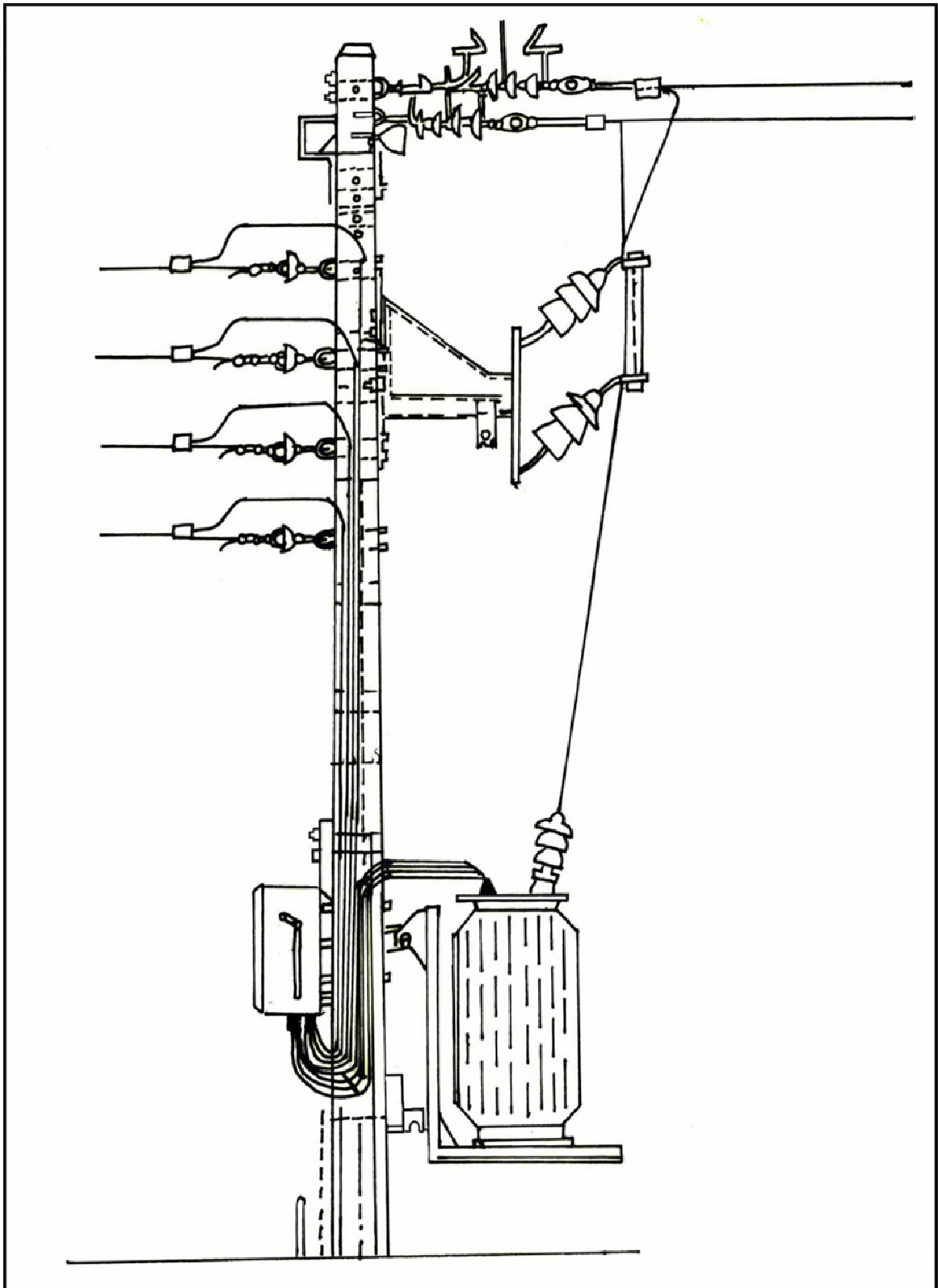


Figure (III.2) Vue de côté d'un poste ACC

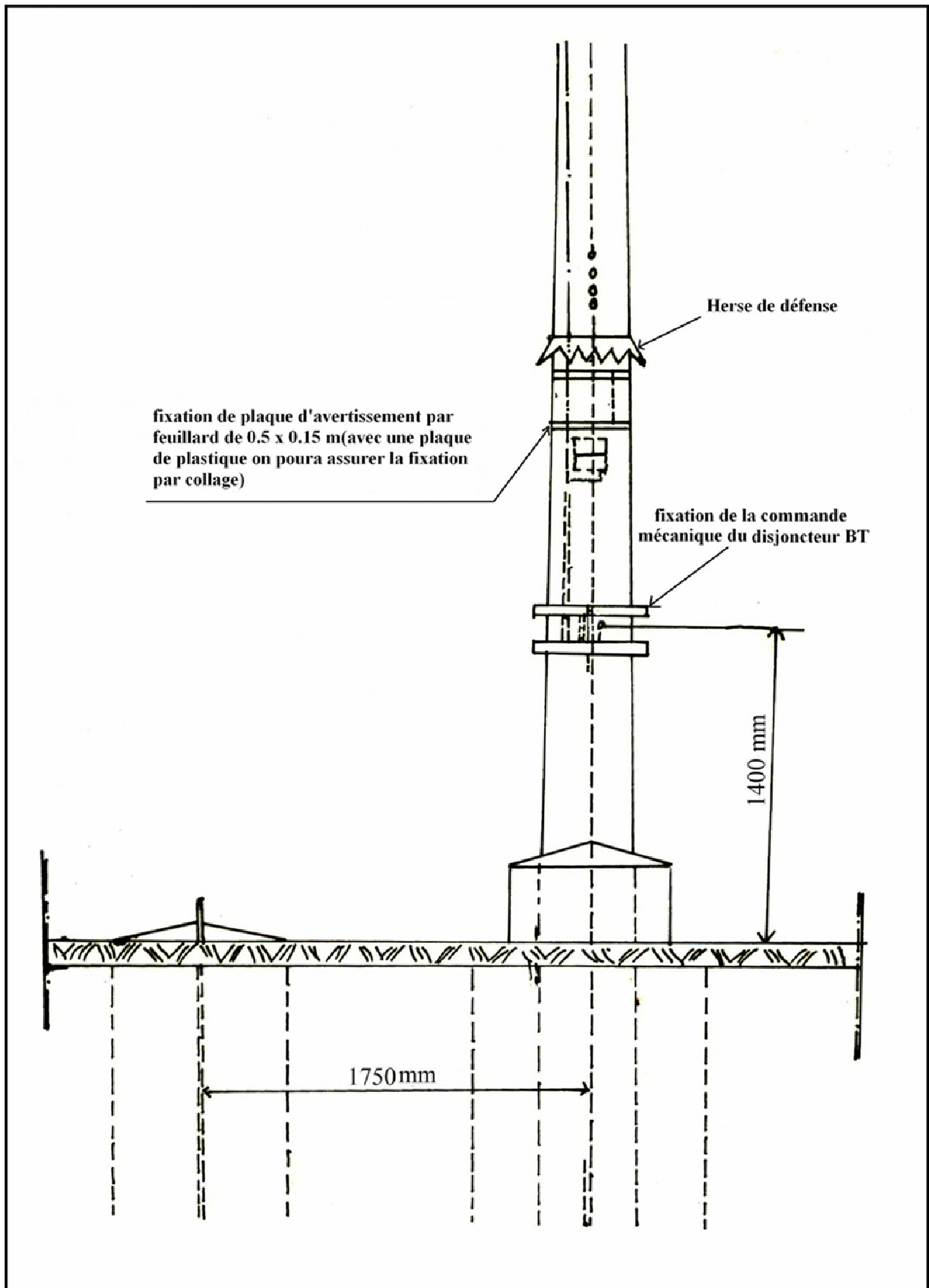


Figure (III.3) Vue de droite d'un poste ACC

III.2.2.3 Fondation et dalle de manœuvre

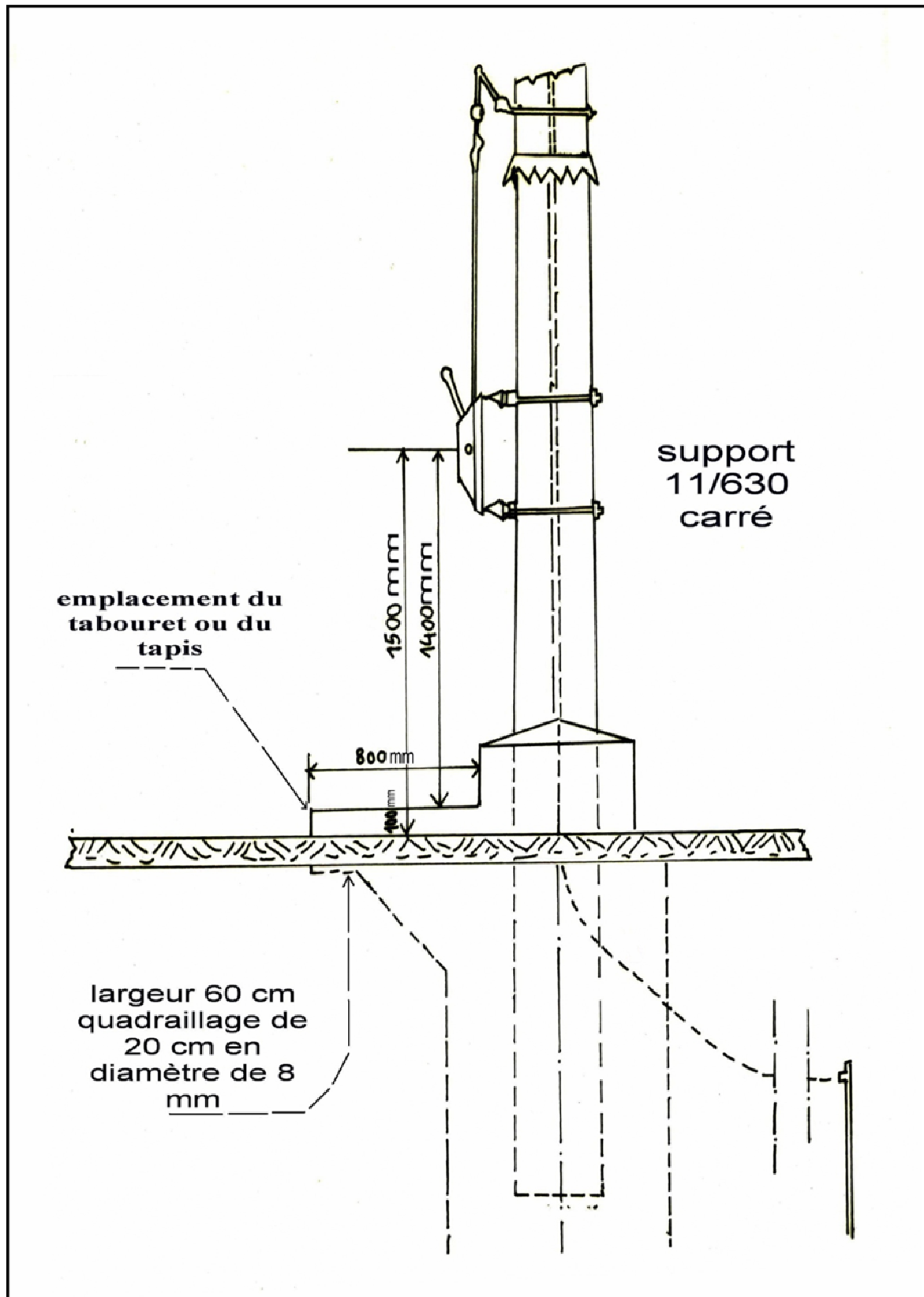


Figure (III.4) Fondation et dalle de manœuvre d'un poste ACC

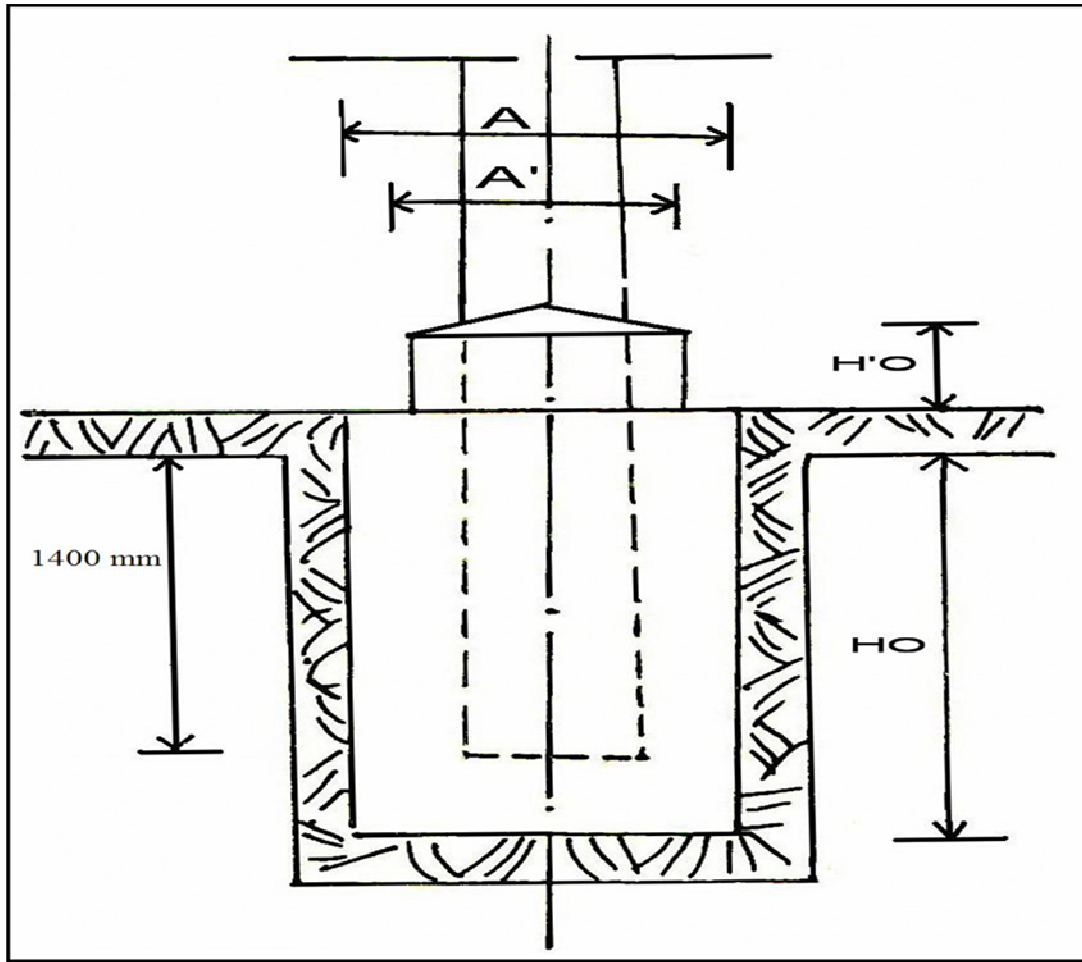


Figure (III.5) Massifs carrés d'un poste ACC

Supports 630 dan				Supports 1000 dan			
A(m)	0.85	1.10	1.25	A(m)	1.15	1.35	1.55
A'(m)	0.60	0.60	0.60	A'(m)	0.70	0.70	0.70
HO(m)	1.60	1.70	2.00	HO(m)	1.60	1.80	2.00
H'O(m)	0.35	0.35	0.35	H'O(m)	0.35	0.35	0.35

Tableau (III.1) Dimensions des massifs carrés d'un poste ACC

III.2.2.4 Circuit de mise à la terre

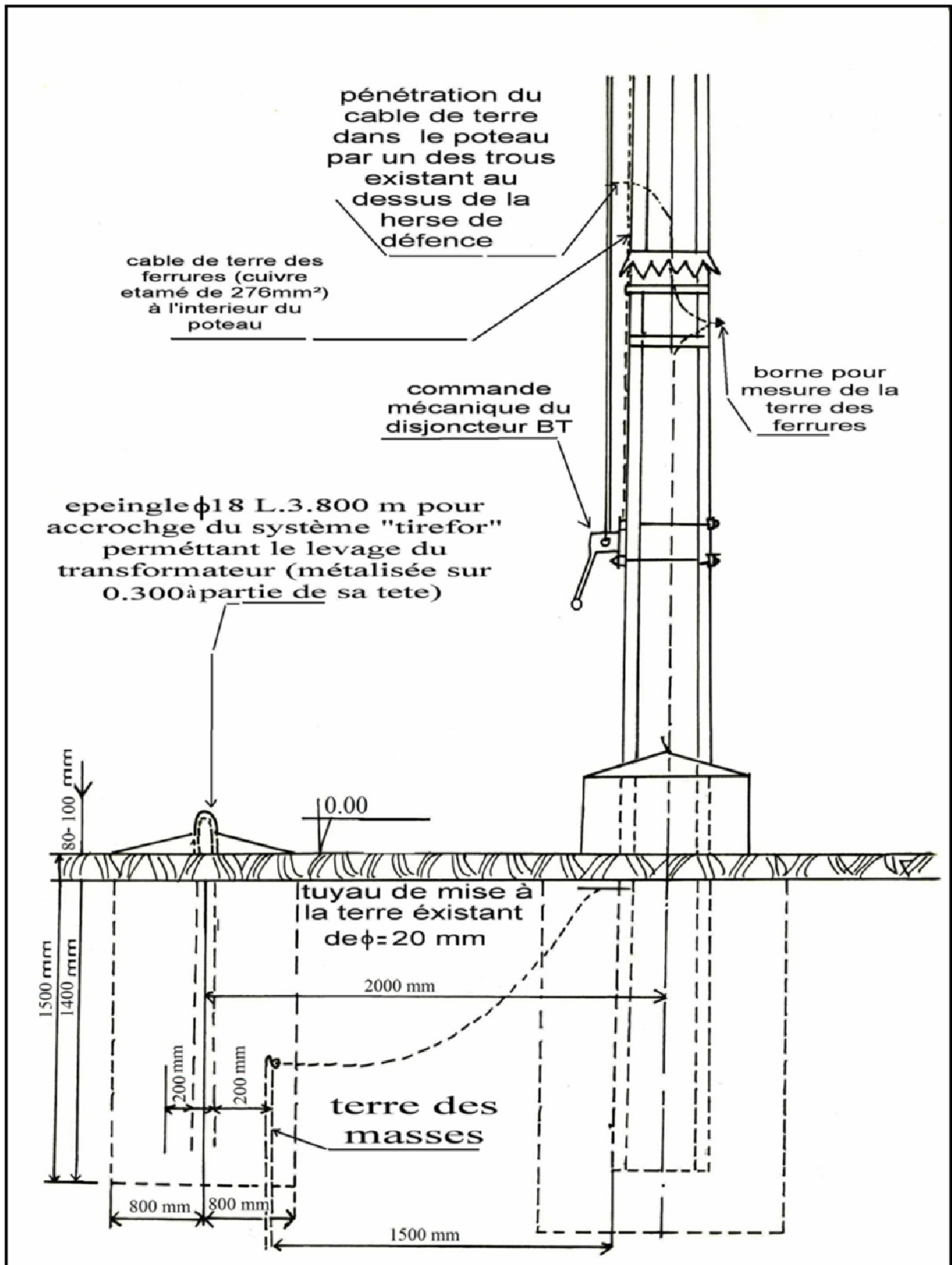


Figure (III.6) Circuit de mise à la terre d'un poste ACC

III.2.2.5 Mis en place et accrochage du transformateur et du disjoncteur BT

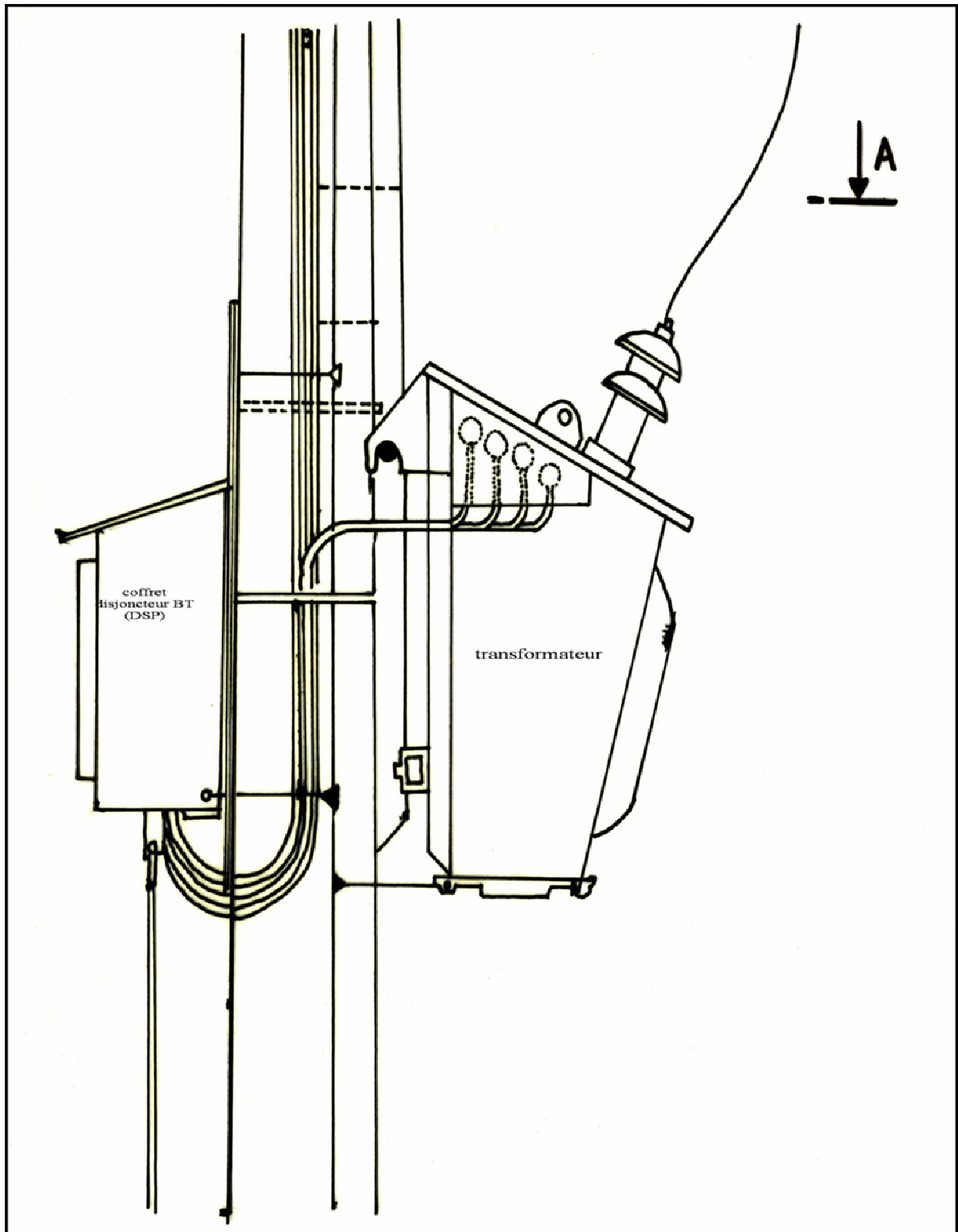


Figure (III.7) Accrochage du transformateur et du disjoncteur BT sur le poteau

III.2.2.6 Coupe circuit – éclateur - départs basse tension

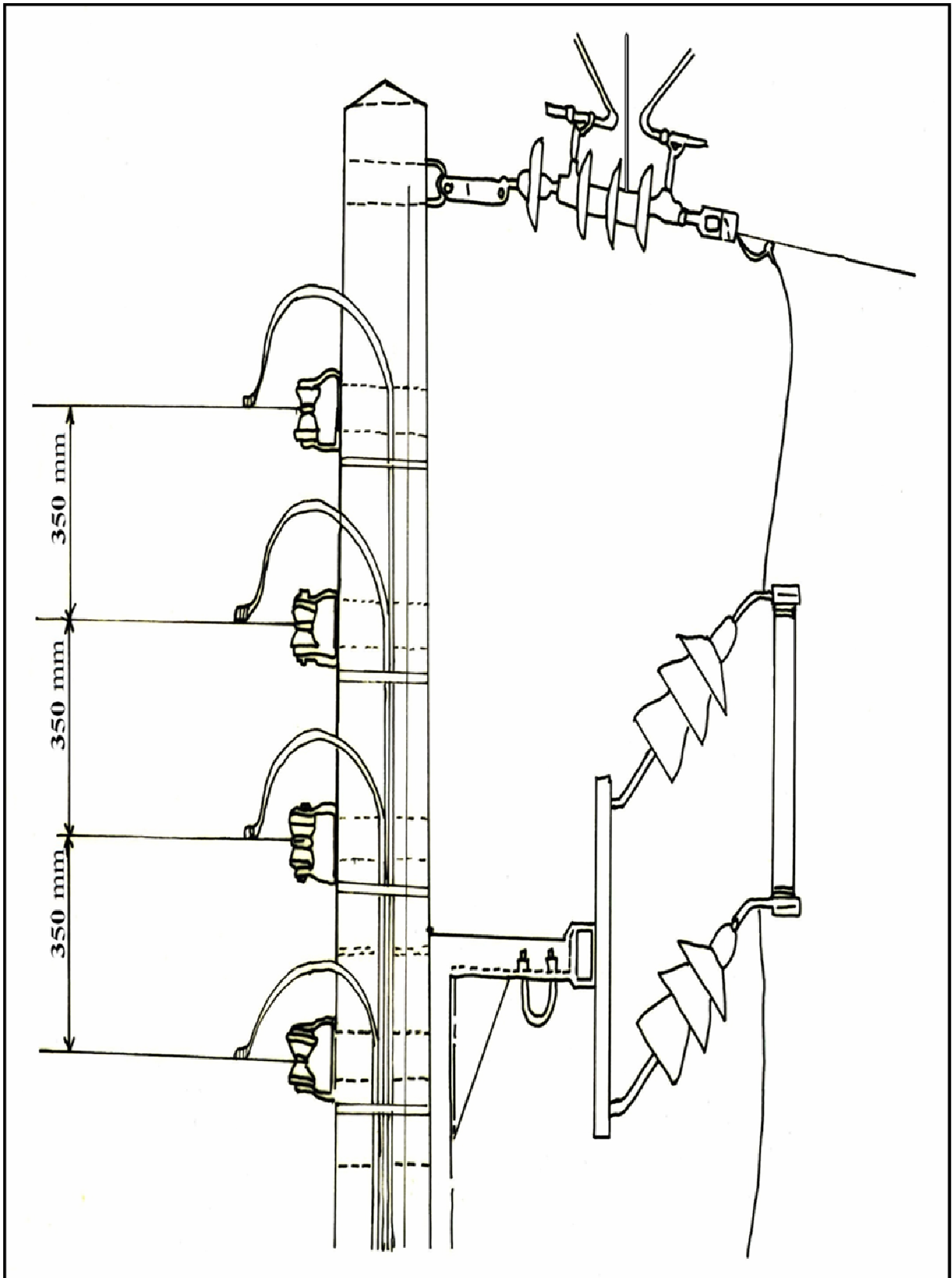


Figure (III.8) Protection MT et départs BT d'un poste ACC

III.3 POSTES MAÇONNE

Comme nous avons vu dans le chapitre précédent, un poste MT/BT maçonné constitué de trois types essentiels d'équipements (équipements MT, transformateur MT/BT et équipements BT).



Figure (III.9) Poste maçonné (Université de M'SILA)

III.3.1 Composition d'un poste maçonné

Les éléments constituant un poste maçonné sont :

- Cellules moyennes tension 36 KV ou 24 KV : type IM, PM, QM, DM1, DM2 ...
- Détecteur de défaut pour réseaux MT souterrains.
- Disjoncteur BT.
- Transformateur abaisseur de puissance 100, 160, 250, 400 KVA, ...
- Cellule Transformateur.
- Matériel de Sécurité.
- Boite de déflecteur.
- Boite d'extrémité extérieure et intérieure unipolaire ou tripolaire.
- Câble Sec (Câble MT).
- Câble BT.
- Cosses.
- Fusibles de rechange.

III.3.1.1 Cellules moyennes tension 36 KV ou 24 KV

III.3.1.1.1 Définition

Les appareils (disjoncteurs, interrupteurs, sectionneurs, ... etc.) sont intégrés dans des enveloppes métalliques qui facilitent l'installation et l'exploitation, en toute sécurité des personnes, ces enveloppes sont appelées cellules, ils permettent de réaliser la partie MT des postes de transformation MT/BT de distribution publique, spécifiques ou de répartition MT jusqu'à 36 kV [10].

Les différentes cellules de la gamme SM6 de Schneider Electric 36 ou 24 KV entrant dans la composition des postes de transformation MT/BT et de répartition sont :

- **IM, IMC, IMB** : Cellule interrupteur.
- **EMB** : Cellule mise à la terre du jeu de barres.
- **PM** : Cellule interrupteur-fusibles associés.
- **QM, QMC, QMB** : Cellule combiné interrupteur-fusibles.
- **CRM** : Cellule contacteur et contacteur-fusibles.
- **DM1-A, DM1-D, DM1-S** : Cellule disjoncteur (SF6) simple sectionnement.
- **DMV-A, DMV-D, DMV-S** : Cellule disjoncteur (vide) simple sectionnement.
- **DM1-W, DM1-Z** : Cellule disjoncteur (SF6) débrochable simple sectionnement.
- **DM2** : Cellule disjoncteur (SF6) double sectionnement.
- **CM, CM2** : Cellule transformateurs de potentiel (cellule de comptage).
- **GBC-A, GBC-B** : Cellule mesures d'intensité et/ou de tension.
- **NSM- câbles** : Cellule pour arrivée prioritaire et secours.
- **NSM -barres** : Cellule pour arrivée prioritaire et câbles pour secours.
- **GIM** : Cellule gaine intercalaire.
- **GEM** : Cellule gaine d'extension.
- **GBM** : Cellule gaine de liaison.
- **GAM2, GAM** : Cellule gaine d'arrivée.
- **SM** : Cellule sectionneur.
- **TM** : Cellule transformateur MT/BT pour auxiliaires.

III.3.1.1.2 Rôle et fonctions des cellules

Chaque cellule moyenne tension a pour but d'assurer une certaine fonction (raccordement, protection, ... etc) dont les rôles sont donnés comme suit :

- Cellules de Raccordement aux réseaux MT (IM, IMC, IMB).
- Cellules pour la protection des transformateurs (QM, PM, DM1-A,...).
- Cellules pour le comptage MT (CM).
- Cellules pour les fonctions exigées par les réseaux privés (GBM, GIM, TM,...).

III.3.1.1.3 Identification des cellules SM6

Les cellules SM6 sont identifiées par un symbole comprenant :

- La désignation de la fonction, donc du schéma électrique : IM, QM, DM1, CM, DM2...
- L'intensité assignée de l'appareil : 400 - 630 - 1250 A.
- La tension assignée : 7,2 - 12 - 17,5 - 24 kV.
- Les valeurs maximales des courants de courte durée admissibles : 12,5 - 16 - 20 - 25. kA pendant une seconde (1s) [10].

Exemple

Pour une cellule : **IM 400 - 24 - 12,5**

- IM indique qu'il s'agit d'une cellule interrupteur ;
- 400 indique que l'intensité assignée est de 400 A ;
- 12,5 indique que le courant de courte durée admissible est de 12,5 kA pendant une seconde (1s).

III.3.1.1.4 Description des cellules

Les cellules MT 36 KV sont classés en deux types principaux ; les cellules interrupteurs et les cellules disjoncteurs.

Cellules interrupteurs

Ces cellules sont composées de cinq compartiments distincts séparés par des cloisons métalliques ou isolantes (figure III.10) :

1 - appareillage : interrupteur-sectionneur et sectionneur de terre dans une enveloppe remplie de SF6.

2 - jeu de barres : en nappe permettant une extension à volonté des tableaux.

3 - raccordement : accessibilité par face avant, sur les bornes inférieures de l'interrupteur et sectionneur de terre (cellule IM) ou sur les porte-fusibles inférieurs (cellule QM).

Ce compartiment est également équipé d'un sectionneur de terre en aval des fusibles MT pour les cellules de protection transformateur (cellule QM).

4 - commande : comporte les éléments permettant de manœuvrer l'interrupteur et le sectionneur de terre ainsi que la signalisation correspondante (coupure certaine).

En option, la commande peut être motorisée.

5 - contrôle : pour l'installation d'un bornier (option motorisation), de protection BT et de relayage de faible encombrement [11].

