

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abderrahmane Mira - Béjaïa -  
Faculté des Sciences Technologie  
Département de Génie Électrique



*Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention d'un Master Électrotechnique  
Option : Commande des Systèmes Électriques / Réseaux Électriques*

## Thème

Fonctionnement et protection du réseau électrique  
moyenne tension de Cevital

*Présenté par :* M. Djama Malek  
M. Youcef Khodja Lyes

Président	S. Mezaini
Examineur	M. Harzin
Promoteur	A. Medjdoub
Rapporteur Cevital	K. Yaya

Promotion 2016-2017.

## *- Remerciements -*

En préambule à ce mémoire nous remercions ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à nos parents qui tout au long de ce travail, nous ont apporté leurs précieux soutien ainsi que leur encouragements.

Nous tenons à remercier sincèrement notre encadreur **A. Medjdoub** pour sa disponibilité, son aide et le temps consacré qui ont constitué un apport considérable grâce auquel ce travail a pu être mené à bon port.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury qui ont accepté d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nos sincères reconnaissances à tous nos enseignants pour les efforts fournis durant toute la période d'étude.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

- *Dédicaces* -

A nos parents et mon grand père, pour leurs sacrifices déployés à notre égard, pour leur patience, leur amour et leur confiance. Qu'ils trouvent dans ce modeste travail, le témoignage de mes profondes affections et de mon attachements indéfectibles, nulle dédicace ne puisse exprimer ce que je leur doit.

A mes frères et sœurs pour chaque mot reçu, chaque geste, à chaque main tendue et pour toute attention témoignée.

*Lyes*

*- Dédicaces -*

A mes parents, pour leurs sacrifices déployés à mon égard, pour leur patience, leur amour et leur confiance, ainsi que mon grand père qui ma toujours encouragé dans mes études que la paix soie sur lui Qu'ils trouvent dans ce modeste travail, le témoignage de mes profondes affections et de mes attachements indéfectibles, nulle dédicace ne puisse exprimer ce que je leur doit.

A ma chère sœur **Lynda** qui a été d'une grande aide tout au long de cette période et tous mes amis et plus particulièrement à **Lyes, Souad, Ferial, Soraya, Asma** pour chaque mot reçu, chaque geste d'amitié, à chaque main tendue et pour toute attention témoignée.

*Malek*

# Table des matières

<b>Table des matières</b>	<b>i</b>
<b>Table des figures</b>	<b>iii</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>v</b>
<b>Liste des abréviations</b>	<b>2</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>1 Réseaux du complexe Cevital</b>	<b>2</b>
1.1 Présentation du complexe CEVITAL . . . . .	2
1.1.1 Historique . . . . .	2
1.2 Situation géographique . . . . .	4
1.3 Activités et missions . . . . .	4
1.3.1 Activités de CEVITAL . . . . .	4
1.3.2 Missions et objectifs . . . . .	5
1.4 Organigramme du complexe CEVITAL . . . . .	6
1.5 Direction énergie et utilités . . . . .	6
1.6 Constitution et fonctionnement d'un réseaux électriques . . . . .	7
1.6.1 Production de l'énergie électrique . . . . .	7
1.6.2 Réseaux de transport et d'interconnexion . . . . .	8
1.6.3 Réseaux de répartition . . . . .	8
1.6.4 Réseaux de distribution . . . . .	8
1.6.5 Structure générale d'un réseau électrique . . . . .	9
1.7 Structures et gammes de tension dans le réseau national (Sonelgaz) . . . . .	9
1.7.1 Les niveaux de tension . . . . .	10
1.8 Constitution d'un réseau de distribution HTA . . . . .	10
1.8.1 Réseau HTA aérien . . . . .	10
1.8.2 Réseaux HTA souterrains . . . . .	10
1.9 Structure d'un réseau HTA . . . . .	11
1.9.1 Structure maillée . . . . .	11
1.9.2 Structure radiale . . . . .	11

1.9.3	Réseau bouclé . . . . .	14
1.10	Différents mode d'alimentation d'un poste HTA . . . . .	18
1.10.1	Poste de distribution publique (DP) . . . . .	18
1.10.2	Les postes mixtes (DP/L) . . . . .	18
1.10.3	Poste de livraison (L) ou client . . . . .	19
1.11	Postes HTB/HTA . . . . .	19
1.11.1	Définition d'un poste . . . . .	19
1.11.2	Postes sources . . . . .	20
1.11.3	Postes HTB/HTA . . . . .	20
1.11.4	Postes de livraison HTB . . . . .	21
1.11.5	Postes de livraison HTA . . . . .	28
1.11.6	Poste HTA /BT . . . . .	28
1.12	Différents éléments de poste électrique . . . . .	29
1.12.1	Transformateur de puissance . . . . .	29
1.12.2	Disjoncteur . . . . .	29
1.12.3	Sectionneur . . . . .	29
1.12.4	Sectionneur de mise à la terre . . . . .	30
1.12.5	Transformateur de courant . . . . .	30
1.12.6	Transformateur de tension . . . . .	30
1.12.7	Jeux de barres . . . . .	31
1.12.8	Relais de protection . . . . .	31
1.13	Différent type de protection dans un poste source . . . . .	31
1.13.1	Rôle de système de protection dans un poste . . . . .	31
1.13.2	Qualités fondamentales d'une protection électrique . . . . .	31
1.13.3	Protection de ligne HTB . . . . .	32
1.13.4	Protection des départs HTA . . . . .	33
1.13.5	Protection des lignes HTA contre les surcharges . . . . .	35
1.13.6	Protection des jeux de barres . . . . .	35
1.13.7	Protection d'un transformateur . . . . .	35
<b>2</b>	<b>Les défauts dans les réseaux électriques</b>	<b>39</b>
2.1	Origines des défauts dans un réseau électrique . . . . .	39
2.1.1	Origines d'un défaut de court-circuit . . . . .	40
2.1.2	Surcharges . . . . .	41
2.1.3	Surtensions . . . . .	42
2.1.4	Oscillations . . . . .	42
2.1.5	Déséquilibres . . . . .	43
2.1.6	Défauts qui peuvent affecter le transformateur . . . . .	43
2.1.7	Effets de la foudre . . . . .	44
2.2	Défaut à proximité des alternateurs . . . . .	45

<b>3</b>	<b>Dimensionnement et choix des protections des installations électrique de Cevital</b>	<b>47</b>
3.1	Description du réseau MT du complexe Cevital . . . . .	47
3.1.1	Généralités . . . . .	47
3.1.2	Alimentation principale du complexe . . . . .	48
3.2	Description des équipements électriques . . . . .	49
3.2.1	Description du poste 60 kV . . . . .	49
3.2.2	Trois cellules F02 (sucre 1), F03 (sucre2), F04 (sucre3) . . . . .	53
3.2.3	Description du Jeu de barres de distribution . . . . .	55
3.2.4	Source de secours (centrale groupe diesel) . . . . .	57
3.2.5	réseau de cogénération . . . . .	59
3.2.6	Présentation des différents jeux de barres . . . . .	61
3.3	Calcul de courant de court-circuit . . . . .	62
3.3.1	Principe de calcul des courants de court-circuit . . . . .	62
3.3.2	Les différents types de court-circuit . . . . .	63
3.3.3	Méthode de calculs de courant de court-circuit . . . . .	64
3.3.4	Détermination des courants de court-circuit de chaque partie de l'installation . . . . .	67
3.4	Choix des appareils de protection . . . . .	73
3.4.1	Règle générale du choix des appareils de protection . . . . .	74
3.4.2	Détermination du pouvoir de coupure des différents disjoncteurs . . . . .	74
3.5	Description des câbles électrique . . . . .	78
3.5.1	Conducteur isolé . . . . .	78
3.5.2	Caractéristique des câbles . . . . .	79
3.6	Description d'équipements de protection et de mesure . . . . .	79
3.6.1	Équipements de protection . . . . .	80
3.6.2	Équipements de mesure . . . . .	82
3.6.3	Transformateurs de mesures . . . . .	82
3.6.4	Sélectivité des protections . . . . .	83
3.6.5	Régime du neutre . . . . .	88
	<b>Conclusion générale et perspectives</b>	<b>94</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>95</b>
<b>4</b>	<b>ANNEXE I</b>	<b>99</b>
	<b>ANNEXE I</b>	<b>99</b>

# Table des figures

1.1	<i>Plan de masse du complexe CEVITAL [4].</i>	4
1.2	<i>Organigramme du complexe Cevital [4].</i>	6
1.3	<i>Organigramme de la direction Energie [4].</i>	7
1.4	<i>Structure générale d'un réseau électrique HT [24].</i>	9
1.5	<i>Structure des réseaux maillés [17].</i>	11
1.6	<i>Structure réseau HTA radial en simple antenne [17].</i>	12
1.7	<i>Réseau HTA radial en double antenne sans couplage[17].</i>	13
1.8	<i>Réseau HTA radial en double antenne avec couplage</i>	14
1.9	<i>Réseau HTA en boucle ouverte.</i>	15
1.10	<i>Réseau HTA en boucle fermée.</i>	16
1.11	<i>Poste de distribution publique [1]</i>	18
1.12	<i>Poste Livraison [1]</i>	19
1.13	<i>Schéma général d'un poste source HTB/HTA.</i>	21
1.14	<i>Alimentation simple antenne d'un poste de livraison HTB.</i>	22
1.15	<i>Alimentation double antenne d'un poste de livraison HTB.</i>	23
1.16	<i>Alimentation double antenne - double jeu de barres d'un poste de livraison HTB.</i>	24
1.17	<i>un jeu de barres, une source d'alimentation.</i>	25
1.18	<i>un jeu de barres sans couplage, deux sources d'alimentation.</i>	26
1.19	<i>demi-jeux de barres avec couplage, 2 sources d'alimentation.</i>	27
1.20	<i>Un jeu de barres sans couplage, 3 sources d'alimentation.</i>	28
2.1	<i>Différents types de court-circuit.</i>	41
2.2	<i>Surtensions directes.</i>	44
2.3	<i>Surtensions indirectes.</i>	45
3.1	<i>Schéma unifilaire travée ligne 60 kV.</i>	51
3.2	<i>Schéma unifilaire d'une travée transformateur 60/30.</i>	53
3.3	<i>Schéma unifilaire d'une cellule.</i>	55
3.4	<i>Schéma d'une cellule MT.</i>	56
3.5	<i>Schéma unifilaire d'une central diesel.</i>	59
3.6	<i>Schéma unifilaire d'une central turbo-alternateur.</i>	61
3.7	<i>Construction graphique de la somme de trois systèmes triphasés équilibrés (direct, inverse et homopolaire).</i>	64



3.8	<i>Défaut sur le jeu de barre 60kV.</i>	71
3.9	<i>Défaut sur le jeu de barre 30kV.</i>	72
3.10	<i>Pourcentage de la composante apériodique (%DC) en fonction de L'intervalle de temps (<math>\tau</math>).</i>	75
3.11	<i>Conducteur isolé.</i>	78
3.12	<i>Représentation d'un Sectionneur et interrupteur.</i>	81
3.13	<i>Sélectivité des appareils.</i>	84
3.14	<i>Sélectivité ampérométrique.</i>	85
3.15	<i>Sélectivité chronométrique.</i>	86
3.16	<i>Fonctionnement d'une sélectivité logique.</i>	87
3.17	<i>Neutre mis directement à la terre.</i>	88
3.18	<i>Neutre isolé.</i>	89
3.19	<i>Neutre mis à la terre par réactance.</i>	90
3.20	<i>Neutre mis à la terre par bobine d'extinction de Petersen.</i>	91
3.21	<i>Neutre mis à la terre par résistance.</i>	92
4.1	<i>Données des transformateur.</i>	99
4.2	<i>donnes des jeux barres.</i>	100
4.3	<i>transformateur silos.</i>	101

# Liste des tableaux

1	Les normes internationale CEI27-1 . . . . .	1
1.1	Tableau de comparaison entre les différent réseaux électrique. . . . .	10
1.2	Caracteristiques des architectures [30]. . . . .	17
3.1	Caractéristiques des transformateurs T1, T2, T6, T7 . . . . .	57
3.2	Caractéristiques des transformateurs T3, T4, T5 . . . . .	58
3.3	Caractéristiques des générateurs. . . . .	60
3.4	Caractéristiques des transformateurs de la centrale-turbo alternateur . . . . .	60
3.5	Caractéristiques du jeu de barre 60kV. . . . .	61
3.6	Caractéristiques des jeux de barres 30kV. . . . .	62
3.7	Caractéristiques du jeu de barre cogénération . . . . .	62
3.8	Impédances de chaque tronçon. . . . .	70
3.9	Courants de défaut aux différents jdb. . . . .	73
3.10	Exemple de calcul de pouvoir de fermeture (Pdf) . . . . .	76
3.11	Résultats de calcul des PDC et PDF . . . . .	77

# Liste des abréviations

TABLE 1 – Les normes internationale CEI27-1

Indice	Mot clé	Unité
AC	Courant Alternatif	A
DC	Courant Direct	A
HT ou HTB	Haute tension	V
MT ou HTA	Moyenne tension	V
BT	Basse tension	V
TC	Transformateur de mesure de courant	-
TT	Transformateur de mesure de tension	-
jdb	Jeu de barre (nœud)	-
$l$	Longueur de la ligne ou câble	km
RL	Résistance de la ligne ou câble	$\Omega/\text{km}$
L	Inductance de ligne ou câble	H
L1, L2, Lo	Réactance directe, inverse et homopolaire	H
$XL = L.w$	Réactance de la ligne ou câble	$\Omega/\text{km}$
C	Capacité de la ligne ou câble	F/km
X1, X2, Xo	Réactance directe, inverse et homopolaire	$\Omega$

$R_1, R_2, R_0$	Résistance directe, inverse et homopolaire	$\Omega$
$Z_L = R_L + j X_L$	Impédance de la ligne	$\Omega/\text{km}$
$R_t$	Résistance de terre	$\Omega$
$R_f$	Résistance de défaut	$\Omega$
$S$	Section de la ligne ou câble	m
$I_n$	Courant nominal	A
$U_n$	Tension composée nominale	V
$I_{\text{max}}$	Courant maximal	A
$I_{\text{cc}}$	Courant de court-circuit	A
$I_{\text{cc.min}}$	Courant de court-circuit minimum	A
$I_{\text{cc.max}}$	Courant de court-circuit maximum	A
$V_1, V_2, V_0$	Composantes symétriques de tension	V
$I_1, I_2, I_0$	Composantes symétriques de courant	A
$U_{\text{cc}}$	Tension de court-circuit d'un transformateur	%
$f_n$	Fréquence nominale	Hz
$I_{\text{phase}}$	Courant de réglage phase	A
$I_{\text{homp}}$	Courant de réglage homopolaire	A
$t$	Temporisation	sec
$T$	La terre	-

# Liste Symboles

$\cos \phi$  :facteur de puissance  
 $CTS_{th}$  : Prise de courant de réglage thermique  
 $CTS_m$  : Prise du réglage magnétique  
 $f$  : fréquence  
 $F$  : facteur de correction global  
 $I_k''$  : Valeur efficace du courant de court-circuit symétrique initial  
 $I_{asym}$  : Courant de court-circuit asymétrique  
 $I_B$  : Courant d'emploi  
 $I_n$  : Courant nominal  
 $I_b$  : Courant de base  
 $I_3\phi I_{K3}$  : Courant de court-circuit triphasé  
 $I_2\phi$  : Courant de court-circuit biphasé  
 $I_{th}$  : Courant de réglage du seuil thermique  
 $I_m$  : Courant de réglage seuil magnétique  
 $I_{cc}$  : Courant de court-circuit  
 $I_p$  : Courant de choc  
 $K_S$  : Facteur de choc  
 $k_s$  : Facteur de simultanéité  
 $R_n$  : Résistance de mise au neutre  
 $R$  : résistance  
 $R_N$  : Résistance de limitation  
 $S_n$  : Puissance apparente  
 $S_{CC}$  : Puissance de court-circuit  
 $S$  : section de conducteur  
 $S_b$  : Puissance de base  
 $U_b$  : Tension de base  
 $U_{CC}$  : Tension de court-circuit d'un transformateur  
 $U_n$  :Tension nominal  
 $X$  : réactance  
 $Z_T$  : Impédance du transformateur  
 $Z_b$  : Impédance de base  
 $Z_d$  : Impédance directe

$Z_I$  : Impédance inverse

$Z_0$  : Impédance homopolaire

$Z_{dfaut}$  : Impédance de mise a la terre

$Z_N$  : Neutre mise a la terre

$Z_a$  : Impédance amont du réseau sure le défaut triphasé












$\phi$  : Angle de déphasage du réseau sure amont triphasé

$\tau$  : Durée d ouverture du disjoncteur

$\rho$  : Resistivité du conducteur

$t_c$  : Temps de coupure

# Liste Graphics

Symbole	Mot clé
	Ligne ou câble triphasé
	La terre
	Arrivée HTA
	Départ HTA ou BT
	Court-circuit
	Disjoncteur
	Interrupteur fusible
	Transformateur de puissance
	Fusible
	Transformateur de courant
	Transformateur de tension (potentiel)

# Introduction générale

L'électricité est devenue indispensable à la plupart des activités de l'homme moderne. Elle doit l'être plus encore dans l'avenir. Pour cela, une qualité de service excellente est nécessaire. C'est, avec l'emploi de toutes les méthodes capables d'accélérer les dépannages et réduire les durées de coupures, par la mise en application de la méthode de gestion et conduite, que l'on doit se rapprocher encore de cet objectif. Les réseaux électriques sont le siège d'incidents de causes diverses qui risquent, s'ils ne sont pas éliminés rapidement, être préjudiciables aux personnes et au matériel. Rôle des protections sera de limiter les conséquences du défaut. Il faut donc connaître l'ordre de grandeur des courants de défaut pour pouvoir définir l'environnement des protections.

La protection des réseaux électriques désigne l'ensemble des appareils de surveillance et de protection assurant la stabilité d'un réseau électrique. Cette protection est nécessaire pour éviter la destruction accidentelle d'équipements coûteux et pour assurer une alimentation électrique ininterrompue. Un réseau électrique comporte trois parties la production, les lignes de transport haute tension et la distribution à moyenne et basse tension. Dans l'une ou l'autre de ces parties, chaque ouvrage peut être l'objet d'incidents.

Notre travail consiste à une étude complète sur la protection et fonctionnement du réseaux électrique de moyenne tension MT de complexe CEVITAL, en injectant plusieurs types des défauts afin de déduire le degré de performance et la fiabilité des seuils de réglage des relais de protections.

**Le présent mémoire est structuré comme suit :**

Dans le premier chapitre, nous avons présenté des généralités sur les réseaux électriques et la présentation des différents appareillages de protection des réseaux électriques de distribution.

Le deuxième chapitre décrit les perturbations dans le réseau électrique. Sont rappelées les origines ainsi que les conséquences des principales perturbations qui peuvent être apparaitre dans le réseau électrique. Sont étudiés le court-circuit, la surtension et les surintensités. Également, on rappelle le calcul des courants de court-circuit

troisième chapitre porte sur l'étude du réseau de distribution moyenne tension au niveau de l'entreprise nationale de l'industrie agroalimentaire CEVITAL et cette application consiste à calculer les courants court-circuit choisir les protections nécessaires.



# Chapitre 1

## Réseaux du complexe Cevital

### Introduction

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques plus ou moins disponibles permettant d'acheminer l'énergie électrique des centrales de productions vers les consommateurs d'électricité. Il est constitué de lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. Ces derniers permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs.

Un réseau électrique doit aussi assurer la gestion dynamique de l'ensemble production-transport - consommation, mettant en œuvre des réglages ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ensemble. L'électricité ne pouvant pas être stockée en grande quantité, la production doit en permanence être ajustée à la demande pour éviter le risque d'une coupure sur le réseau. À savoir la répartition en temps réel de l'électricité en fonction des besoins. Cette tâche est assurée par des centres de répartition de l'électricité, appelés centre de dispatching.

### 1.1 Présentation du complexe CEVITAL

#### 1.1.1 Historique

Cevital est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe dans le port de Bejaia et s'étend sur une superficie de  $45000m^2$ .

Cevital Contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité.

Cevital est une entreprise industrielle agroalimentaire spécialisée dans le raffinage d'huile, de sucre, de la production de la margarine et la production d'énergie électrique avec une capacité de 64 MW et de la vapeur ; elle s'accapare la moitié du marché national d'huile et des graisses.

En effet les besoins du marché national sont de 12000 T/J d'huile, 12000 T/J de beurrée de 42000 T/J de margarine. La stratégie de marketing de l'entreprise est de satisfaire le marché avec une

grande gamme diversifiée de produits qui va dans le sens des besoins de ses clients. L'entreprise algérienne a connu de grands bouleversements ces dernières années ; suite à l'ouverture du marché algérien et aux réformes engagées par l'Etat algérien et c'est ainsi que les opérateurs algériens privés se sont manifestés pour lancer des projets d'investissement. Parmi ceux-là on trouve l'entreprise Cevital qui s'est imposée par la taille et son volume de production et en un temps relativement court, cette entreprise a su se faire connaître et apprécier et contribuer à l'épanouissement de l'économie nationale dans le domaine.

Les nouvelles données économiques nationales dans le marché de l'agroalimentaire, font que les meilleurs sont ceux qui maîtrisent d'une façon efficace et optimale les coûts, les charges et ceux qui offrent le meilleur rapport qualité/prix. Ceci est nécessaire pour s'imposer sur le marché que Cevital négocie avec les grandes sociétés commerciales internationales, ces produits se vendent dans différentes villes africaines (Lagos, Niamey, Bamako, Tunis, Tripoli... ) [4].

## 1.2 Situation géographique

Cevital est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaia, à 3 km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN 26. Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet elle se trouve proche du port et de l'aéroport[4].

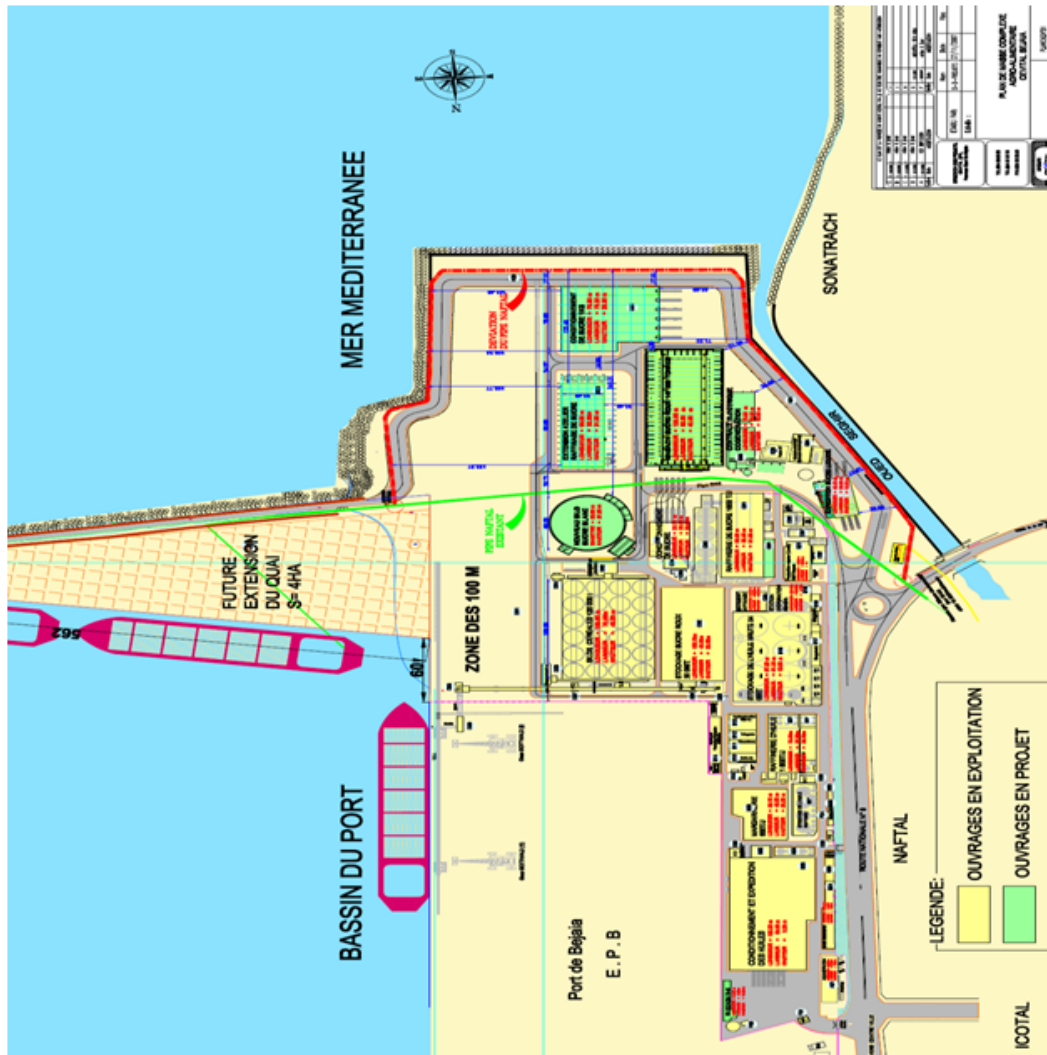


FIGURE 1.1 – Plan de masse du complexe CEVITAL [4].

## 1.3 Activités et missions

### 1.3.1 Activités de CEVITAL

Lancé en Mai 1998, le complexe Cevital a débuté son activité par le conditionnement d'huile en Décembre 1998. En Février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie ont débuté, elle est devenue fonctionnelle en Août 1999. L'ensemble des activités de Cevital est concentré sur la

production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre, ainsi que la production de l'énergie électrique qu'elle est en cours d'études, elles se présentent comme suit [4] :

- Raffinage des huiles (1800 tonnes/jour).
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes/heure).
- Production de margarine (600tonnes/jour).
- Fabrication d'emballage (PET) : Poly-Ethylène-Téréphtalate (9600unités/heure).
- Raffinage du sucre (1600 tonnes/jour) et (3000 tonnes /jour).
- Stockage des céréales (120000 tonnes).
- Minoterie et savonnerie en cours d'étude.
- Cogénération (production de l'énergie électrique avec une capacité de 64MW et de la vapeur).

### 1.3.2 Missions et objectifs

L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser. Les objectifs visés par Cevital peuvent se présenter comme suit [4] :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes.
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses.
- La modernisation de ses installations en termes de machine et technique pour augmenter le volume de sa production.
- Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

## 1.4 Organigramme du complexe CEVITAL

L'organigramme suivant donne une vue général sur les différents organes constituant le complexe Cevital [4].

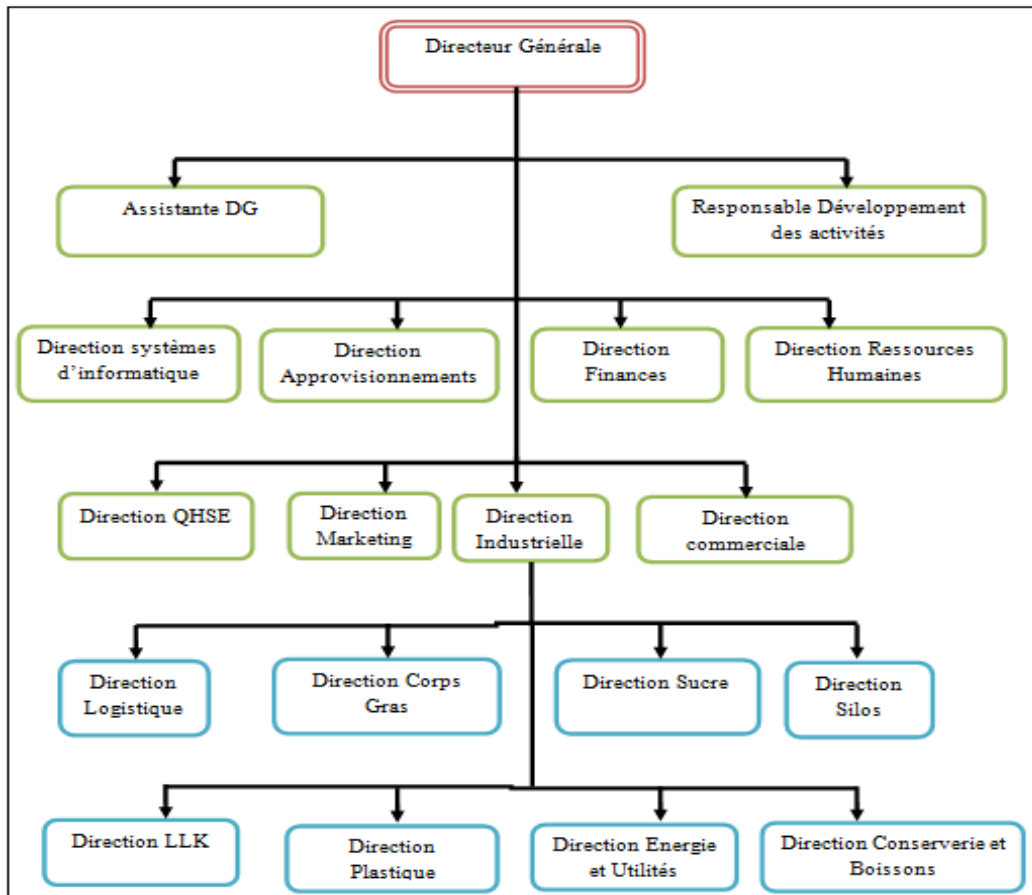


FIGURE 1.2 – Organigramme du complexe Cevital [4].

## 1.5 Direction énergie et utilités

La direction Energie est constituée de deux départements qui sont :

- Département énergie (production, maintenance et distribution de l'énergie électrique) : on distingue :
  - Le poste 60kV.
  - Le poste 30kV.

## Cogénération

- Département chaufferie (production et distribution de la vapeur) Les différents départements de la direction Energie sont représentés dans l'organigramme suivant :

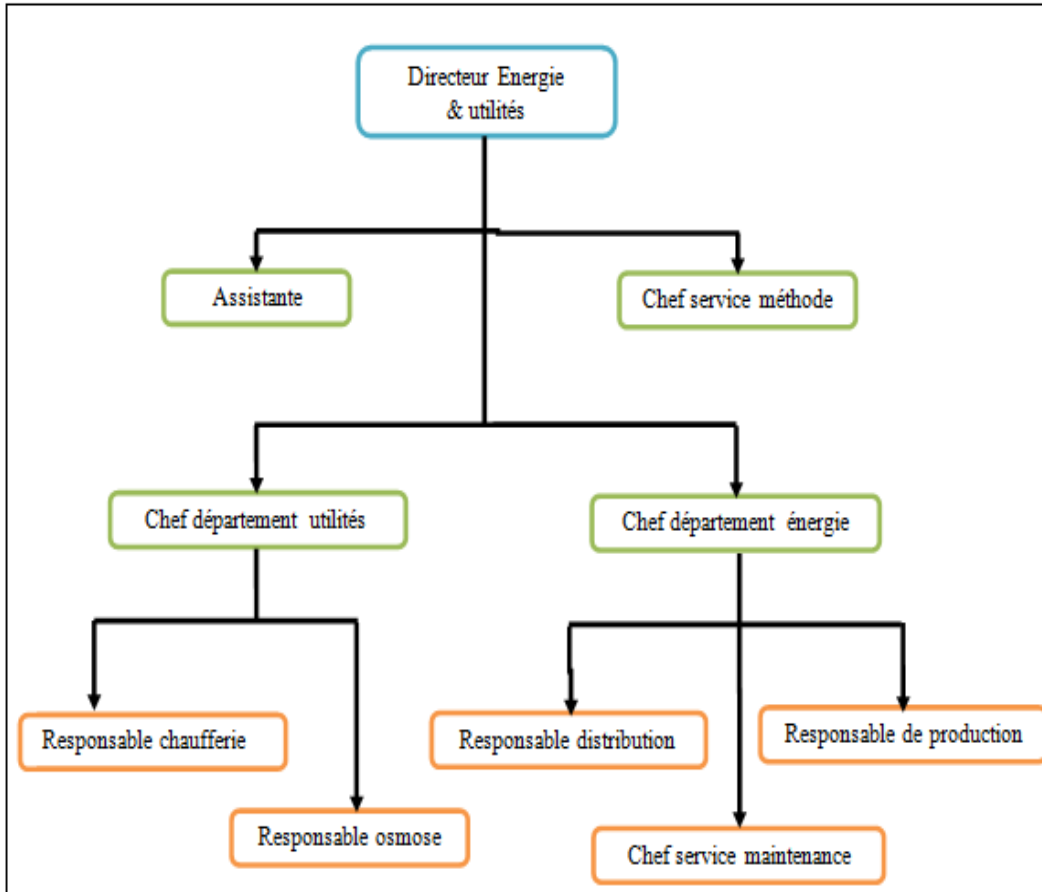


FIGURE 1.3 – Organigramme de la direction Energie [4].

## 1.6 Constitution et fonctionnement d'un réseaux électriques

Un réseau électrique est défini comme une infrastructure de production d'énergie électrique celui-ci contient trois types de réseaux que nous allons définir ci-dessous.

### 1.6.1 Production de l'énergie électrique

La production d'électricité est tout simplement une conversion de transformation d'énergie mécanique en énergie électrique. Nous définissons un moyen de production d'énergie électrique comme toute installation capable de convertir une source d'énergie primaire en énergie électrique pouvant être injecté sur un réseau [4].

## 1.6.2 Réseaux de transport et d'interconnexion

Ces réseaux assurent le transport et l'interconnexion en très haute tension et en haute tension vers les points de consommation et de répartition. Ces réseaux comprennent les centrales de production ainsi que les lignes et les postes de transformation, leurs rôles sont [25] :

- Collecter l'énergie produite par les centrales et de l'acheminer vers les zones de consommation (fonction transport).
- Permettre une exploitation économique, et assurer une compensation des différents alias (fonction interconnexion).

## 1.6.3 Réseaux de répartition

Les réseaux de répartition ou réseaux Haute Tension ont pour rôle de répartir, au niveau nationale ou régional, l'énergie issue du réseau de transport. Leur tension est supérieure à 63 kV selon les régions [28],[?].

## 1.6.4 Réseaux de distribution

Les réseaux de distribution commencent à partir des tensions inférieures à 63 kV et des postes de transformation HTB/HTA avec l'aide des lignes ou des câbles moyenne tension jusqu'aux postes de répartition HTA/HTA. Le poste de transformation HTA/BTA constitue le dernier maillon de la chaîne de distribution et concerne tous les usages du courant électrique [28],[?].

### Réseaux de distribution à moyenne tension

Comme réseaux de distribution à moyenne tension nous pouvons citer :

- Réseau haute tension A (HTA 30 et 10 kV le plus répandu).
- Neutre mis à la terre par une résistance.
- Réseaux aériens limité à 300 A.
- Réseaux souterrains limité à 1000 A.
- Réseaux souterrains en boucle ouverte.

### Réseaux de distribution à basse tension

- Réseau basse tension haute tension BTA (230 / 400 V).
- Neutre mis directement à la terre.
- Réseaux de type radial, maillés et bouclés.

### 1.6.5 Structure générale d'un réseau électrique

Un réseau électrique est constitué de lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. Ces derniers permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs. La figure ci-dessous représente la structure générale d'un réseau électrique.

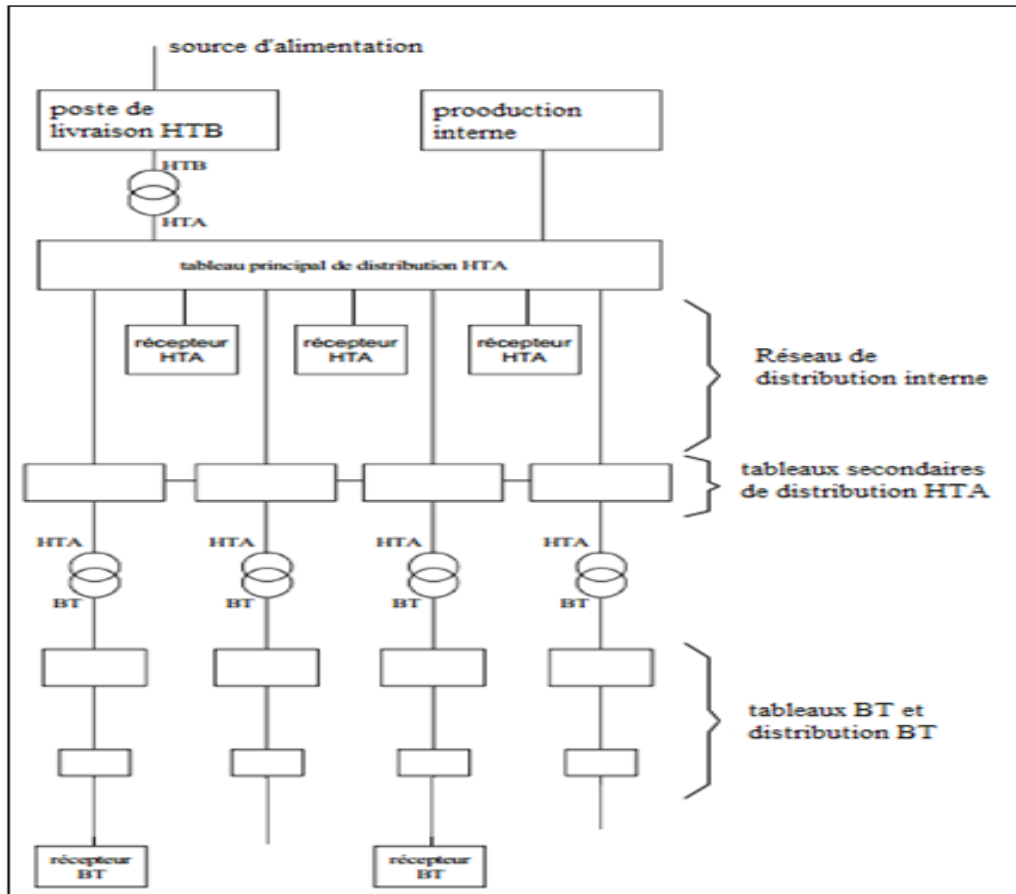


FIGURE 1.4 – Structure générale d'un réseau électrique HT [24].

## 1.7 Structures et gammes de tension dans le réseau national (Sonelgaz)

Dans le siècle dernier la consommation a poussé à l'amélioration des niveaux de vie. Pour les principaux pays industrialisés le poste source est devenu indispensable car ce dernier alimente le réseaux de moyenne tension de 30KV (MT), en Algérie le réseaux haut tension (HT) c'est a partir de 60KV-75KV, et cela a obligé Sonelgaz à partager les niveaux de tension comme ci-dessous.



### 1.7.1 Les niveaux de tension

La nouvelle norme de tension en vigueur en Algérie (SONELGAZ) définit les niveaux de tension comme suit :

Domaines de Tension		Valeur de la tension composée nominale (Un en Volts)	
		Tension Alternative	Tension Continue
Très Basse Tension (TBT)		$U_n \leq 50$	$U_n \leq 120$
Basse tension (BT)	BTA	$50 < U_n \leq 500$	$120 \leq U_n \leq 750$
	BTB	$500 \leq U_n \leq 1000$	$750 \leq U_n \leq 7500$
Haute Tension (HT)	HTA ou MT	$1000 \leq U_n \leq 50000$	$7500 \leq U_n \leq 15000$
	HTB	$U_n > 50000$	$U_n > 15000$

TABLE 1.1 – Tableau de comparaison entre les différents réseaux électriques.

## 1.8 Constitution d'un réseau de distribution HTA

Le réseau HTA est composé par l'ensemble des modes d'alimentations, ce dernier qui est alimenté par des sources (centrale) pour permettre une liaison entre différents réseaux, afin de réalimenter rapidement vers la clientèle et assurer la protection ainsi que la continuité des énergies électriques au poste suivants. A titre d'exemple dans la communauté urbaine le niveau de puissance est compris entre 250 KVA et 10MVA, Comme on trouve aussi la tension qui varie entre 1 KV et 50 KV.

Il existe deux types de réseaux HTA, selon la pose des conducteurs :

### 1.8.1 Réseau HTA aérien

Ce réseau arborescent comporte deux types de lignes : dorsales et dérivations. Les sous-dérivations sont utilisées pour alimenter des charges isolées sous un même interrupteur à commande manuelle et un ensemble de postes HTA/BT. Il contient les interrupteurs automatiques, ces derniers sont mis à l'endroit de dérivation pour protéger la ligne des défauts de dérivations. Les sous-dérivations doivent être équipées, aux points de raccordement à la dérivation, interrupteurs manuels .

### 1.8.2 Réseaux HTA souterrains

La structure des réseaux souterrains est à un seul type de lignes : les dorsales. Ces réseaux, de par leur construction (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, il sera prévu une réalimentation soit par les réseaux voisins soit par un câble de secours .

## 1.9 Structure d'un réseau HTA

Les réseaux HTA sont un domaine de la haute tension A dans ce dernier on distingue trois structures qui sont : maillée, radiale et bouclée.

### 1.9.1 Structure maillée

La structure maillée permet la réalimentation en cas d'indisponibilité d'un tronçon ou d'un poste HTA/BT après l'élimination de l'élément défectueux. Cependant elle présente l'inconvénient de n'utiliser les câbles que partiellement par rapport à leur capacité, de plus, elle exige un point commun par paire de câble et demande une surveillance continue du réseau en fonction de l'accroissement de la charge [17].

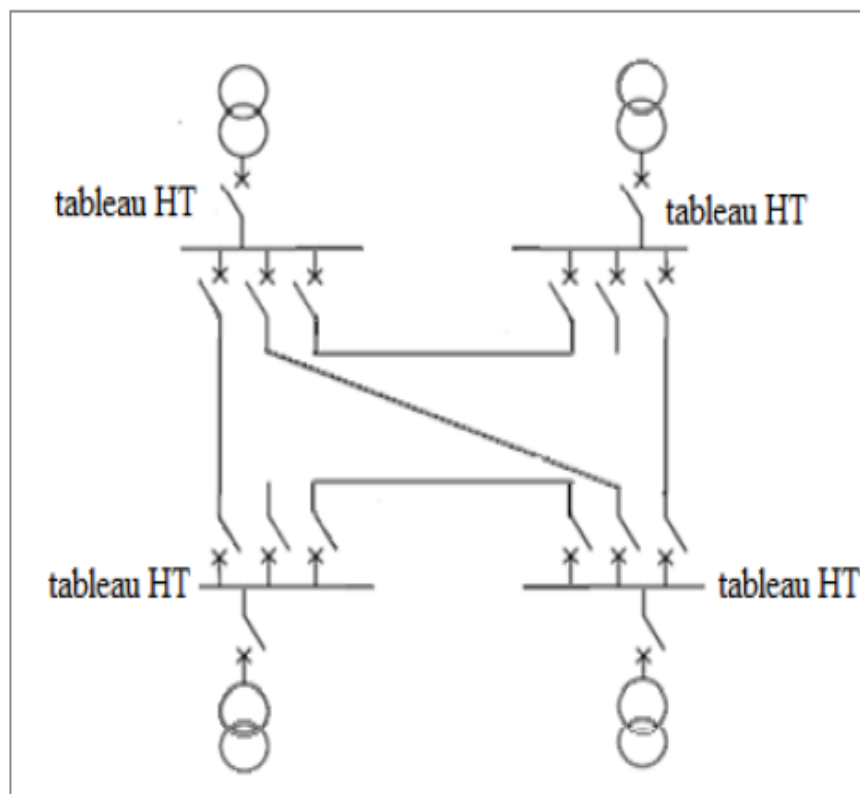


FIGURE 1.5 – Structure des réseaux maillés [17].

### 1.9.2 Structure radiale

A partir d'un poste d'alimentation, elle est constituée de plusieurs artères, dont chacune va en se ramifiant, mais sans jamais retrouver un point commun (structure d'un arbre).

Les réseaux radiaux sont de structure simple et peuvent être contrôlés et protégés par un appareillage simple. Et ce sont les réseaux les moins coûteux [17].

## Radial en simple antenne

Une structure radiale en simple antenne est préconisée lorsque les exigences de disponibilité sont faibles, elle est souvent retenue pour les réseaux à coût excessif par exemple.

Le schéma suivant illustre la structure radiale en simple antenne dans laquelle figure les tableaux 1 et 2 et les transformateurs. Ces derniers sont alimentés par une seule source, où il n'y a pas de solution de dépannage.

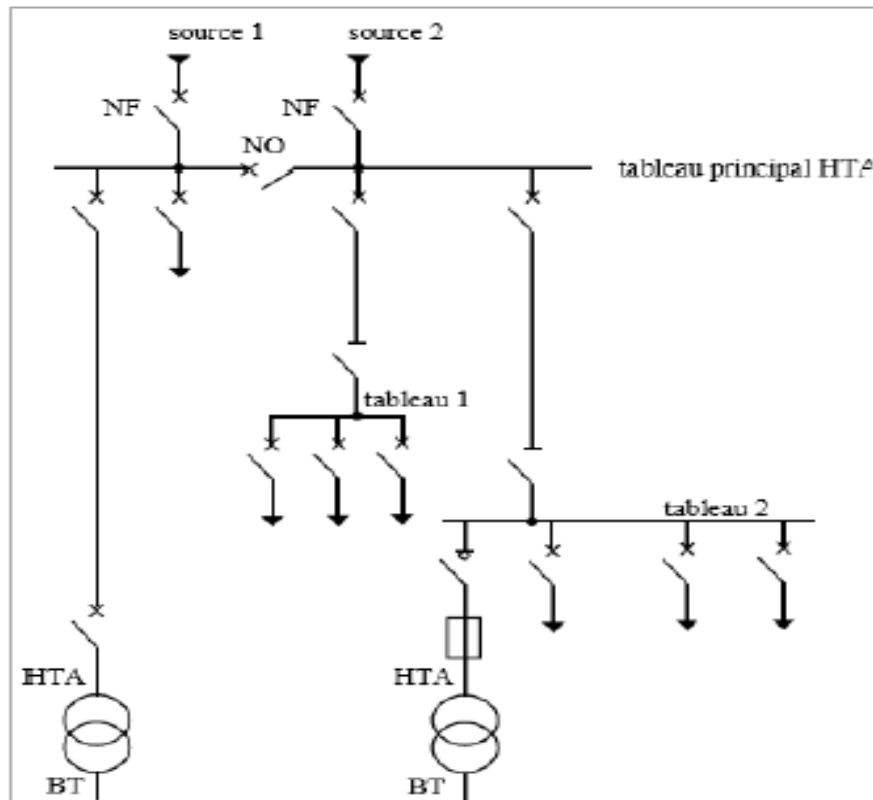


FIGURE 1.6 – Structure réseau HTA radial en simple antenne [17].

## Radial en double antenne sans couplage

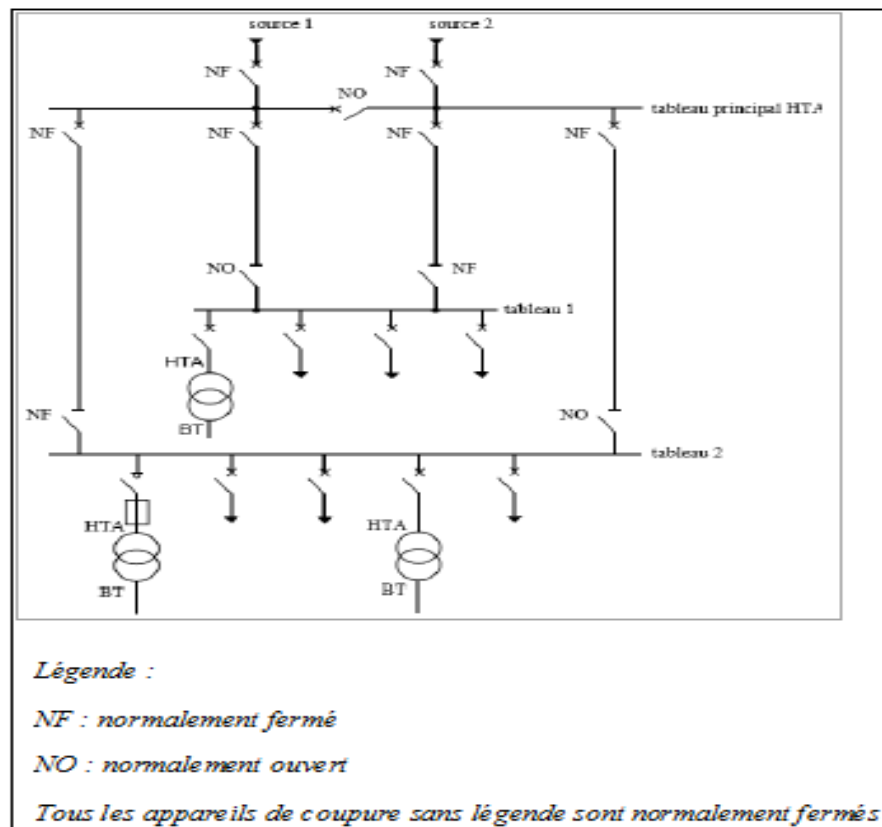


FIGURE 1.7 – Réseau HTA radial en double antenne sans couplage[17].

Figure ci-dessus montre les tableaux 1 et 2 alimentés par 2 sources sans couplage, l'une au secours de l'autre d'où la disponibilité est bonne ce pendant l'absence de couplage des sources pour les tableaux 1 et 2 entraîne une exploitation moins souple.

## Radial en double antenne avec couplage

Cette structure est préconisée lorsqu'une bonne disponibilité est demandée, elle est souvent retenue dans les domaines de la sidérurgie et raffinerie comme entreprise Cevital de la pétrochimie. De l'illustration suivante on trouve que les tableaux 1 et 2 sont alimentés par deux sources avec couplage. En fonctionnement normal, les disjoncteurs de couplage sont ouverts.

Chaque demi-jeu de barres peut être dépanné et être alimenté par l'une ou l'autre des sources.

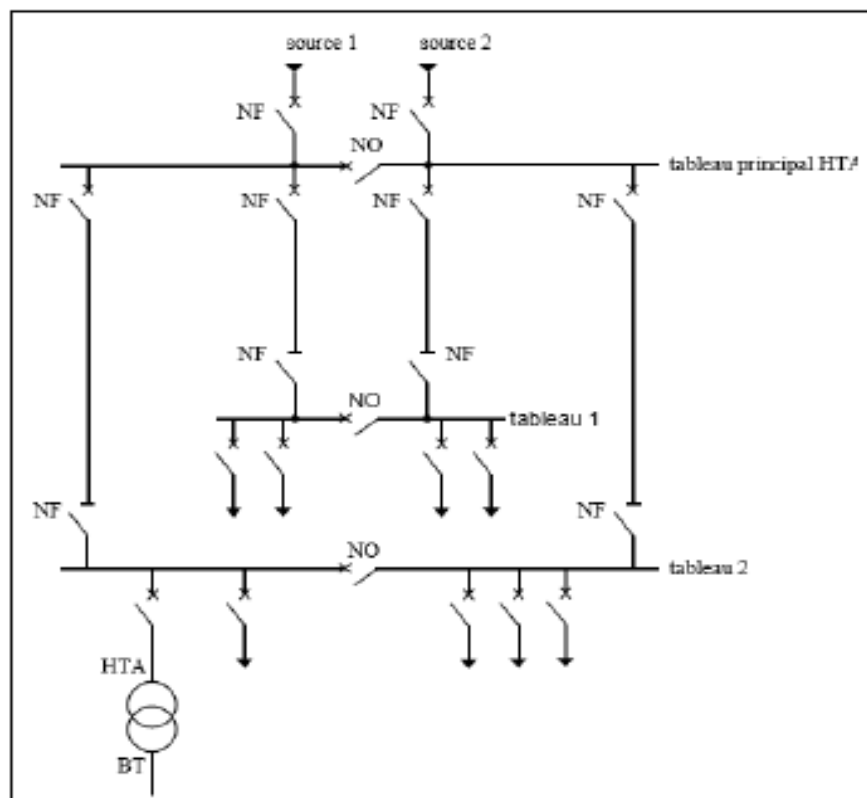


FIGURE 1.8 – Réseau HTA radial en double antenne avec couplage .

### 1.9.3 Réseau bouclé

Cette solution est bien adaptée aux réseaux étendus avec des extensions futures importantes. Il existe deux possibilités suivant que la boucle soit ouverte ou fermée.

## Boucle ouverte

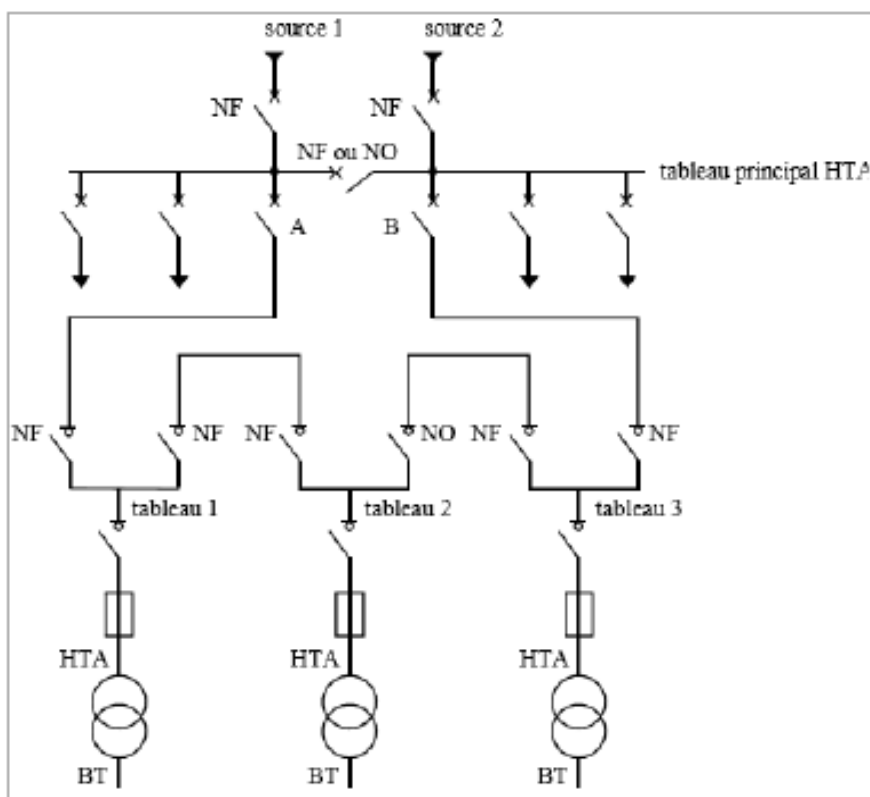


FIGURE 1.9 – Réseau HTA en boucle ouverte.

Les schémas précédents illustrent les têtes de boucle en A et B qui sont équipées de disjoncteurs ainsi que les appareils de coupures. Les tableaux 1, 2 et 3 sont des interrupteurs, ces tableaux peuvent être alimentés par l'une ou l'autre des sources.

- En fonctionnement normal, la boucle est ouverte (sur la figure, elle est ouverte au niveau du tableau 2).
- Un défaut sur un câble ou la perte d'une source est pallié par une reconfiguration de la boucle cette reconfiguration engendre une coupure d'alimentation de quelques secondes si un automate de reconfiguration de boucle est installé. Une coupure d'au moins plusieurs minutes ou dizaines de minutes si la reconfiguration de boucle est effectuée manuellement par le personnel d'exploitation.

## Boucle fermée

Cette solution est plus performante que le cas de la boucle ouverte car elle évite les coupures d'alimentation. Par contre, elle est plus onéreuse (cher) puisqu'elle nécessite des disjoncteurs dans chaque tableau et un système de protection plus élaboré.

Dans le schéma on remarque que les disjoncteurs sont appareils de coupure de la boucle et dans en fonctionnement normal, la boucle est fermée.

Le système de protection permet d'éviter les coupures d'alimentation lors d'un défaut.

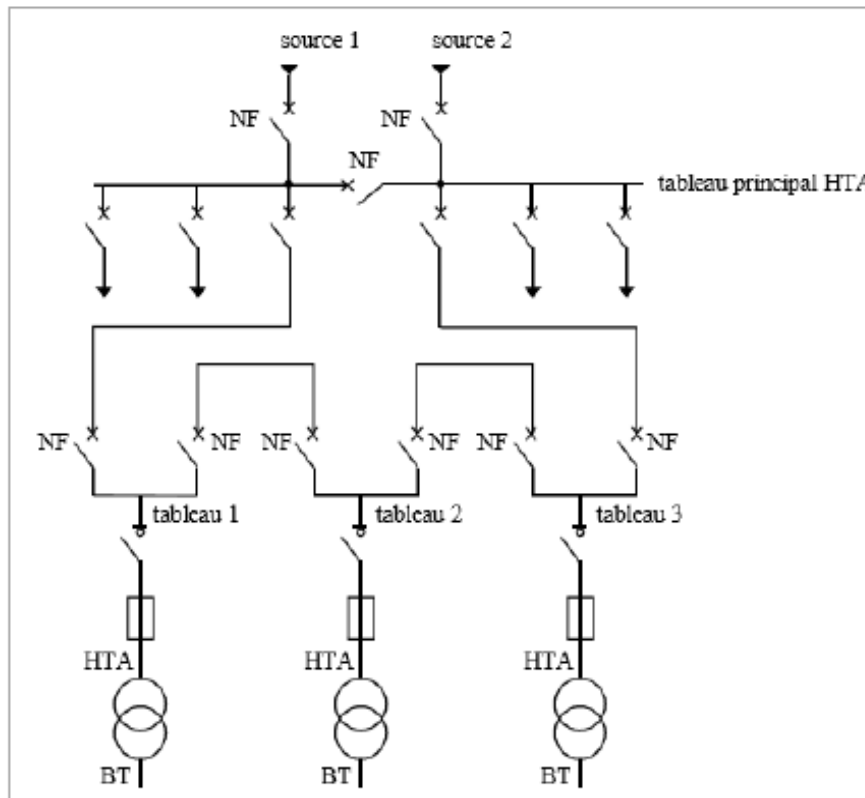


FIGURE 1.10 – Réseau HTA en boucle fermée.

Le tableau suivant résume les différentes structures des réseaux HTA en citant l'illustration de chaque structure ainsi que l'avantage et l'inconvénient de chacune.