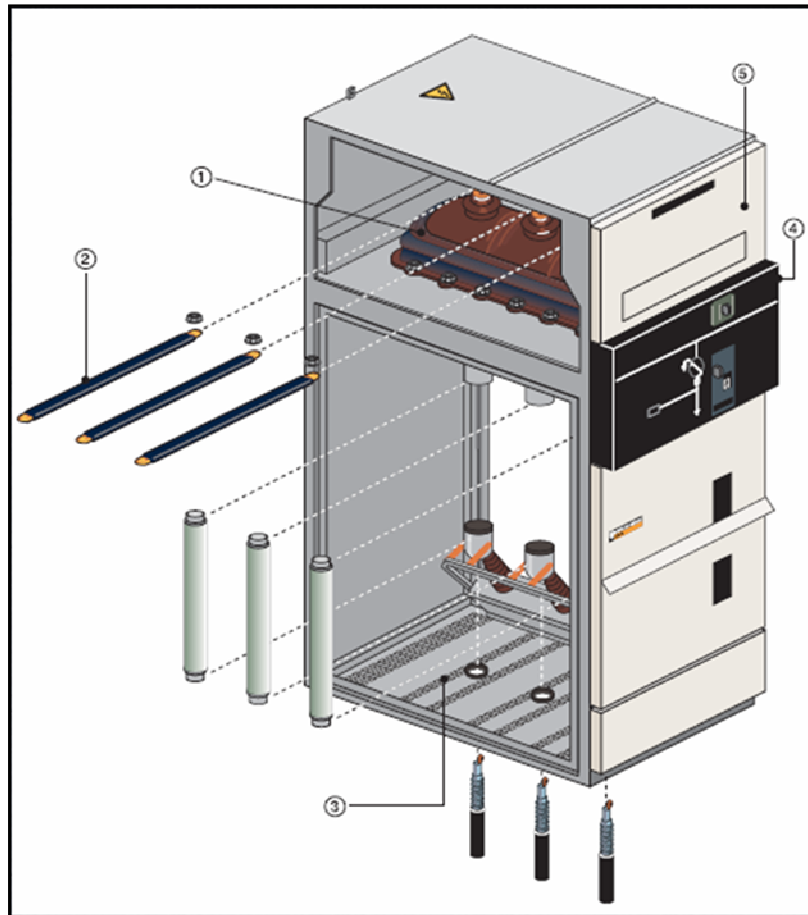


Figure (III.10) Cellules interrupteurs

B. Cellules disjoncteurs

De même, les cellules disjoncteurs composent aussi de cinq compartiments essentiels (figure III.11) :

1 - appareillage : sectionneur et sectionneur de mise à la terre dans une enveloppe remplie de SF6.

2 - jeu de barres : en nappe permettant une extension à volonté des tableaux.

3 - raccordement et appareillage : accessibilité par face avant, sur les bornes aval du disjoncteur

4 - commandes : comportent les éléments permettant de manœuvrer le sectionneur, le disjoncteur et le sectionneur de terre, ainsi que la signalisation correspondante. La commande du disjoncteur peut être motorisée (accessoire).

5 - contrôle : pour l'installation de relayage de faible encombrement et de boîtes à bornes d'essais [11].

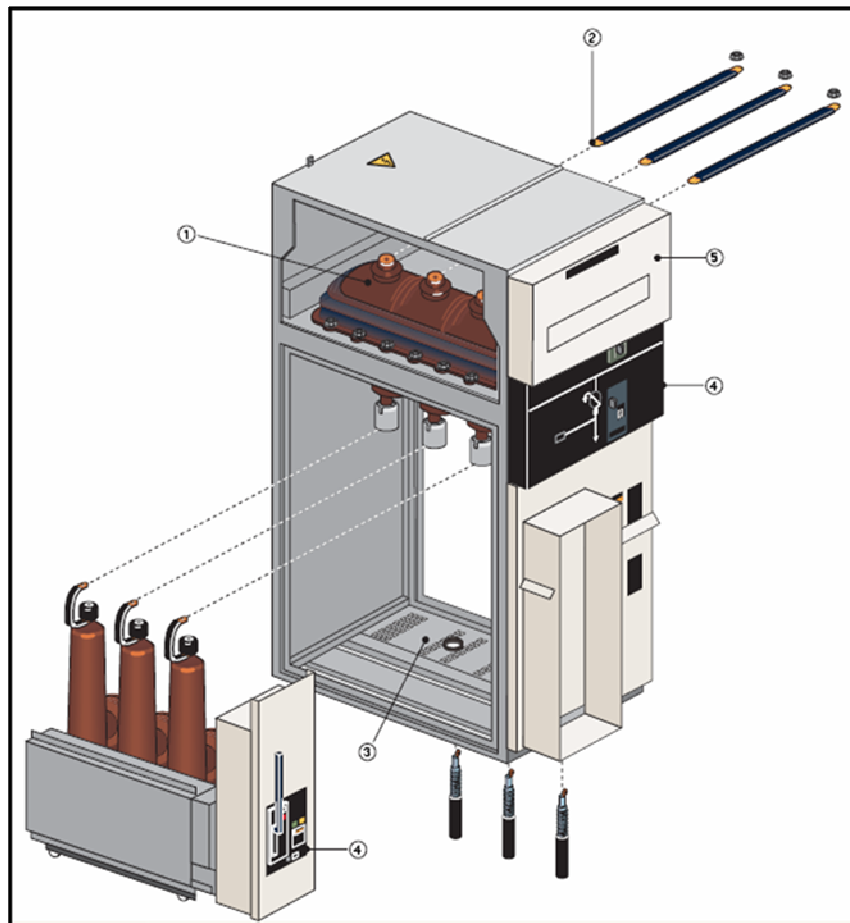


Figure (III.11) Cellules disjoncteurs

Remarque

Les cellules peuvent être équipées de nombreux accessoires :

- Des transformateurs de courant (TC) et de potentiel (TP).
- Une motorisation pour la commande disjoncteur.
- Des parafoudres.
- ... etc.

III.3.1.1.5 Dimensions et masses des cellules

Le tableau ci-dessous montre bien les Dimensions et les masses des cellules modulaires SM6, 36 KV les plus couramment utilisées [11].

Type de cellule	Hauteur (mm)	Largeur (mm)	Profondeur (mm)	Masse (Kg)
IM, SM	2250	750	1400	310
IMC, IMB	2250	750	1400	420
QM, PM	2250	750	1400	330
DM1-A	2250	1000	1400	600
DM1-D	2250	1000	1400	560
GIM	2250	250	1400	90
DM2	2250	1500	1400	900
CM, CM2	2250	750	1400	460
GBM	2250	750	1400	260
GAM2	2250	750	1400	250

Tableau(III.2) Dimensions et masses des cellules modulaires SM6, 36KV

III.3.1.2 Le transformateur de distribution MT/BT

Les transformateurs de distribution MT/BT sont généralement abaisseurs, ils permettent d'alimenter des installations basse tension à partir d'un réseau moyen tension. Ils sont caractérisée par :

- Des gammes de puissance de : 50, 100, 160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000 KVA.
- Des rapports de transformation de **30 KV/ 0.4 KV** pour les réseaux MT aériens, et de **10 KV/ 0.4 KV** pour les réseaux MT sous terrains.
- Des connexions des enroulements : **D/Yn.11** [13].

III.3.1.2.1 Choix du transformateur

A. Détermination de la puissance

La méthode d'estimation de la puissance optimale du transformateur peut être plus ou moins compliquée. On procède en général de la manière suivante :

On établit un bilan des puissances pour déterminer la puissance appelée (ou absorbée) sur le réseau. On calcule successivement :

- La puissance installée **P_i** (somme des puissances actives en kW des récepteurs de l'installation).

- La puissance utilisée **Pu** (partie de la puissance Pi en kW réellement utilisée) en tenant compte :
 - Des coefficients d'utilisation maximale des récepteurs (car ils ne sont pas en général utilisés à pleine puissance).
 - Des coefficients de simultanéité par groupes de récepteurs (car ils ne fonctionnent pas en général tous ensemble).
- La puissance appelée **Sa** correspondant à **Pu** (car la puissance assignée des transformateurs est une puissance apparente en KVA alors que **Pu** est en kW) en tenant compte :
 - Des facteurs de puissance.
 - Des rendements [14].

$$S_a \text{ (kVA)} = \Sigma [(P_i \text{ (kW)} \times K_u \times K_s) / (\eta \times \cos \Phi)] \quad (\text{III.1})$$

B. Choix final de la puissance du transformateur

On choisira en principe le transformateur de puissance apparente S (KVA) normalisée immédiatement supérieure à Sa déterminé précédemment. Néanmoins, il faut prendre en compte pour ce choix les éléments suivants :

- Sûreté de fonctionnement : si l'installation ne comprendrait qu'un seul transformateur, il serait prudent de sur calibrer le transformateur de l'ordre de 25 %.
- Influence de la température : conformément à la CEI 76, la méthode de calcul précédente n'est valable que lorsque la température ambiante ne dépasse pas 30 °C en moyenne journalière et 20 °C en moyenne annuelle avec un maximum de 40 °C (au delà il faut déclasser le transformateur).
- Extension ultérieure : si elle est prévue, en tenir compte dans la détermination de Pm
- Facteur de puissance : il doit être ramené, côté entrée réseau, à 0,89 pour éviter les pénalités appliquées par le distributeur d'énergie :

$$S \text{ (KVA)} = P \text{ (KW)} / 0,89.$$

Il faut noter que la puissance déterminée pour le transformateur s'exprime en KVA (puissance apparente) alors que la puissance souscrite auprès du distributeur d'énergie s'exprime en kW (puissance active) [14].

III.3.1.3 Choix du disjoncteur BT

Le rôle principal d'un disjoncteur est de protéger l'installation électrique contre les conditions anormales de fonctionnement ; les surcharges et les courts-circuits, il est conçu pour ouvrir un circuit automatiquement dès que le courant qui le traverse dépasse une valeur

prédéterminée. Pour assurer efficacement cette fonction, le déclencheur du disjoncteur doit prendre en compte l'évolution des récepteurs.

Le disjoncteur basse tension peut être fixe, débrosable, CLPG (cellule de protection générale) disjoncteur débrosable, ou TDP (tableau de distribution publique).

Le choix du disjoncteur BT se fera à partir du courant basse tension débité par le transformateur MT/BT, et qui est calculé comme suit :

$$I_{\text{disj}} = \frac{S_{\text{transfo}}}{\sqrt{3} \times U} \quad (\text{III.2})$$

Exemple

Le courant basse tension débité par un transformateur de 630 KVA est :

$$I_{\text{disj}} = \frac{630 \text{KVA}}{1,73 \times 0,4 \text{KV}} = 910 \text{A}.$$

Selon le courant calculé, on fait le choix du disjoncteur à partir des calibres suivants : 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3200 A. Donc un disjoncteur de 1000 A est optimal.

III.3.1.4 Choix et calcul de la longueur des câbles

III.3.1.4.1 câble MT (câble sec)

La liaison entre la cellule de protection (QM, PM, DM1) et les bornes primaires (moyenne tension) du transformateur se fait par le câble MT, dont la longueur est donnée généralement par 10 mètres sauf cas de mesure.

III.3.1.4.2 câble BT

Le raccordement du secondaire de transformateur avec le disjoncteur BT se fait par le câble BT, on utilise des cosses comme moyen de liaison à cause de leurs excellentes tenues mécaniques, faibles résistances et leurs facilités de connexion et déconnexion.

La longueur du câble BT est calculée en mesurant la distance entre le secondaire du transformateur et le disjoncteur BT, pour les trois phases et neutre.

La formule (III.3) permet de calculer la longueur du câble BT approximativement (sauf cas de mesure).

$$l_{\text{tot}} = N_1 \times L \times 3 + N_2 \times L \quad (\text{III.3})$$

Où :

N_1 : nombre de câble par phase.

N_2 : nombre de câble neutre.

L : distance entre le transformateur et le disjoncteur BT, généralement en prend $L=8$ m (sauf mesure).

Le nombre des câbles par phase est déterminé à partir du courant débité par le transformateur. Le nombre des câbles neutres égale à la moitié du nombre des câbles par phase.

Plusieurs types des câbles BT sont utilisés, parmi les quels on trouve le RO2V, et le VG2V.

III.3.1.5 Choix des fusibles

Le calibre des fusibles à installer dans la cellule de protection type QM ou PM dépend des éléments suivants :

- Tension de service.
- Puissance du transformateur à protéger.
- Technologie des fusibles.

Les fusibles utilisés sont généralement du type **Fusarc CF** ou **Soléfuse**. Le tableau ci-dessous, indique le choix des fusibles de type Fusarc CF installés dans les cellules de protection des transformateurs secs.

Transformateur de type sec												
Tension de service (KV)	Puissance du transformateur (KVA)											Tension assignée (KV)
	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	
Fusarc CF												
30	10	10	16	20	25	31.5	31.5	50	50	63	63	36
31.5	10	10	16	20	25	25	31.5	50	50	63	63	36
33	6.3	10	16	25	25	25	31.5	40	50	50	63	36
34.5	6.3	10	16	20	25	25	31.5	40	50	50	63	36

Tableau (III.3) Choix du calibre des fusibles type Fusarc CF 36 KV

La longueur, le diamètre, et la masse de ces fusibles sont déterminés à partir du tableau suivant :

Tension assignée (KV)	Calibre (A)	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Masse (Kg)
36	10 à 16	537	50.5	1.8
	25	537	57	2.6
	31.5 à 40	537	78.5	4.7
	50 à 63	537	86	6.4

Tableau (III.4) Dimension et masse des fusibles type Fusarc CF 36 KV

III.3.1.6 Le tableau de distribution publique (TDP)

Le tableau de distribution publique (TDP) constitue la partie basse tension du poste de transformation MT/BT de distribution publique, il est utilisé en tête du circuit basse tension pour assurer les principales fonctions suivantes :

- L'alimentation BT des abonnés.
- La distribution en multipliant le nombre de départs (4 ou 8 départs protégés par coupe-circuit à fusible).
- La coupure générale basse tension.
- Coupure, isolement et condamnation de chaque départ [7].

Les tableaux de distribution publique comportent :

- Un organe de coupure générale qui peut être un interrupteur (lorsque la puissance du transformateur dépasse 250 KVA), ou un disjoncteur (si la puissance du transformateur inférieur ou égale à 250 KVA), qui assurent la protection du transformateur côté basse tension.
- Des protections de départ BT réalisées par des ensembles monoblocs 400 A interchangeables équipés de coupe-circuit à fusible manœuvrables sous tension.
- Une protection de l'éclairage du poste (un coupe-circuit (1P+N) à fusible 10 A).
- Une poignée de manœuvre [12].

III.3.1.6.1 Avantages

- Intervention sous tension et sécurité d'exploitation.
- Coupure de la seule phase en défaut.
- Encombrement réduit.
- Conception adaptée à la configuration du poste
- Nombre de départs évolutif
- Robustesse et économique [7].

III.3.1.7 Détecteur de courant de défaut pour réseaux MT souterrains

Le détecteur de courant de défaut est conçu pour la recherche des défauts permanents sur les réseaux MT souterrains, couvrant tous les types de réseaux MT et leurs systèmes de liaisons à la terre grâce à des algorithmes ampéremétriques, et directionnels. Il est disponible en boîtiers protégés contre les intempéries. Le détecteur de défaut est menu d'un boîtier de signalisation lumineuse monté à l'extérieur du poste, et d'un capteur (TC tore) placé sur les câbles MT souterrains d'arrivée (figure III.12).



Figure (III.12) Détecteur de défaut

Le détecteur de défauts permet l'adaptation à tous les réseaux, il est basé sur une technologie numérique, ce qui facilite le paramétrage et la coordination avec le plan de protection, ainsi que la possibilité de raccordement au système de téléconduite.

III.3.1.8 Boîtes de déflecteur

La boîte de déflecteur est un tube thermotractable, sert à renforcer la liaison et l'isolation entre le câble sec et la cellule de protection d'un part, et entre le câble sec et les bornes de l'enroulement primaire du transformateur (partie MT du transformateur) d' autre part (figure III.13).

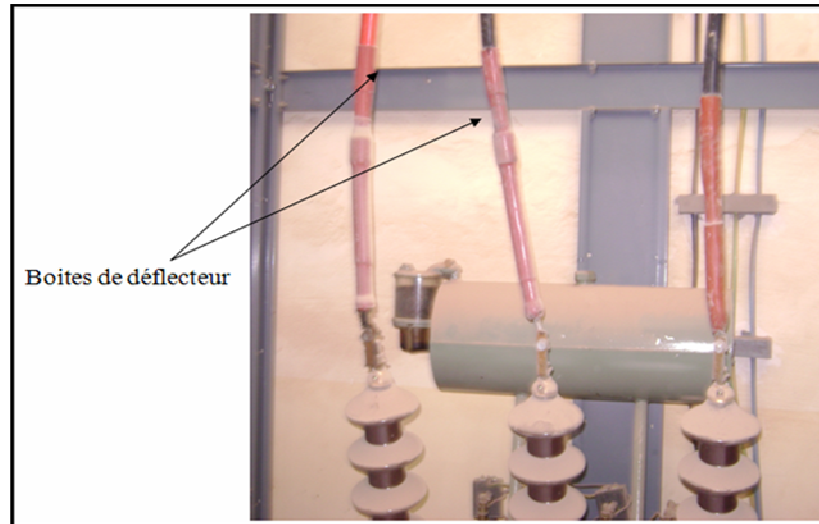


Figure (III.13) Boîtes de déflecteur

III.3.1.9 Boîtes d'extrémité interne et externe

Le raccordement du poste avec le réseau MT se fait à travers des boîtes d'extrémités internes et externes unipolaire ou tripolaire pour la fixation et l'isolation (figure III.14).

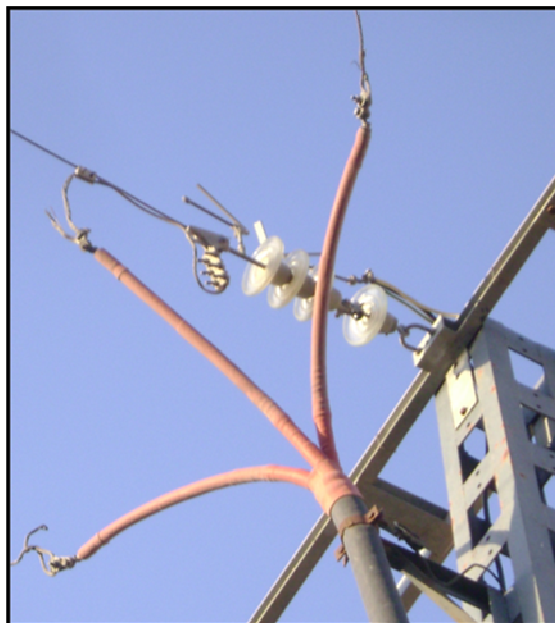


Figure (III.14) Boîte d'extrémité externe unipolaire

III.3.1.10 Matériel de Sécurité

Un matériel de Sécurité (figure III.15) pour un poste de transformation 30 KV comporte essentiellement :

- Un tabouret isolant de 45 KV, et de dimension : 500 x 500 x 220 mm.

- Un tapis isolant de 3 mm d'épaisseur, et d'une tension supérieur ou égale à 45 KV, dont les dimensions : 0,6 x1 m.
- Gants isolants de 45 KV.
- Vérificateur d'absence de tension (détecteur de tension) d'une large plage de tension d'utilisation : 36 KV.
- Perche de sauvetage de 45 KV au maximum, d'une longueur égale à 1,65 m [15].

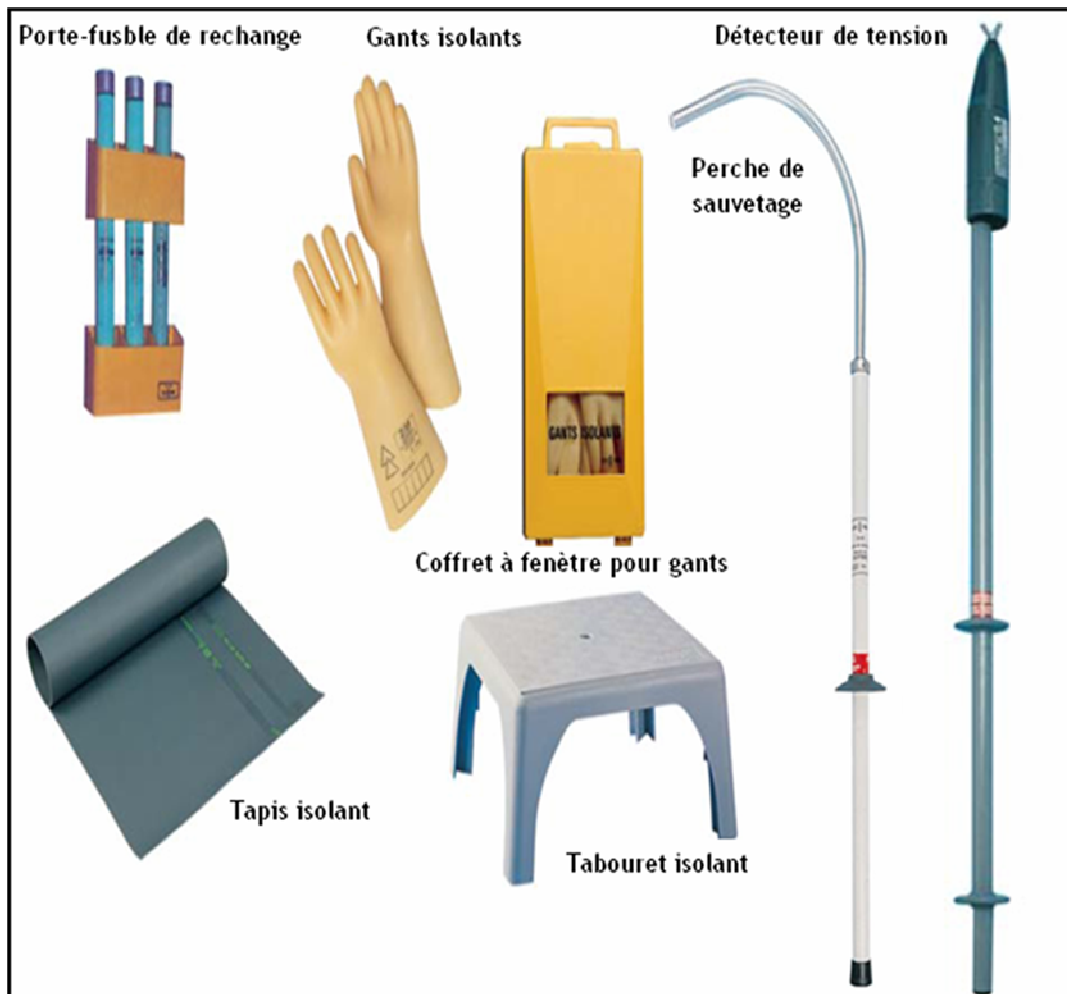


Figure (III.15) Matériel de sécurité dans un poste maçonné 30 KV

III.3.2 Cahier d'étude d'un poste MT/BT de distribution publique 630 KV

Un cahier d'étude comporte :

- 1- Fiche de renseignement électrique.
- 2- Plan de masse et situation.
- 3- Un schéma unifilaire.

- 4- Plans de génie civil (plan de fondation et poteaux, plan de réservation, différentes coupes du poste, les vues de faces).
- 5- Plans d'équipements électriques.
- 6- Plan de prise de terre et d'éclairage du poste.

Fiche de renseignement électrique

Alimentation en énergie électrique d'une agglomération de 256 logements à l'endroit appelé cité El MOUSTAKBAL à la wilaya de M'SILA (figure III.16). La fourniture d'énergie se compose d'un poste de transformation MT/BT de 630 KVA. La tension d'utilisation de l'installation est de 30 KV/220-380V.

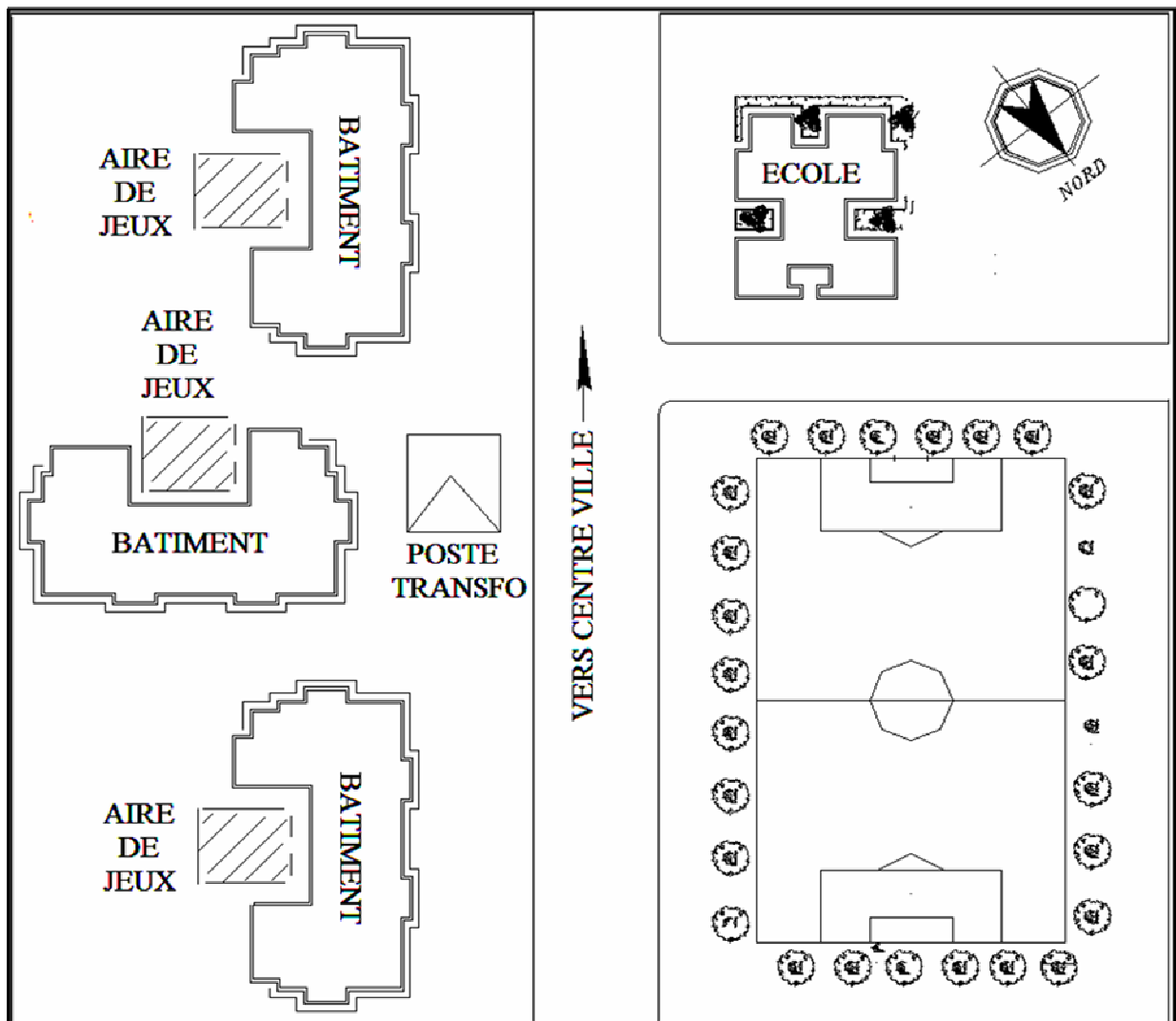


Figure (III.16) Plan de masse et situation d'un poste DP

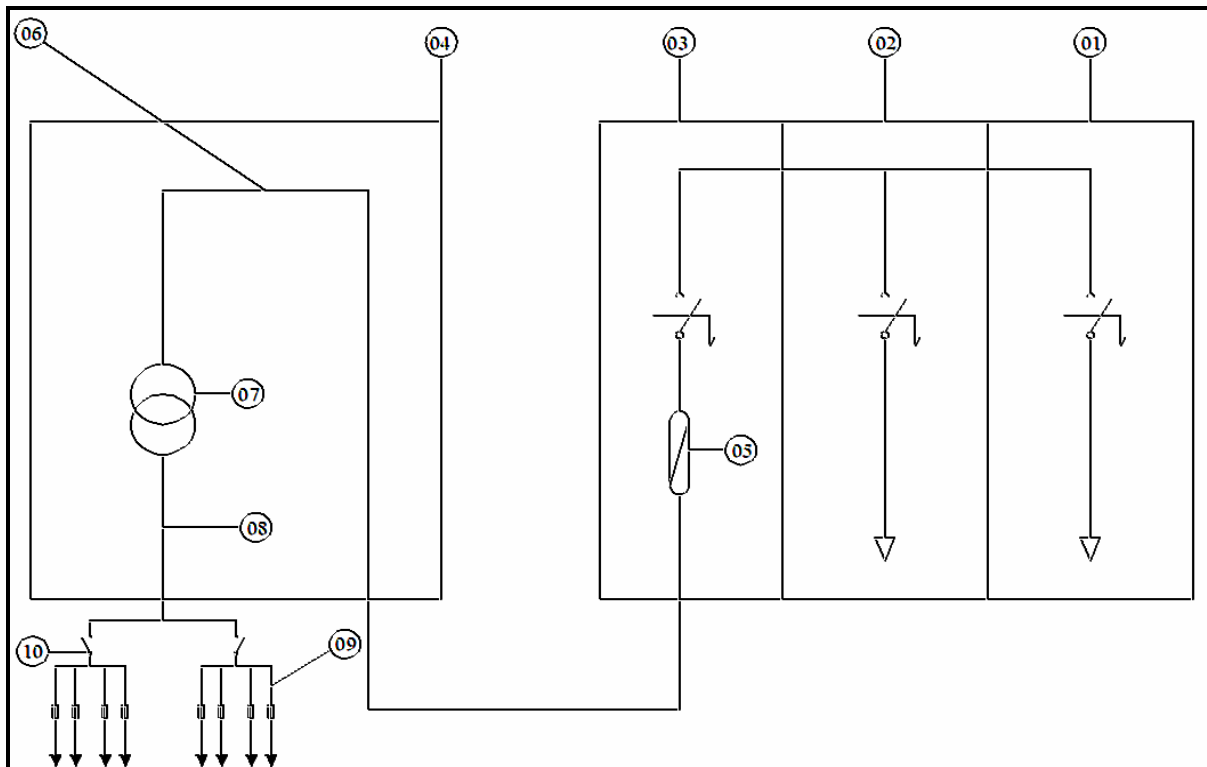


Figure (III.17) Schéma unifilaire d'un poste DP

LEGENDE

- 1- Cellule arrivée sectionneur tripolaire 36 KV-400 A à commande mécanique.
- 2- Cellule départ interrupteur tripolaire 36 KV-400 A à commande mécanique coupure en charge.
- 3- Cellule protection interrupteur 36 KV-200 A à commande mécanique coupure en charge 32 A minimum.
- 4- Cellule transformateur de puissance 30 KV/400 V jusqu'à 630 KVA.
- 5- Fusible de protection H.P.C.
- 6- Liaison par câbles sec 3 (1x35 mm²) au 3 (1x50 mm²).
- 7- transformateur de puissance 30 KV/400 V jusqu'à 630 KVA.
- 8- Liaison transformateur tableau BT câble unipolaire posé sur taquets tous les 0.50 m.
- 9- Tableau de distribution public TDP.
- 10- Disjoncteur BT au interrupteur avec protection fusible BT associés.

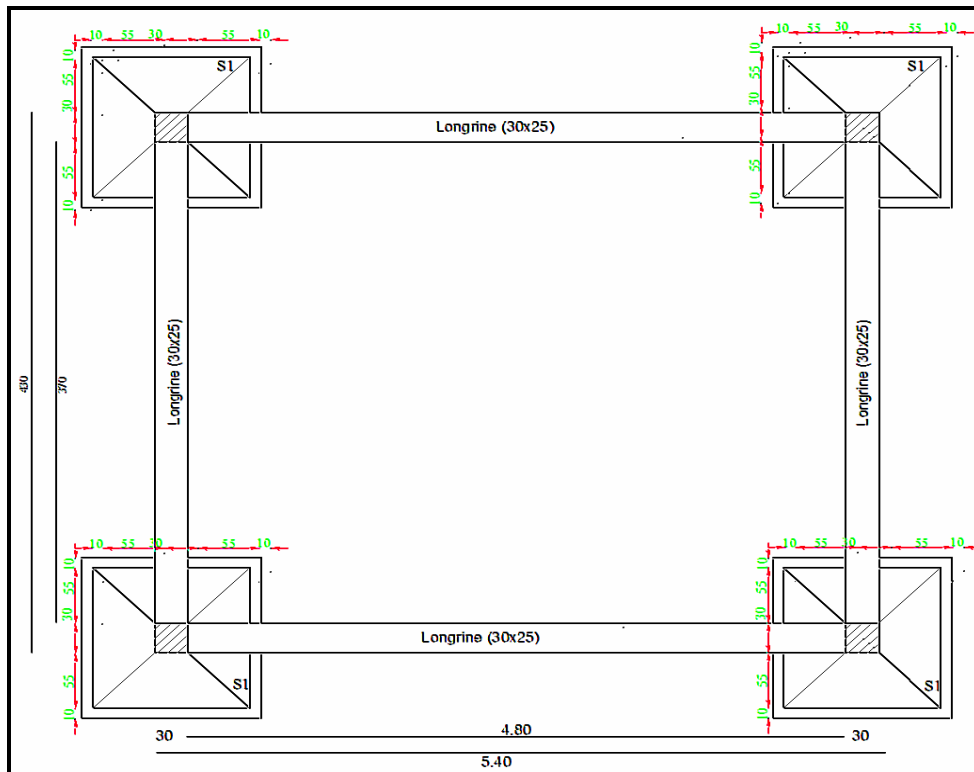


Figure (III.18) Plan de fondation d'un poste DP

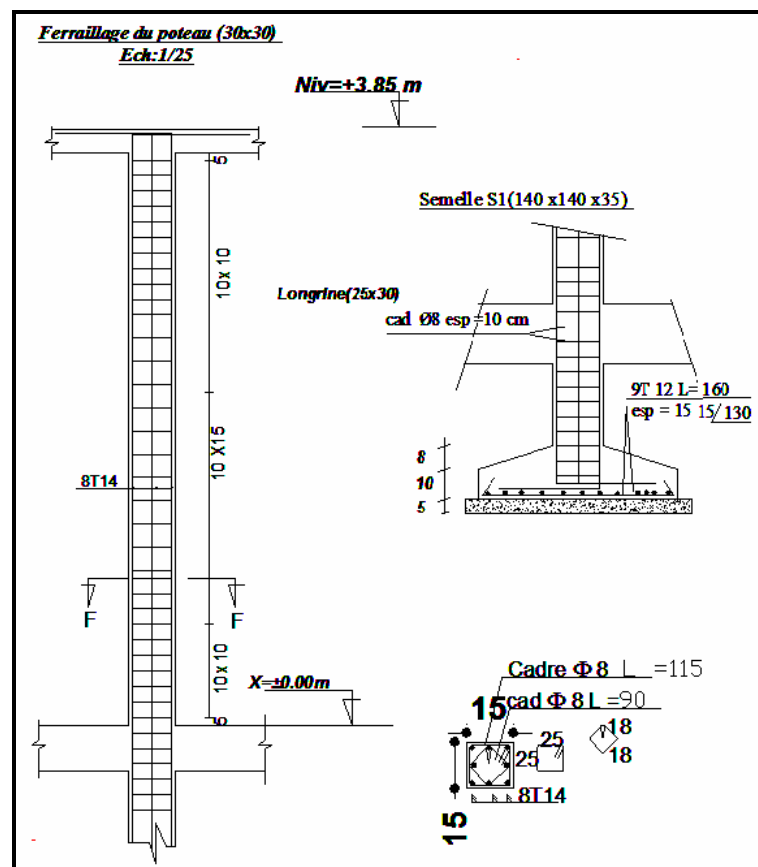


Figure (III.19) Poteaux et semelle

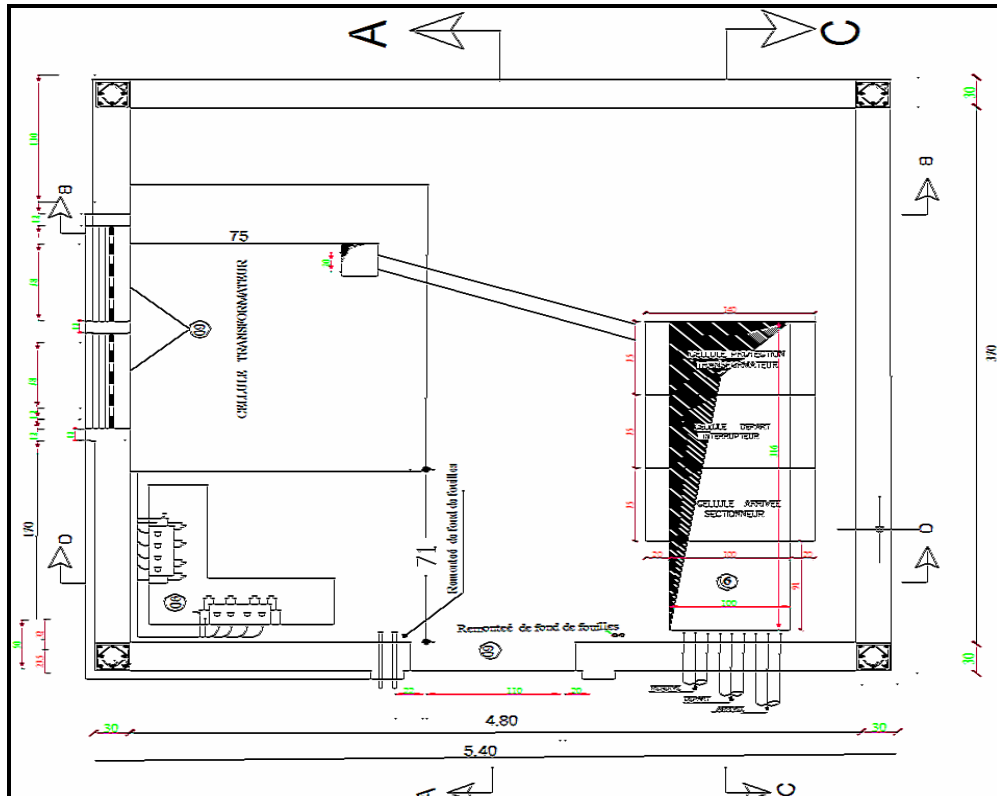


Figure (III.20) Plan d'équipement et de réservation d'un poste DP

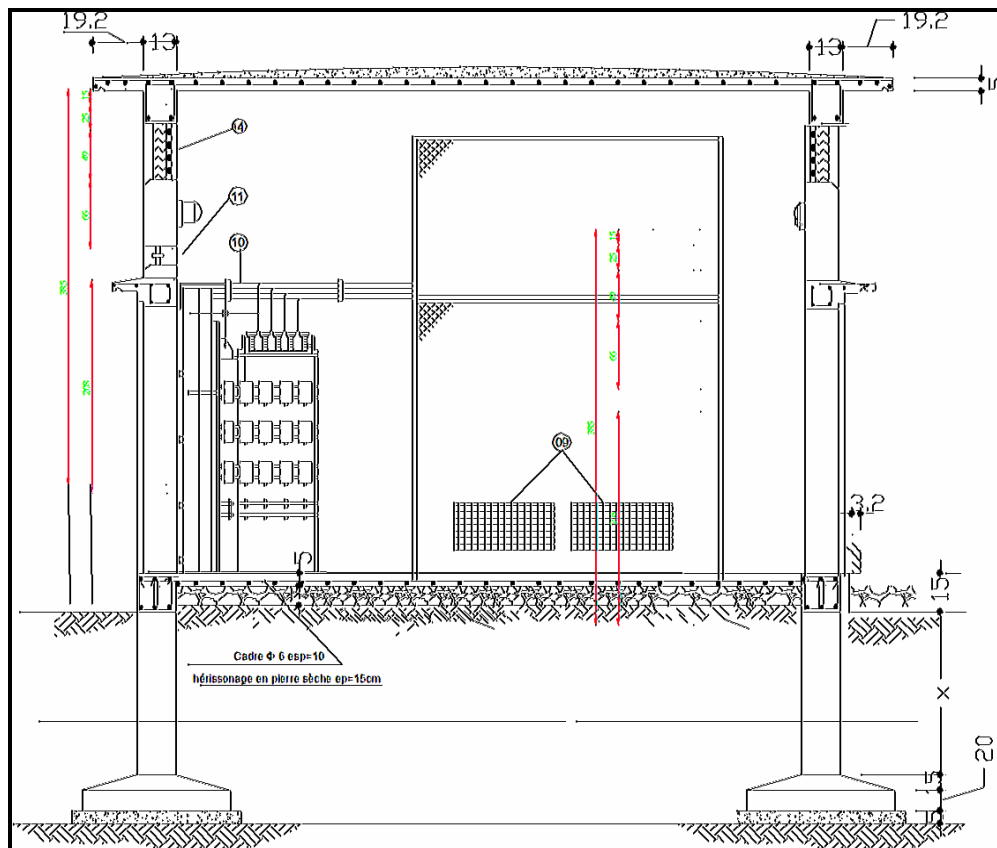


Figure (III.21) Coupe AA d'un poste DP

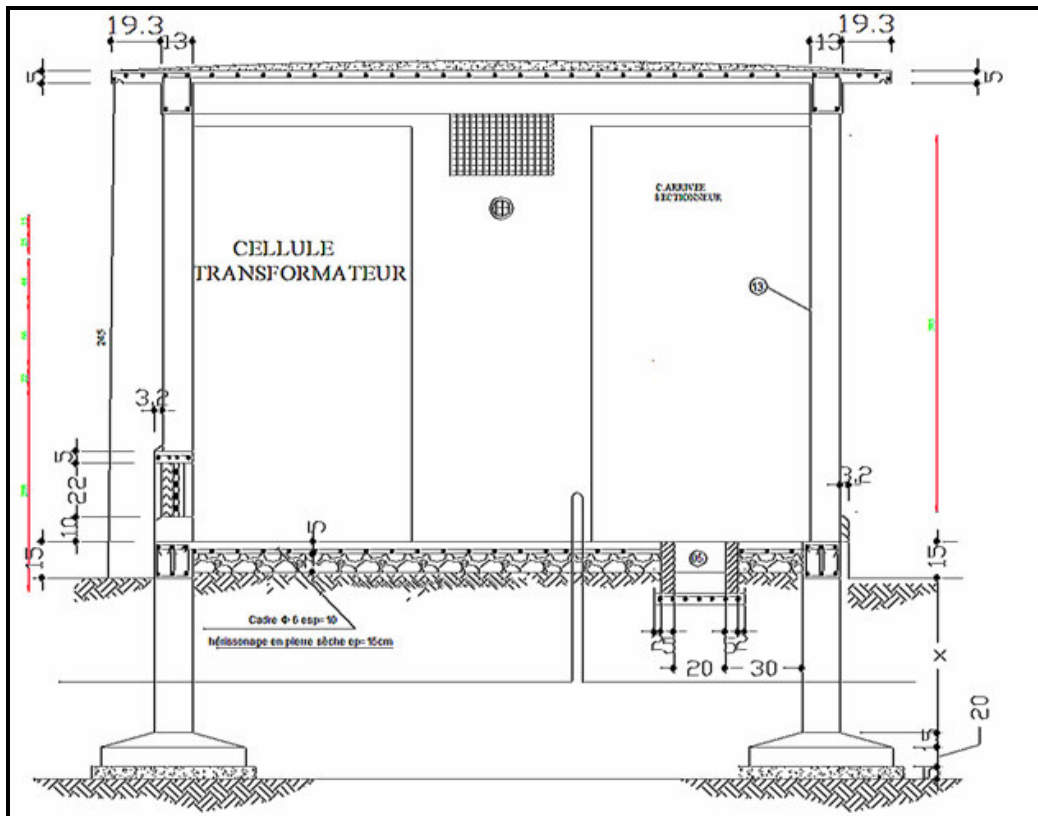


Figure (III.22) Coupe BB d'un poste DP

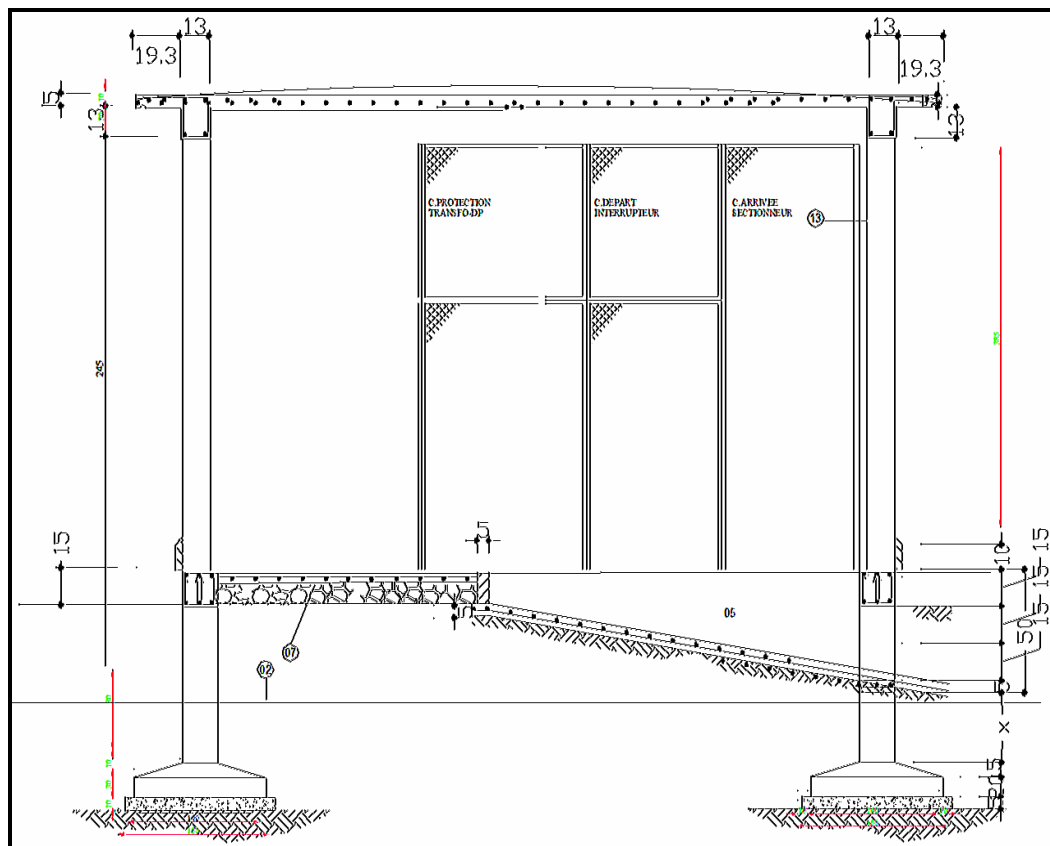


Figure (III.23) Coupe CC d'un poste DP

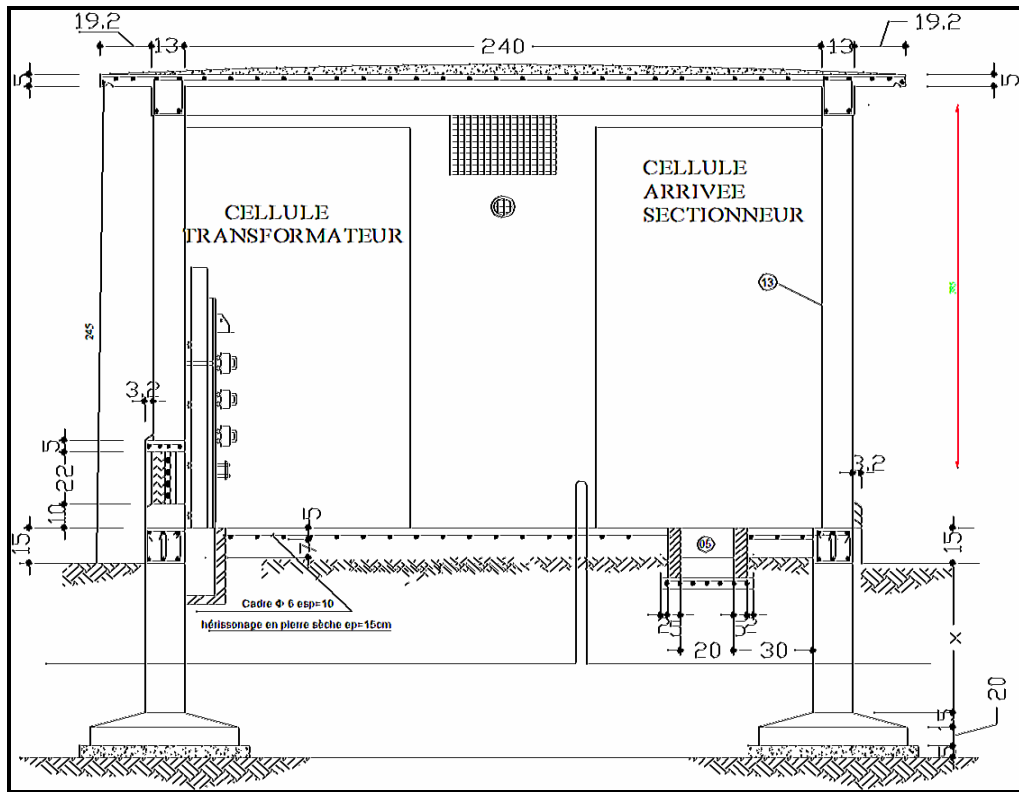


Figure (III.24) Coupe DD d'un poste DP

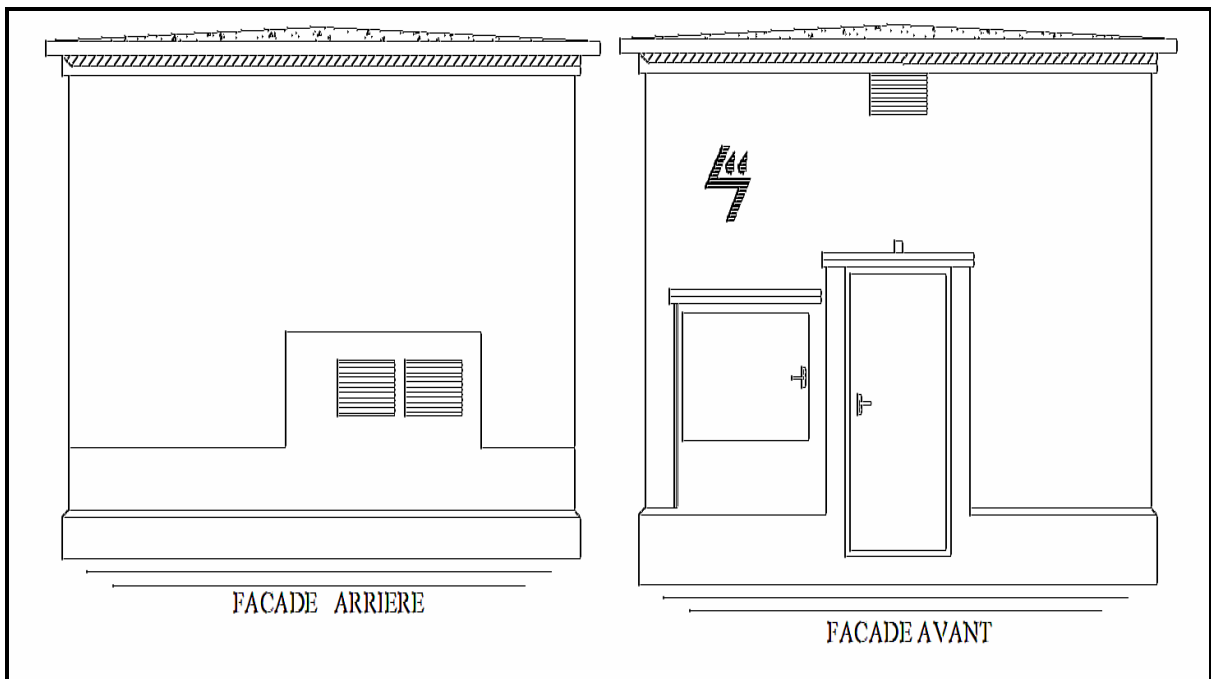


Figure (III.25) Vue de face avant et arrière d'un poste DP

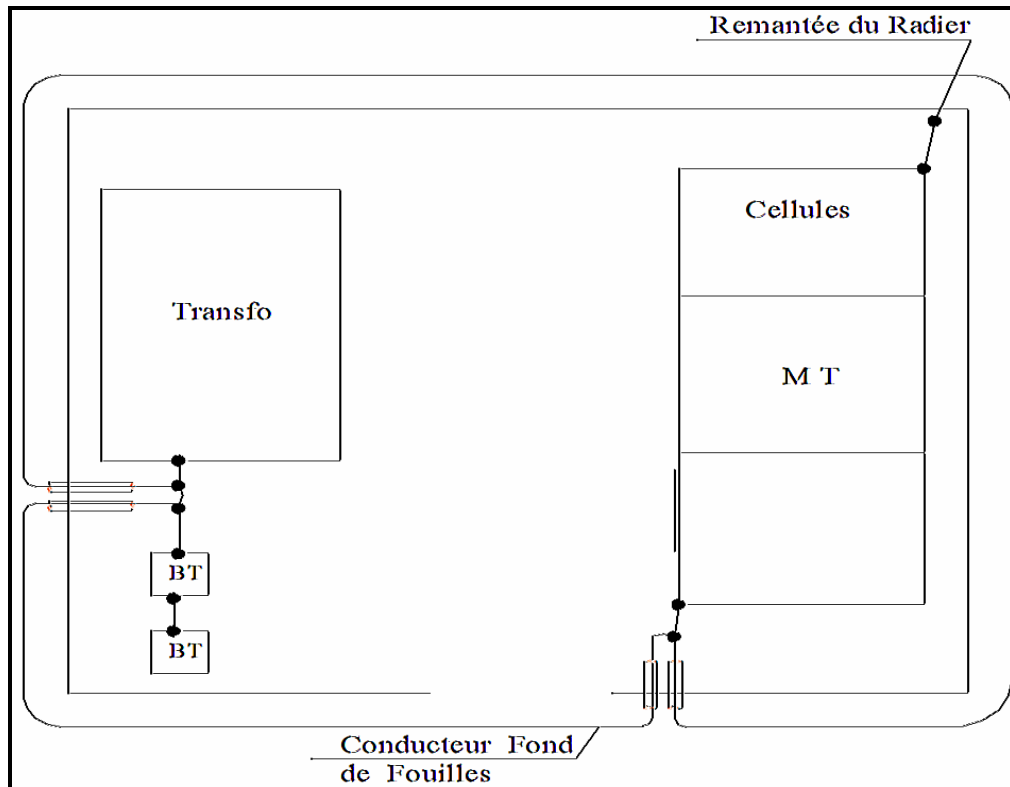


Figure (III.26) Plan de prise de terre d'un poste DP

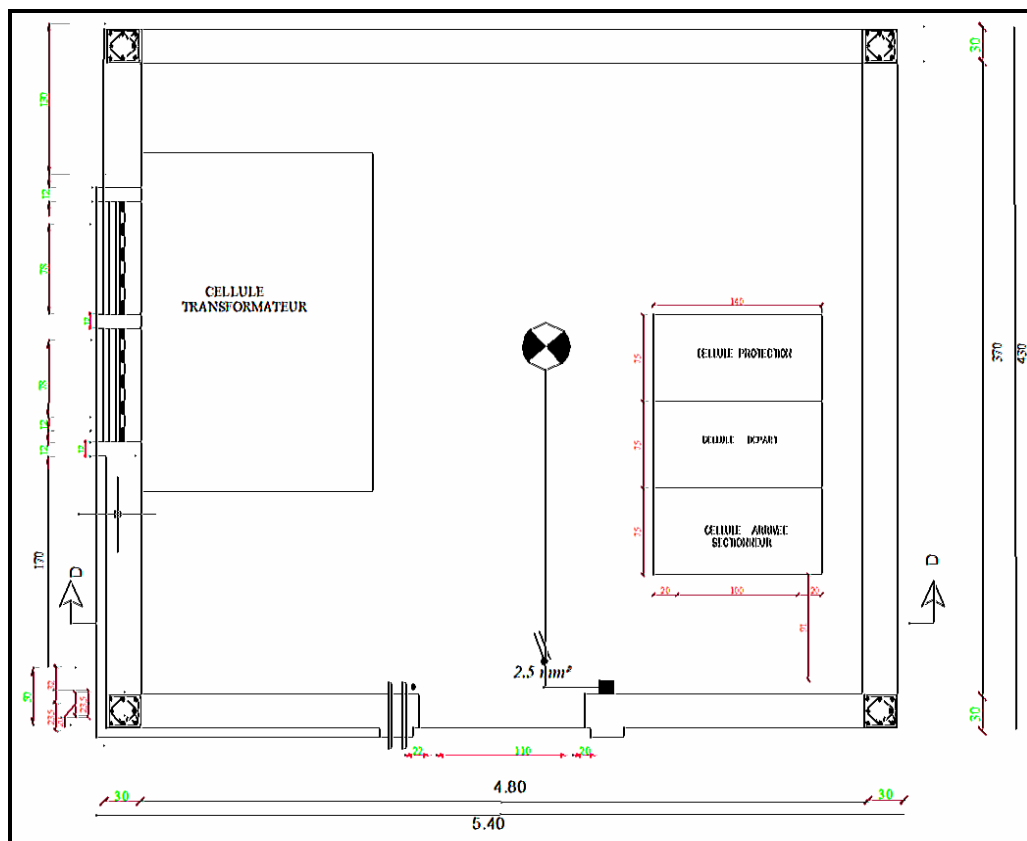


Figure (III.27) Plan d'éclairage d'un poste DP

III.3.3 Cahier d'étude d'un poste livraison à comptage BT 630 KVA

Ce poste possède presque les mêmes caractéristiques que le poste DP, la seule différence c'est que dans le poste livraison à comptage BT on trouve deux accès et un panneau de comptage, par contre le poste DP contient un seul accès et un tableau de distribution publique TDP.

III.3.3.1 Fiche de renseignement électrique

1- Désignation et distribution de l'installation à alimenter

Alimentation en énergie électrique d'un attaché N1 de formation professionnelle, à l'endroit EL AZLA, commune de M'SILA. Dans l'intérêt de la direction de formation professionnelle de la wilaya de M'SILA.

2- Caractéristique de la fourniture d'énergie électrique

La fourniture d'énergie électrique se compose d'un poste de transformation MT/BT de 630 KVA, 30 KV, avec comptage BT.

3- Répartition des besoins par nature d'utilisation

- Eclairage (KW)
- Force motrice (KW)
- Autre utilisation (climatisation)