Architecture		Utilisateur	Avantages	Inconvénients
Radiale	Simple antenne	Processus peu exigeant en continuité de service	Structure la plus simple Facile à protéger Coût minimal	Faible disponibilité d'alimentation Temps de coupure sur défaut entraîne la coupure de l'alimentation d'antenne
	Double antenne	Processus continu : sidérurgie pétrochimie	Bonne continuité d'alimentation Maintenance possible du jeu de barres du tableau principal	Solution coûteuses Fonctionnement partiel du jeu de barres en cas de maintenance
	Double derivation	Réseau urbains Extensions futures limités	Bonne continuité d'alimentation Simplicité des protections	Nécessite de Fonctions d'automatisme
	Double jeu de barres	Réseau très étendus Extensions futures Charges concentrés	Mois 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
En boucle	Boucle ouverte	Réseaux très étendus Extensions futures importantes Charges concentrés sur différentes zones d'un site	Mois coûteux que la boucle fermée Simple des protections	Coupure d'alimentation d'un tronçon sur défaut pendant reconfiguration de boucle. Nécessité de fonction d'automatisme
	Boucle fermée	Réseaux à grande continuité de service Réseaux très étendus Charges concentrés sur différentes zones d'un site	Bonne continuité d'alimentation Pas de nécessité de fonctions d'automatisme	Solution coûteuse. Complexité du système de production
Production interne d'énergie	Production locale	Sites industriels avec processus auto producteur d'énergie Ex : papeterie, sidérurgie	Bonne continuité d'alimentation	Solution coûteuse
	Remplacement (normal /secours)	Sites industriels et tertiaire Ex : hôpitaux	Bonne continuité d'alimentation des départs prioritaires	Nécessité de fonctions d'automatisme

TABLE 1.2 – Caractéristiques des architectures [30].



## 1.10 Différents mode d'alimentation d'un poste HTA

Il existe deux différents modes d'alimentation :

### 1.10.1 Poste de distribution publique (DP)

L'emplacement d'un poste de distribution publique peut être dans un bâtiment ou sur un support, et il alimente plusieurs clients en basse tension.

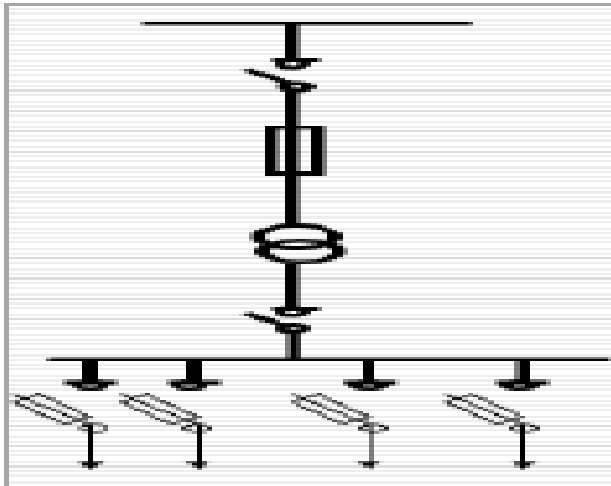


FIGURE 1.11 – Poste de distribution publique [1] .

### 1.10.2 Les postes mixtes (DP/L)

Pour les postes mixtes on trouve deux d'installation DP et un autre L pour le client. Ces postes sont classés selon la puissance transmise [1]

### 1.10.3 Poste de livraison (L) ou client

IL transforme alimentation fourmier pour qu'elle soit ajustable et non néfaste ; et pour cette puissance transforme dépasse 25KV.

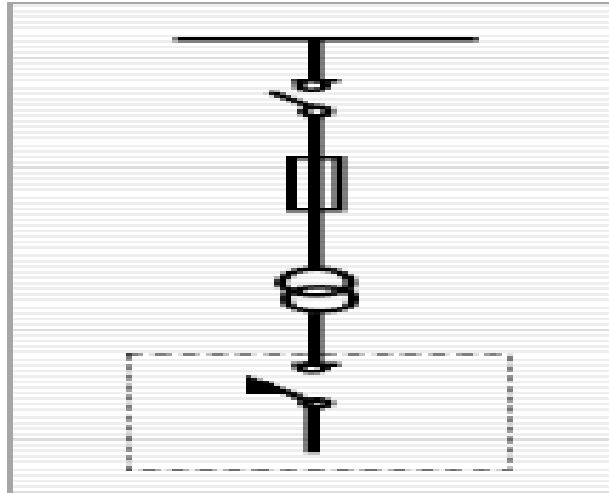


FIGURE 1.12 – *Poste Livraison [1]* .

## 1.11 Postes HTB/HTA

### 1.11.1 Définition d'un poste

Les postes sont des points particulièrement importants dans un réseau, car d'une part ils permettent une liaison entre différents réseaux, soit avec une même tension ou à des tensions différentes. D'autre part ils permettent de pouvoir manœuvrer et mettre en/(ou hors) service un tel ou tel élément du réseau que l'on désire sans toutefois changer la configuration générale de réseau.

Il existe différents niveaux de tensions qui sont :

- (400- 220 – 60) KV. SAB
- (220-150-60-30) KV. DERGINA
- (220 –60-30) KV. EL KESEUR
- (60 – 30) KV. BEJAIA
- (60 – 10) KV.

### 1.11.2 Postes sources

Les postes-sources sont à l'interface du réseau de transport et du réseau de distribution. Ils sont raccordés au réseau de transport 90, 63 KV ou 225 KV dans les zones de forte densité de consommation. Le poste-source bénéficie d'équipements de surveillance, de protection et de télécommande. L'exigence de disponibilité justifie souvent l'équipement d'installations permettant au poste source de fonctionner avec la perte d'une ligne d'alimentation côté transport ou d'un transformateur HTB/HTA côté distribution, le poste-source contribue [31] :

- Dans la mesure des flux d'énergie (équipements de comptage d'énergie, frontière avec le réseau de transport),
- Au changement tarifaire par la télécommande centralisée d'émission à 175 Hz,
- Dans la sûreté du réseau de transport par le système de délestage fréquence-métrique,
- Dans la qualité et à la continuité de l'alimentation électrique par les systèmes de ré-enclenchement. Automatique, de réglage de la tension et de compensation du réactif.

### 1.11.3 Postes HTB/HTA

Appelés aussi postes sources, constituent l'interface entre le réseau de transport HTB et le réseau de distribution HTA (FIGURE 1.15).

#### Fonctions :

- La transformation de la tension du niveau HTB vers le niveau HTA, depuis une ou plusieurs lignes HTB et par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs transformateurs HTB/HTA ;
- La répartition de l'énergie électrique avec un ou plusieurs tableaux de répartition HTA, formés de l'assemblage de disjoncteurs HTA raccordés par embrochage à un jeu de barres ;
- La protection du réseau HTA 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 HTA par des résistances ou bobines de point neutre.

#### Équipements

- 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 sans interrompre la fourniture d'énergie électrique ;

- Eventuellement, des inductances de limitation du courant de court-circuit ;
- un ou plusieurs transformateurs HTA/BT servant à l'alimentation des auxiliaires à courant alternatif ;
- Une ou plusieurs sources à courant continu dont les chargeurs sont alimentés par le ou les transformateurs précédents ;
- Des circuits BT de commande, de contrôle et de protection ;
- Des comptages d'énergie active et réactive ;
- Des installations de commande à distance (calculateurs de tél éconduite) ;
- Une station d'émission de télécommande centralisée à fréquences musicales (175-188 Hz)

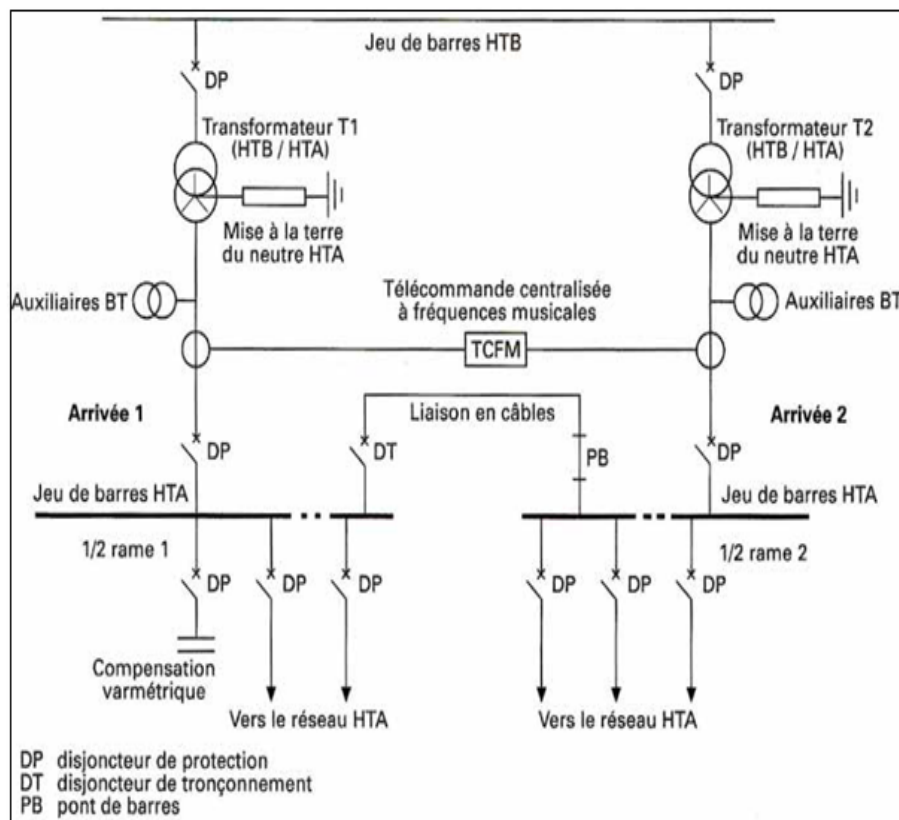


FIGURE 1.13 – Schéma général d'un poste source HTB/HTA.

#### 1.11.4 Postes de livraison HTB

Ils concernent généralement les puissances supérieures à 10 MVA. L'installation du poste de livraison est comprise entre [10] :

- D'une part, le point de raccordement au réseau de distribution HTB
- D'autre part, la borne aval du ou des transformateurs HTB / HTA
- Indice O pour « position ouvert » indice F pour « position Ferme »

Les schémas électriques des postes de livraison HTB les plus couramment rencontrés sont les suivants :

#### A) Simple antenne

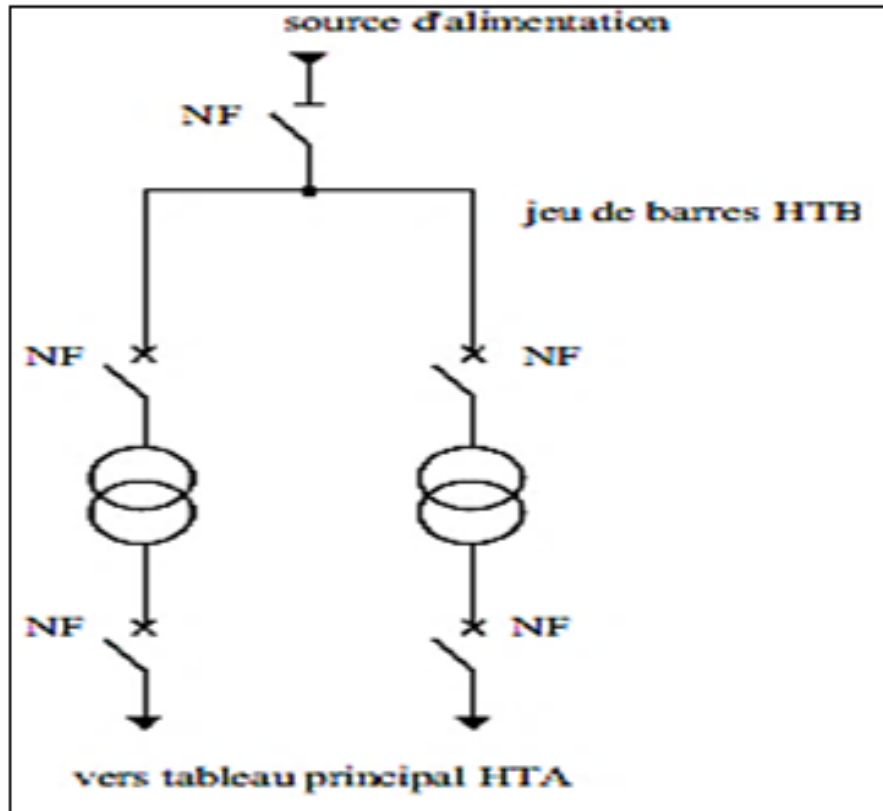


FIGURE 1.14 – Alimentation simple antenne d'un poste de livraison HTB.

**Avantage :** Coût minimal

**Inconvénient :** Disponibilité faible

## B) Double antenne

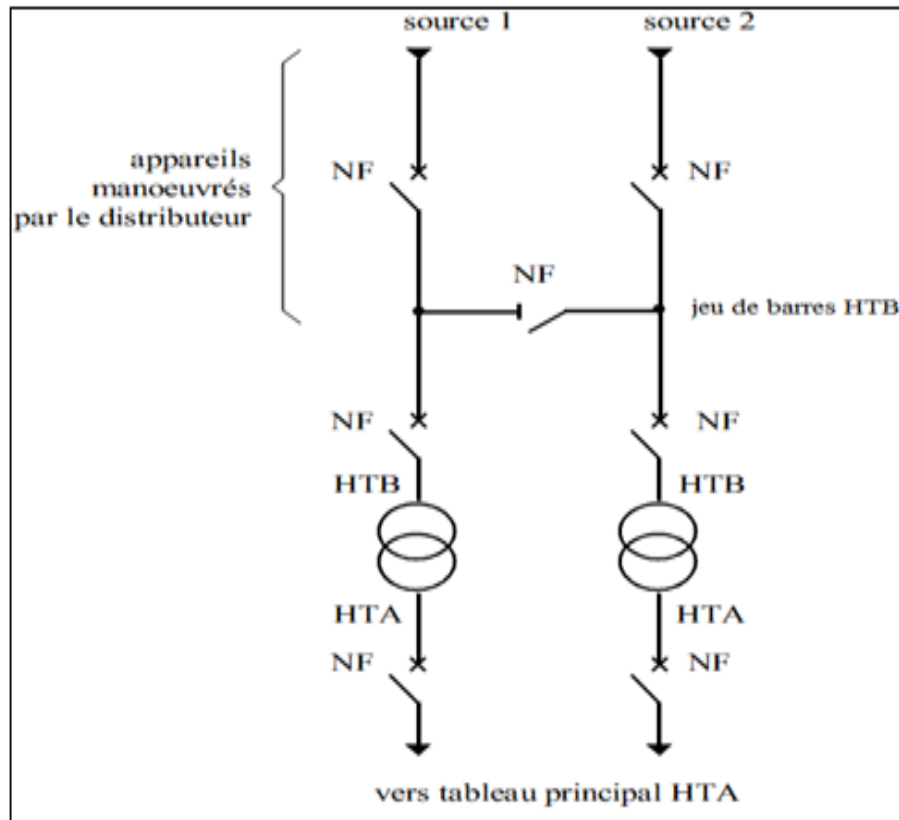


FIGURE 1.15 – Alimentation double antenne d'un poste de livraison HTB.

- **Mode d'exploitation**

- Normal**

Les deux disjoncteurs d'arrivée des sources sont fermés, ainsi que le sectionneur de couplage.

Les transformateurs sont donc alimentés par les 2 sources simultanément.

- Perturbé**

- En cas de perte d'une source, l'autre source assure la totalité de l'alimentation.

- Avantage**

- Bonne disponibilité, dans la mesure où chaque source peut alimenter la totalité du réseau
    - Maintenance possible du jeu de barres, avec un fonctionnement partiel de celui-ci

- Inconvénients**

- Solution plus coûteuse que l'alimentation simple antenne
    - Permet qu'un fonctionnement partiel du jeu de barres en cas de maintenance

## C) Double antenne - double jeu de barre

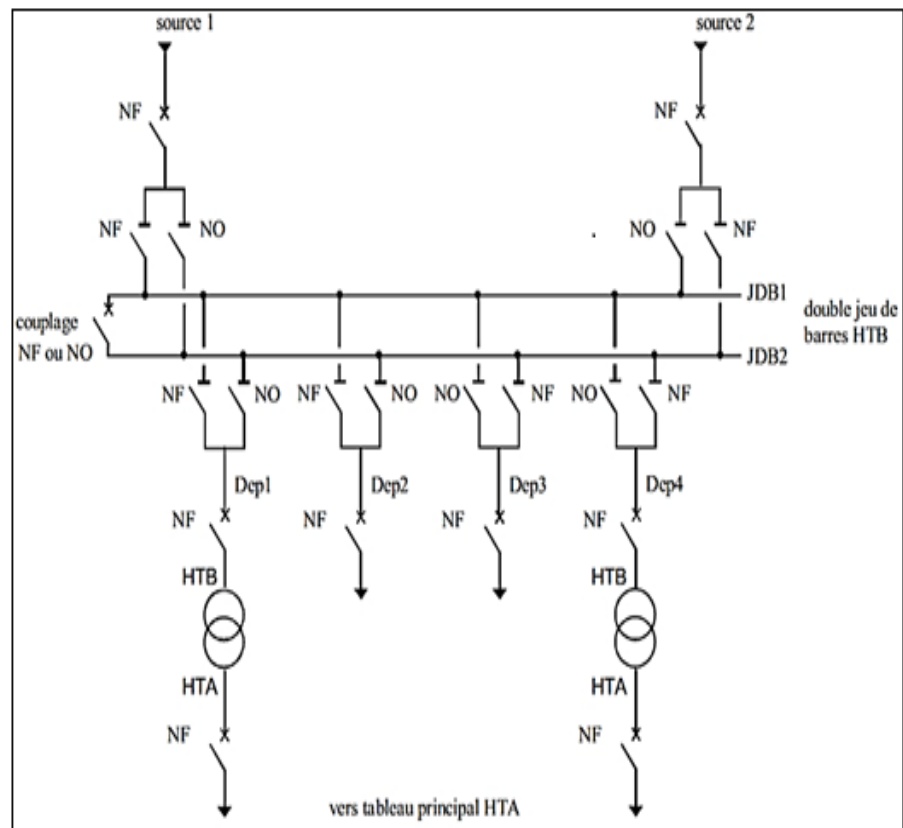


FIGURE 1.16 – Alimentation double antenne - double jeu de barres d'un poste de livraison HTB.

 Mode d'exploitation Normal

- La source 1 alimente, par exemple, le jeu de barres JDB1 et les départs Dep1 et Dep2.
- La source 2 alimente, par exemple, le jeu de barres JDB2 et les départs Dep3 et Dep4.
- Le disjoncteur de couplage peut être maintenu fermé ou ouvert.

 Perturbé

- En cas de perte d'une source, l'autre source assure la totalité de l'alimentation.
- En cas de défaut sur un jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), le disjoncteur de couplage est ouvert et l'autre jeu de barres alimente la totalité des départs.

 Avantages

- Bonne disponibilité d'alimentation

- Très grande souplesse d'utilisation pour l'affectation des sources et des charges, et pour la maintenance des jeux de barres
- Possibilité de transfert de jeu de barres sans coupure (lorsque les jeux de barres sont couplés, il est possible de manoeuvrer un sectionneur si son sectionneur adjacent est fermé).

□ **Inconvénients**

Surcoût important par rapport à la solution simple jeu de barres

D) **Un jeu de barre une source d'alimentation**

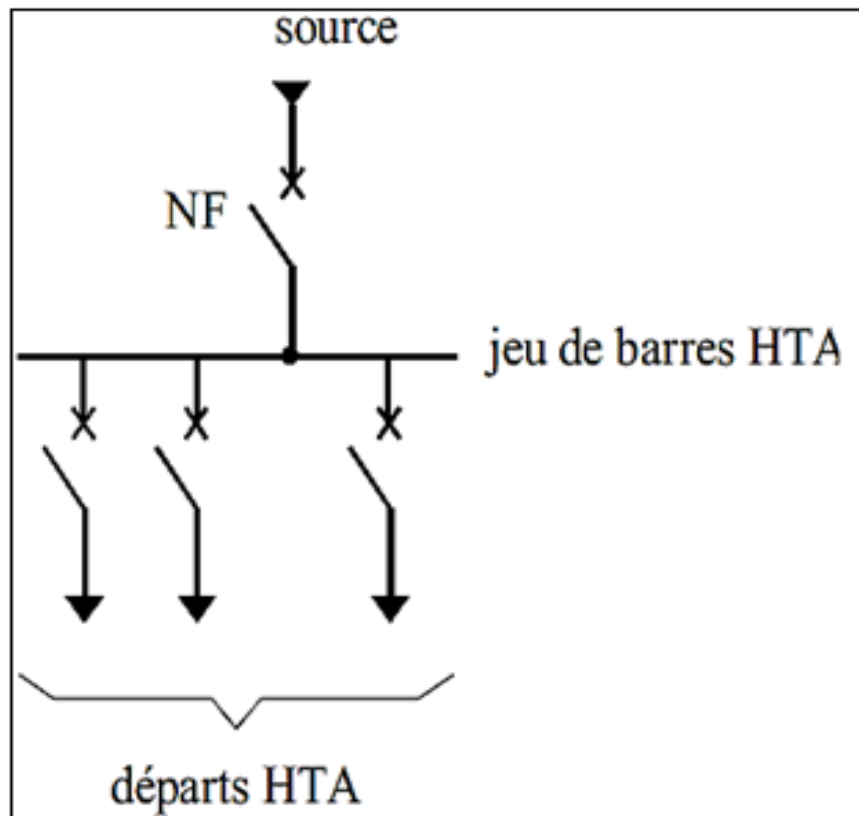


FIGURE 1.17 – un jeu de barres, une source d'alimentation.

• **Fonctionnement :**

en cas de perte de la source d'alimentation, le jeu de barres est hors service jusqu'à l'opération de réparation



## E) Un jeu de barres sans couplage avec deux sources

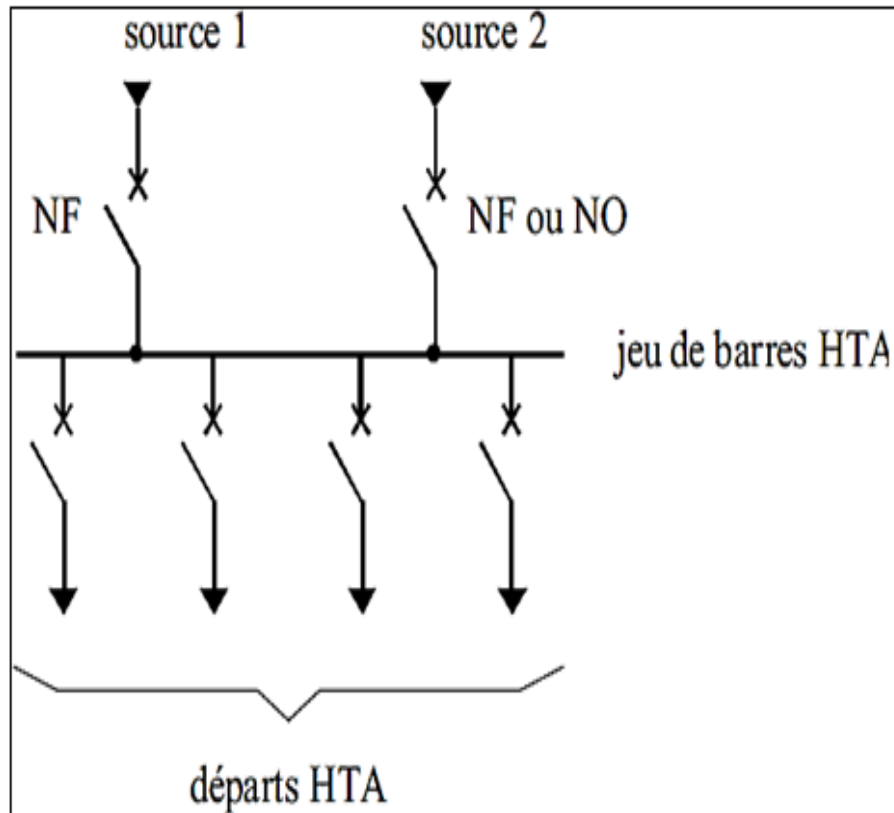


FIGURE 1.18 – un jeu de barres sans couplage, deux sources d'alimentation.

- **Fonctionnement**

Les deux sources peuvent fonctionner en parallèle ou l'une en secours de l'autre. En cas de défaut sur le jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), les départs ne sont plus alimentés.

## F) Deux jeux de barres avec couplage et deux sources

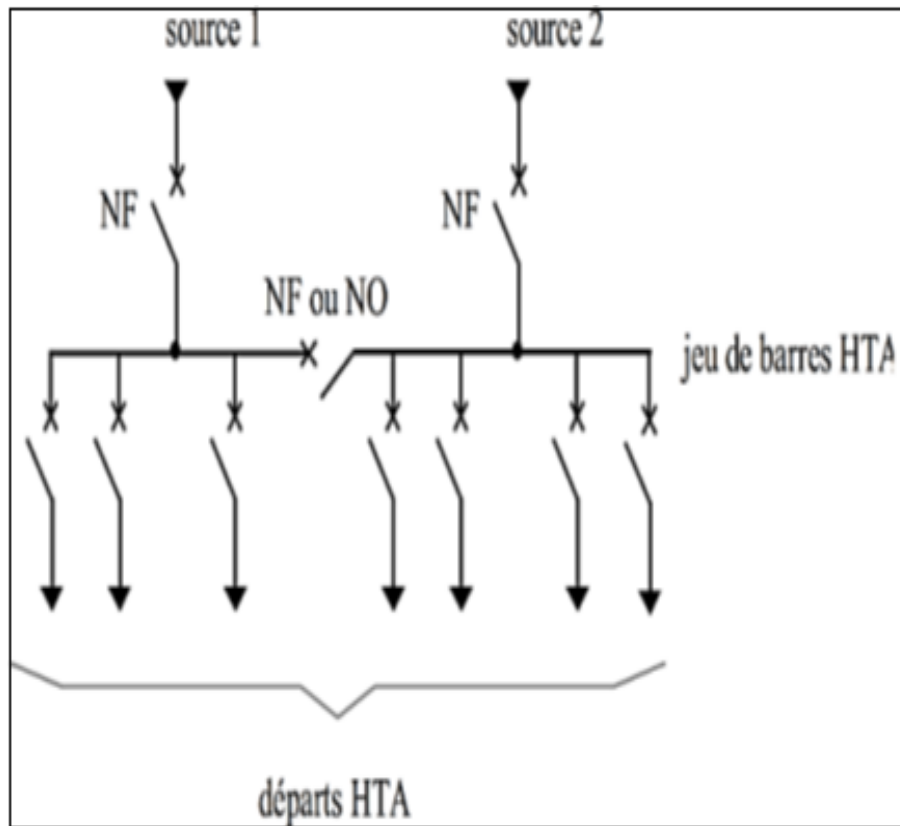


FIGURE 1.19 – demi-jeux de barres avec couplage, 2 sources d'alimentation.

- **Fonctionnement**

- Le disjoncteur de couplage peut être maintenu fermé ou ouvert.
- S'il est ouvert, chaque source alimente un jeu de barres. En cas de perte d'une Source, le disjoncteur de couplage est fermé et l'autre source alimente les 2 demi-jeux de Barres.
- En cas de défaut sur un demi- jeu de barres(ou maintenance de celui-ci), une partie Seulement des départs ne sont plus alimentés.

### G) Un jeu de barre sans couplage et trois sources

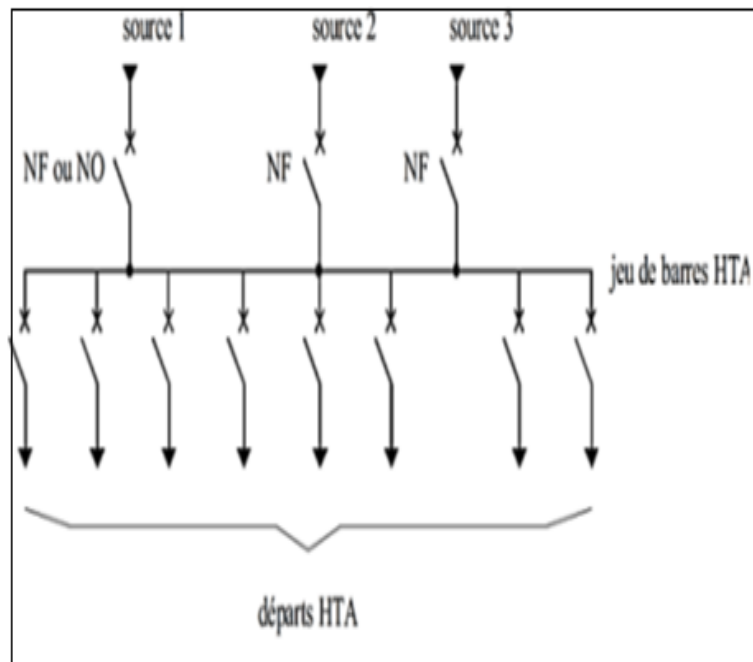


FIGURE 1.20 – Un jeu de barres sans couplage, 3 sources d'alimentation.

#### • Fonctionnement

- Les deux disjoncteurs de couplage peuvent être maintenus ouverts ou fermés.
- S'ils sont ouverts, chaque source alimente sa section de barres. En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage associé est fermée, une source alimente deux sections de barres et l'autre une section de barres.
- En cas de défaut sur une section de barres (ou maintenance de celle-ci), une partie seulement des départs n'est plus alimentée

### 1.11.5 Postes de livraison HTA

Nous allons identifier les principales solutions d'alimentation d'un tableau HTA, indépendamment de son emplacement dans le réseau, le nombre de source et la complexité du tableau différent suivant le niveau de sureté de fonctionnement désiré et les schémas sont classes dans un ordre tel que la sureté de fonctionnement s'améliore tandis que le cout d'installation augment.

### 1.11.6 Poste HTA /BT

Ces types de postes sont caractérisés par :

- Les tensions d'entre son : 10 ou 30 KV

- Les tensions de sortie (utilisation) son : 230/400V

## 1.12 Différents éléments de poste électrique

On distingue parfois les éléments d'un poste en "éléments primaires" (les équipements haute tension) et "éléments secondaires" (équipements basse tension) Parmi les équipements primaires, on peut citer [13]

### 1.12.1 Transformateur de puissance

Un transformateur est un appareil électromagnétique statique, destiné à transformer une tension d'une certaine valeur (grandeur) en une autre tension de valeur plus grande ou plus petite. Il existe deux types de transformateur :

- Transformateur éleveurs  $U_{\text{primaire}} < U_{\text{secondaire}}$
- Transformateur abaisseurs  $U_{\text{primaire}} > U_{\text{secondaire}}$

### 1.12.2 Disjoncteur

C'est un appareil de coupure en charge et en défaut, il est destiné à établir, supporter et interrompre des courants sous sa tension assigne (tension maximale de réseau) dans les conditions normales et anormales du réseau. Son ouverture n'est pas considérés comme une coupure visible, c'est-à-dire, les contacts fixes et mobiles se trouvent dans une chambre de coupure (enveloppe en porcelaine) remplie soit de gaz SF<sub>6</sub>, air comprime ou huile isolante BORAK Selon la nature du produit d'extinction de l'arc dans la chambre de coupure (gaz SF<sub>6</sub>, air comprime, huile) on les appelle :

- Disjoncteur a gaz SF<sub>6</sub>
- Disjoncteur à air comprime
- Disjoncteur a faible volume d'huile

### 1.12.3 Sectionneur

Le sectionneur est un appareil mécanique de connexion, sa manœuvre doit s'effectuer hors charge, il permet de séparer un départ ou une ligne de la source d'énergie et d'assurer la garantie de l'isolement du circuit aval par une distance d'ouverture suffisante.

Il a les trois pôles triangle, il est motorise, c'est-à-dire, équipe d'une commande électrique en local ou à distance.

### 1.12.4 Sectionneur de mise à la terre

C'est un Interrupteurs de sécurité qui isolent un circuit et qui, grâce à leur mise à la terre, empêche l'apparition de toute tension sur une ligne pendant les réparations

### 1.12.5 Transformateur de courant

Les transformateurs de courant (TC), appelés aussi transformateurs d'intensité, permettent d'obtenir à leur secondaire une intensité proportionnelle à celle du réseau sur lequel ils sont raccordés (l'image du courant primaire au secondaire). Ils alimentent des appareils de mesures, comptage et de relais de protection.

- **Fonctionnement**

- Adapter la valeur du courant primaire aux caractéristiques standard des instruments de mesure et de protection.
- Isoler les circuits de puissance du circuit de mesure ou de protection.

- **Mode d'exploitation**

- Un circuit magnétique
- Un enroulement primaire ;
- Un enroulement ou plusieurs enroulements secondaires ;

### 1.12.6 Transformateur de tension

Permettent l'obtention à leur secondaire une tension proportionnelle à celle du réseau sur lequel ils sont raccordés. Ils alimentent en général des appareils de mesure, de contage, et des relais de protection. Ils sont constitués d'un enroulement primaire et d'un circuit magnétique, et d'un ou plusieurs enroulements secondaires, le tout enrobé dans une résine isolante.

- **Fonctionnement**

- Adapter la valeur de la tension primaire à des caractéristiques secondaires standard des instruments de mesure et de protection.
- Isoler les circuits de puissance du circuit de mesure ou de protection.

### 1.12.7 Jeux de barres

Les jeux de barres sont des éléments importants pour l'exploitation d'un réseau électrique. Ils représentent les points de la réalisation, en premier lieu, d'une concentration d'énergie électrique et, en second lieu, d'une organisation de l'écoulement de puissance vers diverse ligne et transformateurs.

- **Rôle**

Le rôle principal des barres est de répartir la tension sur plusieurs départs, autrement dit de les faire alimenter en dérivation, donc on peut lui associer le nom répartiteur de tension.

- **Constitution**

Une barre est constituée par trois conducteurs portés par des isolateurs sur un châssis métallique

### 1.12.8 Relais de protection

Les relais de protection sont des appareils qui reçoivent une ou plusieurs informations (signaux) à caractère analogique (courant, tension, puissance, fréquence, température, etc.) et les transmettent à un ordre binaire (fermeture ou ouverture d'un circuit de commande) lorsque ces informations reçues atteignent les valeurs supérieures ou inférieures à certaines limites qui sont fixées à l'avance, Donc le rôle des relais de protection est de détecter tout phénomène anormal pouvant se produire sur un réseau électrique tel que le court-circuit, variation de tension. . . etc. Un relais de protection détecte l'existence de conditions anormales par la surveillance continue, détermine quels disjoncteurs ouvrir et alimente les circuits de déclenchement.

## 1.13 Différent type de protection dans un poste source

### 1.13.1 Rôle de système de protection dans un poste

Le système de protection permet d'éviter les conséquences et Les incidents qui peuvent être dangereux pour les personnes et pour le matériel. Pour cela, ils doivent [26] :

- Assurer la protection des personnes contre tout danger électrique.
- Limiter les contraintes thermiques, diélectriques et mécaniques auxquelles est soumis le matériel.
- Assurer la stabilité d'un réseau électrique.

### 1.13.2 Qualités fondamentales d'une protection électrique

Une protection électrique se doit de posséder les qualités suivantes [18] :

- **Rapidité** : La protection élimine rapidement le défaut .le temps de déclenchement comprend celui de la protection elle-même, auquel vient s'ajouter le délai d'ouverture des disjoncteurs.
- **Sureté** : La protection déclenche lors d'un défaut, on la mesure en nombre de défaillances sur commande.
- **Sécurité** : La protection ne déclenche pas de manière intempestive.
- **Fiabilité** : Elle combine les notions de sureté et de sécurité.
- **Sélectivité** : Elle consiste a une mise hors tension de la partie du réseau concernée par un défaut et seulement celle-ci.
- **Sensibilité** : la protection doit détecter tous les défauts, même les plus faibles.
- **Disponibilité** : la protection doit toujours être en opération. Concrètement une bonne protection doit être conçue de sorte à parer à tout défaut électrique grâce à au moins deux types de protection différentes (principe de redondance) : celle de déclenchant en fonctionnement normal, on parle de déclenchement instantané, et celle de déclenchement en cas de défaillance de la première, on parle de déclenchement temporisée et de protection de secours.

### 1.13.3 Protection de ligne HTB

La protection de ligne HTB peut être divisée en deux types principaux [19] :

- protection principale de distance (relais de distance) : Il se compose de plusieurs étapes pour faire fonctionner
- protection différentielle (relais différentielle) : Utilisé dans le cas d'un des câbles souterrain ou avec des lignes courtes.

#### Protection principale de distance

Un relais distant comme son nom l'indique, à la capacité de détecter une panne à une Distance prédéfinie sur une ligne de transport ou un câble d'alimentation depuis son Emplacement. Chaque ligne électrique à une résistance et une réactance par kilomètre en fonction de sa construction ; ainsi son impédance totale sera une fonction de sa longueur ou de sa distance. Un relais distant observe donc le courant et la tension et compare ces deux quantités en s'appuyant sur la loi d'Ohm.

#### Protection différentielle des lignes

L'idée de fonctionnement du relais différentiels des lignes s'appuie sur la loi de Kirchhoff du courant et elle n'a pas besoin de circuits secondaire dans son fonctionnement et cela on le

nomme protection du courant. Le système de protection des lignes contient un appareil sur chaque côté de la ligne qu'on veut le protéger à condition qu'il ait un moyen pour transmettre le signal entre les deux appareils comme câble pilote - « pilote wires » ou les fibres optique « optical fibers » ou n'importe quel autre moyen de communication ; dans le cas de défaut le relais va transmettre signal de déclenchement du disjoncteur de deux côtés.

### 1.13.4 Protection des départs HTA

#### Protection contre les défauts entre phases

La protection contre les défauts entre phases est assurée par deux relais à maximum d'intensité, sensibles aux courants de deux phases La protection contre les défauts polyphasés sera [1] :

- à deux seuils de réglage
- de temporisation à temps constant.

#### Principe de réglage en intensité des relais de courant de phases

Les relais doivent être réglés à une valeur inférieure au plus petit courant de défaut susceptible de se manifester entre phases. Ce courant est celui qui résulte d'un défaut biphasé à l'extrémité du réseau lorsque la puissance de court-circuit des transformateurs d'alimentation est la plus faible

#### Fonctionnement et sélectivité

La sélectivité vise à isoler le plus rapidement possible la partie de réseau affectée par un défaut, et uniquement cette partie, en laissant sous tension toutes les parties saines de sous réseau. En effet, pour éviter les déclenchements intempestifs des protections en amont, les temporisations respectives doivent permettre aux relais de retomber avant qu'elles ne donnent l'ordre de déclenchement.

- Les départs HTA possèdent une temporisation de déclenchement élevée ;
- Les départs HTA sont susceptibles d'être foudroyés (il faut considérer alors qu'un, deux, trois ou quatre départs peuvent être atteints presque simultanément).

Pour éviter le déclenchement de l'arrivée dû à un cumul de temporisation créée par une succession de deux défauts sur deux départs différents, il est nécessaire de régler la temporisation de déclenchement de l'arrivée à 2 fois la temporisation de déclenchement des départs, augmentée de l'intervalle de sélectivité.



## Protection contre les défauts entre phases et terre

Appeler aussi protection Ampérométrie à temps constant.

La détection des défauts à la terre doit s'effectuer au niveau de chaque départ MT à l'aide d'un relais à maximum de courant résiduel. Ce relais est sensible en cas de défaut à la terre au de la composante homopolaire du courant de défaut.

Le relais est, en général, monté sur le neutre de l'étoile formée par les secondaires des trois transformateurs de courant du départ. 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 sont :

- Deux TC de phase pour la protection à maximum de courant.
- Un transformateur de type tore pour la protection homopolaire.

Le relais de courant homopolaire doit être réglé une valeur qui dépend :

- Du courant résiduel ( $I_0$ ) sur les départs sains,
- Du courant résiduel ( $I_n$ ) au secondaire des T.C.

Il sera nécessaire de mesurer le courant résiduel ( $I_0$ ) sur les départs sains ou de le calculer sur la base de la capacité homopolaire.

Pour ce qui concerne le courant résiduel ( $I_n$ ) au secondaire des transformateurs de courant il faut souligner que cette valeur est négligeable dans le cas d'emploi d'un transformateur du type tore.

## Protection ampèremétrique à deux seuils homopolaires à temps constant

La détection des défauts de faible intensité nécessite le recours au chercheur de terre et impose de nombreuses coupures de faibles durées des départs sains.

La protection ampèremétrique à deux seuils homopolaires permet d'améliorer la détection de ces défauts, et limite donc le recours au chercheur de terre.

## Protection ampèremétrique à temps dépendant

Son fonctionnement repose sur l'hypothèse que le courant résiduel circulant dans le départ en défaut est plus élevé que le courant résiduel circulant dans chacun des départs sains, et qu'ainsi le départ en défaut déclenchera avant que les protections des départs sains n'aient eu le temps de fonctionner. Cette hypothèse est vérifiée sur un réseau dont le neutre est mis à la terre par résistance.

### 1.13.5 Protection des lignes HTA contre les surcharges

#### Parafoudre

Ce sont des appareils de protection contre les surtensions dues à la foudre directe ou indirecte. Ils ont pour le rôle de limiter en écoulant à la terre le courant de foudre, ils doivent donc : S'amorcer pour une tension déterminée (la tension d'amorçage) ; Limiter la surtension a une valeur qui ne soit pas dangereuse, pour le matériel a protégé (écrêtage) ; Couper le courant d'écoulement à la terre, dès que la tension est réduite une valeur proche de la tension nominale de réseau.

#### Éclateurs

Les éclateurs sont destinés à protéger les lignes et des appareils (transformateur) ,Pour les éclateur protection sont placer sur la chaine d'isolateur des conducteur de ligne, a pour rôle de protection du aux court-circuit , il sont aussi placer pré des parafoudre pour protéger les transformateur, Et pour l'éclateur propre aux appareils (transformateur) en un rôle protection de transformateur du a la surcharge du a la Foudre

### 1.13.6 Protection des jeux de barres

Les jeux de barres sont rarement le siège de défauts à cause de leurs petites longueurs et leurs petits diamètres, mais il est nécessaire de prévoir leurs éliminations le plus rapidement possibles car ils peuvent engendrer des dégâts importants, comme ils peuvent déstabiliser une partie ou tout le réseau. La protection des jeux de barres peut être effectuée par une protection différentielle, comme elle peut être effectuée par une protection de masse [16].

#### Protection différentielle de jeu de barres

C'est la protection la plus utilisée pour protéger les jeux de barres car elle est très rapide et Sélective. Elle est la plus efficace pour garantir l'élimination sûre de tout défaut sur le jeu de Barres. Son principe repose sur la comparaison entre le courant arrivant de la source et la somme des courants sortant par les départs. On dit que le jeu de barres est sain si la différence des courants est nulle, dans le cas contraire, il existe un défaut et l'appareil de coupure associé se déclenche [15].

### 1.13.7 Protection d'un transformateur

Le transformateur est un élément particulièrement important d'un réseau. Il est nécessaire de le protéger efficacement contre tous les défauts susceptibles de l'endommager (surcharge, court-circuit, défaut à la masse) qu'ils soient internes ou externes [27].

## Surcharge

La surintensité de longue durée peut être détectée par une protection à maximum de courant phase temporisée à temps indépendant ou à temps inverse, sélective avec les protections secondaires (chronométrique). On surveille la température du diélectrique pour les transformateurs à isolation liquide ou température des enroulements pour les transformateurs secs.

On utilise une protection à image thermique pour surveiller avec une meilleure sensibilité l'élévation de température : l'échauffement est déterminé par simulation du dégagement de chaleur fonction du courant et de l'inertie thermique du transformateur. Pour les transformateurs MT/BT, une surcharge peut être détectée côté basse tension par le déclencheur long retard du disjoncteur BT principal.

## Court-circuit

On peut utiliser plusieurs protections contre ce type de défaut :

- Pour les transformateurs dans l'huile, des dispositifs sensibles au dégagement de gaz et au déplacement d'huile, provoqués par un court-circuit entre spires d'une même phase ou un court-circuit entre phases :  
Relais de Buchholz pour le transformateur HT/HT de type respirant. Détecteurs de gaz et de pression pour les transformateurs HT/BT de type étanché.
- La protection différentielle de transformateur qui assure une protection rapide contre les défauts entre phases. Elle est sensible et elle s'utilise pour les transformateurs vitaux de forte puissance.
- Une protection à maximum de courant phase instantanée associée au disjoncteur situé au primaire du transformateur assure la protection court-circuit violents au primaire. Le seuil de courant est réglé à une valeur supérieure au courant du ou d'un court-circuit au secondaire : la sélectivité ampérométrique est ainsi assurée.
- Un fusible HT peut assurer la protection des transformateurs de petite puissance

## Défauts à la masse

- protection de masse cuve est constituée par un relais à maximum de courant, alimenté par un TC du genre tore dont le primaire est une jonction visible et continue entre la cuve de transformateur et le réseau de terre
- Protection de terre à maximum de courant située sur le réseau amont pour le défaut masse affectant le primaire de transformateur.
- Protection de terre à maximum de courant située sur l'arrivée du tableau alimenté, si la terre du neutre du réseau aval est réalisée sur le jeu de barres.

## Défauts interne

Un défaut interne au transformateur est, le plus souvent un défaut entre spire d'un même enroulement. L'arc de défaut dégrade ou détruit le bobinage, et dans le cas de transformateur immergé à huile, provoque l'émission de gaz de décomposition. Un transformateur immergé mal protégé, peut détruire partiellement la cuve, qui laissera de l'huile enflammée, les transformateurs de type sec enrobe évitent ce type de risque, la protection contre les défauts internes dépend du type de transformateur :

- Transformateur immergé avec respirant ou avec conservateur : pour ce type de transformateur, un relais buchholz permet de détecter une faible accumulation de gaz ou une entrée d'air du fait d'une baisse de liquide par une fuite de réservoir. Il comporte un premier niveau d'alarme et un second niveau qui provoque l'ouverture immédiate de la protection amont (disjoncteur ou combine interrupteur-fusible). Une détection spécifique provoque également cette ouverture immédiate en cas de brusque montée du niveau d'huile dans le tuyau reliant la cuve au réservoir d'expansion, résultant d'un rapide dégagement gazeux du à un arc ou un courant de court-circuit. Ce type de relais est souvent remplacé par un relais type DGPT (détection gaz, pression, température) adapté pour être utilisé en buchholz.
- Transformateur immergé à remplissage total (ERT) : pour ce type de transformateur, le buchholz est inadapté et remplacé par le relais de protection amont (disjoncteur ou combine interrupteur-fusible), le seuil de température déclenche la protection amont ou disjoncteur aval BT.
- Transformateur de type sec enrobe : ce type de transformateur utilise des isolants secs, qui assurent le refroidissement par l'air ambiant sans liquide intermédiaire et ont, pour certains des qualités intrinsèques de comportement au feu élevées. Ils sont de ce fait utilisés, voire imposés, par la législation locale dans certaines installations pour des raisons de sécurité. Pour ce type de transformateur la protection interne est assurée par une surveillance (sondes) de température.

### Fonction de relais buchholz

- Détecte un flux d'huile de la cuve vers le conservateur Signale une formation de gaz
- Déclencher le transformateur en cas de formation de gaz importante

### Protection contre la surtension

Le rôle des parafoudres et des éclateurs de protection est de protéger le transformateur contre les surtensions excessives dont l'origine peut être :

- Soit les manœuvres des disjoncteurs dans des circonstances particulières
- Soit les coups de foudre en ligne
- Soit un défaut d'isolement en ligne...etc.

Les parafoudres doivent être choisis, ou l'écartement des éclateurs règle, de façon telle que la tension maximale qui atteint le transformateur soit au plus, égale à 80 Leur efficacité n'est garantie que s'ils sont placés à proximité immédiate du transformateur à protéger.

### **Protection de masse**

Dans le cas d'une installation électrique avec neutre mis à la terre, un relais est utilisé pour la détection des défauts à la terre. Ce dernier est alimenté par un transformateur de courant Inséré dans la liaison de terre. Dans le cas d'un défaut d'isolement, le relais le détecte et ordonne le déclenchement de la protection associée.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre

Nous avons commencé par présenter quelques caractéristiques des systèmes électriques, et nous avons aussi donné l'architecture, la topologie et l'évolution des réseaux électrique.

Par la suite nous avons expliqué qu'est-ce que c'est qu'un réseau électrique ainsi que son fonctionnement, les différents réseaux, les différents postes existant, le mode d'exploitation, l'équipements et inconvénients.

# Chapitre 2

## Les défauts dans les réseaux électriques

### Introduction

Les défauts dans les réseaux électriques sont dues à plusieurs facteurs tel que Rupture de conducteurs, Coup de foudre, Contact intempestif, Claquage d'isolant, Fausse manœuvre etc. Ces courts circuits sont caractérisés par leur forme, durée et intensité, leurs effets néfastes sont à craindre, surtout sur les réseaux électriques THT sur lesquels débitent des groupes générateurs de forte puissance. Les court-circuits, surtout polyphasés et proches des centrales de production, entraînent une rupture de l'équilibre, s'ils ne sont pas éliminés rapidement, ils peuvent conduire à la perte de stabilité de groupes générateurs et à des fonctionnements hors synchronisme. Des temps d'élimination du court-circuit de l'ordre de 100 à 150 ms sont généralement considérés comme des valeurs à ne pas dépasser sur les réseaux électriques THT [28]. C'est ce que l'on va présenter dans ce chapitre.

### 2.1 Origines des défauts dans un réseau électrique

Les défauts dans un réseau électrique peuvent avoir différentes origines [23] :

- **Mécanique** (une rupture de conducteurs ou une liaison électrique accidentelle entre deux condensateurs par un corps étranger) ;
- **Electrique** (une dégradation de l'isolement entre phases ou entre une phase et la masse ou la terre, ou bien suite à des surtensions à cause de manœuvres ou coups de foudre) , dans nous cas nous allons nous intéresser aux origines défauts électriques.
- **Humaine**, par exemple la mise à la terre d'une phase, un couplage entre deux sources de tension différentes, des phases différentes ou bien la fermeture par erreur d'un appareil de coupure.

### 2.1.1 Origines d'un défaut de court-circuit

Selon la nature du réseau électrique, on cite les origines des défauts de court-circuit comme suit :

Pour les lignes aériennes, sont en particulier les perturbations atmosphériques (foudre, tempêtes, ... etc.) qui peuvent enclencher un défaut de court-circuit. Aussi les défauts d'isolement et les agressions mécaniques peuvent conduire à un CC (court-circuit).

Pour les câbles souterrains, sont les agressions extérieures, engins mécaniques de terrassement par exemple, qui entraînent des défauts de CC.

Le matériel du réseau et des postes peuvent être aussi le siège d'un défaut de court-circuit. Ce matériel comporte des isolants placés entre pièces sous tensions et masses. Alors, les isolants subissent des dégradations conduisant à des défauts

#### Caractéristiques

Plusieurs types de court-circuit (Figure II.1) peuvent se produire dans un réseau électrique :

##### **Court-circuit monophasé**

Il correspond à un défaut entre une phase et la terre, c'est le plus fréquent.

##### **Court-circuit triphasé**

Il correspond à la réunion des trois phases, c'est le courant de CC le plus élevé.

##### **Court-circuit biphasé isolé**

Il correspond à un défaut entre deux phases. Le courant résultant est plus faible que dans le cas du défaut triphasé, sauf lorsqu'il se situe à proximité immédiate d'un générateur.

##### **Court-circuit biphasé terre**

Il correspond à un défaut entre deux phases et la terre. Outre ces caractéristiques, les court-circuits peuvent être [17] :

- + Monophasés : 80 % des cas,
- + Biphasés : 15 % des cas. Ces défauts dégénèrent souvent en défauts triphasés,
- + Triphasés : 5 % seulement dès l'origine [17].

Les causes susceptibles de produire un courant de court-circuit sont

- \* Rupture de conducteurs
- \* Coup de foudre
- \* Contact intempestif
- \* Claquage d'isolant
- \* Fausse manœuvre

Les Conséquences engendrées par un courant de court-circuit sont :

- \* Surintensité
- \* Chute de tension
- \* Déséquilibre
- \* Echauffement
- \* Chute de fréquence
- \* Perte de synchronisme

Cette Figure 2.1 illustre les différentes caractéristiques des défauts de court-circuit

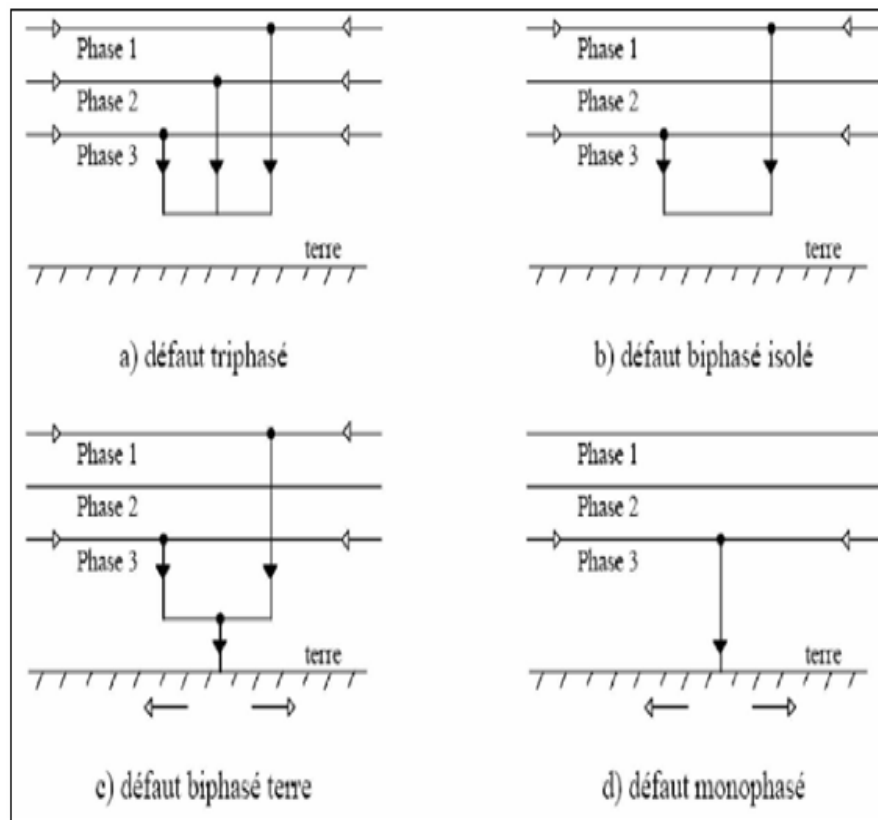


FIGURE 2.1 – *Différents types de court-circuit.*

### 2.1.2 Surcharges

Elles se produisent lorsque les appareils installés sont trop puissants pour les lignes d'alimentation ou quand le travail demandé aux machines est exagéré, ce qui conduit à un courant de



surcharge maintenu et ce dernier peut provoquer un échauffement anormal pouvant entraîner la détérioration des installations.

### Cause

- Court-circuit ;
- Couplages difficiles (fermeture de longues boucles d'interconnexion) ;
- Pointes de consommation ou de transit d'énergie ;
- Report de charge suite à la coupure d'une liaison en parallèle.

### Conséquences

- Surcharges violentes mais brèves ;
- Surcharges faibles mais durables. [3]

## 2.1.3 Surtensions

Il existe deux classes des surtensions :

### □ Surtensions par décharges électriques atmosphériques

Les orages sont des événements très habituels, et aussi très dangereux. On estime que sur notre planète se produisent simultanément quelques 2000 orages et qu'environ 100 coups de foudre se déchargent sur la terre chaque seconde. Au total, cela représente environ 4000 orages quotidiens et 9 millions de décharges atmosphériques chaque jour. Au moment de l'impact, la foudre provoque une impulsion de courant qui arrive à atteindre des dizaines de milliers d'ampères. Cette décharge génère une surtension dans le système électrique qui peut provoquer des incendies et la destruction des équipements électriques.

### □ Surtensions de commutation

Ces surtensions sont générées dans les lignes électriques, principalement en raison des commutations de machines de grande puissance. Les moteurs électriques sont des charges très inductives dont la connexion et le débranchement provoque des surtensions. Il existe de même d'autres processus capables de les produire, comme par exemple l'allumage et l'extinction de la soudure à l'arc. [17]

## 2.1.4 Oscillations

Les oscillations de la tension et du courant sont dues aux variations plus ou moins rapides de la charge qui agit directement sur la vitesse de rotations (ou fréquence) des machines de Production d'électricité.

Les oscillations sont directement liées à la mécanique des machines électriques. C'est la raison pour laquelle on les appelle phénomènes transitoires électromécaniques.

### 2.1.5 Déséquilibres

Les déséquilibres sont généralement dus à la mauvaise répartition des charges sur les trois phases, Ils apparaissent surtout dans les réseaux de distribution.

Les déséquilibres donnent naissance à la composante inverse de courant, Cette composante inverse de courant provoque :

- Des chutes de tension supplémentaires.
- Des pertes de puissance.
- Des échauffements.

### 2.1.6 Défauts qui peuvent affecter le transformateur

Les principaux défauts qui peuvent affecter un transformateur sont :

- **Surcharge** La surcharge peut être due à l'augmentation du nombre de charges alimentées simultanément ou à l'augmentation de la puissance absorbée par une ou plusieurs charges elle se traduit par une surintensité de longue durée qui provoque une élévation de température préjudiciable à la tenue des isolants, et a la longévité du transformateur.
- **Court-circuit** Le court-circuit peut être interne au transformateur ou externe
  - **Interne** : il s'agit d'un défaut entre conducteur entre conducteur de phases différentes ou d'un défaut entre spires du même enroulement. L'arc de défauts dégrade le bobinage du transformateur et peut entraîner un incendie. Dans un transformateur à huile, L'arc provoque l'émission de gaz de décomposition ; Si le défaut est faible, il y a un petit dégagement gazeux, et l'accumulation de gaz devient dangereuse. Un court-circuit violent provoque des dégâts très importants qui peuvent détruire le bobinage, mas aussi la cuve en répandant enflammée.
  - **Externe** : il s'agit d'un défaut entre phase dans les liaisons en aval. Le courant de court-circuit aval provoque dans le transformateur de l'effort électrodynamique, susceptibles d'affecter mécaniquement les bobinages et d'évaluation ensuite sous forme de défaut interne.
- **Défaut de masse cuve** Le défaut a la masse est un défaut interne. Il peut se produire entre bobinage et cuve ou entre bobinage et noyau magnétique. Pour un transformateur a huile, il provoque un dégagement gazeux, comme le court-circuit interne, il peut entraîner la destruction du transformateur et l'incendie.

### 2.1.7 Effets de la foudre

- Effets thermiques : Fusion d'éléments au point d'impact ( $30000^{\circ}\text{C}$ ) et risque d'incendie du à la circulation d'un courant important.
- Effets électrodynamiques : Lorsque les courants de la foudre circulent dans des conducteurs parallèles, la force magnétique qui en Résulte (attraction et répulsion) peut entraîner des déformations mécaniques et même des ruptures.
- Surtensions directes : L'impact direct sur une ligne électrique ou téléphonique, génère une onde de tension qui se propage. Cette onde, qui est amortie par l'effet couronne et la longueur de la ligne, est coupée soit par l'isolateur à cornes soit par les moyens de protection au poste. Comme le courant de la foudre est rarement Inférieur à  $10\text{kA}$ , et que l'impédance caractéristique d'une ligne aérienne est environ  $300\Omega$ , l'onde de tension atteindra  $1500\text{kV}$  [9].