4- Tension d'utilisation de l'installation

30 KV / 220 – 380 V

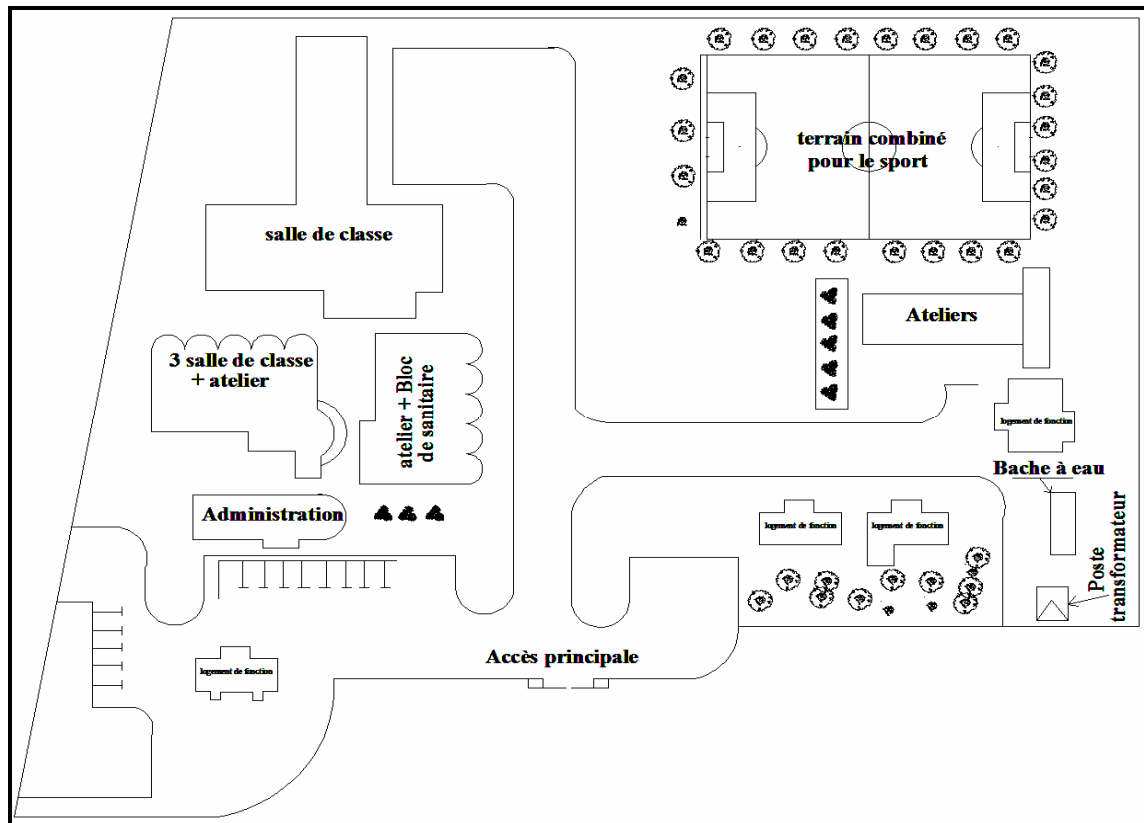


Figure (III.28) Plan de masse et situation d'un poste livraison à comptage BT

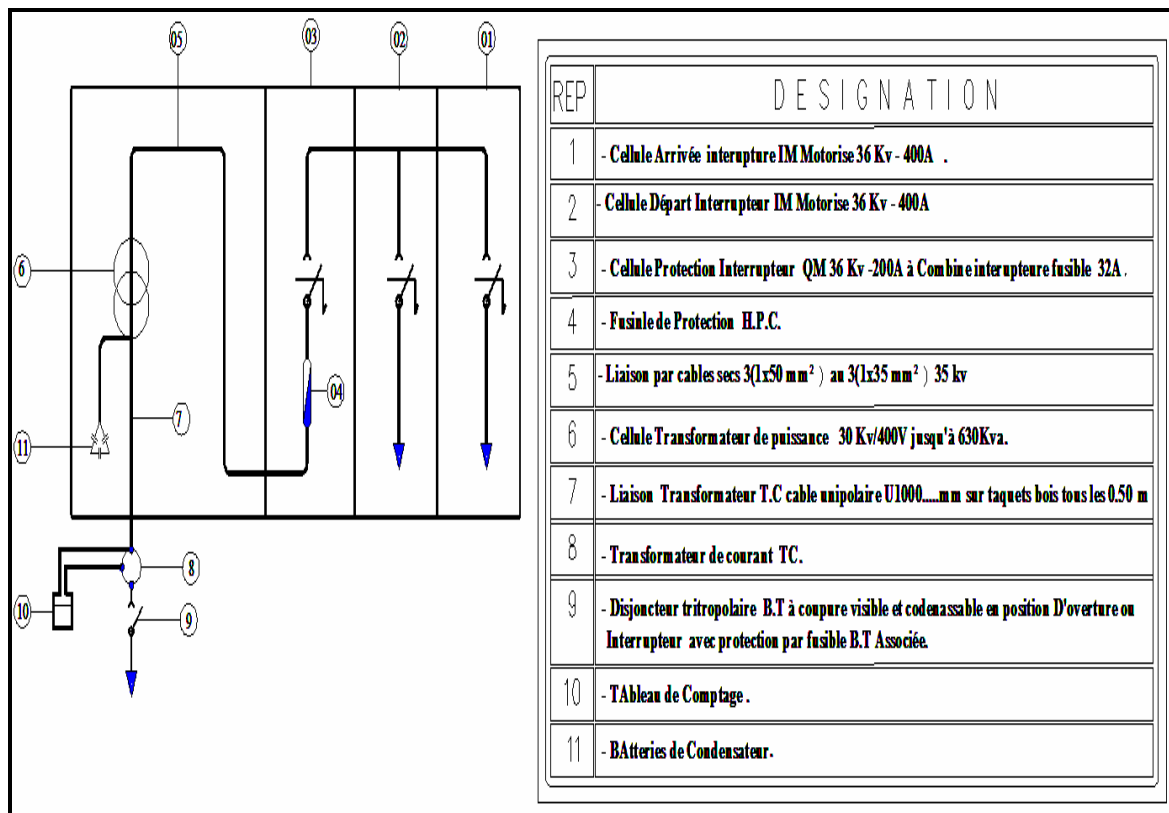


Figure (III.29) Schéma unifilaire d'un poste livraison à comptage BT

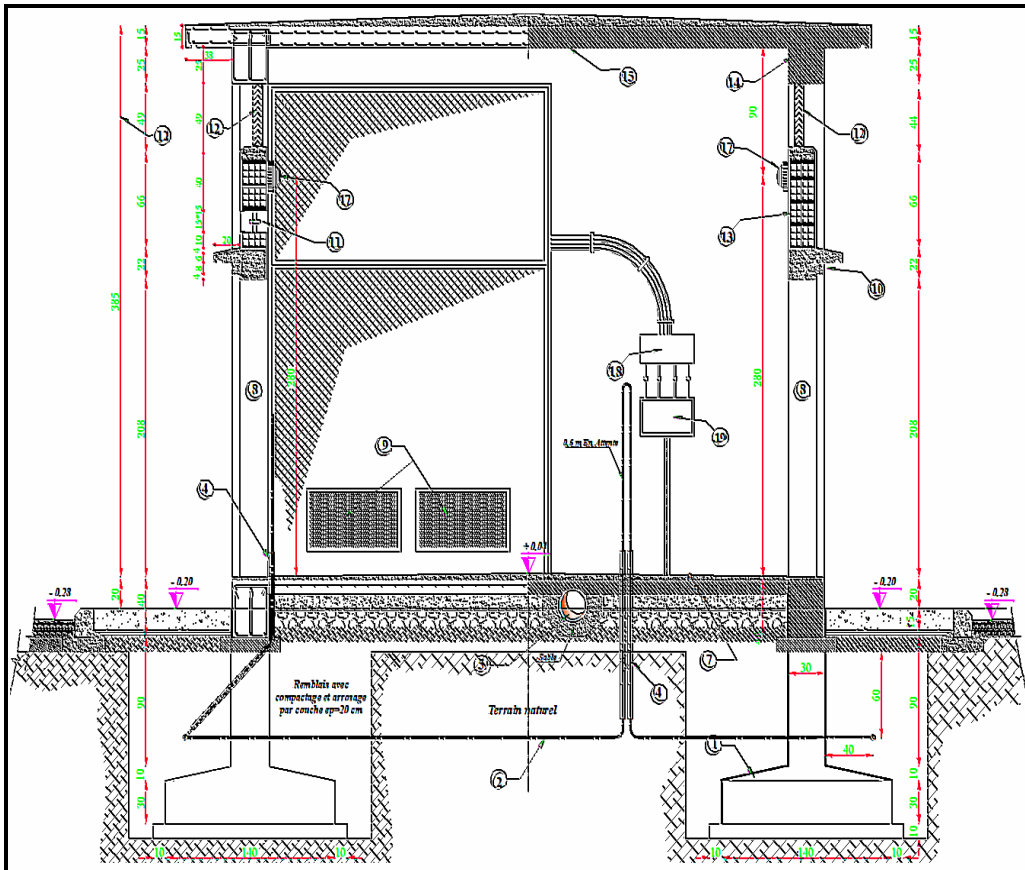


Figure (III.32) Coupe AA d'un poste livraison à comptage BT

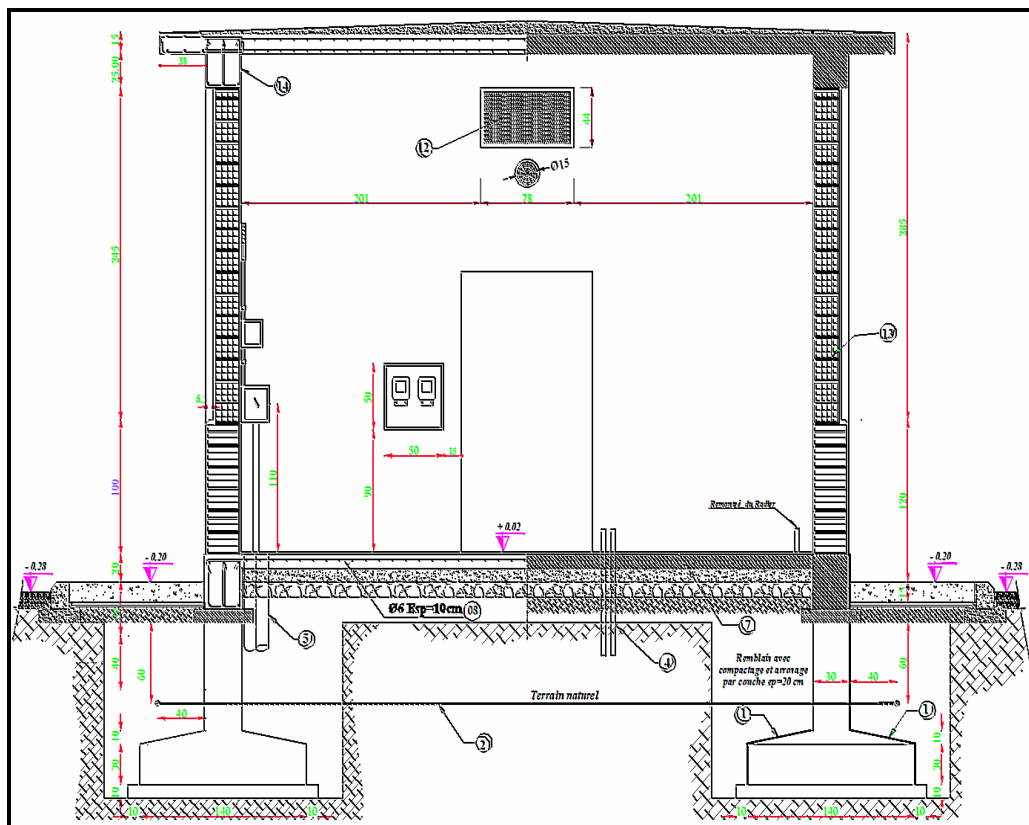


Figure (III.33) Coupe BB d'un poste livraison à comptage BT

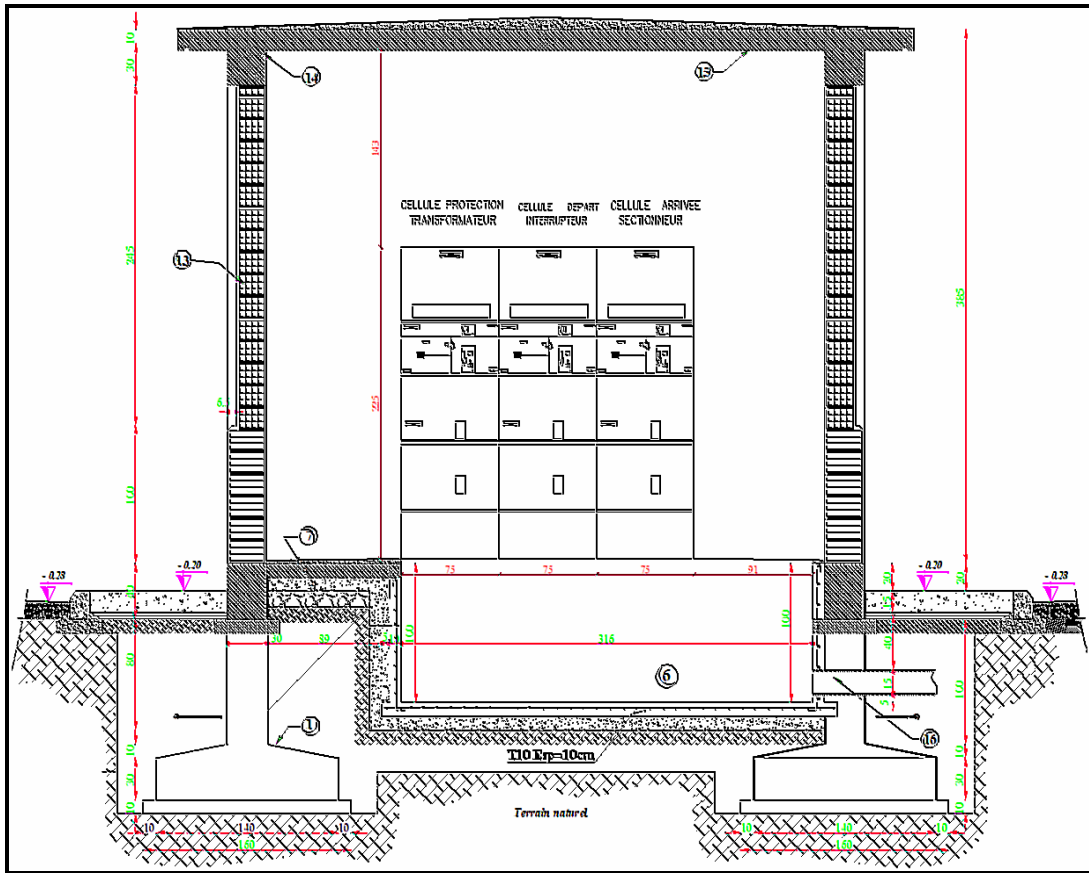


Figure (III.34) Coupe CC d'un poste livraison à comptage BT

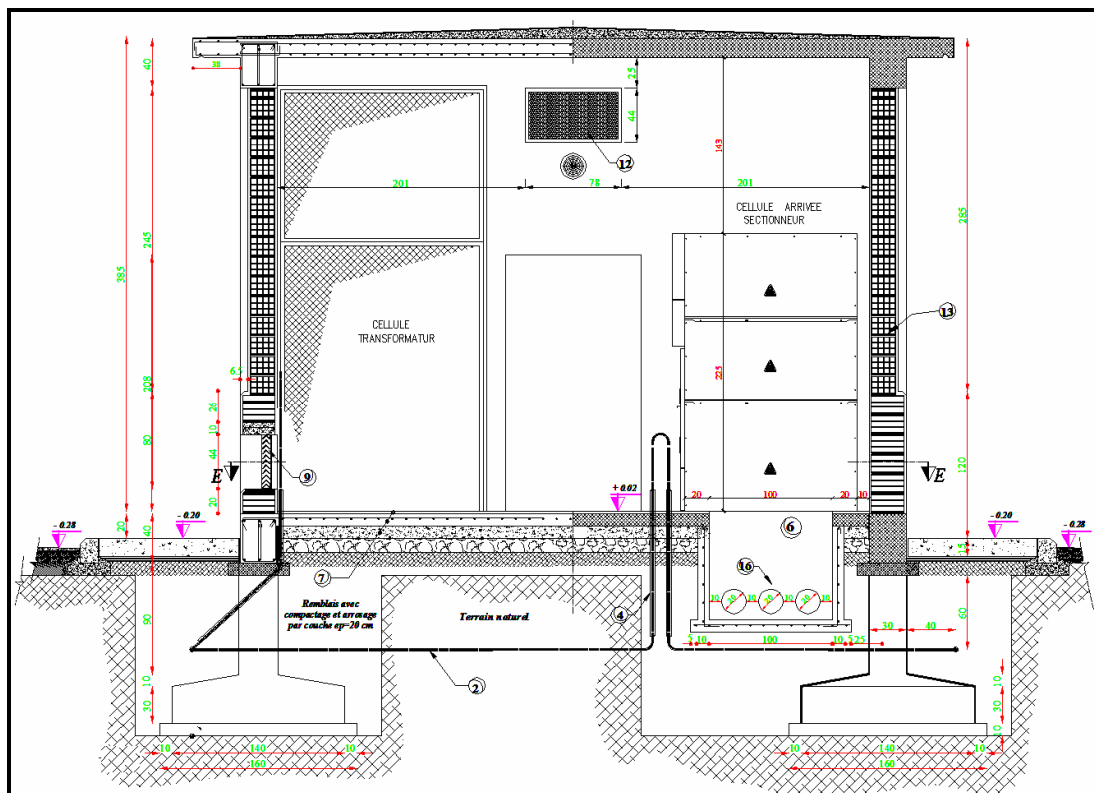


Figure (III.35) Coupe DD d'un poste livraison à comptage BT

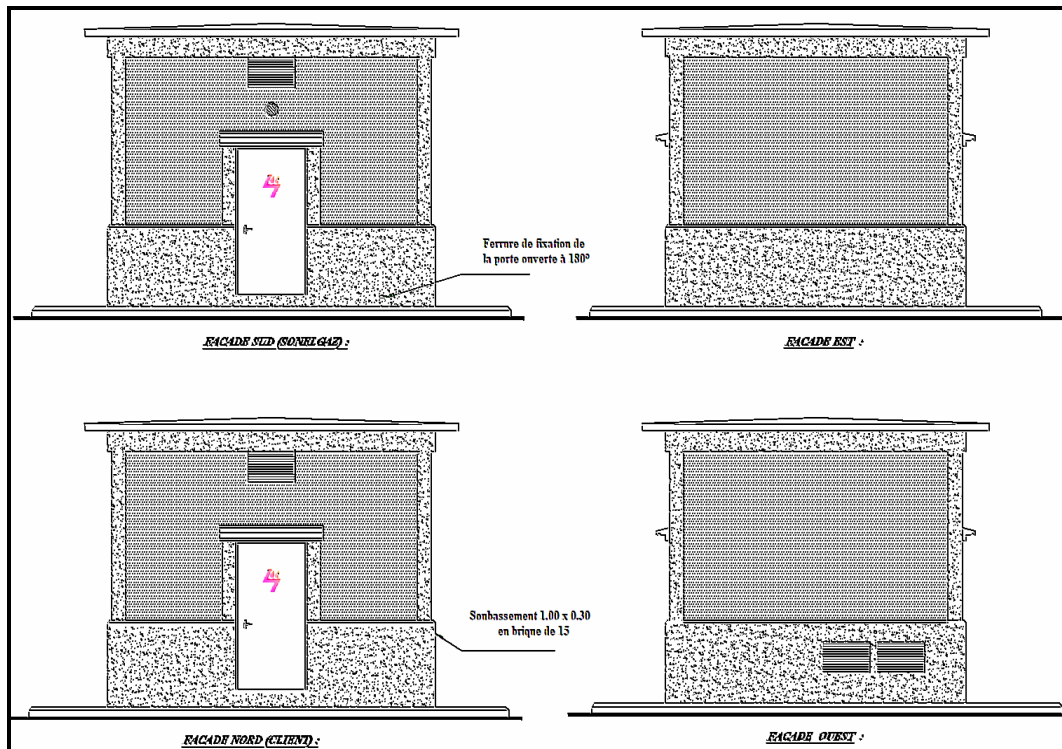


Figure (III.36) Vue de faces d'un poste livraison à comptage BT

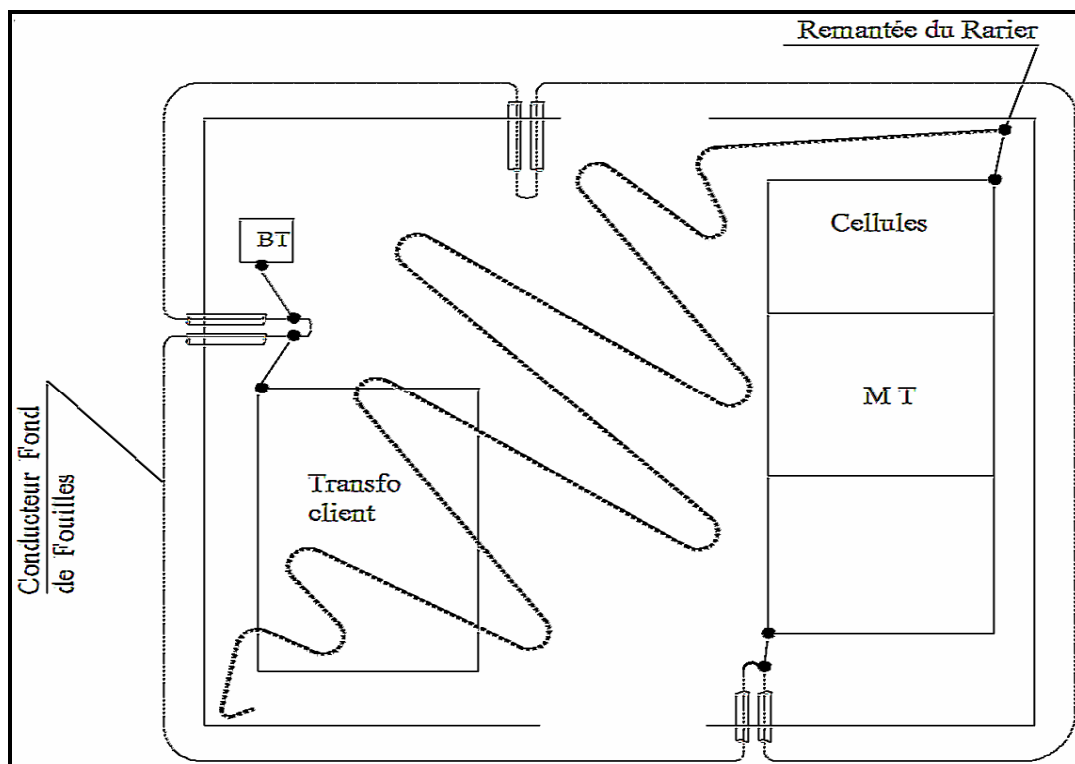


Figure (III.37) plan de prise de terre d'un poste livraison à comptage BT

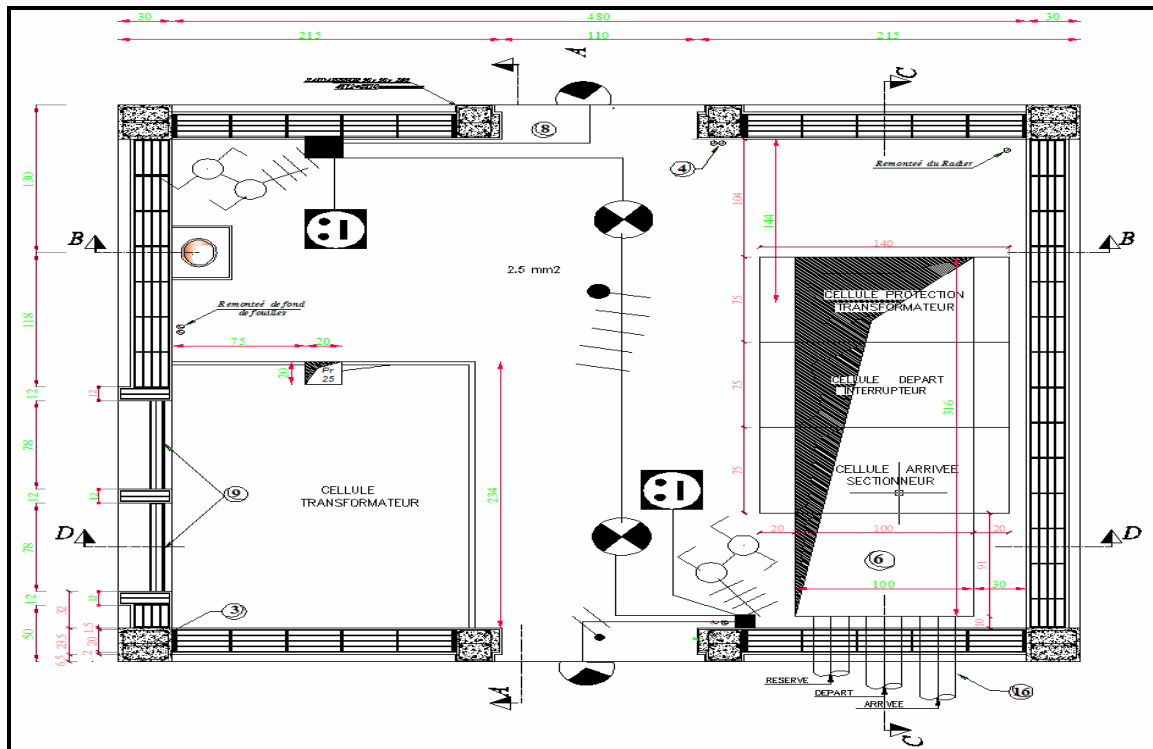


Figure (III.38) plan d'éclairage d'un poste livraison à comptage BT

III.3.4 Cahier d'étude d'un poste livraison à comptage MT 2x630 KVA

Fiche de renseignement électrique

Alimentation en énergie électrique de la cité universitaire HASSOUNI 2 et 3 d'université MOUHAMED BOUDIAF de M'SILA (voir plan de masse). La fourniture d'énergie se compose d'un poste de transformation MT/BT de 2 x 630 KVA. La tension d'utilisation de l'installation est de 30 KV/220-380V.

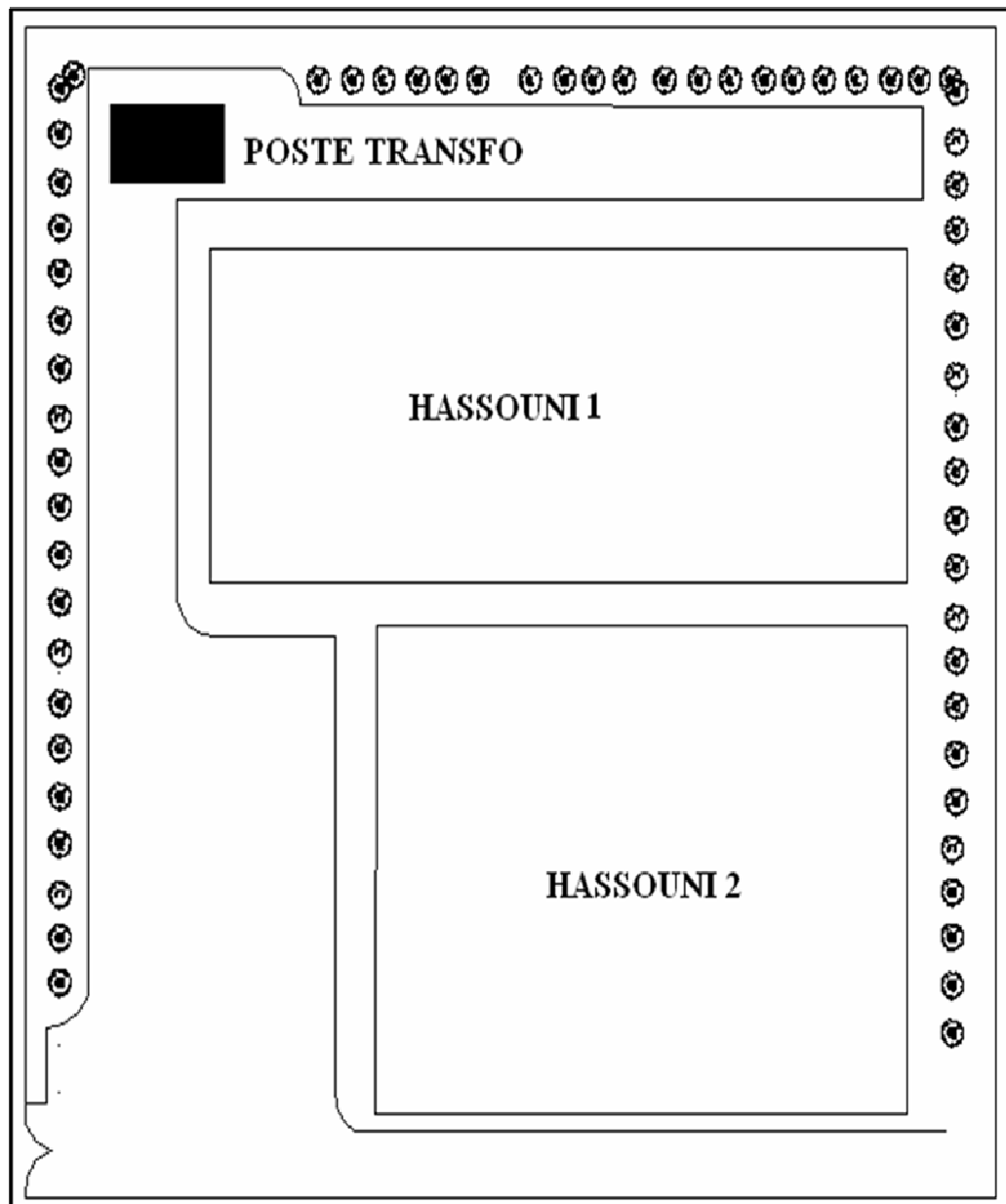


Figure (III.39) Plan de masse et situation d'un poste livraison à comptage MT

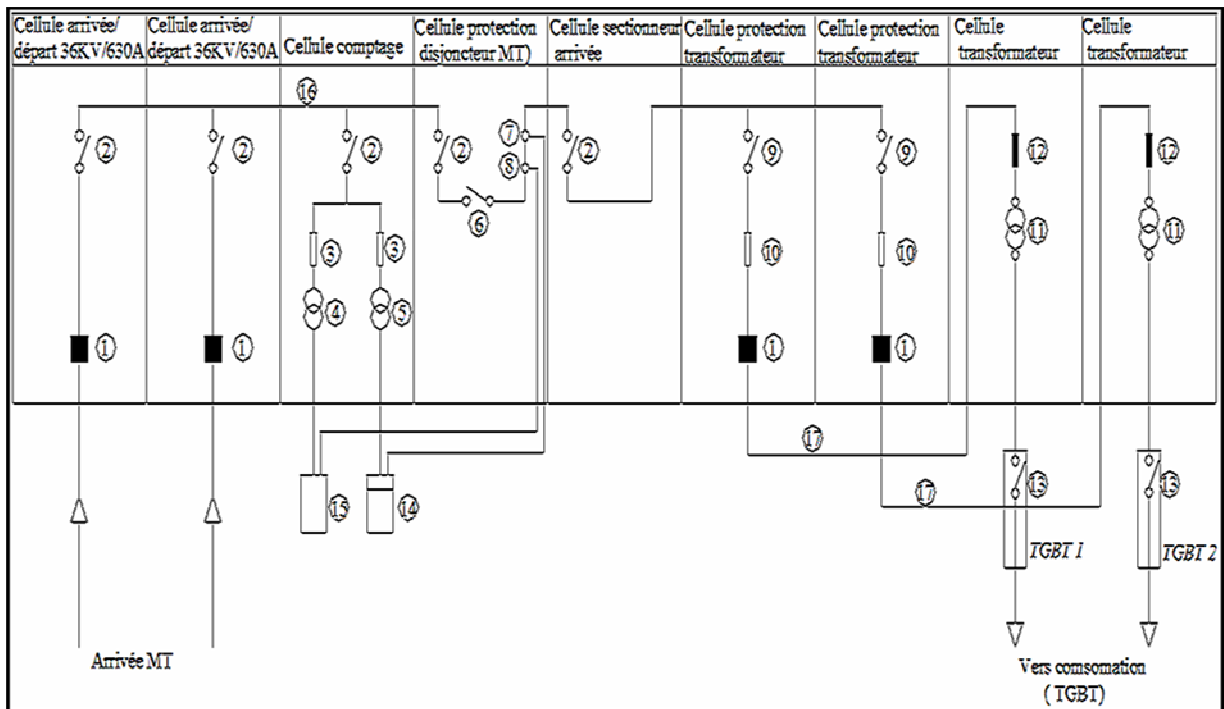


Figure (III.40) Schéma unifilaire d'un poste livraison à comptage MT

LEGENDE

1- Boite d'extrémité tripolaire 36 KV	04
2- Sectionneur 36 KV, 400 A.....	05
3- Fusible de protection H.P.C. 6.3 A	05
4- TP auxiliaire 30000/220 50 VA cl : 1.....	01
5- TP 30 KV/ $\sqrt{3}$ 100/ $\sqrt{3}$ 50 VA cl : 0.5	03
6- Disjoncteur 36 KV 400 A à commande manuelle.....	01
7- TC 50/100/5A cl : 0.5 comptage 30 VA.....	03
8- TC 50/100/5A cl : 1 comptage 30 VA.....	03
9- Interrupteur 36 KV 400A.....	02
10- Cartouche fusible 36 KV 16 A.....	06
11- Transformateur équipé de DGPT2 630 KVA.....	02
12- Déflecteur pour câbles secs.....	02
13- Disjoncteur BT 2 x 1250 A.....	02
14- Panneau de comptage.....	01
15- Relais de protection ampèremetrique.....	01
16- Jeu de barre CU 630 A.....	01
17- Câbles sec.....	/

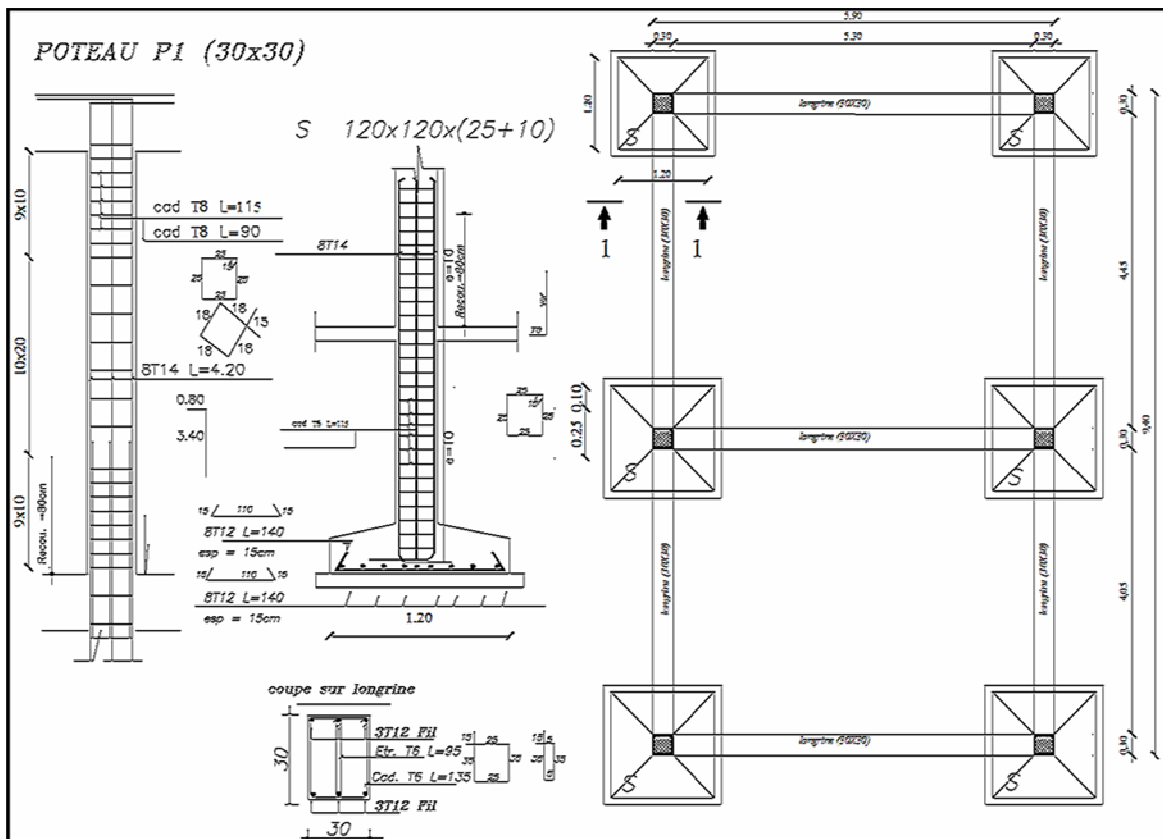


Figure (III.41) Plan de fondation et poteaux d'un poste livraison à comptage MT

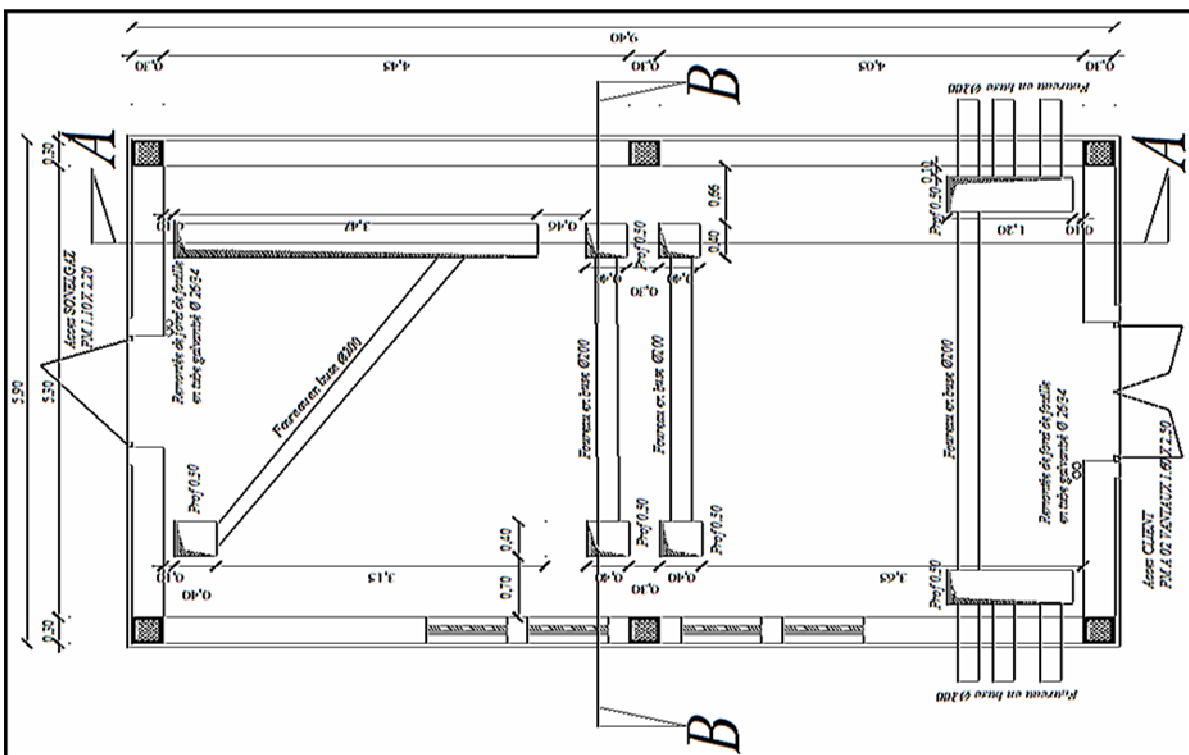


Figure (III.42) Plan de réservation d'un poste livraison à comptage MT

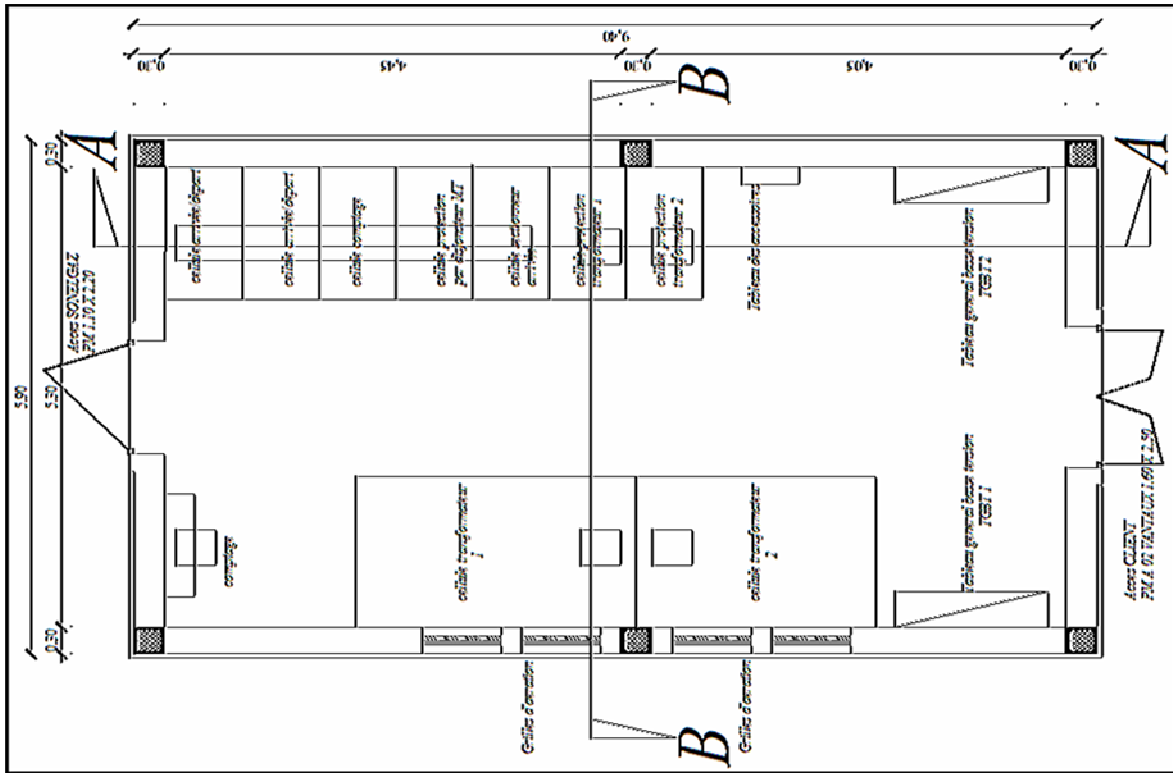


Figure (III.43) Plan d'équipement d'un poste livraison à comptage MT

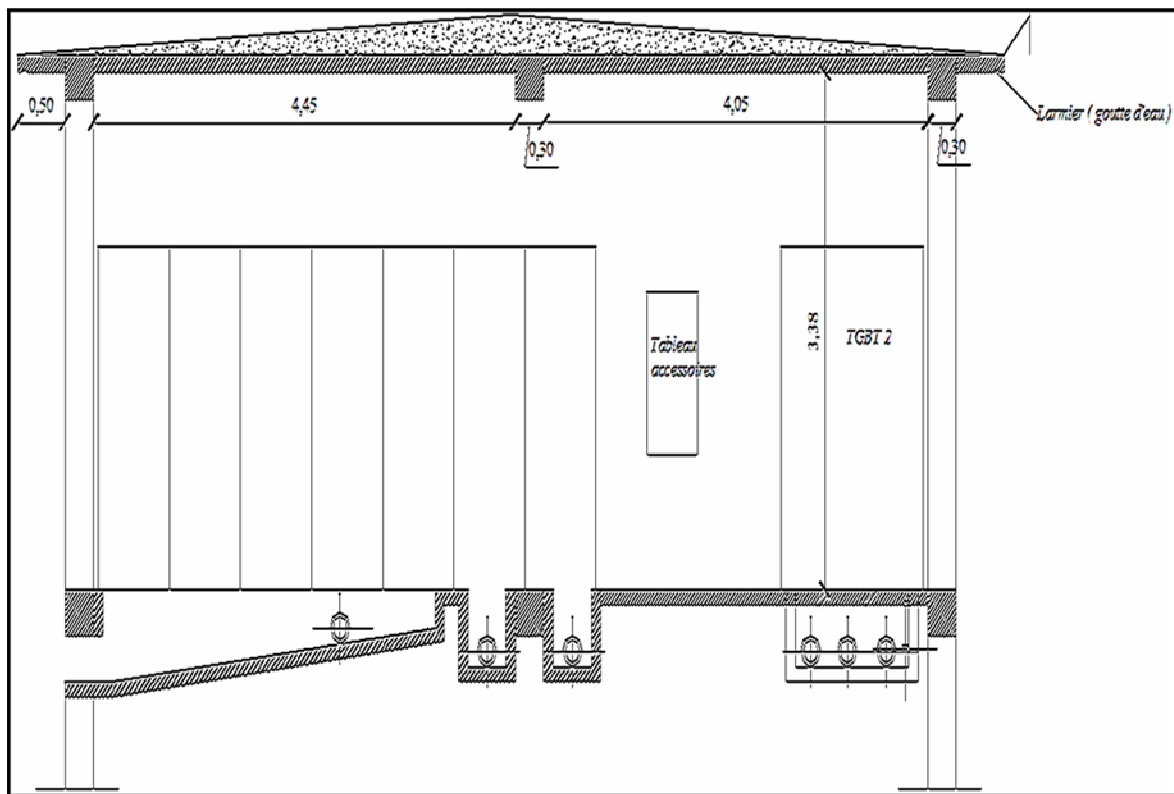


Figure (III.44) Coupe A-A d'un poste livraison à comptage MT

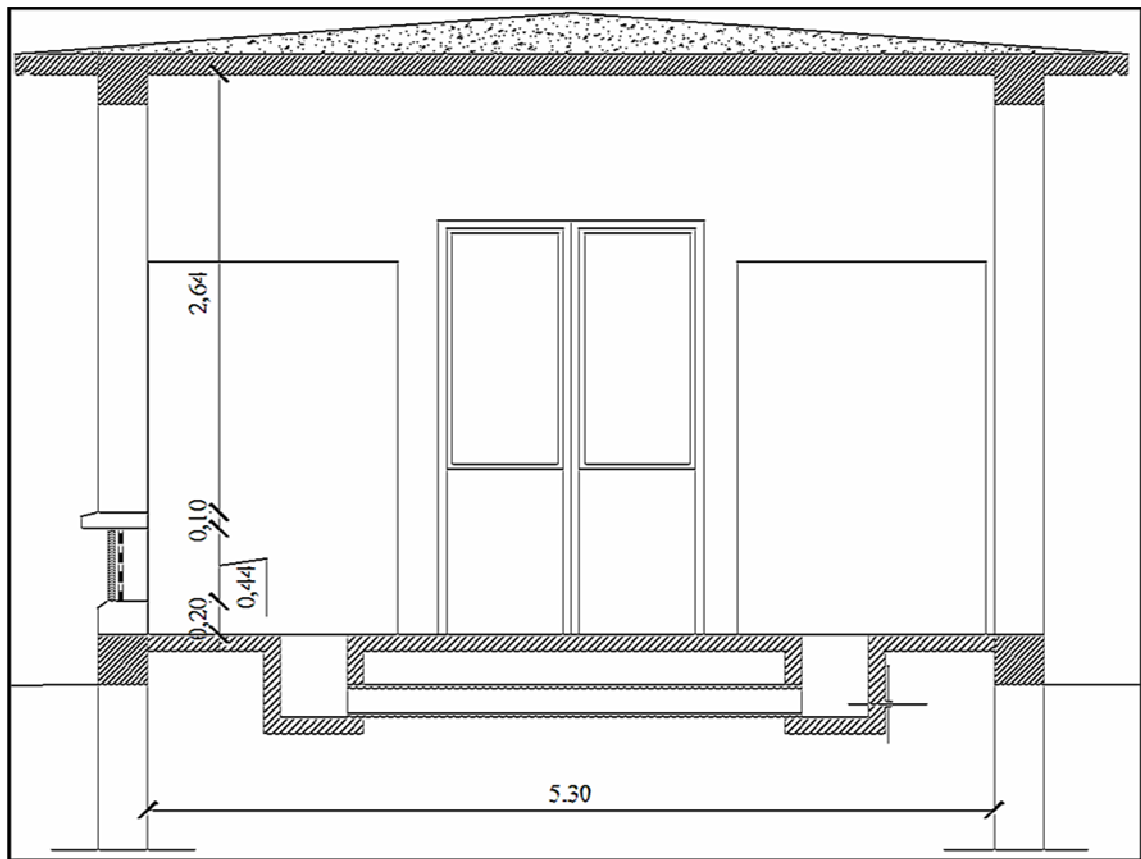


Figure (III.45) Coupe B-B d'un poste livraison à comptage MT



Figure (III.46) Vue de faces d'un poste livraison à comptage MT

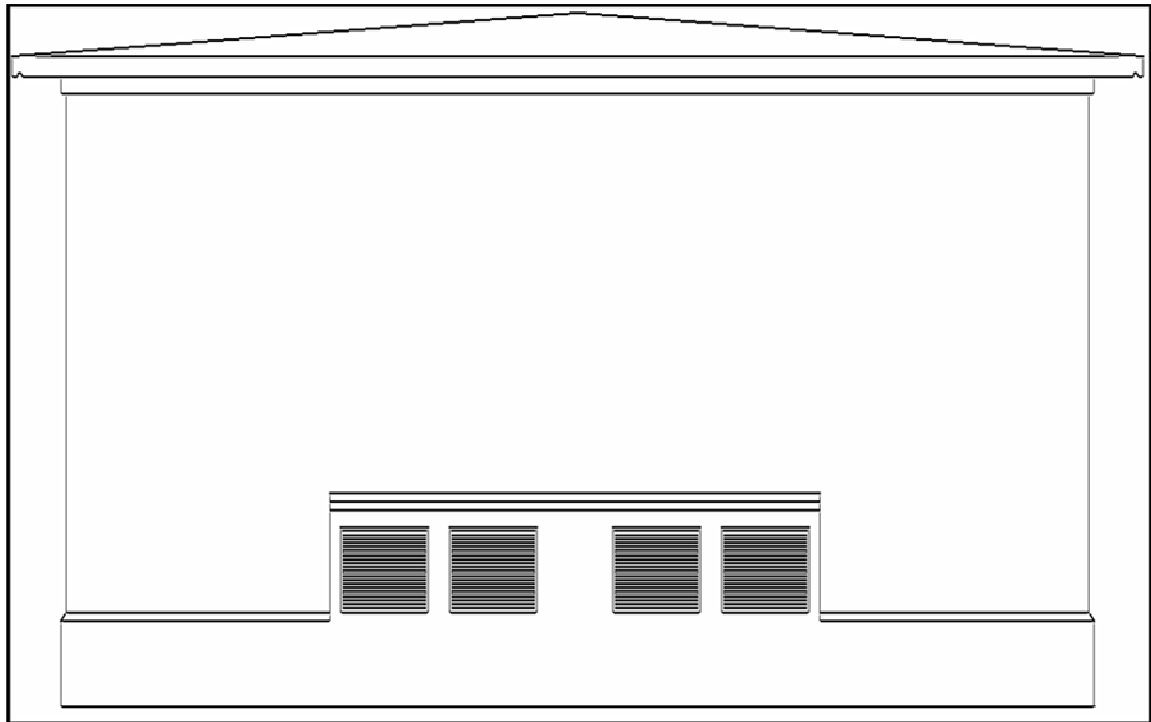


Figure (III.47) Façade extérieur d'un poste livraison à comptage MT

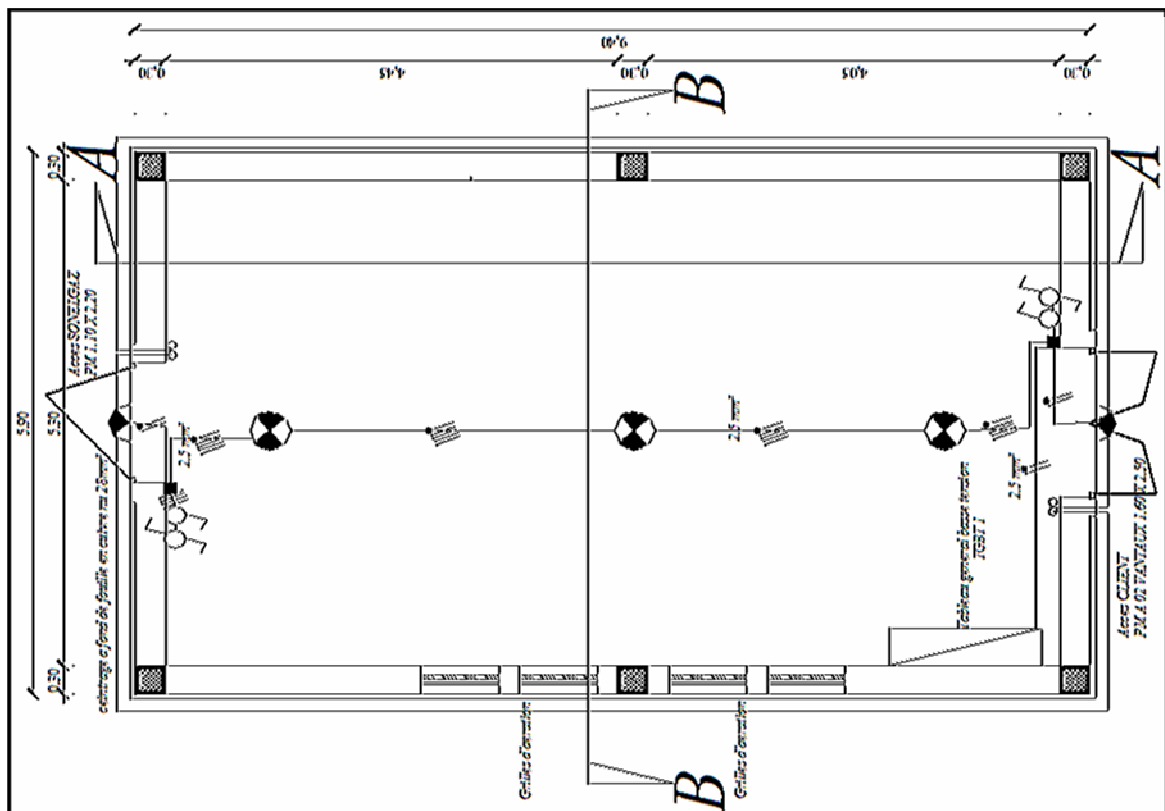


Figure (III.48) Plan d'éclairage de prise de terre d'un poste livraison à comptage MT

III.4 POSTE SOUS ENVELOPPE PREFABRIQUE (Poste Sur SKID)

Comme nous avons vu déjà en deuxième chapitre, deux types des postes préfabriqués sont utilisés ; les postes à couloir de manœuvre, et les postes sans couloir de manœuvre (manœuvrable de l'extérieur). on s'intéresse ici uniquement aux postes préfabriqués à couloir de manœuvre de la gamme **LR71** de **Schneider**.

Les postes type LR71 fournissent l'énergie électrique aux réseaux BT jusqu'à 1000 KVA. Ils comprennent principalement :

- **L'enveloppe** en aluminium de 2,5 mm d'épaisseur montée sur un socle en acier galvanisé à chaud de 4 mm d'épaisseur. L'accès au couloir de manœuvre et au transformateur s'effectue par deux portes verrouillables par cadenas [9].

- **Le tableau MT** est soit :

Compact type RM6 avec 2, 3 ou 4 fonctions (figure **III.49**).

Modulaire type SM6 avec 2 à 4 fonctions (figure **III.50**). Les dimensions maximales admissibles sont : longueur 1750 mm, hauteur 1730 mm [9].

- **Le transformateur** est de type immergé à remplissage total, équipé de bornes MT embrochables. Les dimensions maximales admissibles sont : longueur 1700 mm x largeur 940 mm x hauteur 1700 mm [9].

- **Le tableau BT** est soit :

Un tableau départs fusibles équipé d'une arrivée générale et d'un maximum de 12 départs.

Un châssis équipé d'un disjoncteur de protection générale de type Compact et de départs disjoncteurs (selon demande client) [9].

- **L'interface de téléconduite** : regroupe toutes les fonctions permettant la surveillance et la commande à distance des postes.

- **Les liaisons MT et BT.**

- **Options et accessoires :**

Coffret d'éclairage public.

Comptage BT.

Porte-fusibles MT.

Éclairage intérieur.

Accessoires et affiches de sécurité.

Bac de rétention d'huile.

Relais de détection de défaut MT...

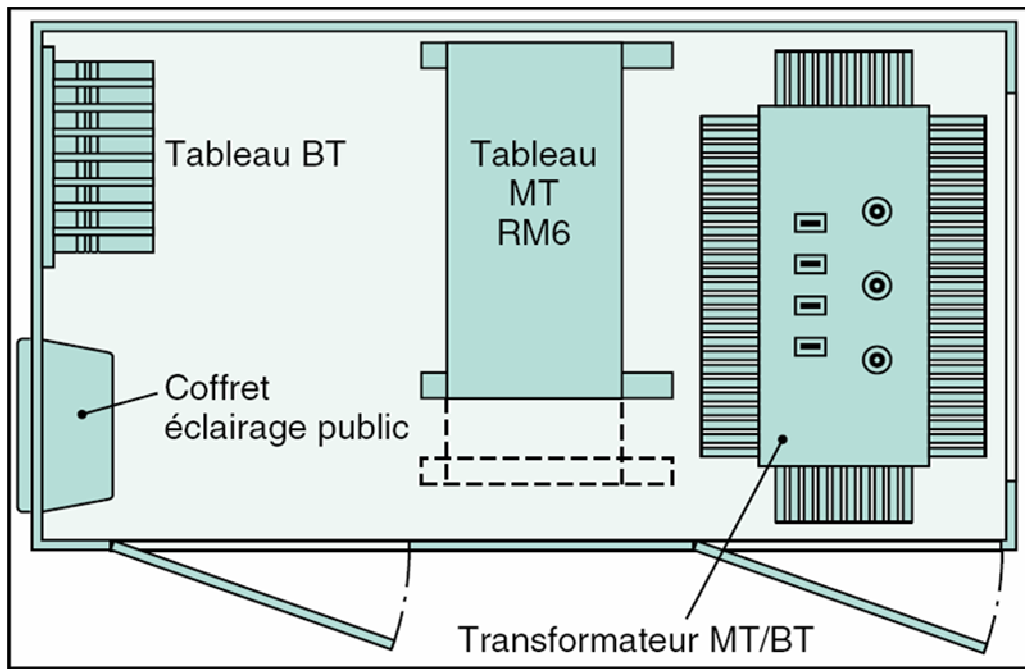


Figure (III.49) Poste LR71 avec tableau MT compact type RM6 et tableau BT avec fusibles

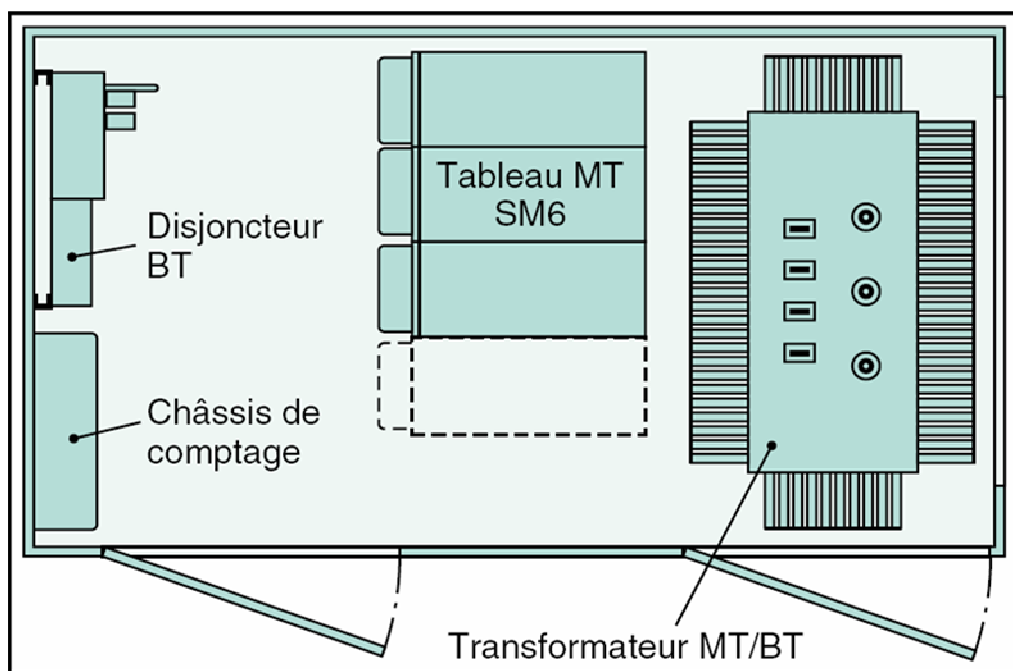


Figure (III.50) Poste LR71 avec tableau MT modulaire type SM6 et départs BT par disjoncteur

III.4.1 Cahier d'étude d'un poste préfabriqué (sur SKID) gamme LR71 Schneider

III.4.1.1 Schémas unifilaires

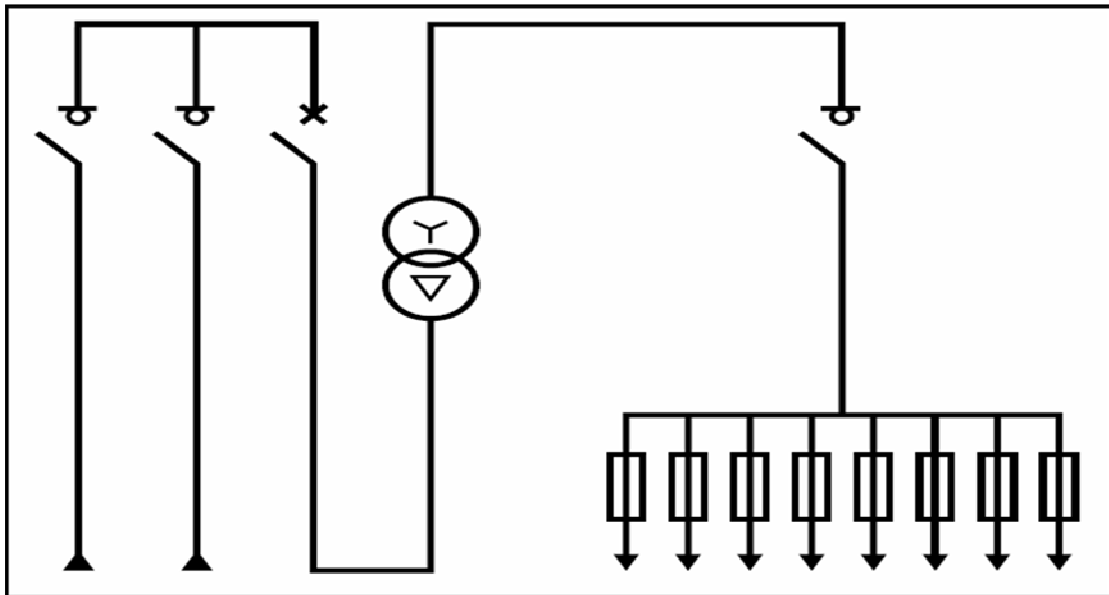


Figure (III.51) Schéma unifilaire d'un poste préfabriqué pour une distribution BT par fusibles

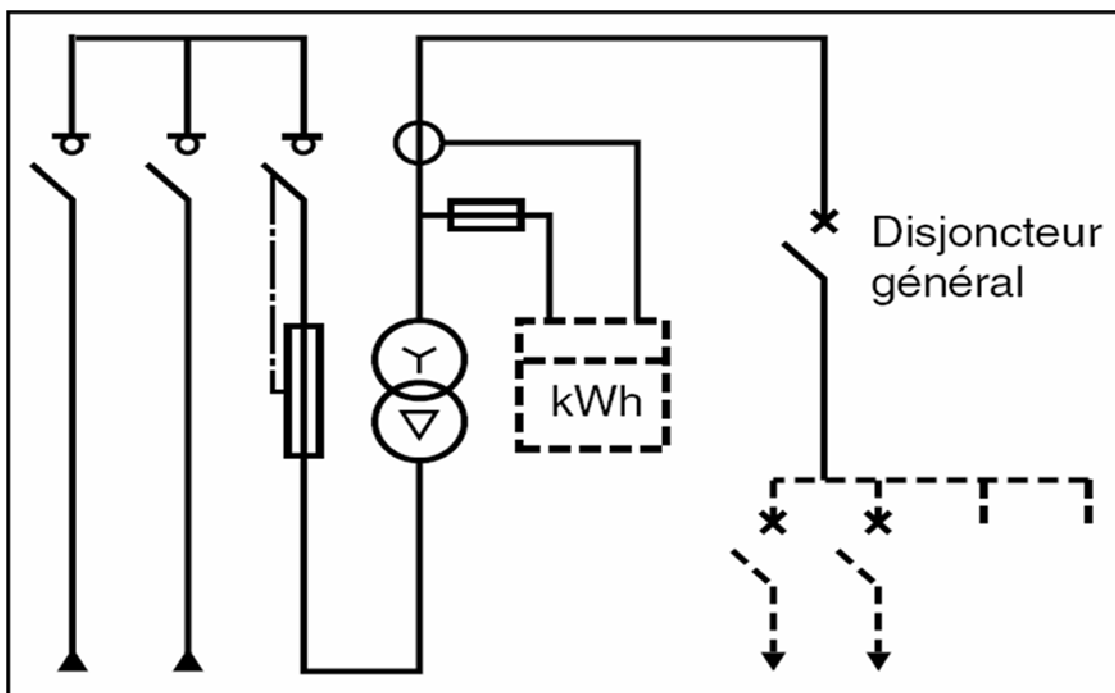


Figure (III.52) Schéma unifilaire d'un poste préfabriqué pour une distribution BT par disjoncteurs

III.4.1.2 Circuit de mise à la terre du poste

Réaliser une ceinture équipotentielle en câble cuivre nu de 29mm² (à 50 cm autour de l'enveloppe et à une profondeur de 20 à 30 cm) de section minimale à raccorder dans le poste ainsi que la prise de terre des masses. La connexion de la ceinture équipotentielle et de la prise de terre des masses sont à la charge du client. Ces connexions se raccordent sur le collecteur général qui est dans le poste (figure III.51). Le collecteur général des masses du poste est accessible dans le compartiment MT et BT [6].

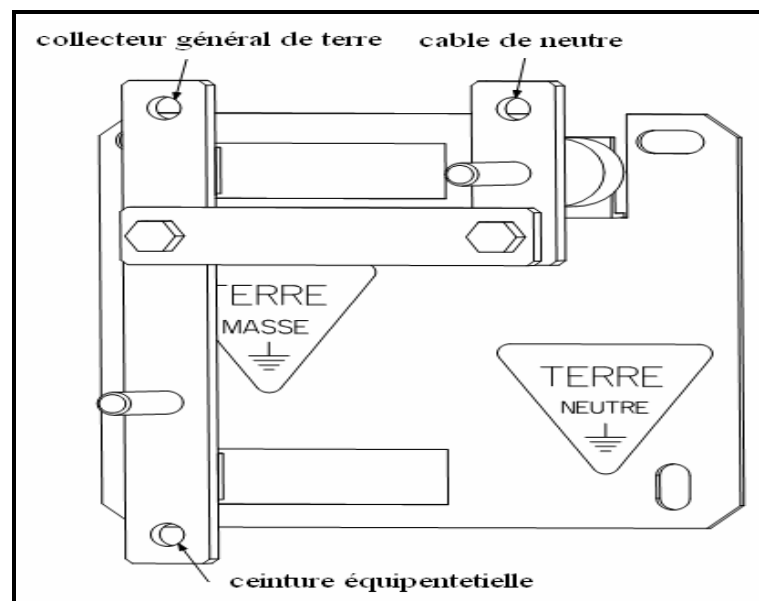


Figure (III.53) Raccordement des masses d'un poste préfabriqué

III.4.1.3 Plans de génie civil

Encombrement et masses

- Hauteur (mm) 2280.
- Longueur parois/toit (mm) 3490/3570.
- Largeur parois/toit (mm) 1900/2020.
- Masse brute (kg) 1200 (sans transfo).

Poste équipé par : transformateur 1000 kVA, 3 cellules MT type SM6 et 1 tableau BT avec 8 départs fusibles = masse brute 3 500 kg.

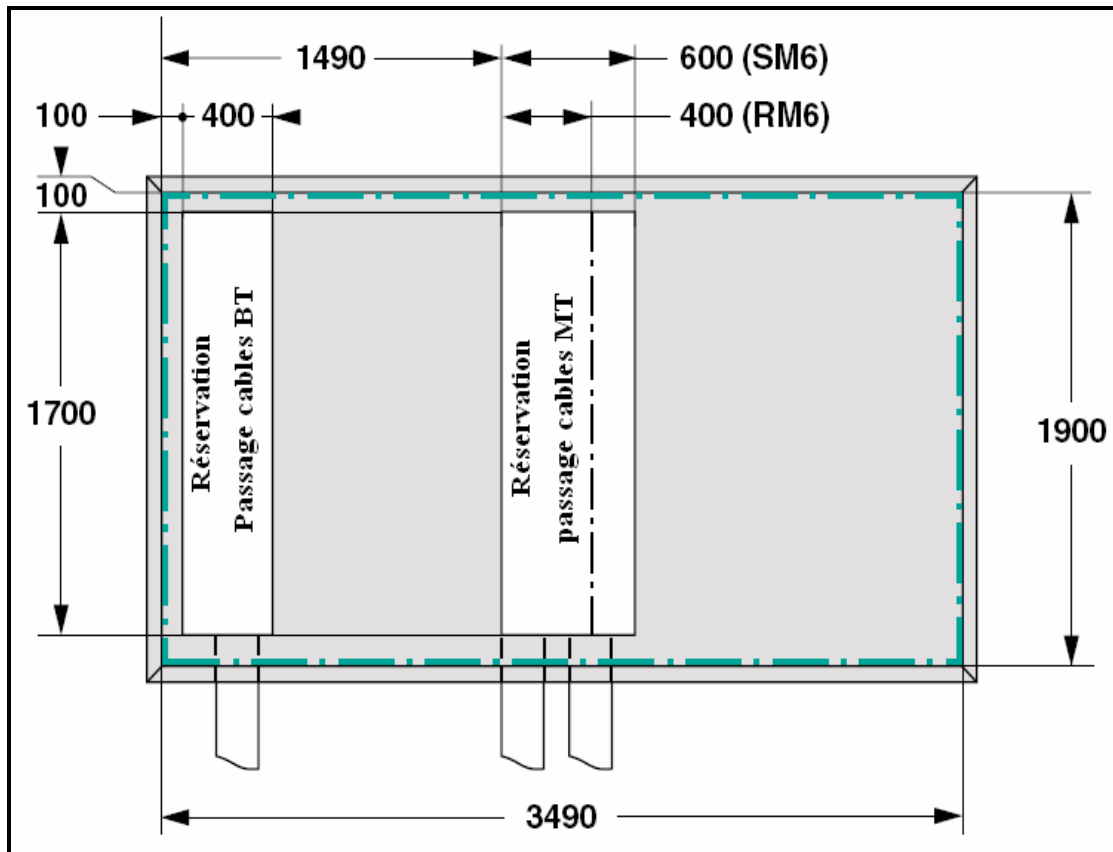


Figure (III.54) Dalle béton vue en plan d'un poste préfabriqué

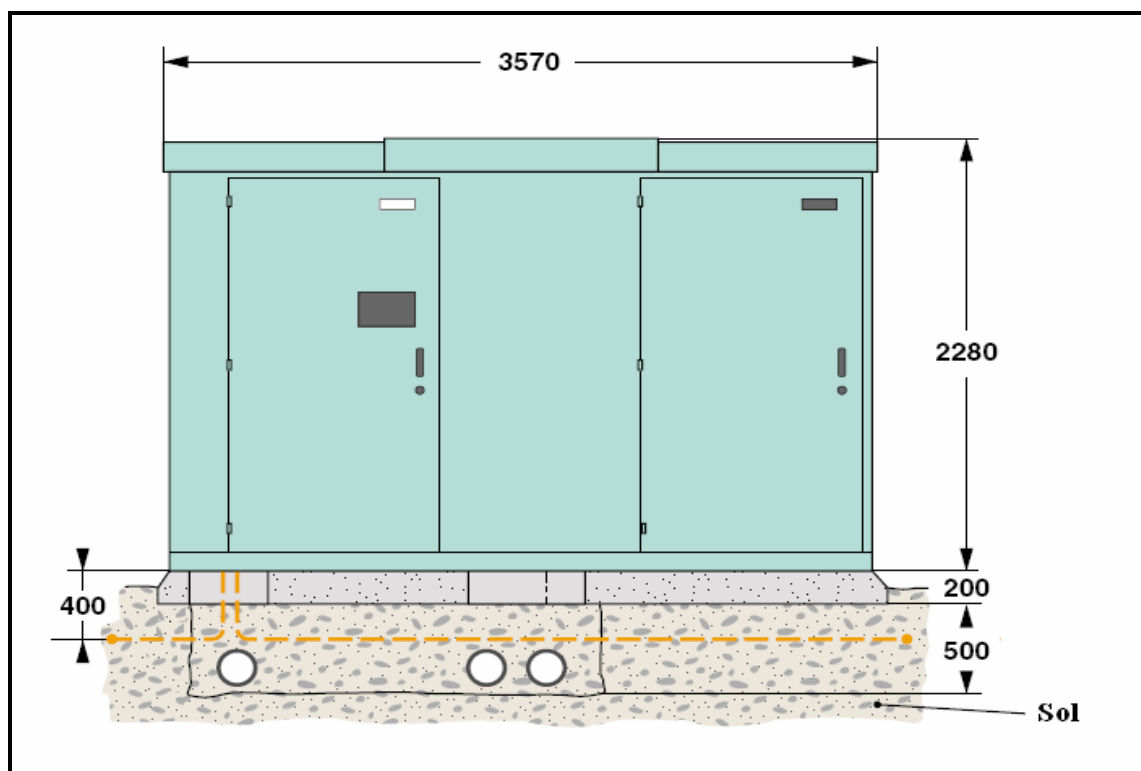


Figure (III.55) Face avant d'un poste préfabriqué

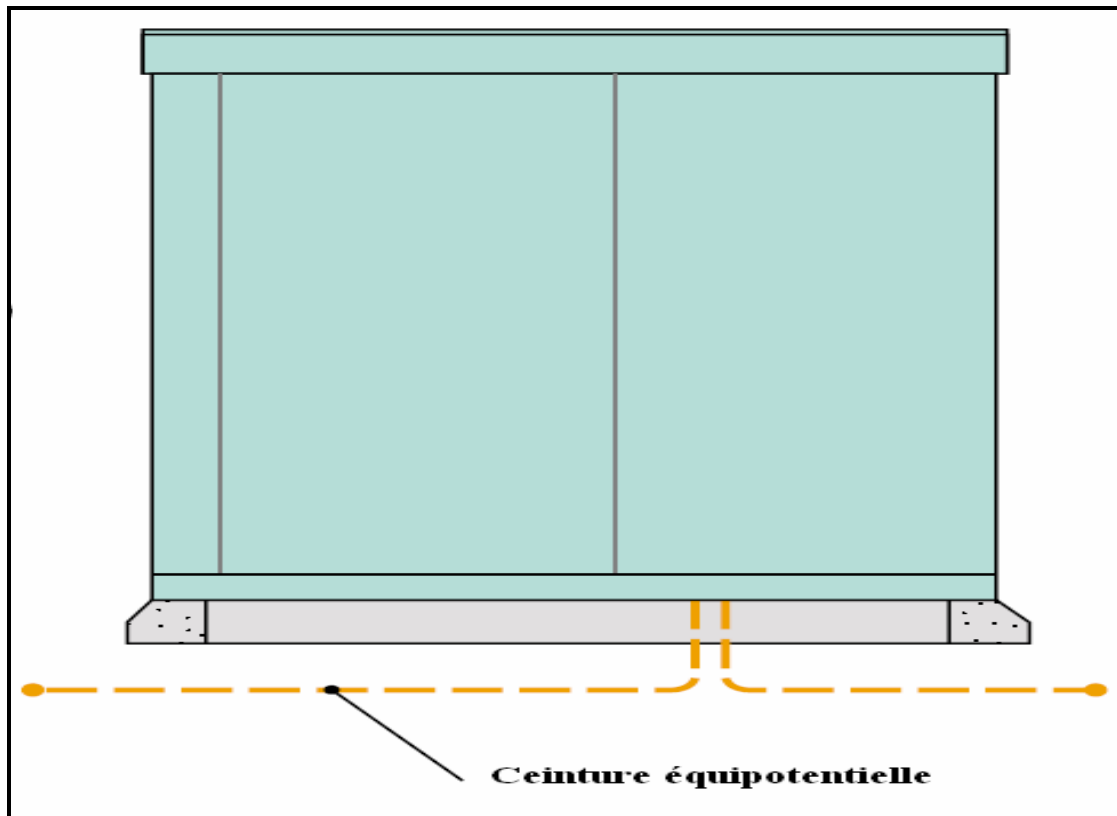


Figure (III.56) Vue de gauche d'un poste préfabriqué

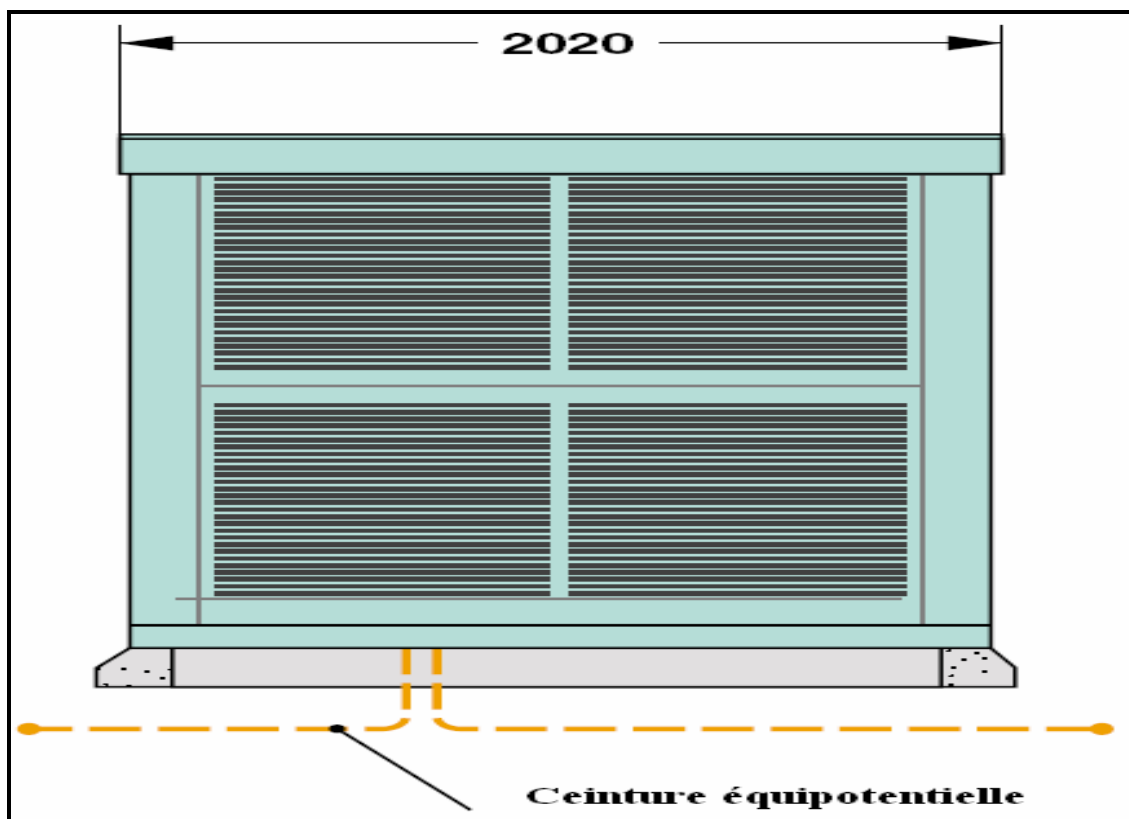


Figure (III.57) Vue de droite d'un poste préfabriqué

III.4.1.4 Déplacements et manutention du poste

Les déplacements du poste doivent être effectués avec le palonnier de manutention livré avec le poste (longueur d'élingue égale à 2 mètres minimum), le palonnier de manutention n'est pas réutiliser après installation du poste sur site) [16].