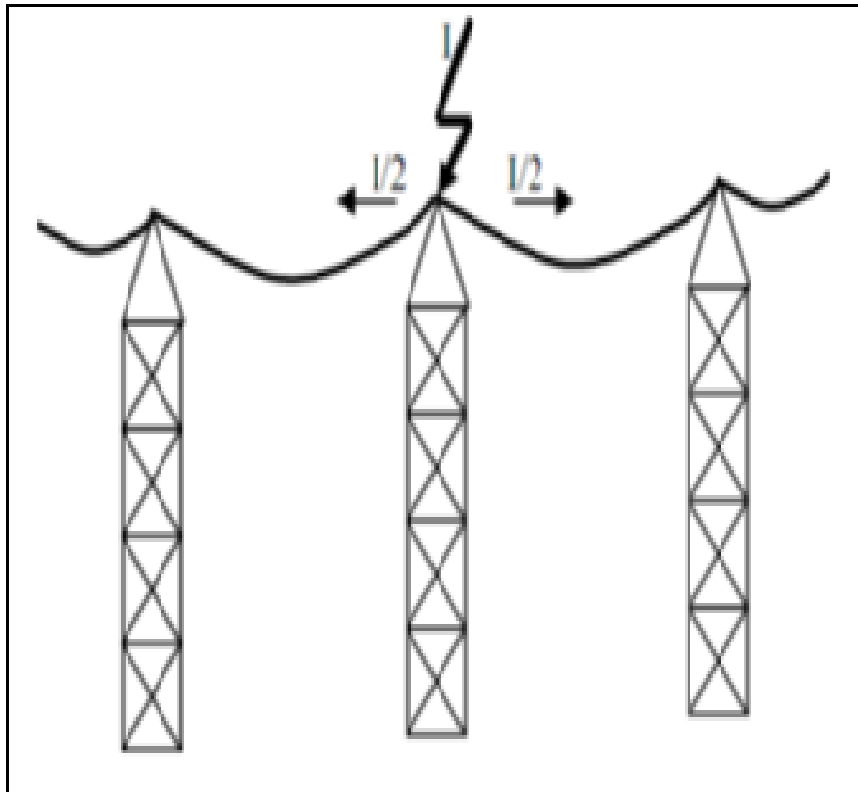


FIGURE 2.2 – *Surtensions directes.*

- Surtensions induites (indirectes) : Si la foudre tombe à proximité de la ligne, le courant provoque une variation extrêmement rapide du champ électromagnétique.

A cause des ondes électromagnétiques générées par la foudre, des surtensions Sont induites dans des conducteurs situés loin du point d'impact. Ses effets se font sentir à plusieurs Centaines de mètres, voire plusieurs kilomètres.

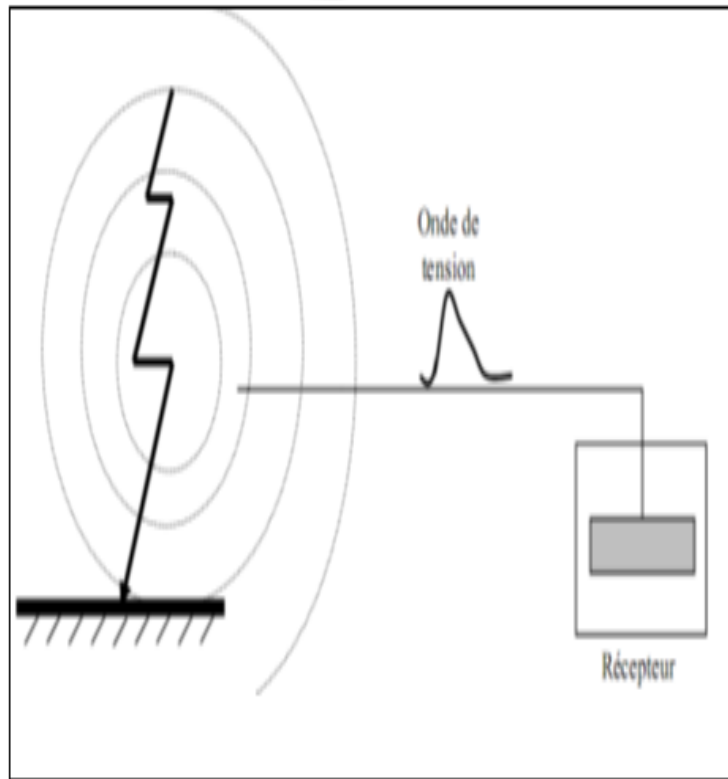


FIGURE 2.3 – *Surtensions indirectes.*

Les ondes induites sur la ligne sont similaires en forme et en amplitude à celles obtenues par choc de foudre direct. Leur caractéristique principale est leur front très raide (de l'ordre de la microseconde), et leur amortissement très rapide. Ce rayonnement est d'autant plus important que le front de montée est raide (20 à 100 kA/Q s). Un coup de foudre tombant à proximité d'une ligne développe un champ d'induction magnétique suffisamment important pour y créer une surtension induite..

## 2.2 Défaut à proximité des alternateurs

Au moment du court-circuit, la tension aux bornes de l'alternateur diminue brusquement d'où variation du flux à l'intérieur de la machine. La machine lors du court-circuit subit trois phénomènes [22] :

- Subtransitoire intervenant pendant les 10 à 20 premières millisecondes du défaut ;
- Transitoire pouvant se prolonger jusqu'à 500 millisecondes ;
- Permanent ou synchrone pour laquelle la réactance de la machine est  $X_d$ . [22]

## Conclusion

Dans ce chapitre nous avons effectué une analyse complète des anomalies susceptibles de se produire, et nous avons cité les divers défauts et leur conséquences sur le réseau électrique.

# Chapitre 3

## Dimensionnement et choix des protections des installations électrique de Cevital

### Introduction

L'apparition et la propagation d'un défaut dans un réseau électrique engendre des effets néfastes sur ce dernier. Lorsqu'un défaut apparaît sur un réseau électrique, plusieurs organes de protection situés dans différentes zones du réseau peuvent détecter simultanément cette anomalie. Leur système sélectif vise à isoler le plus rapidement possible la partie du réseau affecté par le défaut et uniquement cette partie, en laissant sous tension les parties saines de ce réseau.

Dans ce chapitre, il nous a paru nécessaire de donner assez d'informations sur les Différents éléments qui composent un système de protection moyenne tension. Ces éléments sont très importants, très sensibles et doivent être bien choisis et bien réglés afin d'assurer une protection efficace contre les différents types des défauts qui peuvent survenir sur le réseau électrique

### 3.1 Description du réseau MT du complexe Cevital

#### 3.1.1 Généralités

Actuellement, le complexe Cevital est alimente par la ligne 60kv, depuis la centrale de Dargina, située 50km environ –bougie 2 et une liaison câble bougie 2-bougie 1 spécialement pour l'alimentation de l'entreprise Cevital.

La ligne 30kv, bien que toujours en place a été déconnectée et reste hors tension.

Elle comprend essentiellement les éléments suivants :

\* Un poste 60kv a un jeu de barres et trois travées, soit :

- + Une travée arrivée ligne 60kv ;
- + Une travée transformateur T01 60/30kv de 25MVA ;
- + Une travée transformateur T02 60/30kv de 25 MVA ;
- \* Un tableau 30kv en deux demi-jeux de barres .chaque transformateur 60/30kv alimente un jeu de barres 30kv. Si un transformateur est indisponible, le deuxième est en mesure d'alimenter seul, toute l'usine en fermant le couplage des deux jeux de barres ; les divers consommateurs sont alimentés par des départs issus de ces tableaux
- \* Source de secours (central groupe diesel)
- \* Les différents tableaux d'alimentation des unités du complexe.

### 3.1.2 Alimentation principale du complexe

Le complexe industriel Cevital est alimenté par le réseau SONELGAZ, il a subi, au cours du temps, certaines modifications. Au début il était alimenté par une ligne de 30kv par suite de l'extension qu'a connue le complexe, les responsables de la société ont été amenés à souscrire une nouvelle ligne 60kv.

#### Post 30 KV

Au début l'alimentation en énergie électrique du complexe était assurée par une ligne électrique spécialisée 30kv à partir du poste de transformation 60/30KV SONELGAZ Bougie1, située à une distance de 1500m environ.

La tâche principale de la ligne 30KV (la cellule F34) consiste à l'alimentation en énergie électrique des parties suivantes :

- Conditionnement d'huile par la cellule F34 ;
- La S/Station raffinerie d'huile par la cellule F32 ;
- La S/Station bouchon par cellule F34 ;
- La S/Station margarine par cellule F32.

#### Post 60KV

Une liaison par câble 60KV a été mise en place entre le complexe Cevital et le poste 60/30KV SONELGAZ bougie (cité Tobbal) .pour alimenter cette liaison, SONELGAZ a réservé :

- \* Ligne Darguina-Bougie 2(BirSlam) ;
- \* Jeu de barres 60kv au poste Bougie 2 ;

- \* Liaison câble 60KV entre Bougie 2 et Bougie 1.

La ligne 60KV Darguina-bougie 2 est une ancienne ligne 30KV qui a été transformée en 60KV par adjonction de chaines d'isolateurs, cependant elle reste très vulnérable et la section des conducteurs limite la puissance transitée.

La tâche principale de la ligne 60kv est l'alimentation du complexe par :

#### □ **Le jeu de barres 30KV N 01**

- + Le conditionnement du sucre 01 par la cellule F02 ;
- + Le conditionnement du sucre 02 par la cellule F03 ;
- + Le conditionnement du sucre03 par la cellule F04 ;
- + Alimentation des auxiliaires par cellule F01.

#### □ **Le jeu de barres 30KV N002**

- + La cellule F9 qui est connecté à l'ancien poste de livraison (poste 30KV) ;
- + Zone énergie (raffinage, chaufferie) par la cellule F11 ;
- + Silos par la cellule F12 ;
- + Alimentation des auxiliaires par la cellule F11 ;
- + Silos par la cellule F12 ;
- + Alimentation des auxiliaires par la cellule F13.

## **3.2 Description des équipements électriques**

### **3.2.1 Description du poste 60 kV**

#### **Travée arrivée ligne 60 kV**

: elle comprend (FIG 3.1) [6]

- \* Un sectionneur de mise à la terre de ligne (Q90) ;
- \* Un sectionneur tête de ligne (Q90) ;
- \* Un circuit bouchon (F20) ;
- \* Un condensateur de découplage (F30) ;
- \* Un jeu de parafoudres(F10) ;



- \* Trois transformateurs de tension (T10)
- \* Trois transformateurs de courant (T30)600/5+5A. (30VA C1 0.2 pour le Comptage et 15VA 5P15 pour la protection);
- \* Un sectionneur de mise à la terre de travée (Q80);
- \* Un disjoncteur débrochable 1250A (Q01) et son système de débrochage (Q10);
- \* Un Premier comptage type SL7000 d'ACTARIS d'énergie active et réactive
- \* Reçue électronique avec mesure les quatre quadrants;
- \* Un deuxième comptage type SL7000 d'ACTARIS d'énergie active et réactive
- \* Reçue électronique avec mesure sur les quatre quadrants;
- \* Un Relie de protection SEP AM L61 assurant les fonctions suivantes :
  - 50BF Refus disjoncteur ;
  - 50/51 Maximum de courant de phase à deux jeux de réglage ;
  - 50N/51N Maximum de courant de terre à deux jeux de réglage ;
  - 86 fonctions s'arrêt ;
  - 27-59 minimum et maximum de tension.
- \* Un Relais SEP AM S20 assurant les fonctions suivantes :
  - 50/51 Maximum de courant de phase à deux jeux de réglage ;
  - 50N/51N maximum de courant de terre a deux jeux de réglage.
  - Une protection différentielle de ligne assurant la fonction de protection principale
  - Installée par SONELGAZ .La liaison inter-postes est assurée par une liaison à fibre optique.

### **Jeu de barres 60kV**

Il est caractérisé par une intensité nominale de 1250A, 25kA/1s. Il ne comporte aucun Appareil.

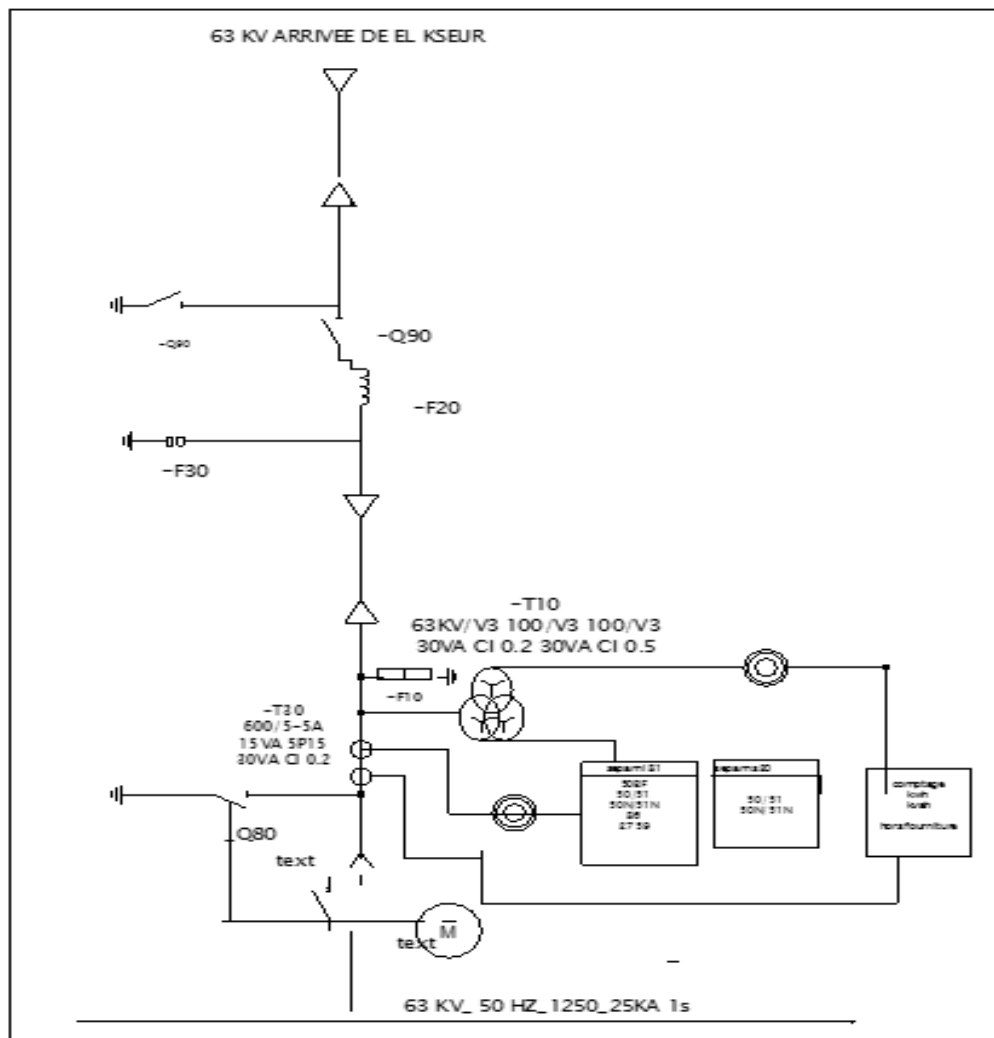


FIGURE 3.1 – Schéma unifilaire travée ligne 60 kV.

### Travée 60kv transformateur T01 60/30kV, 25MVA Comprenant

- \* Un disjoncteur 60kv ,1250A debrochable (Q03) ;
- \* Trois transformateurs de courant (T32) 300/5+5A 15 VA 5P20 pour la protection différentielle ,15V A 5P15 pour les autres protections ;
- \* Un transformateur 60/30kV(T01) de caractéristiques suivantes :
- \* Puissances ONAN/ONAF 20/25MVA ;
- \* Tension nominales 63/31.5kv ;
- \* Plage de réglage en charge +ou -  $8 \times 1.5\%$  ;
- \* Tension de court-circuit 11% ;

- \* Indice de couplage YNyn0.
- \* Un sectionneur de neutre 60kV(Q82);
- \* Un Tore de mesure de courant de neutre 60kv;
- \* Une résistance de mise à la terre du neutre 30kv (ROL) 300A/5s;
- \* Un Tore de mesure du courant à la terre du neutre 30kv;
- \* Une mise à la terre de la cuve du transformateur via un tore de mesure de courant de fuite;
- \* Un SEPAM D21 assurant la fonction 87T protections différentielles transformatrices;
- \* Un SEPAM T66 assurant les fonctions suivantes :
  - 50BF Refus disjoncteur;
  - 50/51 Max d'intensité de phase à deux jeux de réglage (seuil et temps);
  - 50N/51N max d'intensité de terre à deux de réglage (seuil et temps);
  - 86 fonctions d'Arrêt;
  - 74 Niveau bas d'huile;
  - 49 protections de température (alarme et déclenchement);
  - 94 protection de surpression cuve;
  - Protection de masse cuve;

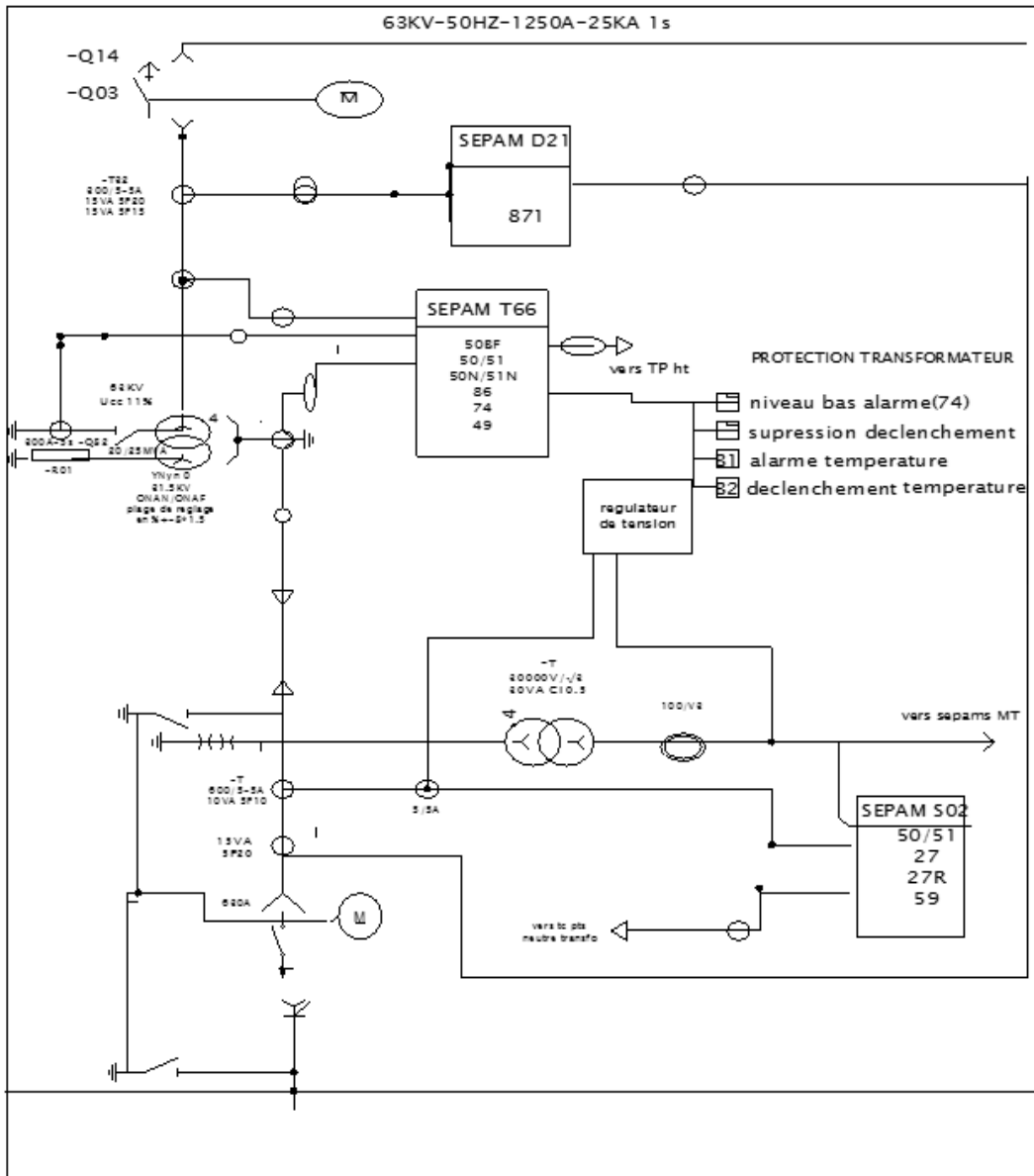


FIGURE 3.2 – Schéma unifilaire d'une travée transformateur 60/30.

### 3.2.2 Trois cellules F02 (sucre 1), F03 (sucre2), F04 (sucre3)

Équipées comme suit (FIG 3.3) :

- \* Sectionneur de barre 630A ;
- \* Sectionneur de terre ;
- \* Disjoncteur 630A ;
- \* Trois transformateurs de courant 200-400/5+5A, (2.5-5VA 5P20 pour la protection et 7.5-15VA inutilisé) ;

- \* Un sectionneur de terre de têtes de câbles ;
- \* Un diviseur capacitif pour indications présence de tension ;
- \* Un tore de mesure de courant homopolaire dans le câble ;
- \* Un relais SEPAM T29 assurant les fonctions suivantes ;
- \* 50/51 max courant de phase à deux jeux de réglage ;
- \* 50N/51N Max courant de terre a deux jeux de réglage ;
- \* 27 Minimum de tension de phase ;
- \* 27 R Minimum de tension résiduelle ;
- \* 49 images thermique température transformateur ;
- \* 59 Maximum de tension phase ;
- \* 38 températures transformatrices ;
- \* 39T température transformateur ; Ces trois départs alimentent chacun un transformateur 30 000/400V de puissance 3150KVA.

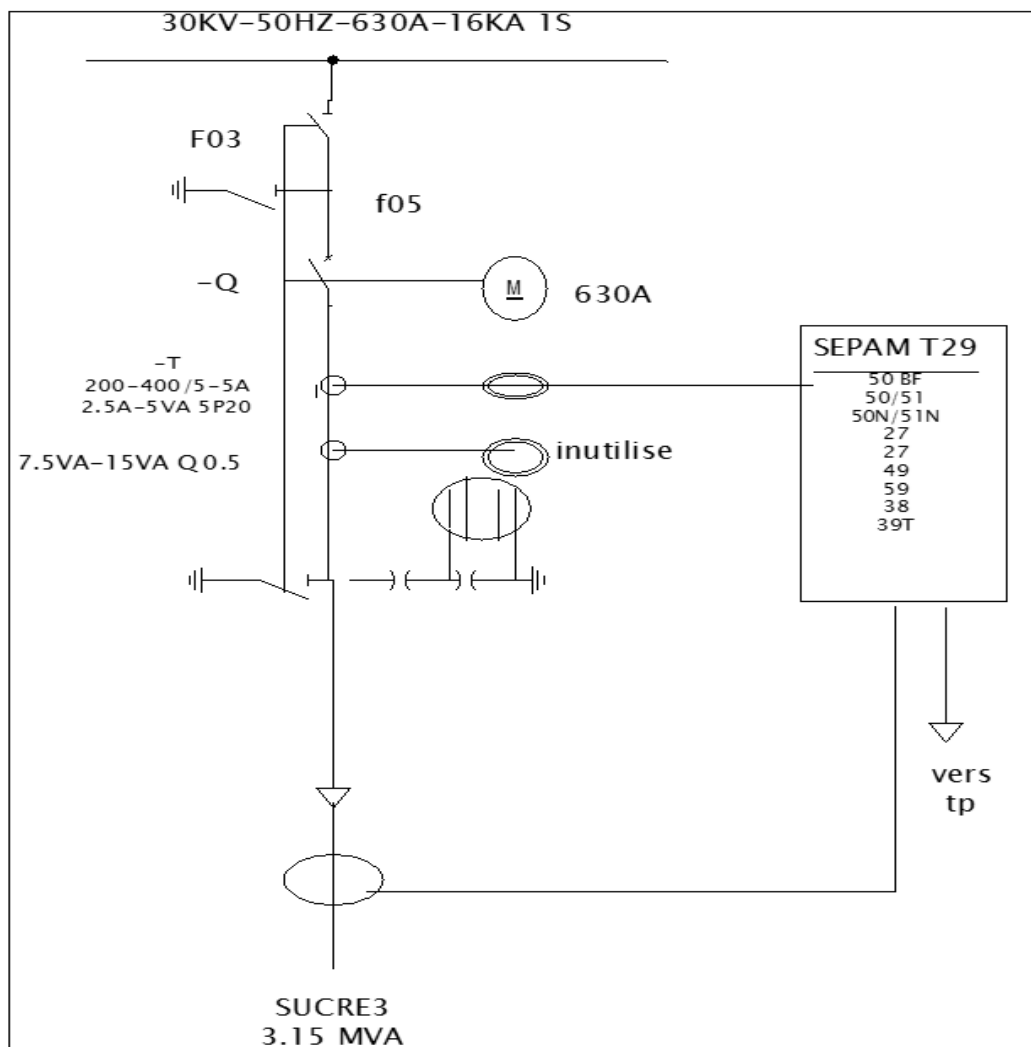


FIGURE 3.3 – Schéma unifilaire d'une cellule.

### 3.2.3 Description du Jeu de barres de distribution

Le tableau 30KV de répartition est divisé en deux parties par une cellule de couplage. Il est constitué de cellules 30KV Schneider Electric type SM6 36, ses caractéristiques sont [6] :

- \* Tension de service 30KV ;
- \* Tension d'isolement 36KV ;
- \* Courant nominal 630A ;
- \* Tenue thermique 16KA/1s.

Ce tableau est divisé en deux jeux de barres :

### Jeu de barres 30KV N001 :630A, 16KV/1s

Il comprend les sept cellules arrivées –départs suivantes :

#### Composition de la cellule MT

La cellule est du type “blindé” c’est à dire que les parties Moyenne tension sont Compartimentées par des cloisons métalliques reliées à la terre qui séparent entre eux (FIG 3.4) :

- \* **Jeu de barres** : le compartiment jeu de barres MT pour les liaisons électriques entre plusieurs cellules MT regroupées en tableaux ;
- \* **La Partie mobile** : déblocable (Disjoncteurs) ;
- \* **Raccordement MT** : le compartiment raccords aux câbles MT, souvent prévu pour recevoir les capteurs de mesure. Souvent un quatrième compartiment complète cet ensemble, il s’agit du compartiment contrôle (ou caisson BT) qui contient les unités de protection et de contrôle- commande.
- \* **Sectionneur de terre**, transformateurs de tension éventuels et transformateurs de courant

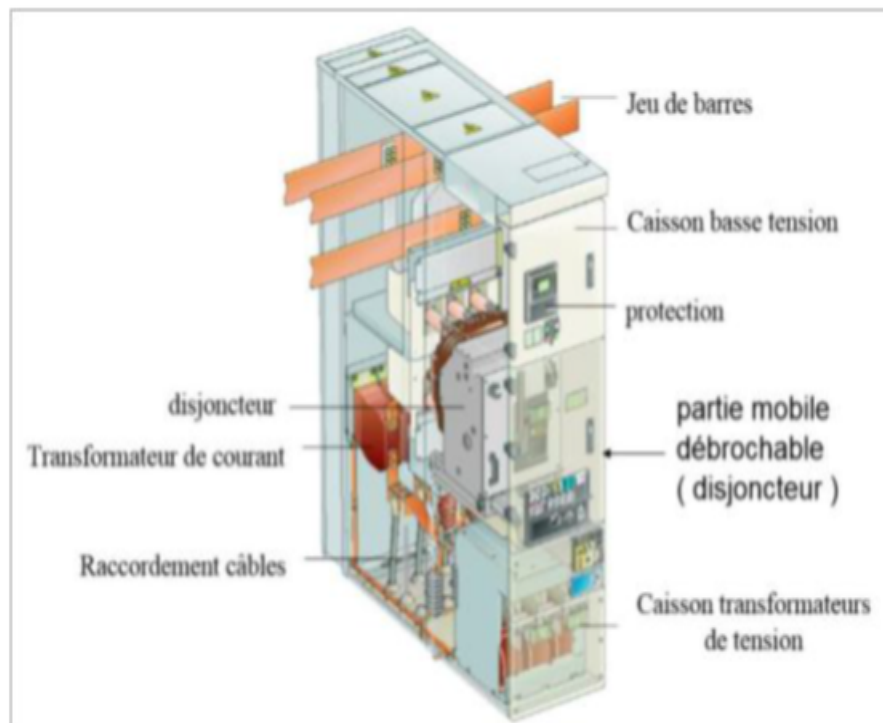


FIGURE 3.4 – Schéma d’une cellule MT.

### 3.2.4 Source de secours (centrale groupe diesel)

L'augmentation très rapide de la consommation de la ville de Bejaia et ses environs a entrainé la surcharge de ce post d'où une multiplication des incidents et pannes. Pour parer à ces multiples coupures et pannes qui perturbent le processus de production, Cevital s'est équipée d'une centrale groupe composée sept groupes électrogènes de puissance globale de 12.2MVA montés en parallèle et de sept transformateurs élévateurs de 400V/30KV.

#### A) Générateurs de la centrale Diesel (GD1 à GD7)

- *GD1, GD2, GD6, GD7*

Chaque générateur a les caractéristiques suivantes :

- Puissance nominale apparente :  $S_n = 2\text{MVA}$  ;
- Puissance nominale active :  $P_n = 1600\text{kW}$  ;
- Facteur de puissance :  $\cos \phi = 0.8$ .

- *GD3, GD4, GD5*

- Puissance nominale apparente :  $S_n = 2\text{MVA}$  ;
- Puissance nominale active :  $P_n = 1600\text{kW}$  ;
- Facteur de puissance :  $\cos \phi = 0.8$ .

#### B) Transformateurs de la centrale diesel

- *Transformateurs T1, T2, T6, T7*

Chacun a ces caractéristiques suivantes :

Puissance nominale, $S_n$	Tensions nominales, primaire /secondaire	Tension de court-circuit ( $U_{cc} \%$ )	Couplage
2MVA	400V / 30kV	7%	Dyn11

TABLE 3.1 – Caractéristiques des transformateurs T1, T2, T6, T7



- Transformateurs T3, T4, T5

Chacun a les caractéristiques suivantes :

Puissance nominale, $S_n$	Tensions nominales, primaire / secondaire	Tension de court-circuit ( $U_{cc}$ %)	Couplage
1.6MVA	400V / 30kV	6.5%	Dyn11

TABLE 3.2 – Caractéristiques des transformateurs T3, T4, T5

La figure ci-dessous représente schéma unifilaire d'une central diesel qui est adopté par le complexe cevital

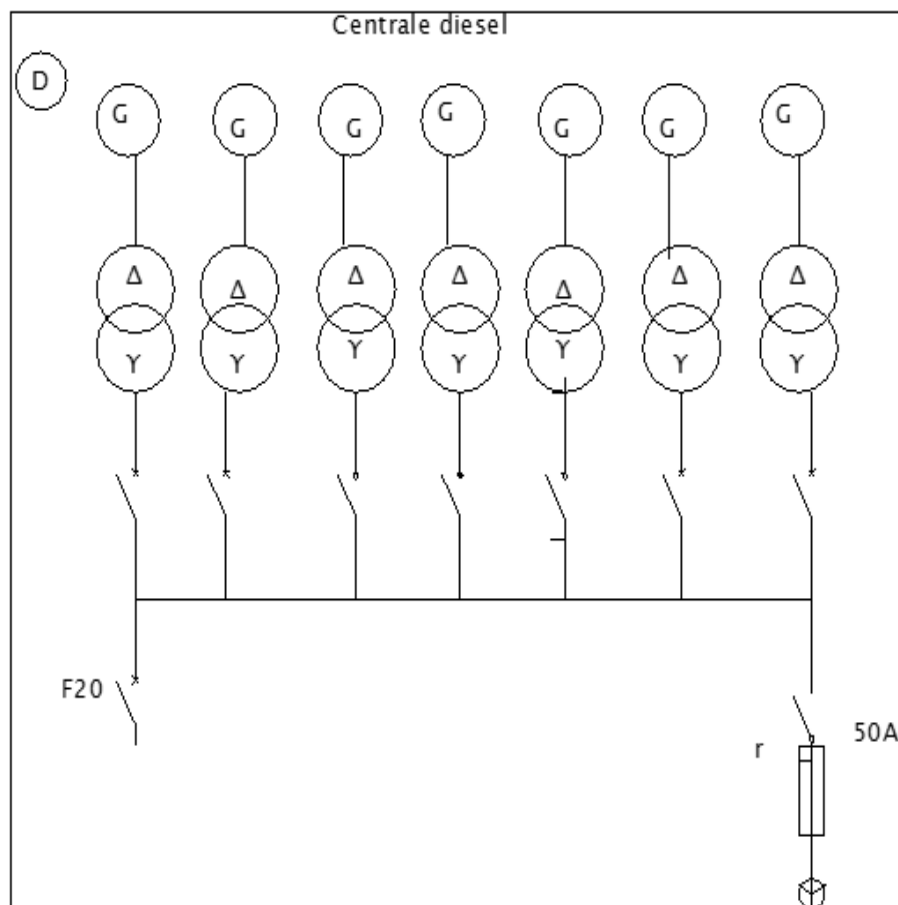


FIGURE 3.5 – Schéma unifilaire d'une central diesel.

### 3.2.5 réseau de cogénération

#### Nécessité du réseau de cogénération [7]

La demande supplémentaire exigée par l'extension du complexe (mise en service de la cellule F00) ne pouvant être satisfaite par le réseau SONELGAZ (PMD=10MW), cevital a opté pour une production autonome par des turbogénérateurs à vapeur, avec des turbines à contre pression utilisant la vapeur du processus, il a été procédé donc à l'achat et à l'installation de deux groupes blocs (turbine, alternateur, transformateur) de 32 MVA de puissance unitaire. Cette puissance installée étant largement supérieure au besoin du complexe (25MVA), cevital envisage de rétrocéder l'excédent au réseau SONELGAZ.

## Description de réseau cogénération

La cogénération est une technique qui permet d'obtenir à partir d'un seul combustible et dans une installation unique de la chaleur (vapeur) et de l'énergie mécanique, cette dernière étant convertie en électricité à travers d'alternateur.

**Générateurs du central thermique (cogénération) (G1 et G2)** La centrale comprend deux alternateurs de type JISALT 435 MEGA. L'alternateur JISALT 435 MEGA est une machine synchrone de type triphasé, à quatre pôles, à arbre horizontal et auto ventilée.

A) Caractéristiques des deux alternateurs ( Tab 3.3)

Puissance apparente $S_n$	31375 kVA
Puissance active $P_n$	25100 kW
Facteur de puissance $\cos \phi$	0.8
Vitesse	1500 tr / min
Survitesse	1800 tr / min pendent 2min
Tension nominal $U_n$	11 kV
Courant nominal $I_n$	1647 A
Fréquence $F$	50Hz
Indice de protection	IP54
Indice de refroidissement	IC 8A1W7
Mode d'excitation	tournante
Type d'excitation	ETAA

TABLE 3.3 – Caractéristiques des générateurs.

B) Transformateurs de la centrale thermique (Tr WEG N1 et Tr WEG N2)

Contient deux transformateurs identiques, chacun a les caractéristiques suivantes (Tab 3.4) :

Puissance nominale, $S_n$	Tensions nominales, primaire /secondaire	Tension de court-circuit ( $U_{cc}$ %)	Couplage
32MVA	11kV / 30kV	12%	Dyn11

TABLE 3.4 – Caractéristiques des transformateurs de la centrale-turbo alternateur

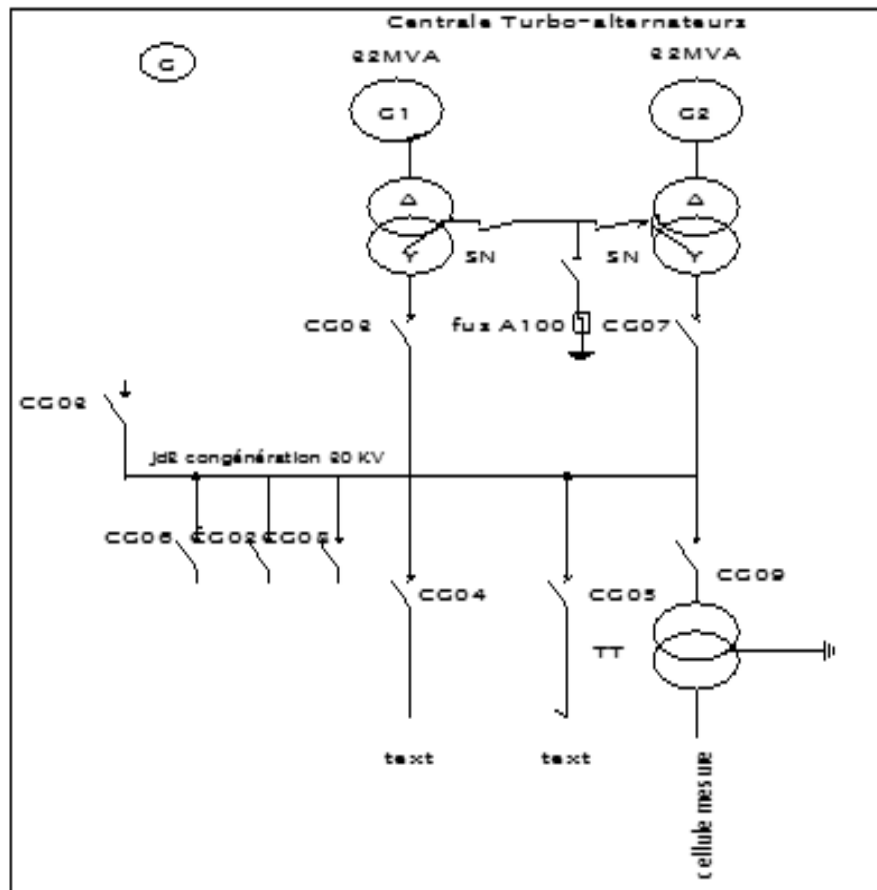


FIGURE 3.6 – Schéma unifilaire d'une central turbo-alternateur.

### 3.2.6 Présentation des différents jeux de barres

A) Jeu de barre 60kv Tab 3.5

Tension de Service	Courant nominale	Tenue thermique	Longueur	Fréquence
63kV	1250A	25kA / S	12 m	50Hz

TABLE 3.5 – Caractéristiques du jeu de barre 60kV.

### Caractéristiques du jeu de barre 60kV

Les caractéristiques de ce jeu de barre sont données dans le tableau suivant

#### B) Jeu de barre 30kV

Les caractéristiques de ce jeu de barre sont données dans le tableau suivant Tab 3.6 :

Longueur	Tension de service	Tension d'isolement	Courant nominale	Tenue thermique	Fréquence
13,6m	30kV	36kV	630A	16kA/s	50Hz

TABLE 3.6 – Caractéristiques des jeux de barres 30kV.

#### C) Jeu de barre Cogénération (Tab 3.7)

Tension de service	Tension d'isolement	Courant nominale	Tenue thermique	Fréquence	Longueur
30kV	36kV	1250A	25kA/s	50Hz	8m

TABLE 3.7 – Caractéristiques du jeu de barre cogénération

## 3.3 Calcule de courant de court-circuit

Pour les courants de court-circuit c'est un courant provoqué par un défaut d'impédance négligeable entre des points d'installation présentant normalement une différence de potentiel.

L'intensité du courant de court-circuit doit être calculée à chaque étage de l'installation pour les différentes configurations possibles du réseau, cela, pour pouvoir déterminer les caractéristiques du matériel qui doit supporter ou couper ce courant de défaut.

Pour choisir convenablement les appareils de coupure (disjoncteur ou fusibles) et régler les fonctions de protection, trois valeurs du courant de court-circuit doivent être mises en valeurs [8] :

### 3.3.1 Principe de calcul des courants de court-circuit

Les calculs des courants de court-circuit se mènent en fonction des besoins de l'utilisateur et notamment pour les cas suivants [5] :

- **Cas N° 1** : Dimensionnement des équipements pour la tenue aux efforts électrodynamiques.
- **Cas N° 2** : Dimensionnement des équipements pour la tenue thermique.

- **Cas N° 3** : Dimensionnement des circuits de mise à la terre.
- **Cas N° 4** : Réglage des protections des disjoncteurs.

Les valeurs des courants de court-circuit en un point déterminé du réseau varient en permanence en fonction :

- De la topologie du dit réseau à l'instant du défaut.
- Des réactances et résistances des éléments constitutifs du réseau.
- Du temps écoulé depuis l'apparition du défaut : Le courant de défaut varie dans le temps. Pour un défaut métallique franc, il est le plus grand à l'instant d'apparition du défaut et décroît par la suite au fur et à mesure de l'amortissement de la composante continue et aussi de la variation des réactances des groupes générateurs.
- Des types de défaut : Triphasé, biphasé isolé, biphasé avec terre, monophasé. Défaut franc ou résistant, etc.
- De la position du point de défaut par rapport aux sources.

Dans le cas de CEVITAL BEJAIA, les équipements étant déjà installés, nous allons vérifier en premier lieu, par des calculs simplifiés, les points suivants :

- Tenues aux efforts électrodynamiques des tableaux 30 kV.
- Tenue des câbles et de leur écran aux échauffements.
- Vérification de la tenue des câbles de terres aux courts-circuits. Par la suite nous déterminerons les courants de court circuit minimum pour le réglage des protections.

### 3.3.2 Les différents types de court-circuit

Sur un réseau triphasé, les courts-circuits peuvent être de plusieurs types [8] :

- **Court-circuit triphasé** : les trois phases sont réunies ensemble (5% des cas)
- **Court-circuit biphasé** : deux phase sont raccordées ensemble (15 % des cas)  
On distingue entre défaut biphasé/terre et biphasé isole. Les défauts biphasés isolés sont fréquemment causés par un vent violent qui fait toucher les conducteurs de deux phases sur une ligne à haute tension.
- **Court-circuit monophasé** : une phase est reliée au neutre ou à terre (80% des cas). Sur une ligne à haute tension, ce type de défaut est fréquemment causé par la foudre qui initie un court-circuit entre une phase et la terre.

### 3.3.3 Méthode de calculs de courant de court-circuit

A) **Méthode des impédances** : le principe de cette méthode consiste à déterminer les courants de court-circuit à partir de l'impédance que représente le «circuit» parcouru par le courant le courant de court-circuit ; cette impédance se calcule après avoir totalise séparément les différentes résistances et réactances de la boucle de défaut, depuis et y compris la source d'alimentation du circuit, jusqu'au point considère.

Pour un système triphasé équilibre, le courant de court-circuit est :

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}}$$

$$\text{Avec : } Z_{cc} = \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}$$

$\sum R$  : Somme des résistances en série :

$\sum X$  : Somme des réactances en série,

B) **Méthode du composant symétrique** La définition des composantes symétriques repose sur l'équivalence entre un système triphasé déséquilibre, et la somme de trois système triphasés équilibres : direct, indirect et homopolaire.

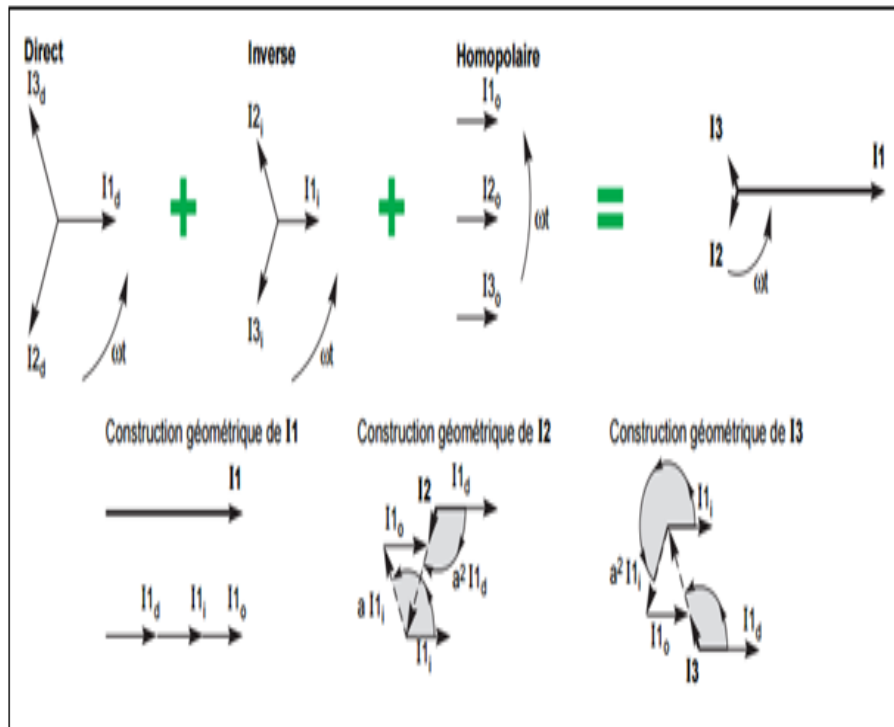


FIGURE 3.7 – Construction graphique de la somme de trois systèmes triphasés équilibrés (direct, inverse et homopolaire).

Prenant le courant  $\vec{I}_1$  comme référence de rotation, avec

$$\vec{I}_d = \vec{I}_{1d} \text{ sa composante directe;}$$

$$\vec{I}_{1i} = \vec{I}_i \text{ sa composante inverse;}$$

$$\vec{I}_{10} = \vec{I}_0 \text{ sa composante homopolaire;}$$

Et que l'on fait intervenir l'opérateur 'a' tel que  $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$  entre  $\vec{I}_1, \vec{I}_2, \vec{I}_3$

Ce principe application à un système de courant se vérifie par construction graphique, d'où le système s'exprime de la manière qui suit :

$$\begin{aligned}\vec{I}_1 &= \vec{I}_d + \vec{I}_1 + \vec{I}_0 \\ \vec{I}_2 &= a^2 \vec{I}_d + a \vec{I}_1 + \vec{I}_0 \\ \vec{I}_3 &= a \vec{I}_d + a^2 \vec{I}_1 + \vec{I}_0\end{aligned}$$

On peut calculer les composantes symétriques :

$$\begin{aligned}\vec{I}_d &= \frac{1}{3}(\vec{I}_1 + a \vec{I}_2 + a^2 \vec{I}_3) \\ \vec{I}_1 &= \frac{1}{3}(\vec{I}_1 + a^2 \vec{I}_2 + a \vec{I}_3) \\ \vec{I}_0 &= \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3\end{aligned}$$

**Défaut phase-terre (monophasé)** Équation des composantes réelles :

$$\begin{aligned}\vec{I}_1 &\neq 0 \\ V_1 &= V_d + V_i + V_0 \\ V_2 &= a^2 V_d + a V_i + V_0 \\ V_3 &= a V_d + a^2 V_i + V_0 \\ I_2 &= I_3 = 0 \\ V_1 &= Z \cdot I_1\end{aligned}$$

La combinaison entre les équations des composantes réelles et les équations des composantes symétriques donnera :  $a^2 I_d + I_0 = 0$

$$a^2 I_i + I_0 + a I_d = 0$$



$$I_d + I_i + I_0 = I_1$$

$$V_d + V_i + V_0 = Z \times I_1$$

Équations des tensions

$$E = V_i + Z_d I_d$$

$$0 = V_i + Z_d I_i$$

$$0 = V_0 + Z_d I_0$$

L'addition des trois équations

$$E + 0 + 0 = V_d + Z_d I_d + V_i + Z_i I(i) + V_0 + Z_0 I_0 \rightarrow (\rightarrow) E = 3Z I_0 + (Z_d + Z_d + Z_d) I_0$$

*D'ou*

$$I_d = I_0 = I_1 = E / (Z_d + Z_i + Z_0 + 3Z)$$

Valeurs des courants réelles :

$$I_1 = 3E / (Z_d + Z_i + Z_0 + 3Z)$$

Dans notre cas, on considère les défauts francs, d'où le courant prend la valeur :

$$I_1 = 3E / (Z_d + Z_i + Z_0)$$

**Défauts triphasé** Équations des composantes réelles :

$$I_1 = I_d + I_i + I_0$$

$$I_2 = a^2 I_d + a I_i + I_0$$

$$I_3 = a I_d + a^2 I_i + I_0$$

$$V_1 = V_d + V_i + V_0$$

$$V_2 = a^2 V_d + a V_i + V_0$$

$$V_3 = a V_d + a^2 V_i + V_0$$

La combinaison entre les équations des composantes réelles et les équations des composantes symétriques obtient :

$$I_1 + I_2 + I_3 = 3I_0 = V_0 / Z$$

$$V_d = V_i = 0$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = 0$$

Équations des tensions

$$E = V_d + Z_d I_d$$

$$0 = V_i + Z_i I_i$$

$$0 = V_0 + Z_0 I_0$$

$$D'o : I_d = \frac{E}{Z_d} \text{ Et } I_i + I_0 = 0$$

Les valeurs du courant réel :  $I_1 = \frac{E}{Z_d} [24]$

### 3.3.4 Détermination des courants de court-circuit de chaque partie de l'installation

Calcul d'impédance des différents éléments

**Impédance des transformateurs**

$$\begin{cases} (Z_T = \frac{U_{CC}\%}{100} \times \frac{U_n^2}{S_n} \implies X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \\ R_T = \Delta P_{CC} \frac{U_n^2}{S_n^2} \end{cases}$$

Exemple de calcul : Caractéristiques des transformateurs 60/30kV.

Puissance : 25MVA .

Tension primaire :60000V

Tension secondaire : 30000V

Régleur en charge :+ou - 8x1.5%.

Tension de court-circuit : 11 % Indice couplage :YNyn0.

Les neutres 60kV sont mis directement à la terre par sectionneur

Les neutres 30kV sont mis à la terre chacun par 1résistance de 68vΩ, 300A, 5s

On prend  $S_b = 25MVA$

$$A.N : Z_T = \frac{11}{100} \times \frac{(60.10^3)^2}{25.10^6} = 15.8\Omega$$

$$R_T = 115.10^3 \times \frac{(60.10^3)^2}{(25 \times 10^6)^2} = 0.6624\Omega$$

Alors

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 + R_T^2} = 15.82\Omega$$

Donc  $\frac{R}{X} \ll \ll$  alors on néglige les résistances et on calcule directement L'impédances pour les autres éléments du réseau :

On prend :

**Cote 60kV** :  $S_b = 25MVA, U_b = 60KV$

$$Z_{b60} = \frac{U^2}{S_b} = \frac{60^2}{25} = 144\Omega$$

$$I_{b60} = \frac{S_b}{\sqrt{3} \times U_b} = 25 \times 10^6 / (\sqrt{3} \times 60 \times 10^3) = 240.56A$$

**Cote 30KV** :  $S_b = 25MVA; U_b = 30KV$  :

$$Z_{b30} = \frac{U^2}{S_b} = \frac{30^2}{25} = 36\Omega$$

$$I_{b30} = \frac{S_b}{\sqrt{3} \times U_b} = \frac{25 \times 10^6}{(\sqrt{3} \times 30 \times 10^3)} = 962.25A$$

**Réseau amont** :

$$Z_{RA(\omega)} = \frac{U^2}{S_C C} = \frac{60^2}{450} = 8\Omega$$

$$Z_{RA(\Omega)} = 8\Omega$$

$$Z_{RA(\Omega)}(pu) = \frac{Z(\Omega)}{(Z_b(\Omega))} = 8/144 = 0.055pu$$

**La ligne Bejaia 1 Cevital**

**Caractéristiques de la ligne 60kV Cévital-Bejaia1 :**

Ligne souterraine  $3 \times 1 \times 630mm^2Cu$ . Longueur 1800m.

$$r = 0.076\Omega/km; x = 0.4\Omega/km; z = 0.151\Omega/km$$

$$Z = X_0 \times L$$

$$Z_0 = 0.084\Omega/Km$$

$$Z(\Omega) = 0.4 \times 20 = 0.8\Omega$$

$$Z(\Omega) = 8\Omega$$

$$Z(pu) \frac{Z(\Omega)}{Z_b} = \frac{8}{144} = 0.055 pu$$

$$Z(pu) = 0.055 pu$$

### Transformateur T01 et T02

$$Z(\Omega) = \frac{U_C C}{100} \times \frac{U^2}{S_n} = \frac{11}{100} \times \frac{60^2}{25} = 15.84 \Omega$$

$$Z(\Omega) = 15.84 \Omega$$

$$Z(pu) = \frac{Z(\Omega)}{Z_b(\Omega)} = \frac{15.84}{144} = 0.11 pu$$

$$Z(pu) = 0.11 pu$$

### Transformateur cogénération WEG 1 et 2

$$Z(\Omega) = \frac{U_C C}{100} \times \frac{U^2}{S_n} = \frac{13}{100} \times \frac{30^2}{32} = 3.6362(\Omega) Z(\Omega) = 3.6362(\Omega)$$

$$Z(\Omega) \frac{Z(\Omega)}{Z_b(\Omega)} = \frac{3.6362}{36} = 0.1010 \Omega Z(\Omega) = 0.1010 pu$$

### Alternateur cogénération G1 et G2

$$Z(\Omega) = \frac{X_C C}{100} \times \frac{U^2}{S_n} = \frac{13.8}{100} \times \frac{11^2}{32} = 0.5218 \Omega$$

$$Z(\Omega) = 0.5218 \Omega$$

$$Z(\Omega) = \frac{Z(\Omega)}{Z_b(\Omega)} \times 0.5218/36 = 0.0144 pu$$

$$Z(\Omega) = 0.0144 pu$$

### Calcule des impédances Zi, Zd, Zo en pu

On a pour tous les tronçons de l'installation :

$$Z_d(pu) = Z_i(pu) = \frac{Z(\Omega)}{Z_b}$$

Calcule l'impédance homopolaire Zo :

- Réseau amont :

$$Z_o = Z_d = 0.0612 pu$$

- Ligne bougie 1 cevital :

$$Z_0 = 3Z_d = 3 \times 0.055 = 0.165 pu$$

- Transformateur T01 et T02

$$Z_0 = Z_d = 0.11pu$$

$$Z_{0Ncot60} = 3 \times 0.055 = 0.165pu$$

$$Z_{0Ncot30} = 3 \times 0.11 = 0.33pu$$

- Transformateur cogénération WEG 1 et 2 :

$$Z_{Tcog} = 0.1010pu$$

$$Z_0 = Z_d = 0.1010pu$$

- Alternateur cogénération G1 et G2

$$Z_d = 0.0144pu$$

$$Z_0 = 0.5 \times Z_d = 0.0072pu$$

Tronçon	Calcule D'impédance	Impédance en ( $\Omega$ )	$Z_d(pu) = Z_i = Z \frac{Z\Omega}{Z_b(\Omega)}$	$Z_0(pu)$
La ligne Bougie 1 Cevital	$Z = X_0 \times L = 0.4 \times 20$	Z=8	$Z_{be1} = 0.055$	$Z_0 = 3Z_d = 0.165$
Réseau amont	$Z_{Ra} = \frac{U^2}{S_{CC}} = \frac{60^2}{450}$	Z=8	$R_{Ra} = 0.055$	$Z_0 = Z_b = 0.11$
Transformateur T01 et T02	$Z = \frac{U_{CC}}{100} \times \frac{U^2}{S_n} = \frac{11}{100} \times \frac{60^2}{25}$	Z=15.84	$Z_{T60}=0.11$	$Z_0 = Z_d = 0.11$
Transformateur cogénération WEG 1 et 2	$Z = \frac{U_{CC}}{100} \times \frac{U^2}{S_n} = \frac{13}{100} \times \frac{30^2}{32}$	Z=3.6362	$Z_{Tcog} = 0.1010$	$Z_0 = Z_d = 0.1010$
Alternateur cogénération G1 et G2	$Z = \frac{X_{CC}}{100} \times \frac{U^2}{S_n} = \frac{13.8}{100} \times \frac{11^2}{32}$	Z=0.5218	$Z_{Alter} = 0.0114$	$Z_0 = 0.0114$ $Z_d = 0.0022$

TABLE 3.8 – Impédances de chaque tronçon.

**Défaut triphasé et biphasé sur le jeu de barre 60kV :**

Pour un défaut sur le jeu de barre 60kV le schéma est le suivant

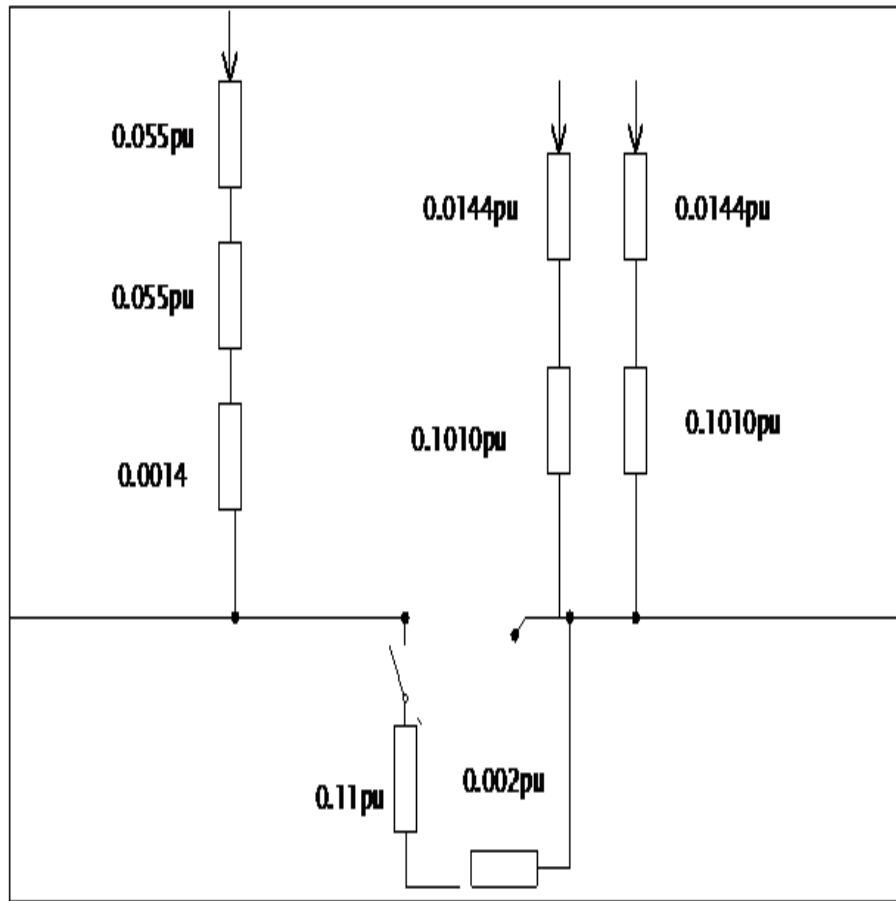


FIGURE 3.8 – Défaut sur le jeu de barre 60kV.