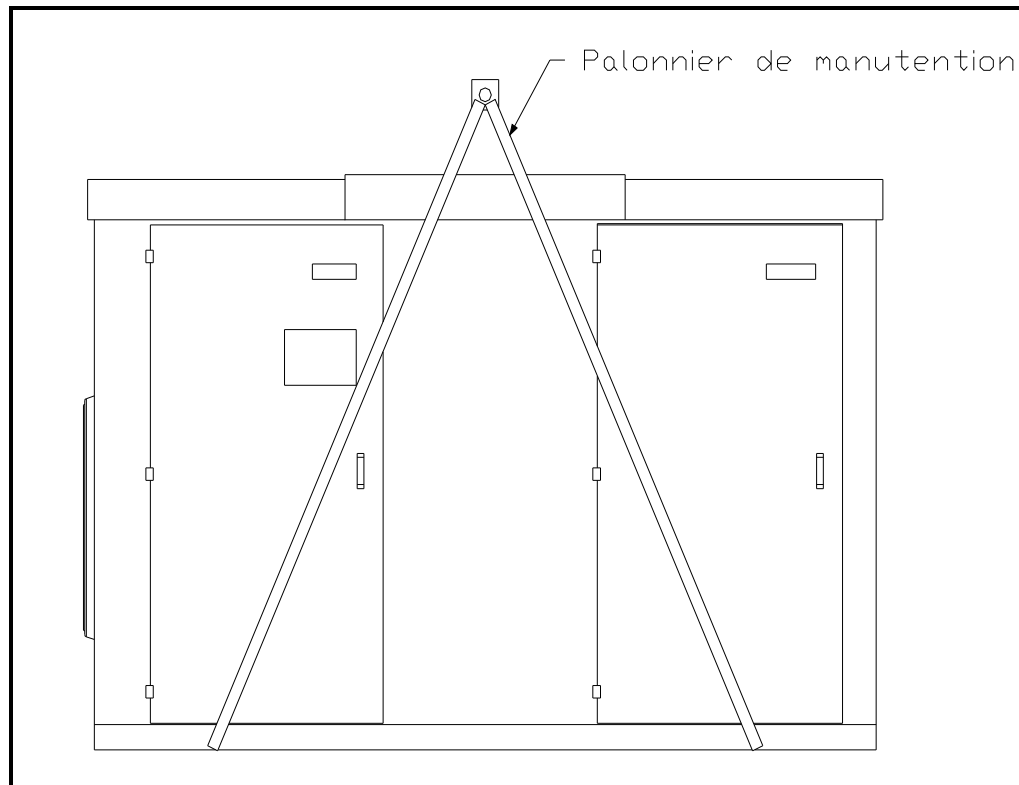


Figure (III.58) Déplacements et manutention d'un poste préfabriqué

III.5 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté en détail les postes de distribution MT/BT, on a entamé en premier lieu la disposition constructive des postes aérien sur poteaux (implantation du support, raccordement de lignes MT, mise en place du transformateur, ...), nous avons essayé par la suite de décrire les postes préfabriqués à couloir de manœuvre, en fin on a présenté les postes MT/BT en maçonnerie en faisant le choix des différents appareillages (choix du transformateur, choix des fusibles, choix du disjoncteur BT, ...).

Après l'étude des postes et le choix des différents appareillages, la phase d'exécution des travaux commence. Dans le chapitre suivant, on fera passer en revue les différentes étapes nécessitant l'élaboration d'un poste de distribution MT/BT.

CHAPITRE IV

EXECUTION DES

TRAVAUX

IV.1 INTRODUCTION

L'implantation des postes MT/BT passe par différentes étapes, notamment la construction génie civil et les travaux d'installation d'équipements électriques, qu'ils doivent être exécutés conformément aux normes spécifiques.

Dans ce chapitre on va présenter tout les étapes d'exécution des travaux d'un poste de transformation MT/BT, on commence par la réalisation des travaux génie civil (les fouillés, la fondation, les poteaux, les murs et la toiture, la finition), puis on passe aux travaux d'installation électriques notamment l'installation d'équipements MT et BT, ainsi que le placement du transformateur.

IV.2 DEMARCHE ADMINISTRATIVE

Avant toute réalisation, l'approbation préalable du distributeur d'énergie électrique SONELGAZ doit être demandée sur les dispositions prévues [8].

La demande d'approbation préalable du distributeur d'énergie électrique SONELGAZ est accompagnée notamment des renseignements suivants :

- Position du poste par rapport aux voies attenantes et indication des voies d'accès et des passages des canalisations d'alimentation.
- Schéma unifilaire du poste et des circuits de terre.
- Nomenclature des matériels électriques et leurs caractéristiques.
- Schéma de raccordement des autres sources éventuelles d'énergie électrique de l'installation.
- Dispositions prévues pour réduire l'énergie réactive dispositions prévues pour le tableau de comptage [8].

IV.3 ELABORATION D'UN DOSSIER D'ETUDE

L'entrepreneur (le bureau d'étude chargé par l'entrepreneur) doit élaborer un dossier d'étude contient toutes les informations concernant le poste de transformation.

Un dossier d'étude contient une étude électrique et une étude génie civil.

IV.3.1 Etude électrique

Elle comporte trois parties essentielles :

IV.3.1.1 Fiche des renseignements électriques

Les renseignements notés sont :

- 1- Désignation et destination de l'installation à alimenter.
- 2- Le nombre et la puissance des transformateurs installés.

- 3- Répartition des besoins par nature d'utilisation (éclairage, force motrice, climatisation, ...).
- 4- Tension d'utilisation et facteur de puissance de l'installation.
- 5- Caractéristiques de batterie de condensateur, et moyens de production autonome.

IV.3.1.2 Schéma unifilaire

Est un schéma explicatif du poste, montre l'emplacement des différentes cellules, ainsi que l'appareillage à l'intérieur de ces cellules (disjoncteur, sectionneur, TC,...) et leur raccordement. La figure ci-dessous présente un schéma unifilaire d'un poste de livraison à comptage MT.

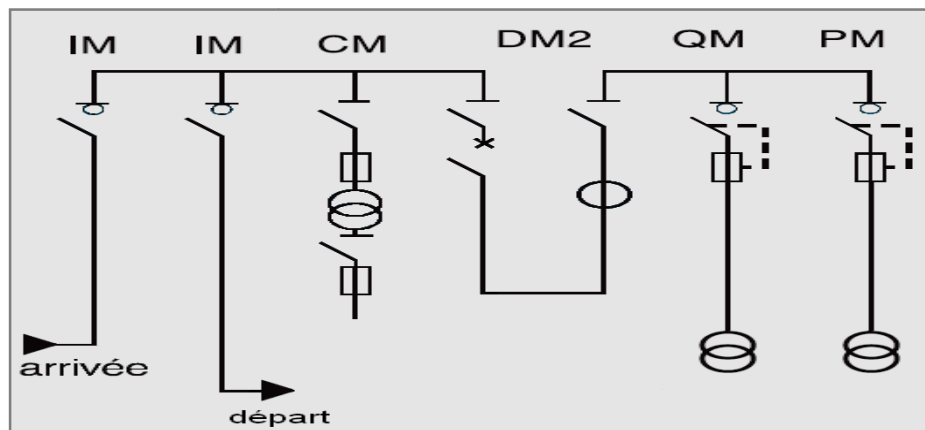


Figure (IV.1) Schéma unifilaire d'un poste de livraison à comptage MT

NOTA : Un schéma unifilaire doit accompagner par une légende qui définit les différents organes.

IV.3.1.3 Calcul et choix d'appareillages

A partir du nombre et de la puissance des transformateurs utilisés, ainsi que la tension de service (30 KV ou 10 KV), on peut déterminer plusieurs paramètres liés aux appareillages qu'on va utiliser (le courant de disjoncteur qui permet le choix convenable de ce dernier, la longueur des câbles sec et BT, le calibre des fusibles. Le nombre des cosses, ...).

IV.3.2 Etude de génie civile

Consiste à déterminer tous les paramètres concernant les dimensions de fondation, les poteaux, longrines, la dalle, les murs, ...etc. à partir des trois informations (longueur, largeur, hauteur) déterminées précédemment. Un ingénieur en génie civil qui va faire tout ça, il va calculer les moments, la répartition des charges sur les appuis, les forces exercées, ...etc. pour

construire à la fin une note de calcul du poste, aussi bien un plan d'architecture qui regroupe tous les renseignements concernant la maçonnerie du poste (fouilles de fondation, divers coupes, plan d'équipement, différentes façades du poste, ...).

Remarque

Après l'acceptation du dossier d'étude par le distributeur d'énergie électrique SONELGAZ, l'entrepreneur commence l'exécution de l'ouvrage.

IV.4 L'ENDROIT DE PLACEMENT DU POSTE (choix du terrain)

En règle générale, le poste est situé en bordure d'une voie publique (ou privée si elle est accessible à tout heure).

- Il doit être proche d'une ligne MT ou d'un autre poste de bouclage (minimisation de la longueur de câble MT arrivé).

- Eviter tout les locaux traversant par les conduites d'alimentation (gaz, eau, câbles souterrain, lignes téléphoniques, ...).

- L'emplacement doit être choisi de façon que le distributeur ait accès au poste, en tous temps, pour l'exécution des manœuvres qu'il est susceptible d'avoir à exécuter d'urgence. Ainsi pour doit permettre la manutention facile de tous les éléments du poste, notamment ceux qui sont lourds et encombrants, comme les transformateurs, les cellules. Les accès doivent avoir les dimensions requises pour permettre la manutention aisée de ces éléments [17].

IV.5 NATURE DU SOL

Afin d'uniformiser les études et la réalisation et permettre ainsi d'économiser du béton, quatre nature différentes de terrain ont été retenus. Le tableau suivant montre la nature des différents terrains rencontrés dans la réalisation des postes [18].

Type	Nature	Pression à fond de fouilles (dan/m ²)
Terrain marécageux	Vase, tourbe et argiles molles	5000
Terrain meuble	Sable argileux et terrain vierge non humide	20000
Terrain ferme	Marne ou argile humide compacte	30000
Terrain rocheux	Tuf pierreux et roche compacte	60000

Tableau (IV.1) Nature des différents terrains

NOTA : Les dimensions des fouilles sont variées selon le type de terrain choisi.

IV.6 ACCES AU POSTE

En pratique il est recommandé de prévoir, dans toute la mesure du possible, une hauteur libre de 2.50 m dans l'accès, lorsque le poste comporte un appareillage débrochable, les distances indiquées sont applicables lorsque l'appareillage est complètement débroché et 0.80m de largeur devant les organes de commande [17].

Dans l'aménagement de l'accès permettant de déplacement du matériel de poste, il y a lieu de tenir compte des possibilités de remplacement du matériel le plus encombrant (transformateur ou cellule complète) [17].

IV.7 TRAVAUX GENIE CIVIL

L'exécution des travaux génie civil nécessite des moyens matériels (bétonnière, brouettes, vibreur, pelles, réservoir d'eau, la grue...), et matières d'exécution notamment le ciment, sable, le gravier, l'eau, ainsi que des moyens humains besoin de dizaines de personnes.

IV.7.1 Piquetage et traçage des fouilles

Le piquetage est exécuté à l'aide des piquets et des fils pour alignement de la matière de traçage (la chaux), dont les dimensions doivent être conformément au plant génie civil.

Le traçage des fouilles établi avec un gabarit de traçage a pour objet de figurer, sur un plan horizontal passant au niveau de sol, la mise en œuvre des fouilles étant très différent d'un terrain à un autre. Les dimensions doivent être conformément au plant génie civil.

IV.7.2 Placement et réglage des semelles et des semi poteaux

Une fois exécuté le ferrailage des semelles et des semi poteaux, et avant de les placées dans les fouilles on doit réaliser une couche de 5 cm de gros béton dosé à 200 kg/m³ pour éviter le contact des ferrailage avec le sol , le positionnement des semi poteaux sur les soumelles est réalisé en gardant le niveau des axes entre ces semi poteaux, l'espace entre le coffrage et le ferrailage est de 2.5 cm, en suite on fait le remplissage par béton armé du dosage CPA 350 Kg / m³[19].

Après le décoffrage on remplit les fouillés par le sol avec arrosage et compactage, et nivellement (ajustement) de lieu exploité.

IV.7.3 Placement des longrines

Afin de nivellement du sol, le procédé est réalisé comme suit :

Les longrines sont placées sur une couche de gros béton de 5 cm pour éviter le contact au sol, puis on fait le coffrage des longrines autour de l'ouvrage, en fin on les remplit par béton armé du dosage CPA 350 Kg /m³ [19].

IV.7.4 Caniveau

Les dimensions du caniveau sont appropriées aux besoins, au droit des passages, le caniveau est recouvert de dalle amovible antidérapante de résistance correspondant à la surcharge admise pour le sol du poste. Afin que cette dalle soit stable, elle repose, avec un jeu suffisant, sur la feuillure de caniveau constituée par un fer cornière [17]. De plus, si cette dalle est en béton armé de dosage du CPA 350 Kg /m³, elle est encadrée par un fer cornière [19].

IV.7.5 Bise de câble MT

Les trois bises d'alimentation (arrivé, départ, réserve) du câble moyenne tension est réalisées en béton dont le diamètre égale à 20 cm, ils sont branchées dans le premier coté du caniveau.

Le câble sec qui assure la liaison entre la cellule protection et le transformateur, traversant une bise en béton de 20 cm de diamètre [19].

IV.7.6 Bise de câble BT

La bise de câble basse tension permet de sortir les conducteurs d'alimentation aux clients, elle est réalisée en béton de diamètre de 20 cm [19].

IV.7.7 Implantation de la prise de terre des masses et du neutre

Les conducteurs de protection autres que les conducteurs de terre doivent être en cuivre ou en aluminium leur section ne doit pas être inférieure à 25 mm² s'ils sont en cuivre et à 35mm² s'ils sont en aluminium, le circuit de terre est implanté dans un tranché de profondeur 0.4 m au minimum, avant le bétonnage avec un conducteur enterré formant une boucle fermée autour du poste [17].

La réalisation de prise de terre du neutre se fait par un ou plusieurs piquets verticalement au dessous de niveau permanent d'humidité, à profondeur minimale de 2 m. avec des piquets (barre en cuivre $\Phi \geq 15\text{mm}$, tube en acier galvanisé $\Phi \geq 25\text{mm}$) de 1.5 m (figure IV.2).

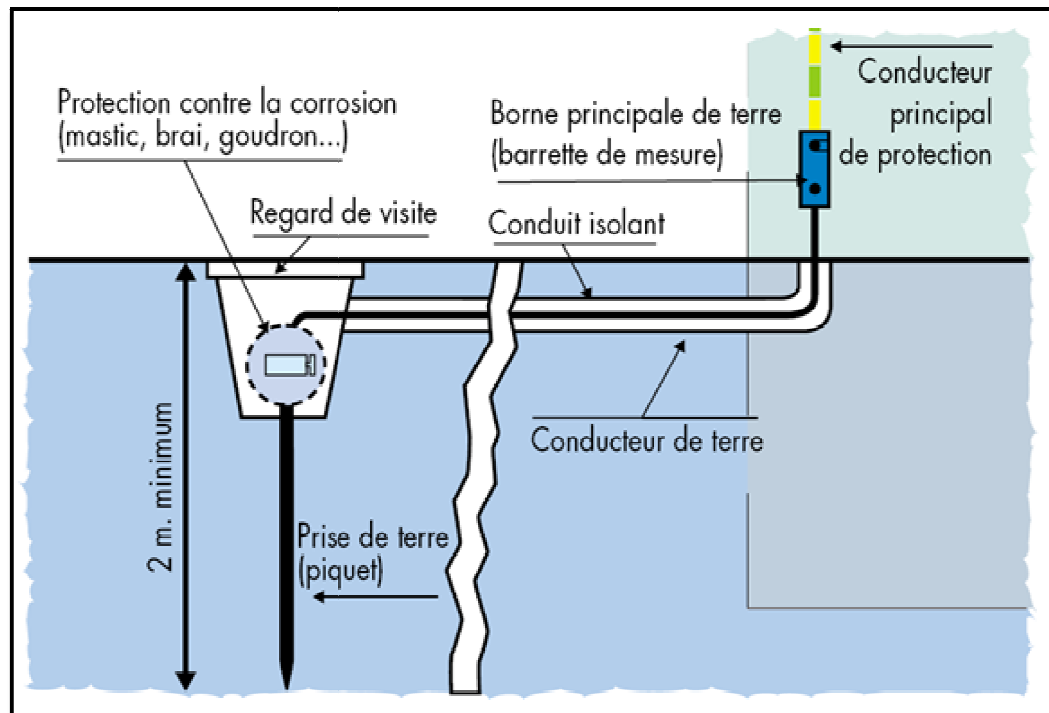


Figure (IV.2) Prise de terre du neutre par piquet

La valeur de la résistance de la prise de terre dépend de la forme et des dimensions de la prise de terre et de la nature du terrain. En outre, le gel et la sécheresse du sol.

IV.7.8 La plate forme

Réalisée par une couche de béton armé du dosage 350 Kg/m^3 , l'armature minimale est constituée par un quadrillage en fers ronds soudés de 4 mm^2 de diamètre à mailles de $0.30 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$, ou par tout autre grillage métallique de résistance mécanique équivalente [17].

IV.7.9 Les poteaux

Sont montés sur les extrémités des semi poteaux, le béton armé exploité est de dosage CPA 350 Kg/m^3 , avec l'utilisation de vibreur pour la répartition uniforme du béton armé [17].

IV.7.10 Les murs

Les murs du poste doivent présenter une résistance mécanique suffisante et doivent pouvoir supporter le matériel éventuellement fixé sur elles, sont réalisées en brique de 12

trous posant à plat, le revêtement des parois extérieur (20 mm) et intérieur (inférieur à 15 mm) se fait par béton de 500 Kg/m³ [17].

IV.7.11 La toiture

Est une dalle pleine réalisé en béton armé de dosage CPA 350 kg/m³ d'au moins 8 cm d'épaisseur, elle doit présenter une pente de 3% permettant l'écoulement des eaux pluviales, cette pente aura une forme en pointe de diamant, une corniche étendu de la toiture équipé par une gouttelette pour évité l'entré des eaux [6].

IV.7.12 L'étanchéité

Les toitures sont réalisées de manière à offrir une étanchéité complète réalisé en :

- 02 Couches de FLINKOTT.
- 01 Couche de BRAI.
- 02 Couches de papier goudronnées superposées.
- 01 Couche de BRAL.
- 01 Couches de papier pax aluminium [17].

IV.7.13 Le plafond

Le plafond doit être exécuté de façon à éviter tout défaut d'étanchéité et tout risque d'infiltration, le revêtement se fait par une couche de béton inférieure à 15 mm de dosage 500 kg/m³ [17].

IV.7.14 La peinture

Afin de construire le poste, et après le séchage du crépissage, il doit peindre les murs en extérieur et en intérieur, la procédure réaliser comme suite :

À l'intérieur badigeon à la chaux batture d'huile et d'alun a 02 couches tintées.

À l'extérieur peinture au silixore tintées 02 couches [17].

IV.7.15 Aération du poste

Tous les locaux du poste doivent être pourvu le dispositif de ventilation de préférence naturelle, la ventilation doit être assuré par plusieurs orifice aménagé à la partie basse du poste (derrière le transformateur) d'ouverture 78×44 cm pour aération inférieure type SONELGAZ sous linteau de 10 cm en béton armé de gravillons de 0.02 3T12 et croché de Φ 6, dosé à 350 kg/m³ au ciment portland, et à 20 cm du sol pour arrivée d'air frais et à partie

haute pour évacuation de l'air chaud d'ouverture 78×44 cm pour aération supérieur type SONELGAZ grillage caté intérieur du sous chainage supérieur [17].

IV.8 MENUISERIE METALLIQUE (PORTE)

Les portes doivent être conçues pour permettre la manutention du matériel, leur dimension soit de 250×119 cm type SONALGAZ cadre scellé au raz du bandeau, elles doivent :

- S'ouvrir vers l'extérieur.
- Dégager complètement l'ouverture.
- Présenter une rigidité suffisante.
- Eviter les pénétrations d'eau.

Et elles doivent munies :

- De morillons permettant le cadénassage de fermeture.
- D'une serrure pouvant s'ouvrir sans clef de l'intérieur.
- D'une poignée extérieure [17].

IV.9 INSTALLATION DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

L'emplacement des différents matériels électriques (cellules, transformateurs, CLPG, équipement basse tension, matériel de sécurité) dans le poste. Le transformateur est installé à l'aide d'un Clark, ou d'une grue s'il s'agit d'un transformateur de grande puissance.

Le poste doit être conçu de telle façon les opérations d'exploitation et de contrôle (manœuvre sur le transformateur, manœuvre de l'appareil de coupure BT, changement des fusibles, prendre des mesures, ...) soient aisées et s'effectuent en toute sécurité.

IV.10 MISE EN PLACE ET REGLAGE DES EQUIPEMENTS SOUS ENVELOPPE METALLIQUE

Les organes sous enveloppe métallique sont toujours installés au coté droit par rapport à l'accès SONELGAZ du poste.

Les raccordements sur les réseaux MT aérien ou sous terrain peut être bouclé avec un autre poste (la MT est arrivée d'une cellule de départ d'un poste au voisinage), sont réalisés sous la responsabilité du distributeur d'énergie, les câbles du réseau sont de type tripolaire ou unipolaire à isolant synthétique à âme en aluminium de section 120 mm² ou 240mm² [8], leur raccordement aux cellules SM6 est réalisé par boîte d'extrémité unipolaire intérieure et extérieure.

La cellule de protection de transformateur est raccordée avec la cellule de départ par un jeu de barre.

IV.11 RACCORDEMENT DU TRANSFORMATEUR

Le transformateur est installé à l'aide d'une machine de manutention, dont les premières bornes sont raccordées avec la cellule de protection par un câble sec unipolaire leur section est déterminé selon la puissance de transformateur, traversant par une bise de 20 cm [8].

IV.12 RACCORDEMENT DES CABLES BT

Les câbles basse tension sont raccordés coté de transformateur d'une part et coté tableau basse tension d'autre part, au moyen de cosses d'extrémité aluminium-cuivre.

Chaque câble recevra un repère fonctionnel à chacune de ses extrémités :

- conducteur de phase : repères L1, L2, L3.
- conducteur de neutre : repères bleu clair.
- conducteur de protection : repères jaune et vert.

Coté transformateur : pour des raisons de sécurité, les bornes BT du transformateur ne doivent pas être accessibles au cours de manœuvre normale d'exploitation.

Coté sectionnement BT: respecter les instructions de raccordement de l'appareil de sectionnement [8].

Fixation des câbles : selon le nombre, la fixation est réalisé par empilage d'étriers adaptés.

IV.13 INSTALLATION DU DISJONCTEUR BT

Le disjoncteur BT est fixé sur le mur, juste à coté de la cellule transformateur. Il est généralement de type fixe, débrochable, CLPG, ou tableau de distribution publique (s'il s'agit du poste de distribution publique).

IV.14 TABLEAU DE COMPTAGE BT

Le tableau de comptage basse tension doit être installé sur une paroi non exposée aux vibrations. En particulier, les appareils de comptage ne doit pas être placés sur les enveloppes de l'appareillage sous enveloppe métallique.

Le tableau doit être placé le plus près possible des TC de comptage. Les constituants du tableau de comptage dépendent, essentiellement des impositions du distributeur d'énergie électrique SONELGAZ [8].

IV.15 INSTALLATION DES TC DE COMPTAGE

Généralement ils sont installés dans un compartiment plombé sur les bornes BT du transformateur.

D'autre disposition sont possible, entre autre dans une 'case' spécialisé plombable incorporée aux armoires ou les cellules MT [8].

IV.16 INSTALLATION PRISE DE TERRE DU POSTE

Toutes les masses du poste interconnectant les parties métalliques du poste (ferraillage de la dalle (plate forme), cellules MT, cuve de transformateur ...) sont reliées à une borne commune, cette liaison est désignée par la lettre P [8]. (figure IV.3).

Le neutre du secondaire du transformateur MT/BT (toujours en étoile) est relié au piquet se trouve à 50 cm au dessous du sol terre, cette liaison est désignée par la lettre n [8].

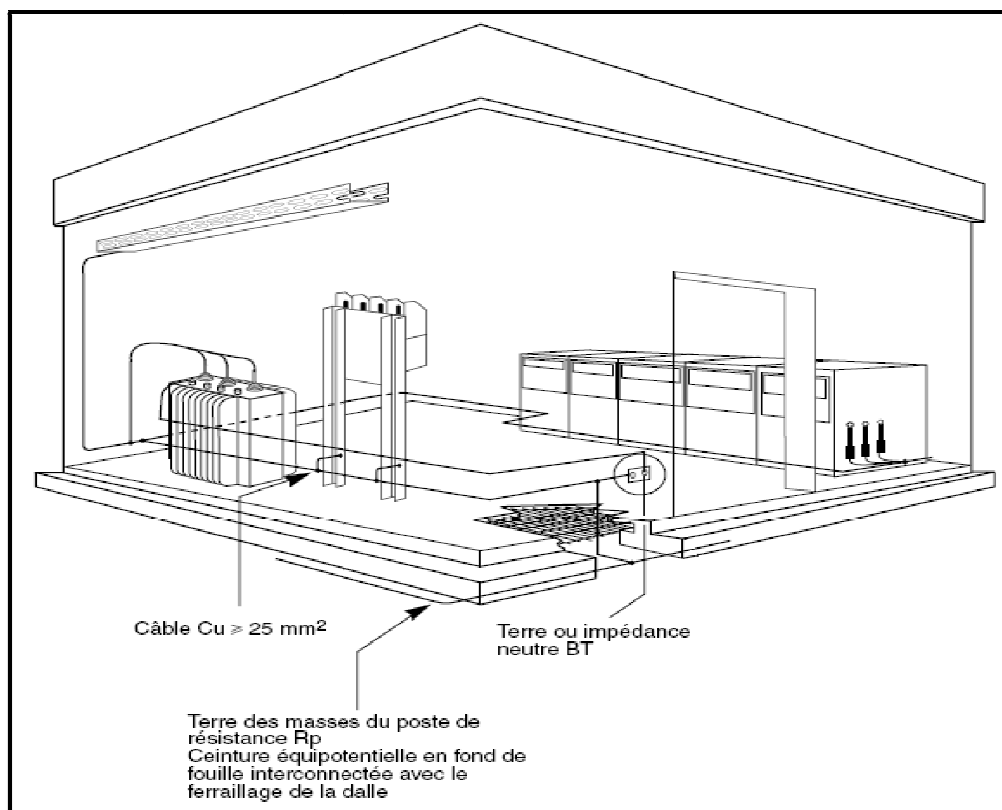


Figure (IV.3) Raccordement des masses du poste

IV.17 TABLEAU DE DISTRIBUTION PUBLIQUE

Il est installé uniquement dans les postes MT/BT de distribution publique, fixé sur le mur correspondant au dessus de la bise des câbles BT au voisin de la cellule transformateur.

IV.18 VERIFICATION ET ESSAIS

Les vérifications de la mise en service, sont à rapprocher de la vérification initiale des installations électriques, lors de leur mise en service ou après qu'elles aient subi une modification de structure.

Les essais ont pour but de s'assurer, par des mesures faites au moyen d'appareils de mesure et d'essais appropriés, de l'efficacité de la mise en œuvre des dispositions prescrites par la norme, Lorsqu'il n'est pas possible de le faire par inspection visuelle [17].

Avant tout mise en service de l'installation, il doit être procédé aux vérifications suivantes :

IV.18.1 Mesure de la résistance de prise de terre

Les mesure de résistance de prise de terre reposent sur le principe de disposé, en plus de la prise de terre dont on veut mesurer la résistance, de deux autre prises de terre auxiliaires A et B, les distances entre chacune de ces prises et les autre étant suffisamment grandes [17].

On peut alors :

- soit faire passer un courant I suivant XOA et mesurer la différence de potentiel U entre X et B (point qui est au même potentiel que O), d'où R_x par quotient. C'est la méthode de l'ohmmètre terre [17].

- soit mesurer les résistances des branches de l'étoile prises deux à deux en série, d'où on déduit R_x c'est la méthode dite des trois terres [17].

Le schéma de la figure (IV.4) représente les méthodes de mesure de la résistance des Prises de terre, où :

O : le sol lointain (inaccessible)

X : la prise de terre mesurée.

A et B : prises de terre auxiliaires.

R_A , R_B et R_x : les valeurs de la résistance des prises de terre A, B et X respectivement.

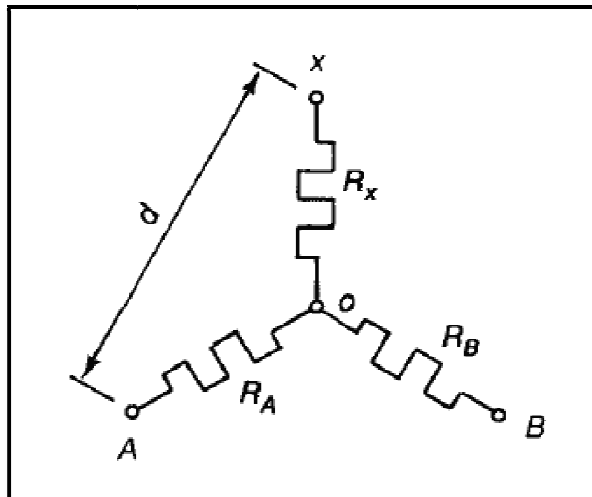


Figure (IV.4) Mesure de la résistance des Prises de terre

IV.18.2 Vérification de la continuité électrique des circuits de terre

La continuité des circuits de terre est vérifiée par un examen visuel, en cas de doute ou lorsque l'examen n'est pas réalisable, un essai de continuité doit être effectué sous tension maximale de 12V, en courant continu ou en courant alternatif, et avec un courant d'au moins 2A [17].