Calcul de Z (défaut) :  $Z_{dfaut} = 0.0670 pu$   $U_n = U_b \Rightarrow U_{pu} = 1 \Rightarrow I_{3\phi dfaut} = \frac{U_d}{Z_d} = \frac{1}{Z_d}$

$$I_{3\phi dfaut}(pu) = \frac{1}{Z_d} = \frac{1}{0.0670} = 14.925 pu$$

$$I_{3\phi}(kA) = I_{3\phi dfaut}(pu) \times I_{b60} = 3.6 kA$$

$$I_{3\phi}(kA) = 3.6 kA$$

$$I_{2\phi dfaut}(kA) = \frac{\sqrt{3}}{2} \times I_{3\phi dfaut}(kA) \Rightarrow I_{2\phi dfaut}(kA) = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 3.6 = 3.11 kA$$

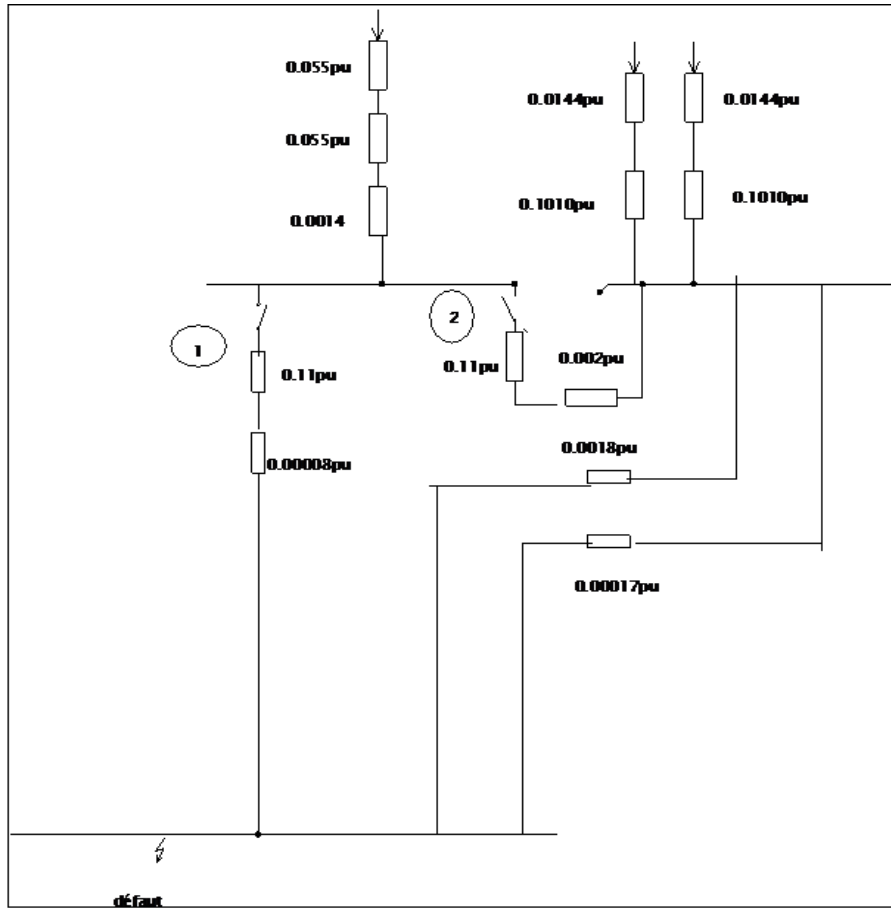


FIGURE 3.9 – Défaut sur le jeu de barre 30kV.

La boucle ouverte en (1) :

Calcul de Z (défaut) :  $Z_{défaut} = 0.0578 pu$

$$I_{3\phi}défaut(pu) = 1/Z_d = 1/0.0578 = 17.3010 pu$$

$$I_{3\phi d1}(kA) = I_{3\phi}défaut(pu) \times I_{b30} = 16.64 kV$$

$$I_{3\phi}(kA) = 16.64 kV$$

$$I_{2\phi}défaut1(kA) = \frac{\sqrt{3}}{2} \times I_{3\phi}défaut(kA) \Rightarrow I_{2\phi}défaut(kA) = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 16.64 = 14.41 kA$$

La boucle est ouverte en (2) : Calcul de : Z (défaut) :  $Z_{défaut} = 0.0579 pu$

$$I_{3\phi}défaut(pu) = \frac{1}{Z_d} = \frac{1}{0.0579} = 17.271 pu$$

$$I_{3\phi d2}(kA) = I_{3\phi}défaut(pu) \times I_{b30} = 16.619 KV$$

$$I_{3\phi}(kA) = 16.619 KV$$

$$I_{2\phi}défaut2(kA) = \frac{\sqrt{3}}{2} \times I_{3\phi}défaut(kA) \Rightarrow I_{2\phi}défaut(kA) = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 16.619 = 14.40 kV$$

**Calcul des courants de court-circuit** Calcule de courant de court-circuit triphasé  $I''_{k3}$  :

Pratiquement, selon la norme CEI 60909, on définit les grandeurs de court-circuit utiles à la détermination des matériels et du système de protection :

- Courant triphasé :  $I''_{k3} = I_{3\phi}(KA) \times C$
- Courant monophasé :  $I''_{k1} = I_{1\phi}(KA) \times C$
- Courant biphasé  $I''_{k2} = I_{2\phi}(kA) \times C$

Avec  $I''_k$  : valeur efficace du courant de court-circuit symétrique initial :

$C$  : facteur de tension défini par la norme CEL 60909, égal a 1.1 pour  $I_{ccmax}$ .

Jeu de barre	$Z_{d_{eq}} = ZI_{eq}pu$	$I_{CC}$ Tri-phasé(kA)	$I''_{K3}$ Tri-phasé(kA)	$I_{CC}$ Bi-phasé(kA)	$I''_{K2}$ Biphasé(kA)
Jdb 60KV	0.0670	3.6	3.96	3.11	3.42
Jdb P60 30KV	0.059	16.60	18.30	14.05	15.45
Jdb cogénération 30kV	0.0578	16.64	18.30	14.41	15.85
jdb de distribution N : 01	0.0589	16.75	18.42	14.52	15.97
JDB de distribution N : 02	0.0594	16.82	18.52	14.59	16.04

TABLE 3.9 – Courants de défaut aux différents jdb.

### 3.4 Choix des appareils de protection

L'étude de l'installation électrique est fondée sur la détermination correcte des canalisations et leur protection en commençant à partir du bout de l'installation pour aboutir aux circuits terminaux. Cette étude se fait méthodiquement en tenant compte des étapes suivantes [21] :

- \* Détermination des caractéristiques du réseau (tension, fréquence, puissance de transformateurs utilisés, . . . .etc.);
- \* Détermination des sections des câbles;



- \* Détermination de la chute de tension en fonction des caractéristiques des canalisations (Longueurs et section des câbles) ;
- \* Détermination des courants de court-circuit ;
- \* Choix des dispositifs de protections ;

### 3.4.1 Règle générale du choix des appareils de protection

En conformité avec la NF C 15-100, un dispositif de protection (disjoncteur ou fusible) assure correctement sa fonction si les conditions suivantes sont satisfaites :

$$I_b \leq I_n \leq I_a \text{ (IV.3)}$$

$$I_f \leq 1,45 I_a \text{ (IV.4)}$$

Pour les disjoncteurs industriels, la norme NF C 63-120 spécifie :  $I_f = 1,30 \times I_r$

Nous avons donc  $I_f \leq 1,45 \times I_n$  or  $I_n \leq I_a$

La condition  $I_f \leq 1,45 \times I_a$  est donc automatiquement respectée.

Avec

$I_b$  : courant d'emploi ;

$I_n$  : Intensité de réglage ;

$I_a$  : Courant admissible ;

$I_f$  : Intensité de fonctionnement de l'appareil de protection.

Le pouvoir de coupure doit être supérieur à l'intensité de court-circuit maximale triphasée ( $I_{k3}''$ ) en son point d'installation :  $PdC \geq I_{k3}''$

### 3.4.2 Détermination du pouvoir de coupure des différents disjoncteurs

#### Pouvoir de coupure assigné en court-circuit

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est la valeur la plus élevée du courant que le disjoncteur doit être capable de couper sous sa tension assignée [14].

Il est caractérisé par deux valeurs :

- La valeur efficace de sa composante périodique, dénommée par l'abréviation : " pouvoir de coupure assigné en court-circuit" ;
- Le pourcentage de la composante apériodique correspondant à la durée d'ouverture du disjoncteur à laquelle on ajoute une demi-période de la fréquence assignée, la demi-période correspond au temps minimal d'activation d'une protection à maximum de courant, soit 10 ms à 50 Hz.

Suivant la CEI, le disjoncteur doit couper la valeur efficace de la composante périodique du court-circuit (égal son pouvoir de coupure nominal).

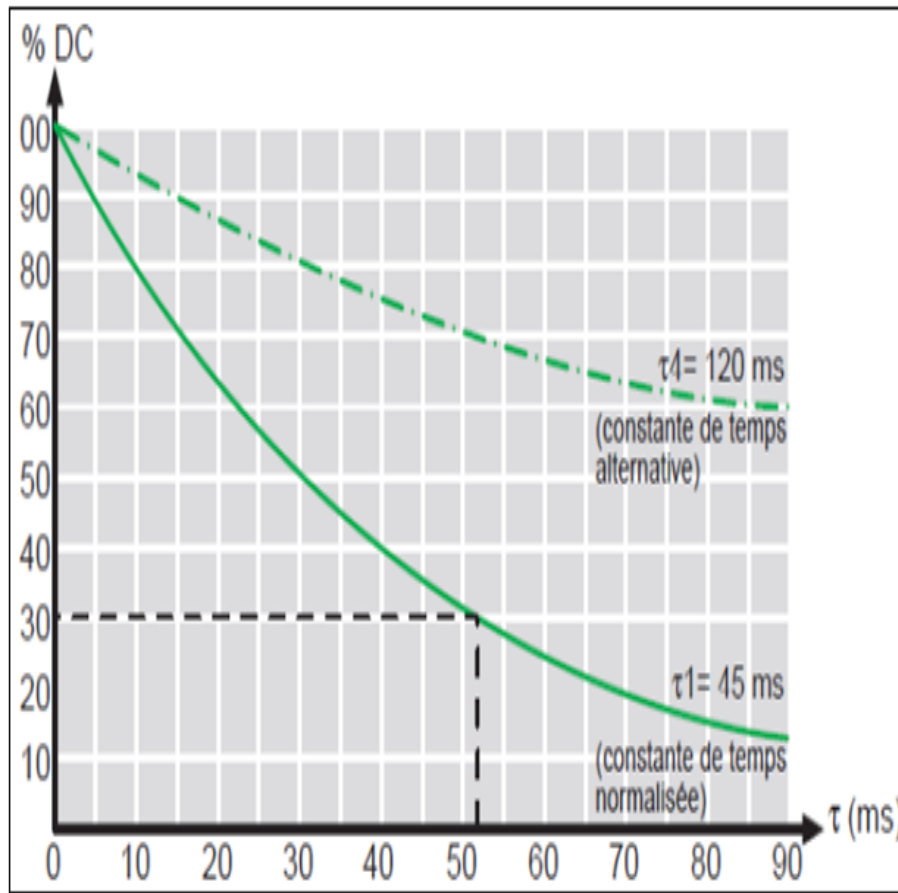


FIGURE 3.10 – Pourcentage de la composante aperiodique (%DC) en fonction de L'intervalle de temps ( $\tau$ ) .

Avec :  $\tau$  durée d'ouverture du disjoncteur, augmenté d'une demi période a la fréquence Industrielle  $T_r$ . En standard la CEI définit les équipements MT pour un %DC (% d'asymétrie ou composante aperiodique) de 30%, pour une valeur crête du courant maximal égale à  $2,5 \times I_{cc}$  en 50 Hz ou  $2,5 \times I_{cc}$  en 60 Hz .dans ce cas utiliser la courbe  $\tau_1$  ;

Pour les circuits faiblement résistifs comme les arrivées générateurs ; %DC peut être plus grande, avec une valeur crête du courant maximal égale à  $2,7 \times I_{cc}$  .dans ce cas utiliser la courbe  $\tau_4$

Valeurs de pouvoir de coupure assigné en court-circuit : 6,3 ; 8 ; 12,5 ; 16 ; 20 ; 25 ; 31,5 ; 40 ; 50 ; 100 kA. Courant de court-circuit symétrique(en kA) :

$$I_k'' = \frac{I_{AC}}{\sqrt{2}}$$

$I_{AC}$  : valeur de crête de la composant périodique ( $I_{cc}$  crête) Courant de court-circuit asymétrique(en kA) :

$$I_{asym}^2 = I_{AC}^2 + I_{DC}^2$$

$$I_{asym} = I_k'' \sqrt{1 + 2\left(\frac{\%DC}{100}\right)^2}$$

$I_{DC}$  : valeur de la composante apériodique

### Calcul des pouvoir de coupure(PdC) des disjoncteurs de l'installation HTA de complexe Cevital

**Exemple :** calcul le pouvoir de coupure (pdc) Pour le disjoncteur F04-AC01 :

Dans notre cas on prend la courbe  $\tau 4car$  la source est les arrivées génératrices (alternateur) Pour  $\tau = 50ms$  :  $\%DC = 70\%$

Pour un court-circuit sur le jeu de barre 60KV : ”

$$I_k'' = 5.863kV.$$

$$I_{asym} = I_k'' \sqrt{1 + 2\left(\frac{\%DC}{100}\right)^2} = 5.86 \times \sqrt{1 + 2\left(\frac{70}{100}\right)^2} = 8.24kA \quad I_{Asym} = 8.24kA$$

En se basant sur la formule de  $I_{asym}$ , ceci équivaut à un courant de court-circuit symétrique de calibre :

$$\frac{I_{asym}}{1.086} = \frac{8.2499}{1.086} = 7.5965kA$$

$$I_{Asym} = 7.5965kA$$

Le pouvoir de coupure de disjoncteur devra être supérieur à 7.5965 kA, selon la norme CEI le pdc est 8 kA.

Donc le PDC de disjoncteur F04-AC01 est 8 kA (PDC =8 kA).

### Détermination du pouvoir de fermeture des différents disjoncteurs

C'est la plus grande valeur du courant qu'un disjoncteur peu établir sous sa tension nominale le pouvoir de fermeture est égal à k fois le pouvoir de coupure selon le tableau suivant.

PdC	PdF
$4.5kA < PdC < 6kA$	1.5PdC
$6kA < PdC < 10kA$	1.7PdC
$10kA < PdC < 20kA$	2PdC
$20kA < PdC < 50kA$	2.1PdC
$50kA < PdC$	2.2pdC

TABLE 3.10 – Exemple de calcul de pouvoir de fermeture (Pdf)

Pour le disjoncteur F01-AC01 :

On a  $PdC = 8kA$  Selon le tableau 3.10 :  $6kA < PdC < 10kA$

Donc  $PdF = 1.7 * PdC$

$$PdF = 1.7 * 8$$

$$PdF = 13.6kA.$$

Les résultats de calcul des PdC et PdF pour les disjoncteurs de l'installation sont récapitulés dans le tableau suivant

Disjoncteur	$I_{k3}''$ (KA)	D%	$I_{asym}$ (KA)	$I_{asym}$ /1,086	PdC (kA)	PdF(KA)
F01-AC01 ; F04-AC01 ; F05-AC01	3.96	70	5.572	5.130	6	10.02
F00 ; F01 ; F03 ; F04 ; F05	9.66	70	13.593	12.516	16	32
F09 ; F10 ; F11 ; F12 ; F13	9.651	70	13.58	12.505	16	32
F55 ; F56 ; F57 ;F54 ; F53 ;F52 ; F58 ;F59	9.208	70	12.957	11.931	12.5	25
F35 ; F36 ; F30 ; F31 ; F32 ; F33 ; F34 ; F37	9.563	70	13.456	12.39	12.5	25
F48 ;F49	9.504	70	13.37	12.5	12.5	25
F38 ; F40 ;F41 ; F42 ;F39	9.449	70	13.295	12.242	12.5	25
F16 ;F14 ;F15	9.505	70	13.374	12.315	12.5	25
F17 ;F19 ;F18	9.495	70	13.361	12.303	12.5	25
F43 ; F44 ; F45 ; F46 ; F47	9.619	70	13.534	12.463	12.5	25

TABLE 3.11 – Résultats de calcul des PDC et PDF

## 3.5 Description des câbles électrique

### 3.5.1 Conducteur isolé

Un conducteur isolé est un ensemble formé d'une âme conductrice et de son enveloppe isolant. L'enveloppe isolante est souvent recouverte d'une coloration soit monochrome, soit bicolore en fonction des demandes des clients ou normalisation [29].

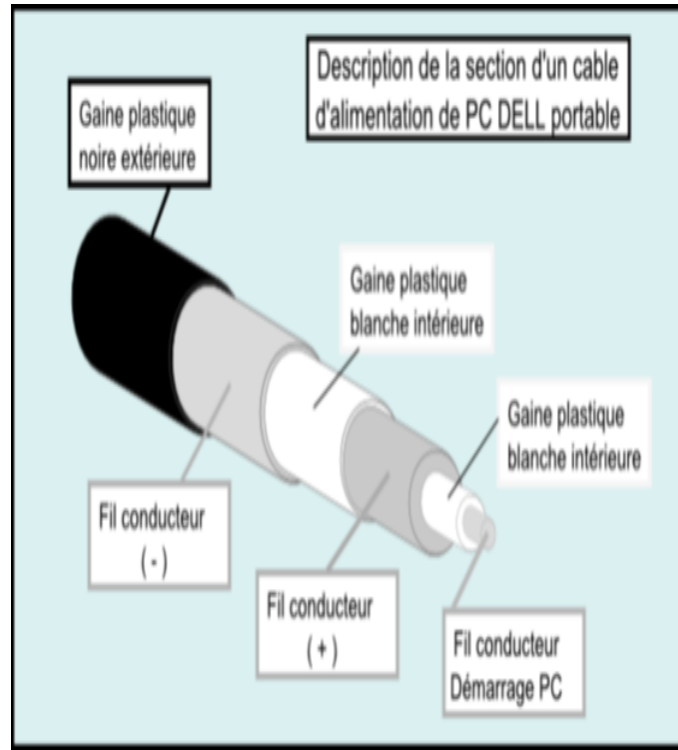


FIGURE 3.11 – *Conducteur isolé.*

#### A) Câble unipolaire

Un câble unipolaire est un conducteur isolé comportant en plus une ou plusieurs gaines de protection. Le câble unipolaire est souvent utilisé à partir d'une section .En effet ; lorsque la section est relativement importante, il devient plus difficile de cintrer un ensemble de conducteur. De même, le refroidissement d'un câble unipolaire est meilleur. La différence avec un conducteur est aussi une protection accrue contre les agressions externes au câble (écrasement, chocs, produit chimique . . .).

#### B) Câble multipolaire

Un câble multipolaire est un ensemble de conducteurs électriques distincts mais comportant une protection commune.

### 3.5.2 Caractéristique des câbles

#### a) L'âme

- Caractéristique électrique L'âme doit présenter une résistivité très faible pour éviter les pertes par effet joule. La résistance du conducteur à une température différente de  $20^{\circ}\text{C}$  est donnée par la Norme CEI 60909-0 :  $R_0 = [1 + 0,004(\phi - 20^{\circ}\text{C})] + R_{20^{\circ}\text{C}}$
- **Caractéristiques mécaniques**  
Elle doit être assez souple pour suivre les tracés des canalisations. Elle est dite massive lorsqu'elle est constituée d'un seul conducteur ; elle est dite câblée quand elle est formée de plusieurs brins en torons.

#### b) L'enveloppe isolante Matière entourant l'âme destinée à assurer son isolation elle doit comporter des propriétés bien précises :

- \* Électrique : forte résistivité, rigide diélectrique élevée
- \* Physique, chimique : bonne résistance à la corrosion et au feu
- \* Mécanique : bonne résistance à la traction
- \* Au vieillissement, résistance à l'humidité à la corrosion et au feu Matériaux utilisés :
  - PVC : polychlorure de vinyle.
  - PRC : polyéthylène réticulé.
  - RC : caoutchouc vulcanisé.

#### c) **Gaine extérieure de protection** On emploie comme matériaux de gainage soit des matériaux isolants comme précédemment soit des matériaux métalliques tels que le plomb, l'aluminium ou encore le feuillard d'acier.

## 3.6 Description d'équipements de protection et de mesure

Les équipements de protection et de mesure assurent des fonctions importantes et très diverses. Ils remplissent trois grandes fonctions principales :

- Ouverture et fermeture des circuits ;
- Réglage du courant ;
- Surveillance et protection des appareils et des circuits

### 3.6.1 Équipements de protection

#### Disjoncteurs

Dans l'entreprise en trouve deux types de disjoncteurs sont employés dans le réseau[11]

- A) **Disjoncteur du type SB6-72U** Equipé d'une chambre de coupure à auto-soufflage de SF6 (hexafluorure de soufre), comporte 3 pôles indépendants et une platine électrique située dans le compartiment basse tension et pilotant le fonctionnement tripolaire du disjoncteur. L'appareil est équipé d'un mécanisme de commande mécanique à accumulation d'énergie.
- B) **Disjoncteur de type SF1** Le disjoncteur SF1 est constitué de trois pôles séparés, fixés sur une structure supportant la commande. Chaque pôle renferme toutes les parties actives dans une enveloppe isolante remplie de SF6 à la pression relative maximale de 2 bars. Elle répond au système à pression scellé

#### Sectionneurs et interrupteurs

##### a) Sectionneurs

- **Rôle** Les sectionneurs sont des appareils mécanique de connexion, capable d'ouvrir et de fermer un circuit lorsque le courant est nul afin d'isoler la partie en aval avec le sectionneur.
- **Emploi** Les sectionneurs sont utilisés pour effectuer à vide les manœuvres d'isolements des lignes ou des réseaux pour entretien et réparation. Ils comportent souvent un dispositif de mise à la terre de la ligne isolée.

##### b) Interrupteurs

- **Rôle** Sont des appareils utiliser pour ouvrir ou fermer un circuit électrique. Ils possèdent un certain pouvoir de coupure, en général ils peuvent couper sous tension nominale un courant d'une intensité égale à l'intensité nominale. Le pouvoir de coupure peut être renforcé sur certains appareils. Le pouvoir de fermeture est suffisant pour permettre la fermeture en charge des interrupteurs. Certains interrupteurs sont susceptibles de remplir également avec réserve des fonctions de sectionnements c'est-à-dire d'assurer la sécurité d'isolement.
- **Emploi** Appareil employé en MT jusqu'à 36 kV avec intensité nominale de 50 à 2000 A.

## Interrupteurs et les sectionneurs

Utilisés dans le réseau ont trois contacts rotatifs placés dans une enveloppe, remplie de gaz à une pression relative de 1,5 bar (1500 hPa). Ce système offre toutes les garanties d'utilisation l'exploitant.

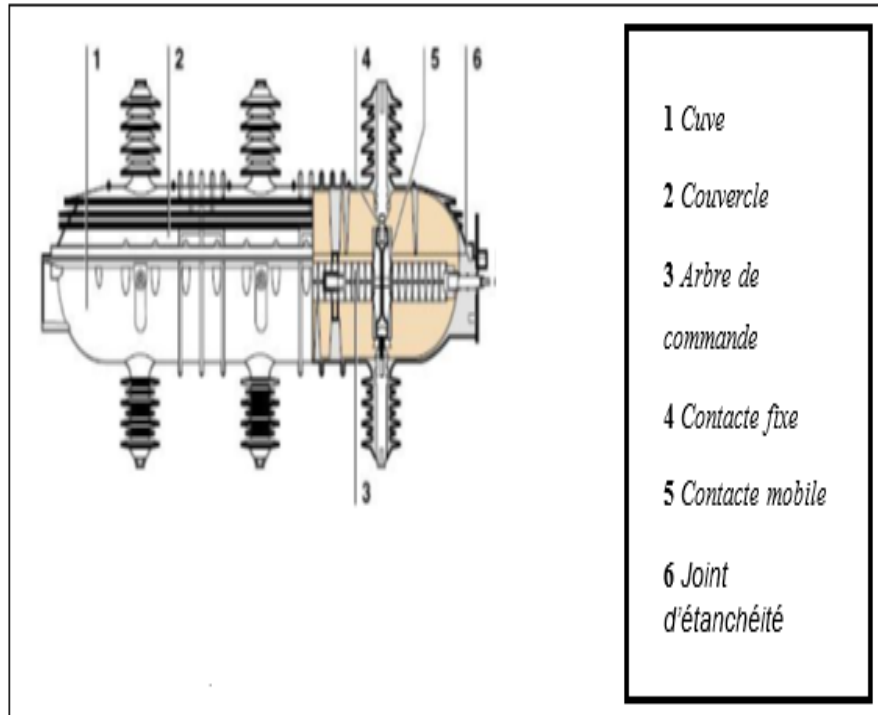


FIGURE 3.12 – Représentation d'un Sectionneur et interrupteur.

## Relais de protections

**3.6.1.4.1 Relais de protections SEPAM [11] , [12]** La gamme de relais de protection SEPAM est adaptée à toutes les applications de protection des réseaux moyenne tension de distribution publique ou industrielle, Le SEPAM a été conçu

et réalisé pour assurer l'ensemble des fonctions : protections, mesures, logique de commande et de signalisation. Ils existent deux versions de SEPAM dans le réseau à savoir :

- **SEPAM 1000+**

SEPAM 1000+ est une gamme d'unités de protection et de mesures, simple et fiable, destinée à exploiter les machines et les réseaux de distribution électrique des installations industrielles et des sous-stations des distributeurs d'énergie pour tous les niveaux de tension. Cette unité de protection adaptée à chaque besoin applicatif permet d'atteindre un rapport coût / fonction optimum.



\* **La gamme Sepam 1000+** : est composée de différents types correspondant chacun à une application :

- Sepam 1000+ S20 : protection des sous-stations (arrivées et départs) ;
- Sepam 1000+ T20 : protection des transformateurs ;
- Sepam 1000+ M20 : protection des moteurs ;
- Sepam 1000+ B21 : mesures et protections de tension pour les jeux de barres ;
- Sepam 1000+ B22 : protection de découplage.

\* **Principales fonctions du Sepam 1000+** :

- Protection phase et protection terre à temps de retour ajustable, avec possibilité de basculement du jeu de réglage actif par ordre logique ;
- Protection terre insensible aux enclenchements des transformateurs ;
- Détection de déséquilibre des phases ;
- Protection thermique RMS prenant en compte la température de fonctionnement extérieure et les régimes de ventilation ;
- Protection dérivée de fréquence ( $df/dt$ ) pour un découplage rapide et sûr.

#### • **Sepam 2000**

Le Sepam 2000 est une unité multifonctionnelle à microprocesseur qui réunit dans un seul boîtier :

- La commande et la surveillance du disjoncteur ou du contacteur associé ;
- La mesure des grandeurs électriques ;
- L'affichage des messages d'exploitation ;
- La protection du réseau et des machines alimentées.

### 3.6.2 Équipements de mesure

#### 3.6.3 Transformateurs de mesures

##### **Transformateur de courant**

Les transformateurs de courant servent à l'alimentation des appareils de mesure, de comptage ou de contrôle. Ils mesurent des valeurs de courant primaire de 50 A à 2500 A. Les parties actives des transformateurs de courant à isolement sec utilisés sont intégrées dans une enveloppe en résine. Ces transformateurs compacts ont de très bonnes caractéristiques électriques et mécaniques et sont particulièrement bien protégés contre les risques d'incendie. Ils fournissent la puissance aux circuits courant des appareils de mesure et de protection [22] : Courant primaire : selon la demande du client ;

- Courant secondaire nominal : 1 A ou 5 A ;

Le nombre d'enroulements secondaires, classe de précision des enroulements et charge nominale selon la liste des équipements.

## **Transformateurs de tension**

Les transformateurs de tension, servent à l'alimentation :

- Des appareils de mesure, de comptage ou de contrôle,
- Des relais ou organes de protection.

Ils sont installés à l'intérieur de compartiment raccordement câbles pour les cellules arrivées/départs et dans le compartiment jeu de barres pour les cellules couplage et remontée de barre. Les parties actives des transformateurs de tension à isolement sec utilisé sont intégrées dans une enveloppe en résine. Ces transformateurs compacts ont de très bonnes caractéristiques électriques et mécaniques et sont particulièrement bien protégés contre les risques d'incendie.

- \* Tension primaire nominal : selon la demande du client ;
- \* Tension nominale secondaire :  $100/\sqrt{3}V$  ;
- \* Le nombre d'enroulements secondaires, classe de précision des enroulements et charge nominale selon la liste des équipements.

### **3.6.4 Sélectivité des protections**

#### **Définition**

C'est la coordination des dispositifs de coupure automatique de telle sorte qu'un défaut, survenant en un point quelconque du réseau, soit éliminé par le disjoncteur placé immédiatement en amont du défaut, et par lui seul.