IV.18.3 Vérification des caractéristiques des matériels

La vérification concerne principalement les caractéristiques de fonctionnement des fusibles ou des disjoncteurs, les réglages des relais et déclencheurs [17].

IV.18.4 Vérification de l'isolement de l'équipement

La vérification pour les installations équipées d'appareillage sous enveloppe métallique, et lorsque des unités de transport ont été assemblées sur place. L'isolement des connexions est vérifié par un essai de tenue à la fréquence industrielle pendant une minute sous une tension d'essai égale à 80% de la tension assignée de tenue à fréquence industrielle.

L'essai est effectué en appliquant la tension entre chaque phase et la masse, les autres phases étant reliées à la masse [17]. Les valeurs de la tension d'essai à la fréquence industrielle pendant une minute sont les suivantes :

Tension la plus élevée pour le matériel (valeur efficace) (kV)	Tension d'essai (valeur efficace) (kV)
7.2	16
12	22
17.5	30
24	40
36	56
52	76
72 .5	112

Tableau (IV.2) Les valeurs de la tension d'essai de l'isolement

IV.18.5 Vérification du niveau et de la rigidité électrique des liquides isolants

Lorsque le poste comporte des appareils contenant des isolants liquides qui ne sont pas à remplissage intégral, la rigidité diélectrique de ces isolants doit être vérifiée.

L'essai de rigidité n'est pas effectué sur les matériels contenant des polychlorobiphényles [17].

IV.18.6 Vérification de l'équipement à basse tension du poste

L'ensemble d'équipements à basse tension du poste est vérifié conformément à la partie 6 de la norme relative aux installations électriques à basse tension [17].

IV.19 PLAQUES D'IDENTIFICATION ET PLAQUES DE MISE EN GARDE

Dans les locaux de service électrique fermés et dans les bâtiments industriels, tout local contenant du matériel électrique doit être muni, à l'extérieur et sur chaque porte d'accès, des informations nécessaires identifiant le local et indiquant les risques possibles [17].



Figure (IV.5) Les pancartes

IV.20 EXECUTION DES TRAVAUX D'UN POSTE MT/BT AERIEN (ACC)

IV.20.1 Mise en œuvre

- Le piquetage des axes de fouilles.
- Exécution de terrassements des fouilles.
- Exécution des fouilles (y compris enlèvement des terres excédentaires).
- L'approvisionnement des agrégats (sable, ciment, eau).
- La confection des massifs et sur massifs (y compris fourniture et montage des coffrages).
- Transport jusqu'à pied d'œuvre (y compris manutention de tous les matériels).
- Bardage, assemblage éventuel, mise en place et réglage des supports.
- Bardage et déroulage des câbles.
- Mise en place sur pince, tirage et réglage des conducteurs et câbles.
- Montage, réglage et mise en place des armements et ferrures diverses.
- Mise en place des accessoires et chaînes d'isolateurs (y compris les opérations d'assemblage).

- Montage et réglage des équipements et appareils de ligne et de poste.
- Travaux mise à la terre des supports, de poste et des appareils de coupures de ligne ou de poste.
- Mise en place éventuelle des contrepoids.
- Installation des plaques signalétiques de lignes.
- Elagage et abattages des arbres et de taillis dans l'emprise des ouvrages.
- Installation complète des branchements, postes et appareils de coupure de ligne et connecteurs TST/MT.
- Installation complète des réseaux MT aérien (y compris les boîtes d'extrémité) [20].

IV.20.2 Fouille

Les déférentes supports en béton et métalliques sont implantées dans des fouillés dimensionnés par des spécifications techniques du SONELGAZ. Et doit tenir de la nature du terrain :

- En terrain normale (toutes terres).
- En terrain dur (dislocation possible par bloc ne nécessitant pas l'emploi d'explosifs).
- En terrain très dur (émiettement obligatoire nécessitant l'emploi d'explosifs) [20].

IV.20.3 Béton

Béton constituant des massifs de fondation de supports dosé à 350 kg de ciment CPA 350-315 par m³ de béton.

- Volume du massif en béton inférieur à 0.5 m³.
- Volume du massif en béton supérieur ou égal à 0.5 m³ [20].

IV.20.4 Installation des supports et accessoires

Levage et implémentation des supports selon les exigences de SONELGAZ y compris le numérotage des supports MT au brai ou par collage de plaques en matière plastique ou autre, pose des herses de défense [20].

- Supports métalliques ou en béton montés :
 - Poteau Simple.
 - Poteau haubané.
 - Poteau jumelés ou contrefichés.

IV.20.5 Peinture des ouvrages métalliques

- Préparation et réfection des surfaces à peindre.
- Application des peintures.

Pour une couche : de minimum de plomb ou équivalent suivie de deux couches de peinture à l'huile sur les ouvrages mis en place, toutes sujétions comprises :

- Supports métalliques en poutrelles à larges ailes.
- Poteaux tabulaires ou pylônes à entretoises soudées.
- Pylônes en treillis, potelés et ferrure [20].

Pour deux couches : de peinture à huile, ou une couche de minimum de plomb ou équivalent suivie d'une couche de peinture à l'huile sur l'ouvrage mis en place, toutes sujétions comprises :

- Supports métalliques en poutrelles à larges ailes.
- Poteaux tabulaires ou pylônes à entretoises soudées.
- Pylônes en treillis, potelés et ferrure [20].

IV.20.6 Armements de lignes

Un armement galvanisé pour ligne MT y compris des accessoires nécessaires : assemblage, montage et mise en place sur l'ouvrage.

IV.20.7 Armement nappe-voute et armement d'encrage

- Assemblage des éléments (montants et traverses).
- Mise en place et fixation sur le support de l'ensemble NV, Sont exclus les crochets et les étriers de fixation des isolateurs suspendus ou chaînes d'isolateur.
- Montage des accessoires sur la chaîne puis mise en place en alignement ou en encrage de l'ensemble sur l'armement, toutes sujétions comprises.
- Le réglage des conducteurs reste exclu [20].

IV.20.8 Chaîne d'isolateurs CTV (Capot Tige Verre)

- Deux éléments (isolateur normale ou antipollution).
- Trois éléments (isolateur normale ou antipollution).
- Quatre éléments (isolateur normale ou antipollution).
- Une chaîne simple d'isolateurs à capots tige en alignement ou en encrage [20].

IV.20.9 Eclateur pour la protection des réseaux contre la foudre

Montage puis mise en place sur l'armement d'un éclateur composé d'une chaîne simple à éléments scellés entre eux ou d'un élément long fut équivalent, des cornes de l'éclateur ainsi que de tous les accessoires nécessaires (étriers, pinces, boulonneries...).

Eclateur à trois ou quatre éléments CTV scellés entre eux ou à un élément long fut ou équivalent [20].

IV.20.10 Déroulage, tirage et réglage des conducteurs

- Déroulage des conducteurs et pose de tous les manchons de jonction et de ponts assurant la continuité électrique, conducteur en ALMELEC de sections égales à 34.4 mm^2 et 93.3 mm^2 .
- Tirage et réglage des conducteurs sur les isolateurs de tous types y compris la confection des attaches et arrêts sur isolateur, sur les pinces de suspension ou d'encrage y compris les opérations de serrage arrêtant définitivement le conducteur. Par la dépose des poulies de déroulage [20].

IV.20.11 Interrupteur sectionneur aérien IACM

La mise en place d'IACM est de procédé comme suite :

- Support.
- Traverses d'ancrage avec la boulonnerie correspondante permettant l'arrêt des conducteurs de ligne.
- Isolateur ou chaînes d'isolateurs d'ancrage.
- Rallonges ou manchons d'encrage.
- La mise en place et le réglage des conducteurs de lignes et ces accessoires.
- Le réseau de la mise à la terre.
- La plate-forme en béton au pied du support.
- Des ferrures et accessoires de fixation au support de l'IACM.
- Assemblage, mise en place, fixation et réglage de :
 - l'appareil et de sa commande mécanique.
 - points de connexion et des raccords bimétalliques :
 - Sur support à implanter.
 - Sur support existant [20].

IV.20.12 Transformateur MT/BT

Placé sur ses ferrures, de puissance 50kva, 100kva, 160kva (y compris les travaux de liaison MT).

IV.20.13 Liaisons BT

- Le disjoncteur BT et son coffret avec la commande mécanique et les ferrures de fixation correspondantes.
- Les conducteurs isolés BT de section appropriés avec leurs accessoires de fixation et de raccordement [20].

IV.20.14 Essais

Les essais cités ci-après concernant, en particulier la réalisation des travaux des ouvrages confiés par SONELGAZ. Les mesures des prises de terre des postes seront effectuées par l'entreprise et consignés dans les PV de réception provisoire [20].

IV.20.14.1 Essais mécaniques

- Sélection des agrégats et composants du béton.
- Analyse de granulométrie.
- Essais d'écrasement d'éprouvettes prélevés en cours de travaux de génie-civil de ligne de postes.
- Essais tenue des jonctions et des encrages des câbles.
- Essais tenue des armements et construction métalliques diverses.
- Contrôle des flèches, alignement et écarts entre les conducteurs.

Les résultats des essais mécaniques qui seront effectués dans les laboratoires agréés par SONELGAZ doivent être sanctionnés par des procès verbaux qui seront remis à SONELGAZ [20].

IV.20.14.2 Essais électriques

- Essais du transformateur.
- Mesures des résistances mise à la terre des supports et des équipements de lignes et postes.
- Repérage des phases.
- Essais de la tension induite.
- Essais de continuité [20].

IV.21 CONCLUSION

Dans ce chapitre on a présenté les différentes phases des travaux nécessaires pour la construction d'un poste MT/BT maçonné et aérien (ACC), ces travaux doivent exécuter selon les normes et vérifiés par des agents habilitants de distributeur d'énergie électrique SONELGAZ, afin d'assurer une bonne exécution et une sécurité excellente.

Pour une meilleure continuité du service et un gain d'exploitation plus élevé ; Une protection des postes de distribution MT/BT soit indispensable. Dans le chapitre ci-après on va étudier les différentes protections utilisées dans un poste de distribution MT/BT, ainsi que la protection des réseaux en amont et en aval de ce poste.

CHAPITRE V

PROTECTION DES POSTES MT/BT

V.1 INTRODUCTION

Toute installation électrique, est prévue pour une tension et une intensité, peut être le siège des perturbations accidentelles dues à des causes non prévisibles ou que l'on ne peut empêcher (coup de foudre, court-circuit, surcharge, ...etc.). Ces perturbations peuvent être dangereuses pour le personnel et pour le matériel, il y'a donc lieu de prévoir des moyens de protection appropriés.

Ce chapitre sera consacré à l'étude des différentes protections utilisées dans un poste de transformation MT/BT, on va tout d'abord citer les divers types des défauts rencontrés dans les réseaux électriques, puis on va présenter les dispositifs de protection employés pour éliminer ces défauts, enfin on présentera les relais de protection et de contrôle commande dans les cellules MT

V.2 LES DIFFERENTS TYPES DES DEFAUTS DANS LES RESEAUX

Les principales anomalies dans les réseaux sont :

1. Les courts-circuits.
2. Les surtensions.
3. Les surcharges.
4. Les déséquilibres.

V.3 DISPOSITIFS DE PROTECTION

V.3.1 Généralité

Les dispositifs de protection surveillent en permanence l'état électrique des éléments d'un réseau et provoquent leur mise hors tension (ex : ouverture d'un disjoncteur), lorsque ces éléments sont le siège d'une perturbation : court-circuit, défaut d'isolement...etc.

V.3.2 Dispositifs de protection contre les surtensions

Les dispositifs de protections contre les surtensions peuvent être groupés en deux classes :

- Les éclateurs.
- Les parafoudres.

V.3.2.1 Les éclateurs

Un éclateur est un dispositif simple, constitué de deux électrodes dans l'air. La limitation de tension aux bornes est effectuée par l'amorçage de l'intervalle d'air. Les éclateurs sont les dispositifs les moins coûteux et les plus rustiques. Ils sont utilisés exclusivement sur les réseaux aériens [21]. On distingue trois types des éclateurs : les éclateurs à cornes, les éclateurs à tige et les éclateurs à cornes avec dispositif C.C.S (coupure de courant de suite).

V.3.2.2 Les parafoudres

Le parafoudre est un dispositif installé dans les réseaux électriques, destiné à protéger le matériel électrique contre les surtensions élevées et à limiter la durée et l'amplitude des courants de suite dus à l'amorçage [13]. Les parafoudres offrent une protection plus performante, mais pour un coût notablement plus élevé [21].

V.3.3 Dispositifs de protection contre les surintensités et les surcharges

La protection contre les surintensités et les surcharges peut être assurée par :

- Des coupe-circuits à fusibles.
- Des disjoncteurs.

V.3.3.1 Caractéristiques des fusibles

A- Fusibles MT

Leur rôle est de protéger le réseau MT contre les avaries affectant soit les transformateurs de distribution, d'abonnés, soit les circuits de basse tension dans le cas d'une défaillance des protections BT normales, ou dans le cas d'un incident en amont de ces derniers. Les fusibles MT doivent répondre aux deux conditions suivantes :

- Ne pas fondre sous l'effet de l'appel du courant de l'enclenchement du transformateur MT/BT.
- Avoir une durée de fusion qui ne dépasse pas deux secondes en cas de court-circuit franc aux bornes BT du transformateur [13].

B- Fusibles BT

Ils sont utilisés pour la protection des circuits de force motrice et d'éclairage pour lesquels la tension nominale est inférieure à 500 V en courant alternatif et à 25 V en courant continu [13].

V.3.3.2 Les disjoncteurs

Les disjoncteurs sont des appareils de coupure en charge, ils peuvent interrompre des courants importants ; qu'ils s'agissent des courants nominaux ou des courants de défauts.

Ils peuvent être commandés sur place, ou télécommandés. De plus les disjoncteurs sont conçus pour ouvrir un circuit automatiquement dès que le courant qui les traverse dépasse une valeur prédéterminée.

Les disjoncteurs sont choisis à partir des caractéristiques suivantes : la tension nominale, le courant nominal, le pouvoir de fermeture, le type d'installation et le mode de commande.

V.3.3.3 Les relais

Les relais sont des organes destinés à la commande et contrôle des circuits électriques. En générale, on peut dire que les relais sont des appareils ou ensemble d'appareils automatiques destinés à actionner un disjoncteur dont le but d'éliminer le plus rapidement possible l'élément défaillant du réseau [13].

V.4 CHOIX DU REGIME DU NEUTRE

Le régime du neutre caractérise la position du point neutre secondaire du transformateur MT/BT par apport à la terre [6].

On distingue habituellement les modes d'exploitation des réseaux suivant trois situations de raccordement du neutre :

- Schéma TT.
- Schéma TN.
- Schéma IT.

Chaque schéma est repéré par deux lettres :

La première lettre désigne la situation du neutre par apport à la terre :

T : indique une liaison directe du point neutre à la terre.

I : indique que le neutre est isolé ou relié à la terre par une impédance de forte valeur [6].

La deuxième lettre symbolise les liaisons des masses de l'installation :

T : indique que les masses sont reliées directement à une prise de terre indépendante de la prise de terre du point neutre de l'alimentation.

N : indique que les masses sont reliées directement au point neutre de l'alimentation [6].

V.4.1 Le régime TT

Ce schéma est basé sur le principe de la séparation des terres, celles des installations et du réseau (figure V.1). Le neutre est relié directement à la terre, et les masses de l'installation sont reliées à la terre par l'intermédiaire d'une prise de terre distincte de celle du neutre. Ce régime est employé pour toute distribution publique.

Avantages :

- Solution la plus simple pour les installations.
- Ne nécessitant pas une surveillance en exploitation.
- Appareillages de protection simplifiés.
- Localisation instantanée du départ en défaut.

Inconvénients :

- Déclenchement obligatoire sur défaut simple.
- Destruction des prises de terre par fusion.
- Localisation du départ en défaut coûteuse.

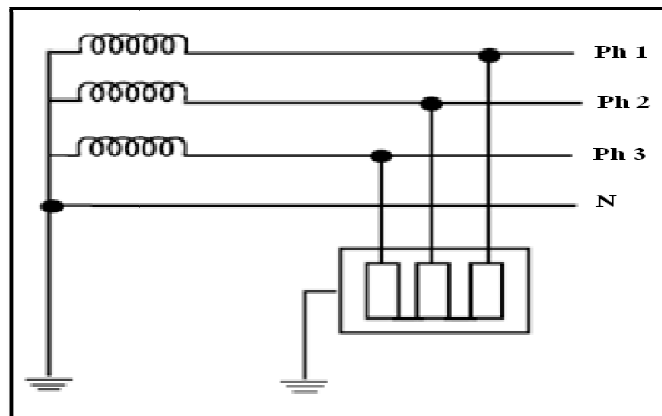


Figure (V.1) Schéma TT

V.4.2 Le régime IT

Toutes les masses sont reliées à la prise de terre de l'installation, mais le neutre est relié à la terre par une impédance (figure V.2). Cette impédance est choisie de manière qu'en cas du défaut d'isolement, le courant de défaut soit suffisamment faible pour qu'il n'entraîne pas l'apparition de tension dangereuse sur les masses. Donc lors de ce premier défaut, on peut se dispenser de mettre l'installation hors tension. Le régime IT est employé dans les installations ne tolérant pas d'interruption de courant.

Avantages :

- Déclenchement obligatoire reporté au défaut double.

- Contrôle facile de l'isolement du neutre.

Inconvénients :

- Nécessite d'installer un limiteur de surtension.

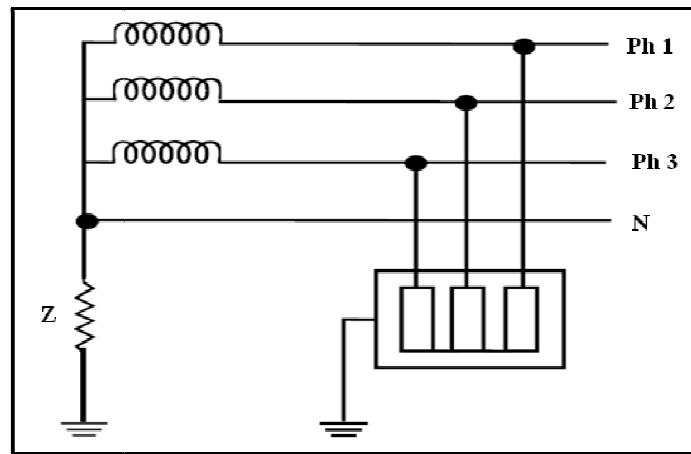


Figure (V.2) Schéma IT

V.4.3 Le régime TN

Le point neutre BT du transformateur est relié directement à la terre. Les masses de l'installation sont reliées au neutre par des conducteurs de protection (figure V.3). Ce régime est employé quand la mise à la terre des masses des appareils pose un problème.

Avantages :

- Pas de dispositif limiteur de surtension.
- Elimination du défaut simple par les dispositifs de protection contre les surintensités.

Inconvénients :

- Déclenchement obligatoire sur défaut simple.

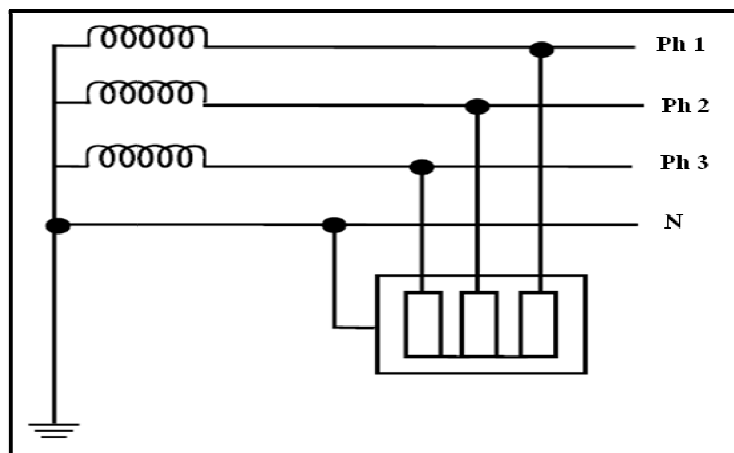


Figure (V.3) Schéma TN

V.5 PROTECTION DES DEPARTS MT

Le système de protection a pour but d'assurer :

- L'intervention rapide en cas de défaut sur les lignes afin de séparer le réseau en incident du réseau sain, sans détérioration des équipements.
- L'intervention sélective pour éliminer le moins possible de réseau sain.

Le système de base utilisé est à maximum de courant [3].

La figure (V.4) représente le schéma de principe de la protection d'un départ à moyenne tension.

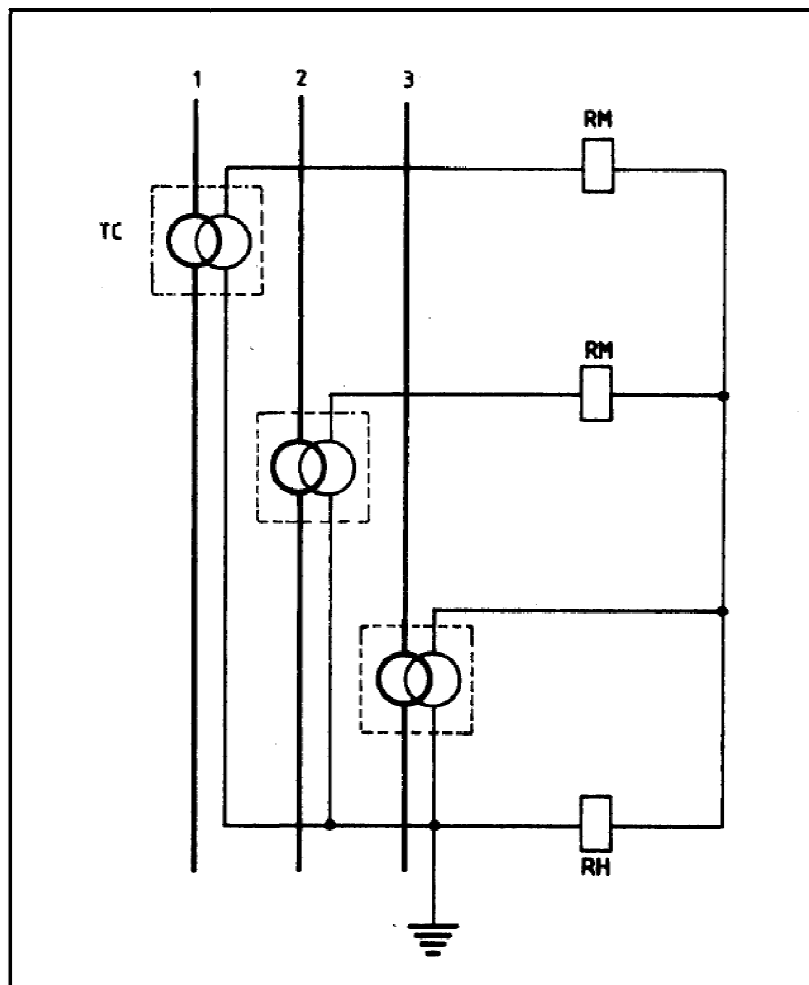


Figure (V.4) Schéma de principe de la protection d'un départ à moyen tension

RH : Relais homopolaire.

RM : Relais de phase.

TC : Transformateur de courant.

Dans le cas où le raccordement entre le disjoncteur du départ aérien MT et le premier poteau est fait par une liaison en câble, les transformateurs de courant pour la protection seront (figure V.5) :

- Deux TC de phase pour la protection à maximum de courant.
- Un transformateur toroïdal (TTO) pour la protection homopolaire [3].

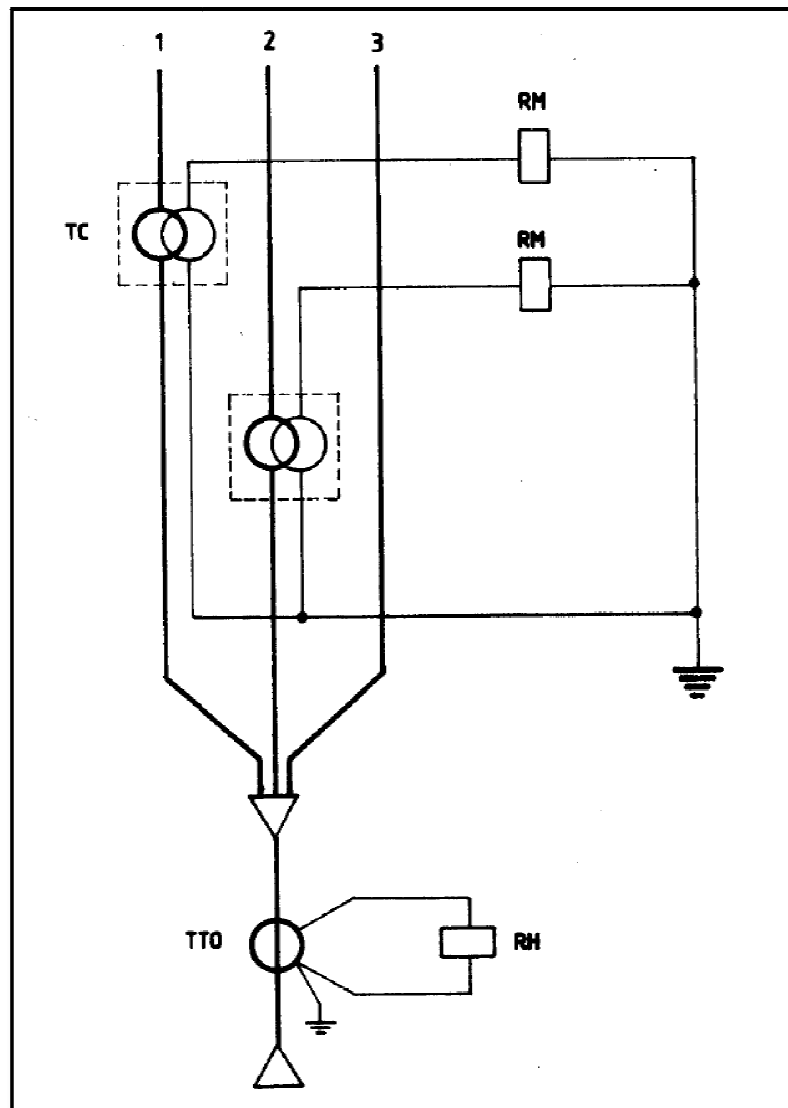


Figure (V.5) Schéma de principe de la protection d'un départ MT dans le cas où le raccordement entre le disjoncteur du départ et le premier poteau est fait par une liaison en câble.

TTO : Transformateur de courant toroïdal.

En tout cas les phases sur lesquelles sont installés les relais de protection à maximum de courant devront être les mêmes sur chaque ligne MT appartenant au poste.

La protection contre les défauts polyphasés sera à deux seuils de réglage. La protection contre les défauts monophasés est assurée par un dispositif (relais homopolaire et réducteurs) devant permettre de détecter des résistances de défaut relativement élevées [3].

Un dispositif de réenclenchement automatique (IAC) sera utilisé sur les lignes aériennes, c'est l'interrupteur à commande automatique.

Les dispositifs utilisés pour protéger les réseaux MT contre les surtensions sont :

- Les éclateurs à cornes : d'une manière générale.
- Les parafoudres : pour les zones particulièrement exposées aux surtensions atmosphériques.

Des parafoudres seront installés sur les départs aériens MT des postes source HT/MT.

V.6 PROTECTION DES DEPARTS BT

V.6.1 Réseau BT aérien

Dans le cas d'un poste sur poteau, la protection sera assurée par un disjoncteur magnétothermique (figure V.6) [3].

Dans le cas des postes maçonnés, la protection sera assurée par des coupe-circuits à fusibles (figure V.7) [3].

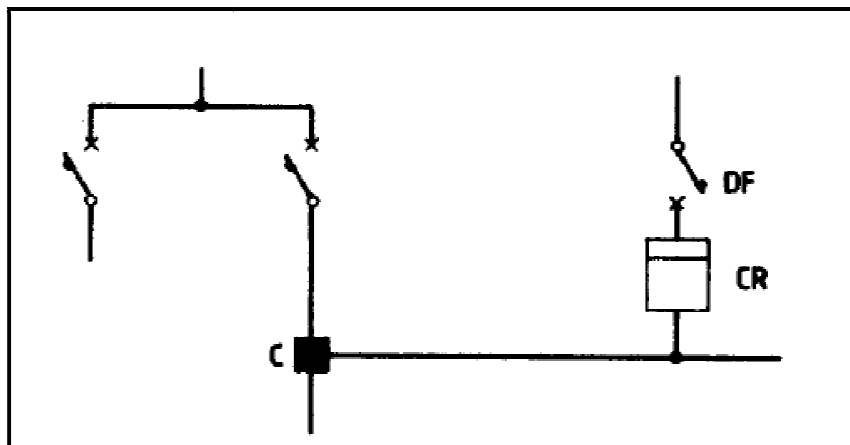


Figure (V.6) Protection d'un départ dans le cas réseau aérien alimenté par un poste sur poteau

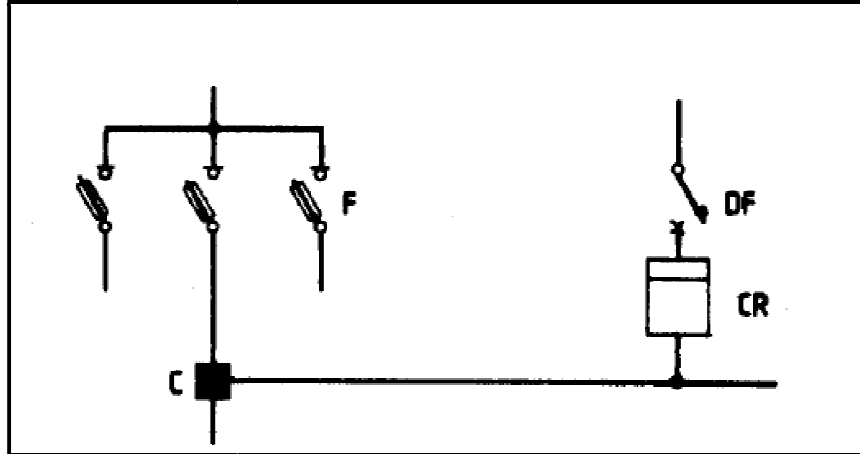


Figure (V.7) Protection d'un départ dans le cas d'un réseau BT aérien alimenté par un post maçonné

DF : Disjoncteur différentiel.

CR : Compteur.

C : Connecteur.

F : Fusible.

V.6.2 Réseau BT souterrain

La protection du réseau BT souterrain est assurée par des coupe-circuits à fusibles (figure V.8) [3].

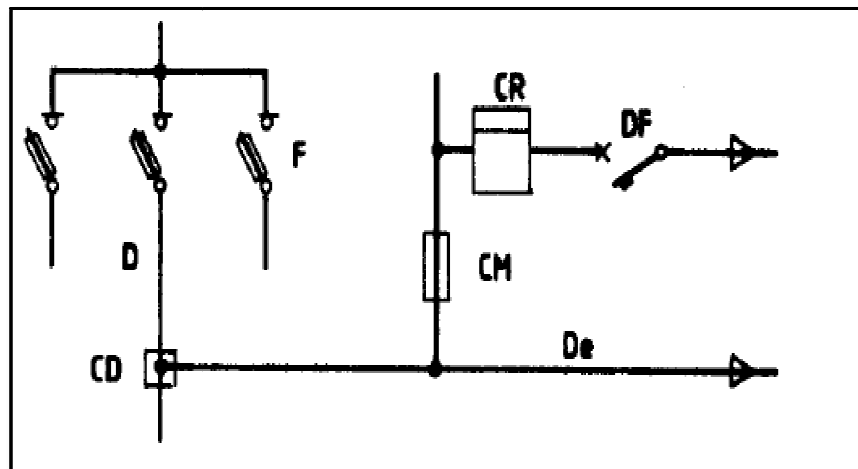


Figure (V.8) Protection d'un départ dans le cas d'un réseau BT souterrain

V.7 PROTECTION DES ABONNES BT

Les abonnés collectifs BT seront raccordés à partir :

- Des dorsales aériennes par une ligne commune aboutissant à un coffret de dérivation.
- Des dorsales souterraines par un câble commun aboutissant à un coffret de dérivation pied de colonne [3].

La protection de la partie collective du branchement dénommée colonne montante sera assurée par des coupe-circuits à fusibles [3].

Les calibres des fusibles pour le branchement collectif, sont indiqués dans le tableau suivant :

Réseau	Cu (mm ²)	Calibre des fusibles en (A) pour postes MT/BT en (KVA)			
		160	250	400	630
Aérien	4 x 25	63	80	125	125
	4 x 16	63	80	100	100
Souterrain	3 x 50 + 25	63	80	125	125
	4 x 25	63	80	125	125
	4 x 16	63	80	100	100

Tableau (V.1) Calibres des fusibles pour le branchement collectif

V.8 MISE A LA TERRE DES RESEAUX MT ET BT

La mise à la terre dans les réseaux a pour but d'éviter l'apparition localement ou à distance de différence de potentiel dangereuses pour les individus et les installations publiques ou privées. La mise à la terre de toute partie électrique consiste à établir une liaison électrique entre des éléments non isolants et une prise de terre.

V.8.1 Différents types des mises à la terre

V.8.1.1 Mise à la terre du neutre

Elle a pour but :

- D'assurer la sécurité des usagers en évitant des surtensions suite à des défauts « transformateur » (contact MT/BT), ou lors d'une décharge atmosphérique sur les lignes.

- D'assurer la sécurité des usagers en évitant des surtensions suite à des défauts « transformateur » (contact MT/BT), ou lors d'une décharge atmosphérique sur les lignes.
- De fixer le potentiel de ce conducteur et de conserver les tensions simples sur les appareils monophasés en cas de rupture du conducteur neutre.

V.8.1.1.1 Etat du neutre MT

Le réseau de distribution à moyen tension est à neutre non distribué. Dans tous les cas, et en relation avec une protection à temps constant, le point neutre du réseau MT est mis à la terre. La limitation du courant de défaut à la terre est obtenue par la mise en série dans le circuit de défaut d'une résistance ou d'une impédance [3].

Pour les réseaux MT aériens, ou les réseaux mixtes aériens et souterrains issus d'un même poste source, le courant de défaut à la terre sera limité à 300 A par une résistance [3].

Pour les réseaux MT souterrains, le courant de défaut à la terre sera limité à 1000 A par une impédance [3].

V.8.1.1.2 Etat du neutre BT

Dans le réseau BT le neutre sera distribué et mis à la terre directement. Le point neutre de l'étoile du transformateur MT/BT sera relié directement à la terre du poste MT/BT si les tensions de pas et de contact ne dépassent pas la valeur 50 V. si cette condition n'est pas remplie, on devra relier le point neutre de l'étoile à une prise de terre séparée et indépendante du réseau de terre du poste MT/BT [3].

Dans le cas des lignes BT aériennes, la mise à la terre du neutre sera assurée en correspondance des poteaux tous les 300 m avec un minimum de deux points sur la ligne [3].

Dans le cas de départs en câble souterrains, la mise à la terre du neutre sera assurée au minimum en deux points le long de la ligne [3].

V.8.1.2 Mise à la terre des masses

V.8.1.2.1 Réseaux MT

Tous les supports métalliques doivent être mis à la terre, bien que les supports béton soient considérés comme conducteur, il n'est pas nécessaire de relier leur armature à la terre.

Les ferrures des conducteurs des supports bois sont mises à la terre, lorsque des supports métalliques ou en béton, de traversée ou d'angle sont encadrés par ces derniers.

V.8.1.2.2 Réseaux BT

Lorsque les conducteurs de ligne sont en conducteurs nus, ou en conducteurs isolés préassemblés, les supports même s'ils sont conducteurs, ne sont pas mis à la terre à

l'exception des supports métalliques équipés de foyer lumineux d'éclairage public. Dans ce cas, il y a lieu de mettre ces derniers à la terre.

Pour le raccordement des abonnés BT, on respecte les principes du schéma TT, c'est-à-dire que les masses des appareils doivent être reliées à la terre de l'immeuble.

V.9 PROTECTION PROPRE DU TRANSFORMATEUR

V.9.1 Généralités

Le transformateur est l'équipement le plus important dans un poste de transformation, son coût est extrêmement élevé et son immobilisation en cas d'accident est toujours très longue. Aussi les protections doivent être envisagées de sorte à réduire du maximum l'effet des éventuels incidents.

Les différentes protections utilisées dans les transformateurs sont :

- La protection différentielle.
- La protection à maximum de courant instantané.
- La protection masse cuve.
- La protection BUCHOLZ.

V.9.2 La protection différentielle du transformateur

Elle assure une protection rapide contre les défauts entre phases (figure V.9). Elle est sensible et elle s'utilise pour les transformateurs importants [22].

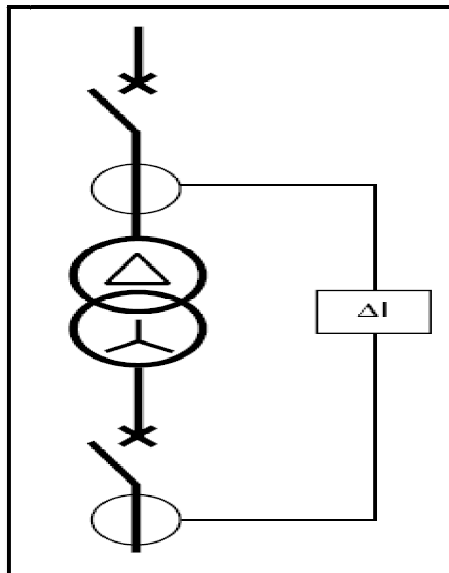


Figure (V.9) Protection différentielle

V.9.3 La protection à maximum de courant instantanée

Elle est associée au disjoncteur situé au primaire du transformateur, elle assure la protection contre les courts-circuits violents (figure V.10). Le seuil de courant est réglé à une valeur supérieure au courant dû à un court-circuit au secondaire : la sélectivité ampèremétrique est ainsi assurée [22].

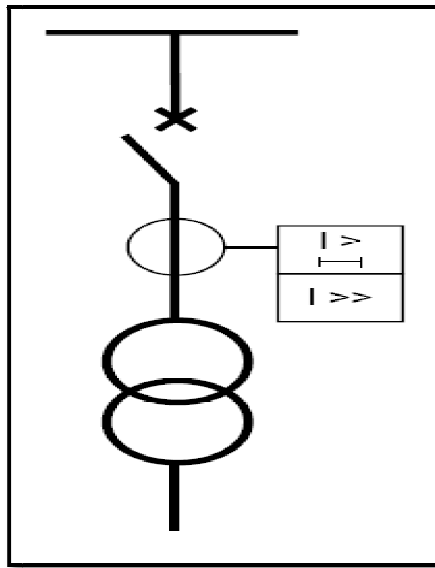


Figure (V.10) Protection à maximum de courant

V.9.4 La protection masse-cuve

Cette protection à maximum de courant instantanée installée sur la connexion de mise à la terre de la masse du transformateur constitue une solution simple et efficace contre les défauts internes entre un enroulement et la masse ; elle nécessite d'isoler le transformateur par rapport à la terre (figure V.11) [22].

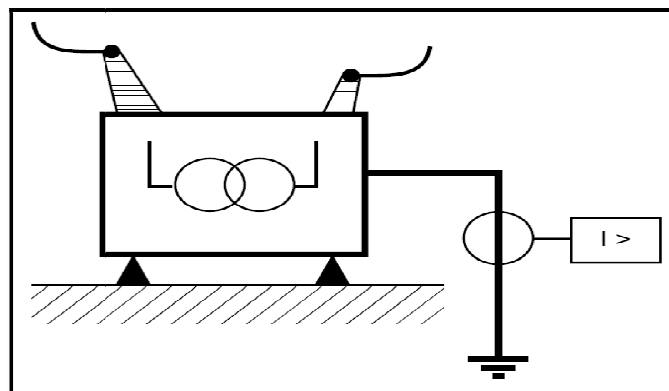


Figure (V.11) Protection masse cuve

V.9.5 La protection BUCHHOLZ

Les transformateurs immergés avec réservoir d'expansion sont équipés du relais BUCHHOLZ (figure V.12). Il est installé sur la canalisation située entre la cuve et le réservoir, et permet de détecter une baisse de niveau de liquide (l'huile), des amorçages internes entre spires à l'origine de dégagements gazeux par localisation des bulles vers le flotteur qui descende, ce qui provoque la fermeture du contact de première alarme. Il permet également de détecter d'éventuels défauts violents interne caractérisés par un flux important et rapide de liquide à travers le BUCHHOLZ vers le réservoir qui provoque le basculement du flotteur, le contact de la deuxième alarme se ferme alors et l'ouverture des disjoncteurs est immédiate [13].

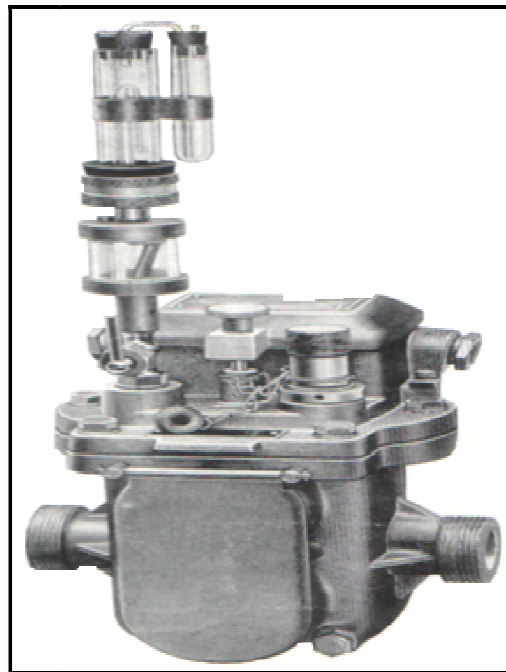


Figure (V.12) Relais BUCHHOLZ

V.9.6 Exemples de protection des transformateurs

Le choix des différentes protections (maximum de courant, relais BUCHHOLZ, ...) se fait selon le type et la puissance des transformateurs, les deux exemples de la figure (figure V.13) montrent bien les divers protections utilisées pour deux transformateurs immergés, l'un est de forte puissance, et l'autre est d'une puissance faible.

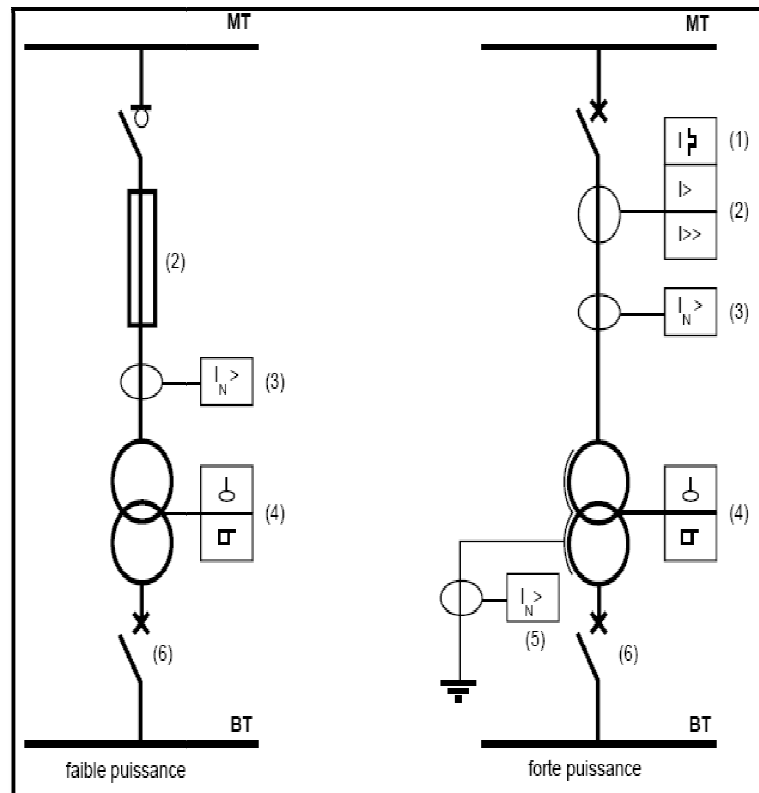


Figure (V.13) Protection des transformateurs faible et forte puissance

Où :

- (1) : Image thermique.
- (2) : Fusible ou maximum de courant à 2 seuils.
- (3) : Maximum de courant terre.
- (4) : Buchholz
- (5) : Masse cuve.
- (6) : Disjoncteur BT.

V.10 LES RELAIS DE PROTECTION ET DE CONTROLE COMMANDE

Les relais de protection ont pour but de protéger les départs MT des sous stations, ainsi que le postes de livraison à comptage MT, Il existe deux types de ces relais : les relais de protection sans alimentation auxiliaire, et les relais de protection avec alimentation auxiliaire.

V.10.1 Les protections sans alimentation auxiliaire

Celles-ci sont en général intégrées dans l'équipement de coupure et nécessitent des capteurs et des déclencheurs spécifiques. Leur mise en œuvre et leur utilisation sont simples, elles nécessitent néanmoins quelques précautions [23].

Les chaînes de protection sont généralement intégrées à l'appareillage de coupure. Deux types de chaînes de protection existent selon la nature des protections traitées (défaut phase/phase, défaut phase/terre) (figure V.14.1, figure V.14.2) [23].

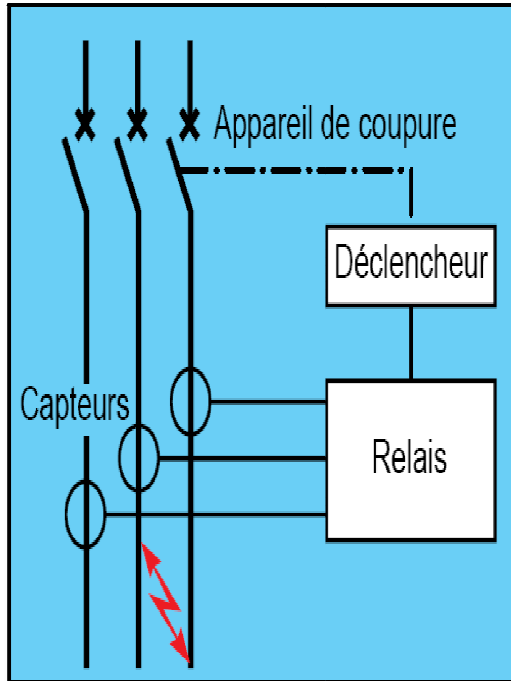


Figure (V.14.1) Défaut phase/phase

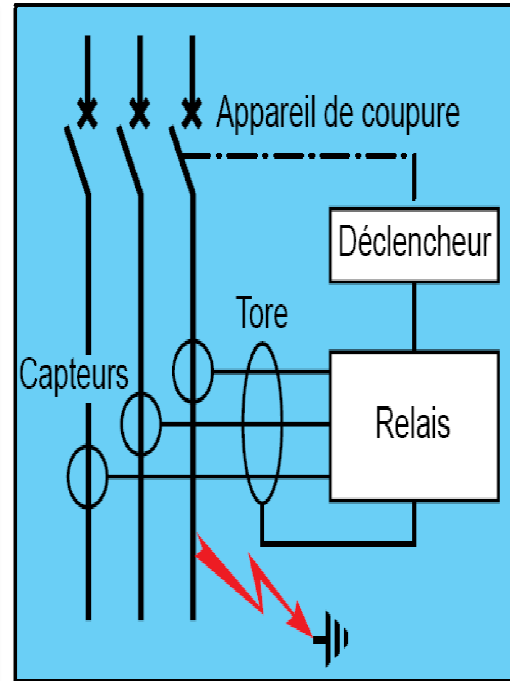


Figure (V.14.2) Défaut phase/terre

- **Les relais** sont conçus pour être intégrés en usine aux appareillages de coupure. Ils sont insensibilisés aux perturbations électromagnétiques. L'énergie nécessaire au fonctionnement du relais est fournie par le réseau lui-même par l'intermédiaire de capteurs de courant spécifiques [23]. .

- **Le déclencheur à faible consommation d'énergie** est adapté aux caractéristiques de sortie du relais [23]. .

NOTA :

Les déclencheurs doivent impérativement être adaptés aux caractéristiques des relais et des appareils de coupure, sinon il y a risque de non-fonctionnement [23].

Les capteurs sont adaptés au système de protection (relais et déclencheur) ; ces capteurs sont capables de délivrer l'énergie nécessaire au fonctionnement du déclencheur. Leurs rapports de transformation sont adaptés aux réglages des relais. Les caractéristiques des capteurs (transformateurs de courant) sont définies pour protéger les relais lors des défauts de court-circuit [23].

NOTA :

Seuls des capteurs spécifiques doivent être utilisés. L'utilisation de capteurs classiques risque de détruire les entrées du relais sur court-circuit réseau [23].

V.10.1.1 Les précautions d'installation

Ces appareils sont simples à installer, néanmoins nous vous recommandons de prendre les précautions suivantes :

- Respecter les consignes de branchement et le positionnement des fils préconisés.
- Respecter les raccordements des masses lorsque nécessaire.
- Vérifier le choix du mode de raccordement du déclencheur à faible énergie et des capteurs (selon leurs calibres).
- Vérifier le sertissage des cosses et des clips, le serrage des vis et la présence de tous les accessoires de protection livrés avec le relais. Ceci permet de garantir la tenue aux vibrations et aux perturbations ;
- Respecter les règles d'installation du relais de protection [23].

V.10.1.2 Le relais de protection STATIMAX

Le **STATIMAX** est l'un des relais de protection sans alimentation auxiliaire, il est destiné à la protection générale des postes de livraison MT (poste abonné à comptage MT) ; il réalise la protection contre les défauts phases et homopolaires (figure V.15). Il se compose d'un dispositif électronique de réglage, de trois transformateurs toriques d'adaptation, d'un transformateur homopolaire et dispositif de régulation fournissant l'alimentation de l'électronique et du déclencheur à faible consommation Mitop (bobine du déclencheur).



Figure (V.15) STATIMAX RAH 411 E

- Protection défaut phase

Le courant induit au secondaire des tores BT d'adaptation "A", à partir des TC de protection, est redressé et assure le fonctionnement :

- d'un dispositif à seuil pré réglable.
- d'un dispositif de régulation fournissant la tension d'alimentation de l'électronique.

Si le courant de défaut atteint la valeur du seuil de fonctionnement et après une temporisation d'au moins 100 ms (temps de fonctionnement du déclencheur Mitop compris), la bobine du Mitop provoque le déclenchement du disjoncteur [24].

- Protection défaut homopolaire

Le courant fourni par le transformateur homopolaire "B" est utilisé en cas de défaut terre comme lors d'un défaut phase pour assurer le fonctionnement du relais et alimenter la bobine du déclencheur Mitop [24].

La face avant du relais comporte les réglages suivants :

- Seuil phases (2,5 à 78 In primaire). .
- Seuil homopolaire (0,06 à 1,6 In primaire) .
- Retard au déclenchement : le réglage est commun aux seuils phases et homopolaire. Il se fait par commutateur à 6 positions : 100-150-200-250-300-350 ms et potentiomètre additionnel : 0 à 60 ms [24].

V.10.1. 2.1 Schéma de principe et raccordements

Le schéma de principe et raccordement du STATIMAX, sont représentés dans la figure (V.16).

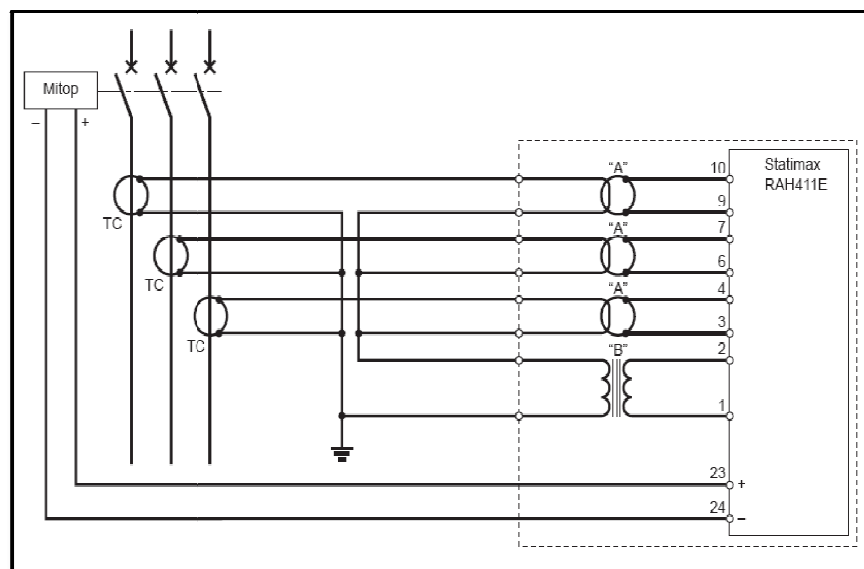


Figure (V.16) Schéma de principe et raccordements d'un STATIMAX

Où :

“A” : tores BT d’adaptation.

“B” : transformateur pour protection homopolaire.

TC : transformateurs de courant de ligne.

V.10.2 Les protections avec alimentation auxiliaire

Ces chaînes de protection (capteurs et déclencheurs) sont constituées d’éléments standards. La mise en œuvre et l’utilisation de ces chaînes de protection se déroulent en plusieurs phases :

- L’installation.
- Les réglages.
- La mise en service.
- L’exploitation et la maintenance [23].

V.10.2.1 Le relais de protection SEPAM

Le **SEPAM** est l’un des relais de protection avec alimentation auxiliaire, la gamme SEPAM est constituée d’unités numériques de protection et de contrôle-commande des réseaux de distribution électrique MT (figure V.17) Elle assure l’ensemble des fonctions de :

- Protection.
- Commande et surveillance.
- Mesures et diagnostic du réseau électrique MT.
- Communication.
- Auto-surveillance.



Figure (V.17) SEPAM 2000

SEPAM fournit une gamme complète à affichage numérique répondant à tous les besoins :

- Grande dynamique de réglage.
- Protection des réglages par mot de passe.
- Compatibilité avec un large choix de capteurs.
- Facilité d'utilisation avec mémorisation des courants de déclenchement sur chaque phase, et l'affichage de la valeur réelle des mesures.
- Sûreté de fonctionnement avec les contrôles permanents et un haut niveau d'immunité aux perturbations électromagnétiques.
- Communication sur réseau ModBus.

V.11 CONCLUSION

La continuité de fourniture imposée par le client induit la mise en place des protections capables d'éliminer les risques de non fonctionnement du poste de distribution MT/BT.

Dans ce chapitre, nous avons présenté la protection des départs moyenne tension et basse tension, ainsi que la protection propre des transformateurs des postes de distribution MT/BT. Cette protection doit satisfaire aux qualités suivantes : rapidité, sélectivité, sensibilité et fiabilité ; afin d'éliminer les risques d'incidents et de limiter les dégâts dans les transformateurs.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le développement des usagers de l'électricité induit des besoins de conception importants dans le domaine des installations électriques. Ces besoins sont issus naturellement d'exigences accrues, en ce qui concerne la quantité et la qualité de service rendus par ces installations.

Donc, la consommation de l'énergie électrique augmente d'un jour à un autre, et l'assurance de son offre est devenue un impératif inévitable.

La continuité de cette offre exige une conception et un dimensionnement convenables des postes de transformation MT/BT qui constituent la partie essentielle dans le domaine de la distribution de l'énergie électrique.

A travers ce mémoire, nous avons essayé de faire une étude sur les postes de distribution MT/BT. On a présenté en premier lieu les différentes architectures rencontrées dans les réseaux électriques, dont on a basé beaucoup plus sur les réseaux de distribution moyenne et basse tension. Nous avons décrit par la suite les divers types des postes MT/BT, puis on a fait une étude détaillée de chaque type de ces postes, en élaborant des cahiers d'étude contenant : les renseignements électriques, les plans de génie civil et les schémas unifilaires des postes. Ensuite, on a entré dans la phase d'exécution des travaux, et nous avons terminé par l'étude des différentes protections utilisées dans un poste MT/BT.

Notre objectif était de rassembler le plus possible d'information afin d'élaborer un document qui permet de donner le maximum de détails sur les postes de distribution MT/BT et leurs applications.

Notre projet peut être considéré comme un guide pour l'étude et la réalisation des postes de distribution MT/BT, ainsi que sur la protection des transformateurs de distribution MT/BT.

Enfin, nous l'espérons pour les étudiants intéressés de compléter ce travail et on propose la réalisation de la télécommande des postes MT/BT (projet de SCADA).

TARIFICATION ET FACTURATION D'ENERGIE ELECTRIQUE

A. LA TARIFICATION D'ENERGIE ELECTRIQUE

Les distributeurs d'énergie électrique proposent une tarification adaptée à la fois aux Coûts de production et aux spécificités des utilisateurs. La tarification a deux composantes essentielles :

Un service : la possibilité de disposer d'une puissance donnée quand il le veut, ceci ce traduit par une « prime fixe ». Cette prime représente pour le distributeur le Coût de l'investissement et de l'entretien des équipements de distribution.

Un produit : c'est la consommation de l'énergie elle-même qui ce traduit par un « prix du KWh » variable suivant l'instant où il est consommé.

Les périodes d'utilisation

Les tarifs distinguent :

- **La période saisonnière :**

Eté (7 mois d'avril à octobre).

Hiver (5 autres mois).

- **La période horaire :**

Heures de pointe (de 17h à 21h).

Heure de creuses -nuit- (de 21h à 6h).

Heure pleines -jour- (de 6h à 17h).

B. LA FACTURATION D'ENERGIE ELECTRIQUE

L'énergie électrique est facturée selon plusieurs tarifs, elle dépend essentiellement de la tension, la puissance demandée et le régime de fonctionnement, les tarifs d'électricité disponibles à SONELGAZ sont :

- **Tarif E01, E02, E19, E24, E26** : pour les clients alimentés en basse tension.
- **Tarif 41, 42, 43, 44** : pour les clients alimentés en moyenne tension.
- **Tarif 31, Tarif 32** : pour les clients alimentés en haute tension.

1. La facturation MT

En moyenne tension, le panneau de comptage est installé chez le client. Il doit comprendre les organes suivants :

1. 1 Compteur Triple Tarif Triphasé.
2. 3 Compteurs Monophasé.
3. 1 Compteur Réactif.
4. 1 Totalisateur (pour un client).
5. 1, un indicateur de puissance maximale (I.M).
6. 1 Horloge.

Les quatre tarifs destinés à la moyenne tension sont :

Tarif 41 : recommandé aux clients important du secteur industriel, ayant une forte consommation d'électricité durant les heures pleines et les heures creuses.

Tarif 42 : recommandé aux clients qui ont une consommation importante durant le jour
(Ex : station de pompage, banques).

Tarif 43 : recommandé aux clients ayant un appel de puissance important durant la nuit
(Ex : hôtels, forages, hydrauliques,...).

Tarif 44 : recommandé aux clients temporaires, chantiers et clients ayant un arrêt annuel prolongé (ex : carrière, centres de vacances,...).

La facture est déterminée (calculée) à partir de la formule tarifaire suivante :

$$R = a + c Pc + d Pa + \sum eh Eh + g (W - rE)$$

R : montant mensuel de la facture.

a : redevance fixe par mois/frais de gestion technique et commercial de l'abonné entretien.
(raccord. réseau, vérification comptage, relève et facturation).

cPc : facturation puissance mise à disposition.

c : prix unitaire Da/KW/mois.

Pc : puissance mise à disposition (KW).

Pa : puissance maximum absorbée (KW) du prix unitaire Da/KW/mois.

$\sum eh Eh$: facture de l'énergie active.

eh : prix unitaire cDa/KWh.

Eh : énergie active en KWh.

g (W- rE) : facture de l'énergie réactive.

g : prix unitaire cDaKVARh.

W : énergie réactive en KVARh.

E : énergie active en KWh.

r = 0,50 (tg = W/E), admissible par le fournisseur.

- **Energie réactive**

La consommation de l'énergie réactive peut donner lieu à une majoration ou une bonification.

Si le rapport $f = (\text{réactif} / \text{Actif}) < 50\% \Rightarrow$ **Bonification**

Si le rapport $f = (\text{réactif} / \text{Actif}) > 50\% \Rightarrow$ **Majoration**

La formule de calcul de l'énergie réactive facturée :

$$g = \left| \left(\frac{\text{Actif}}{2} - \text{Réactif} \right) - e \right|$$

- **Puissances**

PMD : Puissance mise à disposition est la puissance réservée par le client auprès de SONELGAZ en vertu d'un accord et qu'il peut appeler selon ses besoins.

PMA : est la puissance maximum absorbée par le client durant la période de facturation.

La valorisation des énergies actives, réactives et des puissances est faite sur la base des coûts unitaires fixés par décret.

2. La facturation BT

Dans la facturation basse tension, on distingue deux cas :

- **Cas simple (tarif-mono)** : destiné aux clients domestiques. Les tarifs utilisés dans ce cas sont : **E01, E02, E19**. La facture est calculée comme suit :

La lecture des index se fait à partir du compteur, nous avons l'ancien index (AI), et on enregistre le nouveau index (NI), la différence entre ces deux index nous donne l'énergie électrique consommée par trimestre.

Une énergie de 500 KWh/an (125 KWh/ trimestre) de l'énergie totale consommée, soumis à un tarif social, où le prix unitaire d'un KWh égale à **1.779 DA** (l'état algérienne prend en charge la différence). Le reste de l'énergie consommée est facturée, en utilisant un prix unitaire de **4.179 DA** pour 1KWh. Le montant de consommation se donne par la relation :

$$\text{Montant de consommation} = 125 \times 1.779 + (X-125) \times 4.179$$

Où :

X représente la consommation d'énergie électrique par trimestre.

Le montant de consommation ce n'est pas la somme finale à payer, autres facteurs vont intervenir. Pour calculer le montant final toutes taxes, on détermine tout d'abord le montant hors TVA.

$$\text{Montant hors TVA} = \text{montant de consommation} + \text{prime fixe}$$

La prime fixe : représente l'exploitation du compteur par le client, elle se calcule à partir de la formule suivante :

$$\text{La prime fixe} = \text{prix unitaire d'un jour} \times \text{nombre de jours comptabilisés}$$

En suite, on calcule le TVA qui égale à 7% du Montant hors TVA. Pour l'exemple précédent, Le montant hors TVA = 953.7 DA + 131.10 DA = 1084.8 DA. Le TVA égale à 7% de 1084.8 DA, donc le TVA = 75.93 DA.

En fin, on calcule le montant total toutes taxes (MTT), qu'il est donné par la relation :

$$\text{MTT} = \text{Montant hors TVA} + \text{TVA} + \text{RTA} + \text{TAXE HABITATION} + \text{TIMBRE}$$

Où :

RTA : droit fixe au **Radio et Télévision Algérien**, égale à **100 DA**.

TAXE HABITATION : pour les clients qui habitent en chefs lieux des dairas, égale à **75DA**.

TIMBRE : variable selon le montant de la facture et le mode de paiement (si le client choisi un **chèque** comme mode de paiement, le montant timbre est absent. Par contre le client paye le timbre, s'il choisi **espèce** comme mode de paiement).

- **Cas de plusieurs quadrants (pointe, hors pointe) :** destiné aux commerçants, boulangeries, laboureurs, ...etc. Les tarifs utilisés dans ce cas sont : **E24, E26**, la facture est calculée comme suit :

Le compteur présente deux index :

Pointe : il y'a un ancien index pointe (AIP), et un nouveau index pointe (NIP).

Hors pointe : il y'a un ancien index hors pointe (AIHP), et un nouveau index hors pointe. (NIHP). La différence entre les deux index de pointe, nous donne l'énergie électrique consommée dans les heures de pointe par trimestre, et la même chose en d'hors de pointe.

Le montant de consommation est calculé comme suit :

$$\text{MCP} = (\text{NIP} - \text{AIP}) \times \text{le prix unitaire d'un KWh dans les heures de pointe}$$

Où :

MCP : montant de consommation dans les heures de pointe.

Le prix unitaire d'un KWh dans les heures de pointe pour le tarif E24 - par exemple- égale à 7.163 DA.

$$\text{MCHP} = (\text{NIHP} - \text{AIHP}) \times \text{le prix unitaire d'un KWh dans les heures hors pointe}$$

Où :

MCHP : montant de consommation dans les heures hors pointe.

Le prix unitaire d'un KWh dans les heures hors pointe pour le tarif E24- par exemple- égale à 1.572 DA.

Donc :

$$\text{Le montant de consommation} = \text{MCP} + \text{MCHP}$$

Pour calculer le montant total toutes taxes (MTT), on suit la même procédure précédente, mais cette fois ci le RTA et le taxe d'habitation (s'il s'agit d'un laboureur), sont absent.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Guide de la protection 2003, Schneider Electric.
- [2] Les réseaux de distribution MT, Partenaire MT. Groupe Schneider 1996.
- [3] Guide technique de SONEGAS 1984.
- [4] Les réseaux basse tension en câbles torsades. Guide technique de SONEGAS 1985.
- [5] G. VALENTIN - R. FONDEUR - B. JOYEUX-BOUILLON - J. TURPAIN ;
Techniques de l'Ingénieur, Postes à moyenne tension.
- [6] H. DEHBI - H. SAOUDI ; « Etude des postes de distribution MT/BT » ; Mémoire
d'ingénieur, Université de FERHAT ABBAS-SETIF. Promotion 1995.
- [7] Systèmes d'énergie électrique. Guide de référence, Les poste MT/BT. Edition 1998.
- [8] Guide de la distribution moyenne tension 2002, Schneider Electric.
- [9] Postes d'extérieur MT/BT préfabriqués à couloir de manœuvre 1 à 24 kV Gamme
LR71, Schneider Electric. Edition 2002.
- [10] Cellules modulaires, SM6 Merlin Gerin 24 KV. Catalogue 2003.
- [11] Cellules modulaires, SM6 Merlin Gerin 36 KV. Catalogue 2003.
- [12] Tableau de distribution publique. Catalogue de KAHRAKIB.
- [13] N.BEN BELKACEM – I.SAHRAOUI ; « Protection des transformateurs de distribution
MT/BT » ; Mémoire d'ingénieur, Université de FERHAT ABBAS-SETIF. Promotion
1996.
- [14] Guide de la distribution basse et moyenne tension. Schneider Electric - Catalogue
distribution électrique 2002.
- [15] Guide sécurité électrique. Equipements de poste.
- [16] Poste préfabriqué MT/BT d'extérieur à votre service, Notice d'utilisation LR 71-A1.
LR 71-B1, Schneider Electric. Edition 2000.

- [17] Norme française NF C 13-200, Avril 1998.
- [18] Guide technique de KAHRIF DR CE N108 XD, Sétif.
- [19] Règles parasismiques algériennes RPA 99, version 2003.
- [20] Cahier des charges RCN ELEC SONELGAZ DISTRIBUTION EST, Mars 2006.
- [21] Protection des transformateurs de postes MT/BT, cahier technique. Schneider Electric 1998.
- [22] Protection contrôle commande, guide de la protection. Groupe Schneider 1996.
- [23] Les relais de protection en distribution secondaire, Partenaire MT. Groupe Schneider 2000.
- [24] Protection contrôle commande, STATIMAX RAH 411E. Groupe Schneider 1999.