### Différents types de Sélectivité

- A) **Sélectivité totale** : pour toutes les valeurs du défaut, depuis la surcharge jusqu'au court-circuit franc, la distribution est totalement sélective si D2 s'ouvre et si D1 reste fermé.

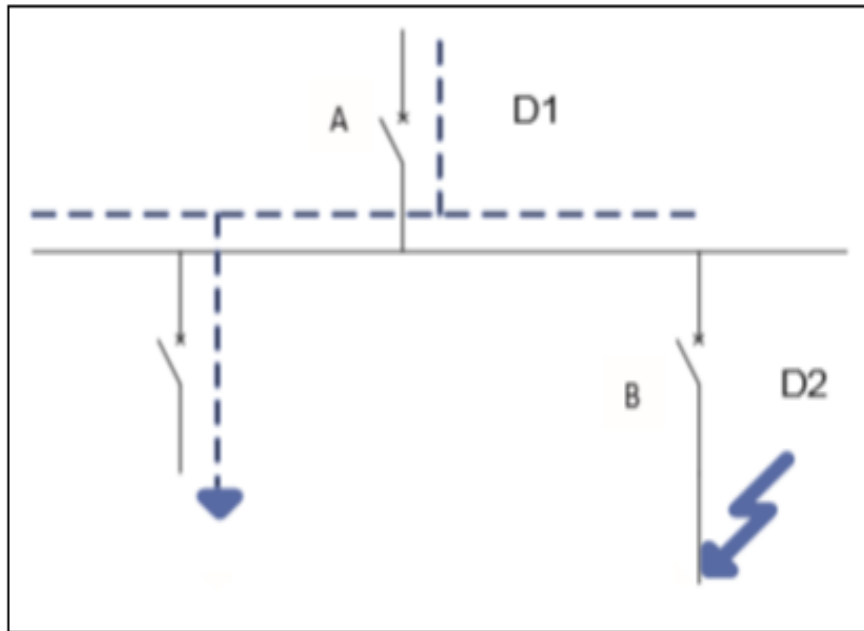


FIGURE 3.13 – Sélectivité des appareils.

- B) **Sélectivité partielle** : la sélectivité est partielle si la condition ci-dessus n'est pas respectée jusqu'au plein courant de court-circuit, mais seulement jusqu'à une valeur inférieure. Cette valeur est appelée limite de sélectivité. Dans l'éventualité d'un défaut les disjoncteurs D1 et D2 s'ouvrent.
- C) **Sélectivité ampérométrique** : elle est basée sur le fait que dans un réseau, le courant de défaut est d'autant plus faible que le défaut est plus éloigné de la source. Une protection ampérométrique est disposée au départ de chaque tronçon ; son seuil est réglé à une valeur inférieure à la valeur de court-circuit minimal provoqué par un défaut sur la section surveillée, et supérieure à la valeur maximale du courant provoqué par un défaut situé en aval (au-delà de la zone surveillée).
- + **Avantages** ainsi réglée, chaque protection ne fonctionne que pour les défauts situés immédiatement en aval de sa position, à l'intérieur de la zone surveillée ; elle est insensible aux défauts apparaissant au-delà. Pour des tronçons de lignes séparés par un transformateur, ce système est avantageusement utilisé car simple, de coût réduit et rapide.
  - + **Inconvénients** la protection située en amont (A) n'assure pas le secours de la protection située en aval (B). De plus, en pratique, il est difficile de définir les réglages de deux

protections en cascade, tout en assurant une bonne sélectivité, lorsque le courant ne décroît pas de façon notable entre deux zones voisines ; ceci est le cas en moyenne tension, sauf pour des tronçons avec transformateur. Elle repose sur le décalage en intensité des courbes.

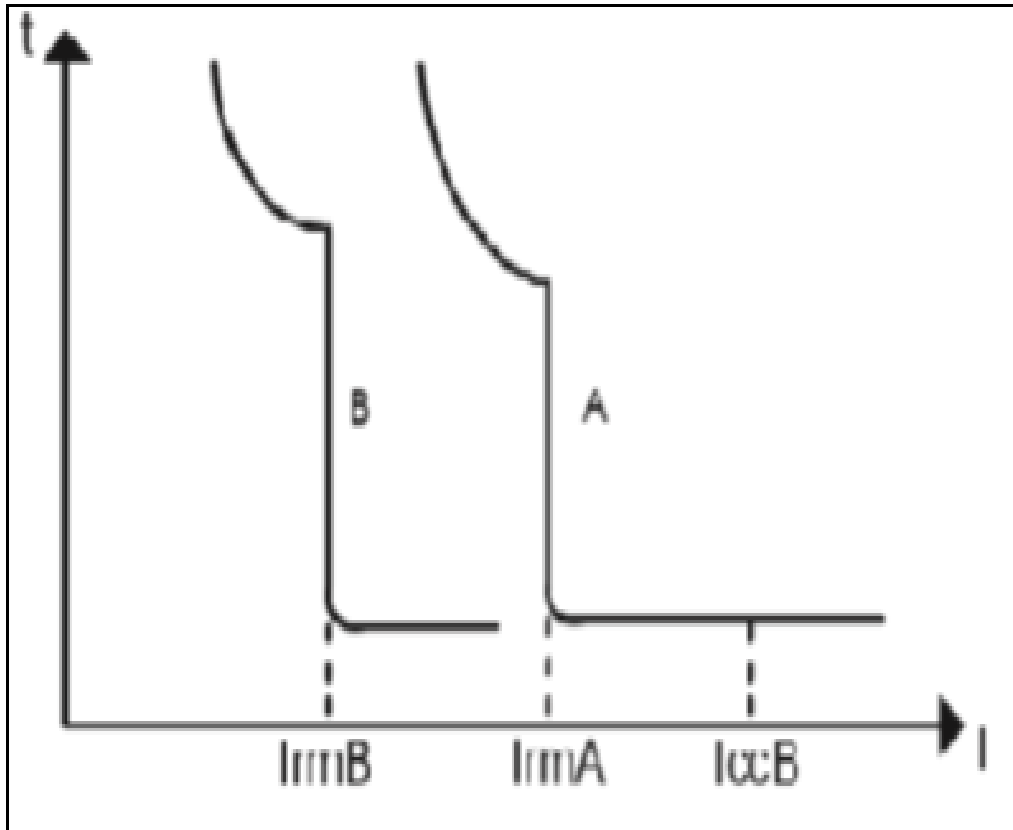


FIGURE 3.14 – Sélectivité ampérométrique.

- D) **sélectivité chronométrique** : consiste à donner des temporisations différentes aux protections à maximum de courant échelonnées le long du réseau. Ces temporisations sont d'autant plus longues que le relais est plus proche de la source. Elle repose sur le décalage temporel des courbes comme le montre la figure ci-dessous.

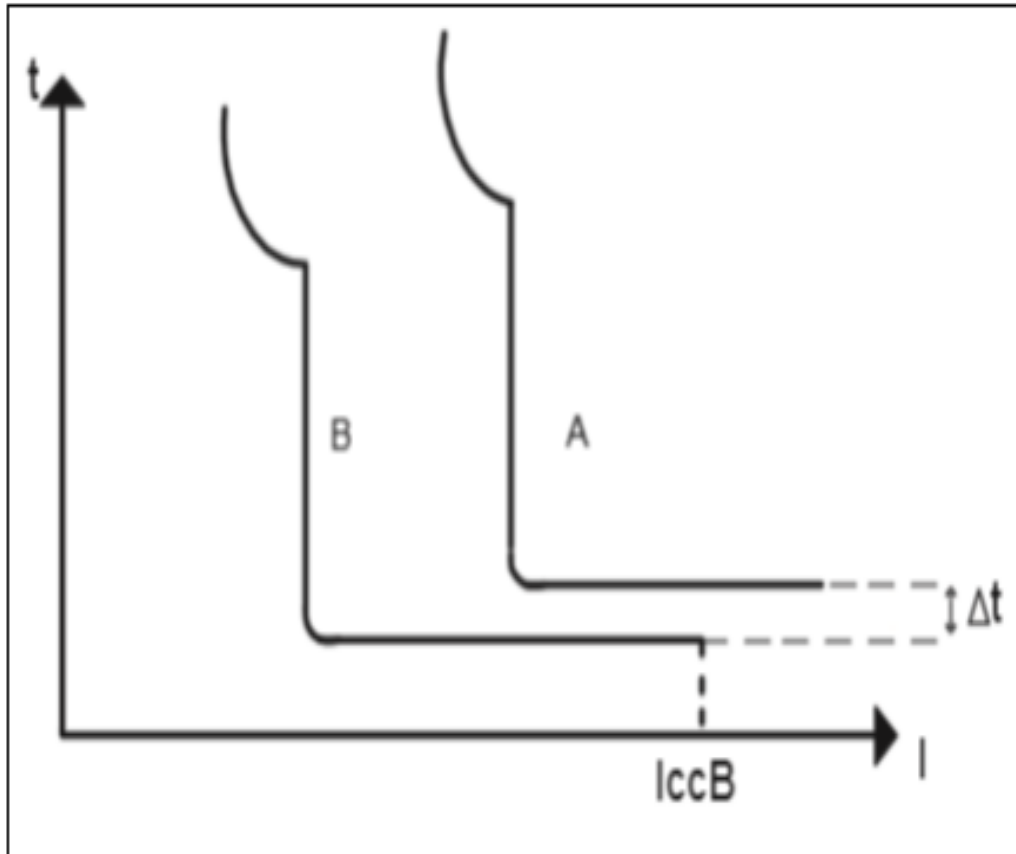


FIGURE 3.15 – Sélectivité chronométrique.

- E) **Sélectivité logique** [20] : Ce système a été développé pour remédier aux inconvénients de la sélectivité Chronométrique. Ce principe est utilisé lorsque l'on souhaite obtenir un temps court d'élimination de défaut.

L'échange d'informations logiques entre protections successives permet la suppression des intervalles de sélectivité, et donc de réduire considérablement le retard de déclenchement des disjoncteurs situés plus près de la source.

Ce principe est souvent utilisé pour protéger des réseaux MT comportant des antennes avec de nombreux étages de sélectivité.

+ **Avantage**

Le temps de déclenchement est indépendant de la position du défaut dans la cascade de sélectivité, et du nombre de protections en cascade. Ainsi il est possible d'obtenir la sélectivité entre une protection amont de temporisation élevée et une protection aval de temporisation faible ; on peut par exemple prévoir une temporisation plus réduite à la source que près des récepteurs.

+ **Inconvénients**

Ce dispositif nécessite la transmission des signaux logiques entre les différents étages de Protection, donc l'installation de filerie supplémentaire ; cette contrainte est forte lorsque les protections sont éloignées.

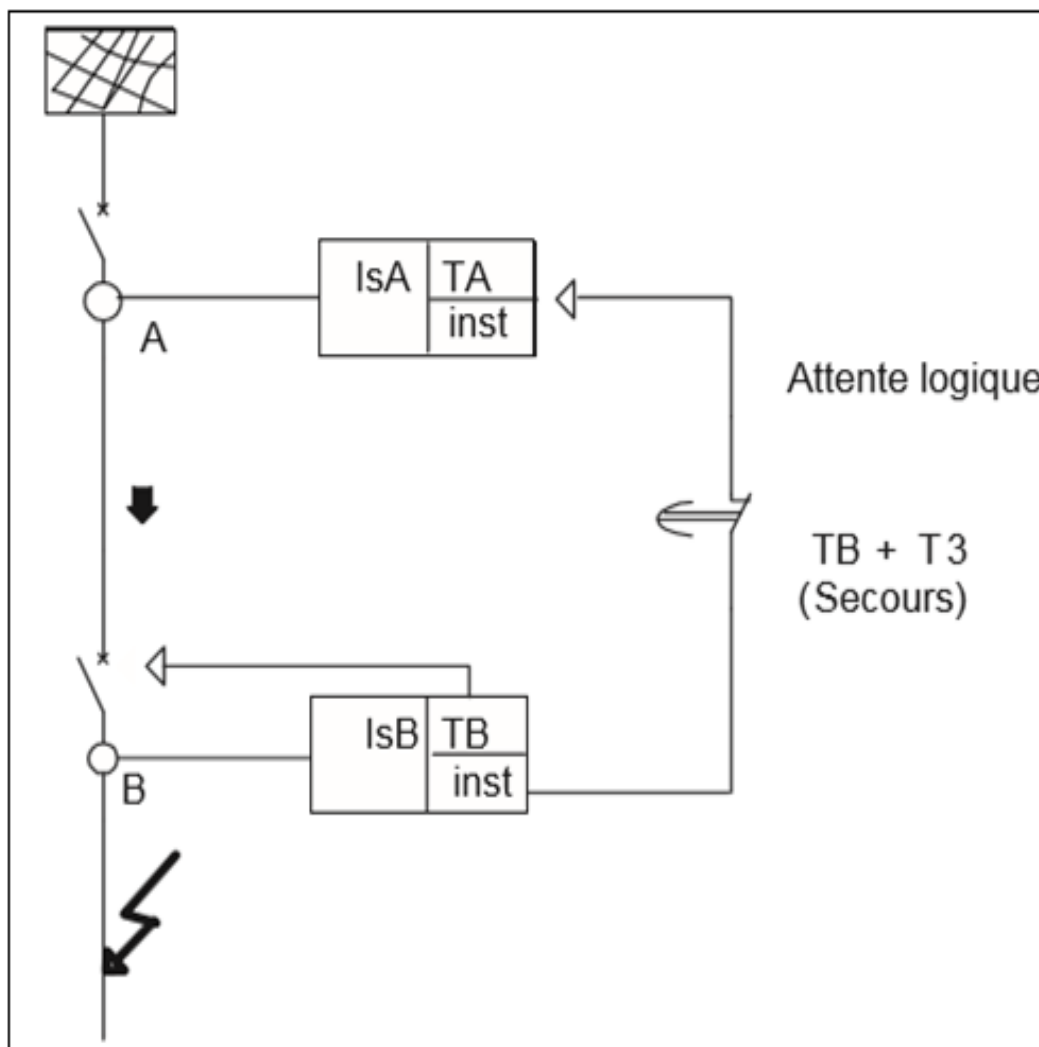


FIGURE 3.16 – Fonctionnement d'une sélectivité logique.

### 3.6.5 Régime du neutre

Dans un réseau, le régime du neutre joue un rôle très important sur le plan de protection lors d'un défaut d'isolement ou de mise accidentelle d'une phase à la terre, les valeurs prise par les Courants de défaut, les tensions de contact et les surtensions sont étroitement liées au mode de raccordement du neutre.

Les différents modes de raccordement du point neutre à la terre sont donnés comme suit :

- \* Neutre mis directement à la terre ;
- \* Neutre isolé ;
- \* Neutre mis à la terre par résistance ;
- \* Neutre mis à la terre par réactance ;
- \* Neutre mis à la terre par bobine d'extinction de Petersen.

#### Neutre mis directement à la terre

Une liaison électrique d'impédance nulle est réalisée intentionnellement entre le point neutre et la terre. Le neutre étant mis à la terre sans impédance de limitation le courant de défaut entre phase et terre est pratiquement un court-circuit phase neutre, donc de valeur élevée. La coupure se fait au premier défaut d'isolement.

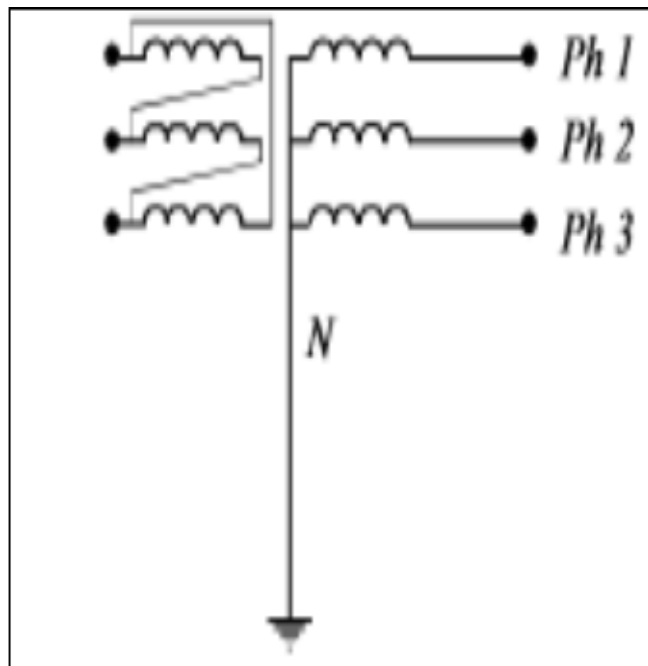


FIGURE 3.17 – Neutre mis directement à la terre.

### Neutre isolé

Il n'existe aucune liaison électrique entre le point neutre et la terre, à l'exception des appareils de mesure ou de protection. Ou bien le Neutre fortement impédant quand une impédance de valeur élevée est intercalée entre le point neutre et la terre. Un neutre limite les courants de défaut à des valeurs très faibles, mais favorise l'apparition des surtensions. Par contre, un neutre mis directement à la terre limite fortement les surtensions mais engendre des courants de défaut très importants.

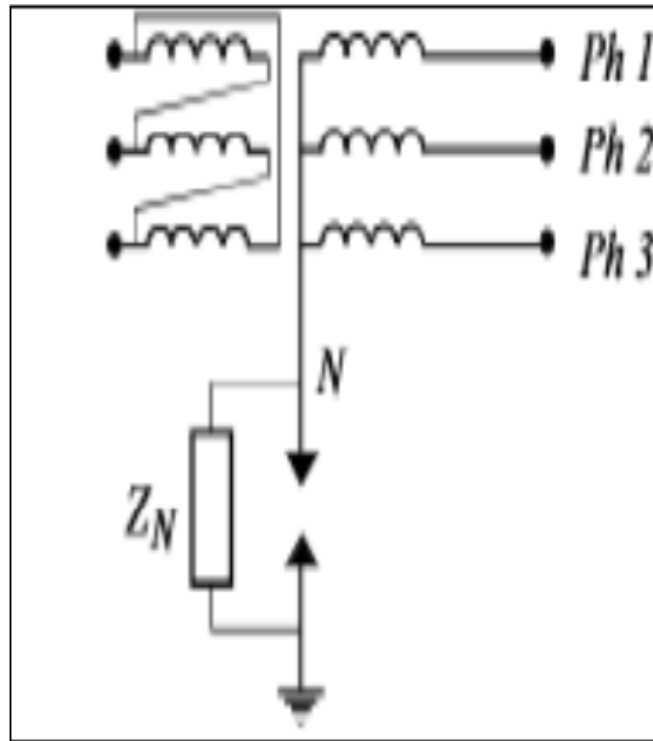


FIGURE 3.18 – Neutre isolé.



### Neutre mis à la terre par réactance

: Une réactance est intercalée volontairement entre le point neutre et la terre. Pour les réseaux de tension supérieure à 40 kV, on préfère utiliser une réactance plutôt qu'une résistance pour des raisons de difficulté de réalisation dues au dégagement de chaleur en cas de défaut.

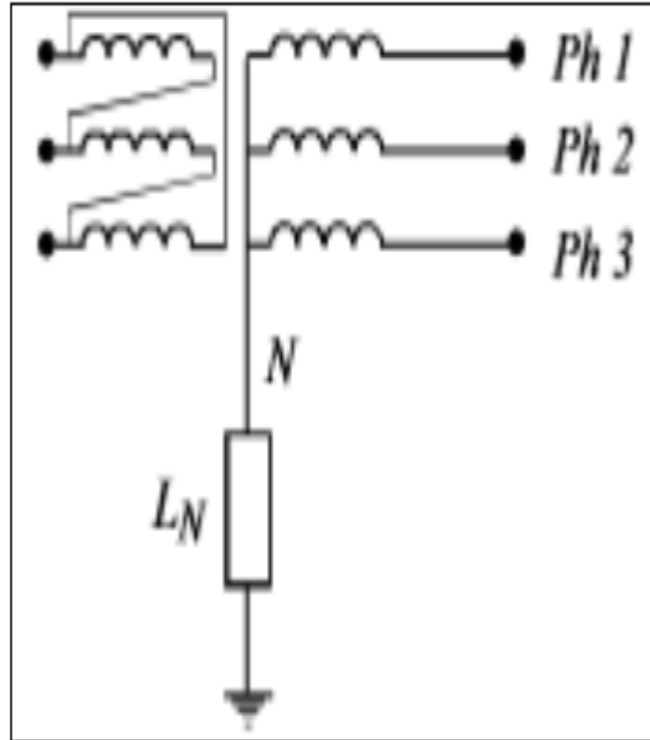


FIGURE 3.19 – Neutre mis à la terre par réactance.

### Neutre mis à la terre par bobine d'extinction de Petersen

: Une réactance accordée sur les capacités du réseau est volontairement intercalée entre le point neutre et la terre de sorte qu'en présence d'un défaut à la terre, le courant dans le défaut est nul.

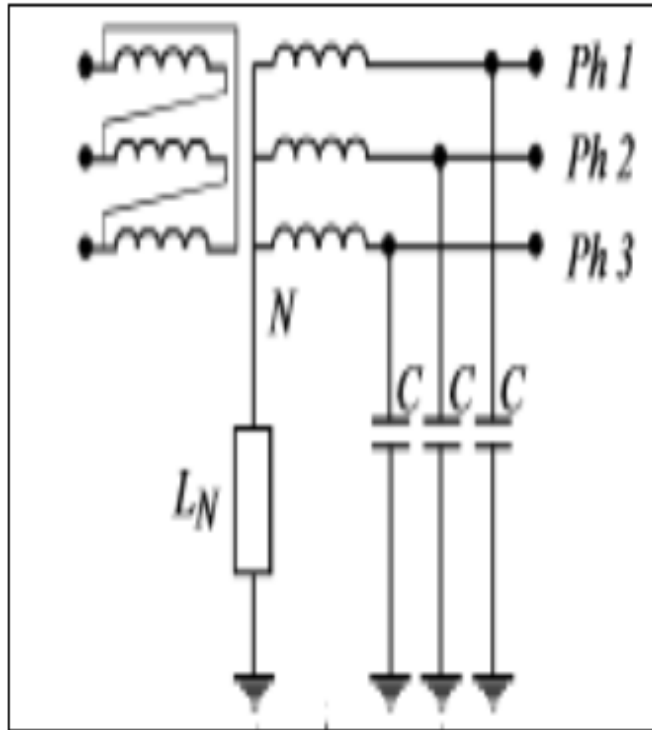


FIGURE 3.20 – Neutre mis à la terre par bobine d'extinction de Petersen.

### Neutre mis à la terre par résistance

: Une résistance est intercalée volontairement entre le point neutre et la terre

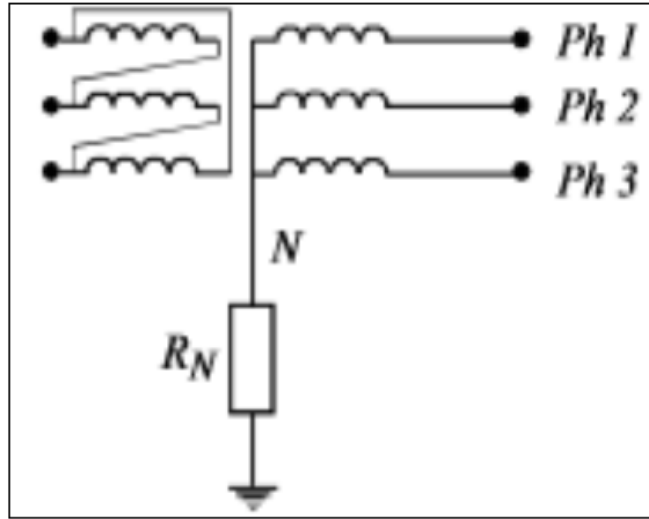


FIGURE 3.21 – Neutre mis à la terre par résistance.

- **Régime du neutre adopté par cevital** sur le réseau de distribution, la mise à la terre du neutre MT détermine d'une manière essentielle les caractéristiques des défauts à la terre lorsque ceux-ci se produisent. L'attention particulière apportée à ce problème est justifié par le fait que, sur les réseaux de distribution MT, 70 à 80% des défauts sont monophasé[2] .
- **Critère de choix du neutre adopté par cevital** : Au niveau des poste HT/MT, le régime du neutre adopté par CEVITAL est le neutre résistant, ce regèle réalise une bonne sélectivité, Le courant résiduel du défaut homopolaire doit être détecte sans être confondu avec les courant capacitif des départs sains. En tenant compte de ces arguments, l'intensité du courant du neutre suite à un court-circuit franc a la terre est limitée à :
  - 1000 A, pour les réseaux souterrains ; puisque le courant de fuite est important, est que le courant de défaut est important (les impudences de défauts sont faibles).
  - 300 A pour les autres réseaux (aériens et mixtes)
- **La valeur de la résistance de limitation** : puisque l'impédance propre du transformateur, et de la terre est insuffisante pour limiter les courants des défauts à des valeurs convenables, une résistance  $R_N$  est intercalée entre le point neutre du transformateur et terre :
  - Pour un réseau aérien ou mixte

$$R_N = U_{2n}/\sqrt{3} \times I_{neutre} = 30000/\sqrt{3} \times 300 = 57.73\Omega$$

- Pour un réseau souterrain

$$R_N = U_{2n}/\sqrt{3} \times I_{neutre} = 30000/\sqrt{3} \times 1000 = 17.32\Omega$$

## Conclusion

Un plan de protection d'un réseau électrique de moyenne tension ( MT) doit assurer une liaison entre les différentes protections, pour assurer un bon fonctionnement face aux perturbations quel que soit le mode d'exploitation.

Dans ce chapitre nous avons élaboré un plan de protection du réseau MT de CEVITAL, pour cela nous avons commence par la présentation des différent poste existant, présenté les paramètres des travées moyenne tension à étudier, dimensionnement des appareilles de coupure et réglage de protection. Et aussi nous avons donnés des informations sur les différents éléments qui composent un système de protection moyenne tension.

# Conclusion générale et perspectives

Ce travail est une collaboration entre l'université de Bejaia et l'entreprise CEVITAL de Bejaia

Nous avons présenté dans ce mémoire des généralités sur les réseaux électriques : production, transport et distribution, aussi nous avons présenté la composition d'un poste de transformation HTB/HTA, dont nous avons détaillé la composition de la cellule tête de départ HTA. Les transformateurs de courant et de tension sont des composants indispensables pour le fonctionnement des organes trouvés dans les cellules HTA. Pour passer au plant protections, nous avons donné les formules de calcul des courants de défauts, et nous avons donné des formules résumées pour le calcul rapide des valeurs des réglages.

Les résultats obtenus sont injectés dans les SEPAM et utilisés dans le réglage de protection ainsi que le dimensionnement et le choix des appareils de protection. Afin de maintenir la continuité de service dans la partie saine de l'installation

L'étude de l'état actuel du réseau électrique du complexe ainsi que les contraintes liées à la protection et les exigences d'exploitation, a permis de retenir les points suivants :

- \* Tous les équipements de protection installés ont été légèrement surdimensionnés afin d'adapter le réseau aux extensions futures ;
- \* Pour la protection des personnes et des biens du complexe, le système électrique doit être doté d'un système de protection fiable ;
- \* Pour un meilleur fonctionnement, il faut mettre à jour les réglages, à chaque fois que les charges sont modifiées ;
- \* La continuité de service est renforcée par une meilleure sélectivité des appareils de protection ;
- \* Les câbles et les jeux de barre répondent aux critères de la tenue thermique et électrodynamique, durant le temps d'élimination des défauts.

L'entreprise CEVITAL est en train de procéder à la généralisation des protections numériques sur tous les départs. En perspective, nous proposons une étude sur la localisation des défauts de ses réseaux électriques de distribution

# Bibliographie

- [1] H. Benchikh. Les étages moyenne tension. *Institut de Formation en Electricité et Gaz IFEG, Centre Ain MLila, Groupe SONELGAZ*, Avril 2004.
- [2] L. Benzaid and A. Chelouah. Elaboration d'un plan de protection du réseau moyenne tension de la ville d'akbou. *Mémoire fin d'étude Master académique en électrotechnique*, 2014.
- [3] M. BOUCHAHDANE. Etude des équipements de protection de la nouvelle ligne 400 kv en algerie. *mémoire de Magister en électronique, université Mentouri Constantine*, 2009.
- [4] Abdel K. Boussahra. Présentation du complexe cevital. *Mémoire de Magister en Informatique, Université AMAR TELIDJI LAGHOUAT*, 1998.
- [5] Cevital. alimentation électrique calcul des courants de court-circuit. *complexe industriel cevital*, 2009.
- [6] Cevital. Documentation cevital analyse fonctionnelle. *entreprise agroalimentaire*, 2009.
- [7] Cevital. Documentation cevital turbine à vapeur type6-7-mp5 thermodyn 1 1593 n. ,*série 979 et 973*, 2009.
- [8] F. DUMAS and C. POULAIN Benoit. calcul des courant de court-circuit. *Cahier technique N 158*, Septembre 2005.
- [9] P. Dunand. Documente technique généralités sur la haute tension. *mémoire de Magister en électronique, université Mentouri Constantine*, 2009.
- [10] Schneider Electric. les architectures des réseaux. *Guide de conception des réseaux électriques industriels*, 2007.
- [11] Schneider Electric. Sm6-36. *catalogue 2008, ART ,74187*, 2008.
- [12] Schneider Electric. Sepam série 80 fonction de protection de mesure et commande. *ART, 582381*, 2009.
- [13] P. FONTI. Paramétrage et réglage d'un relais de protection micom p142 du départ 30kv hta smpacs issu du poste source th oued-aissi. *Schneider Electric –Cahier technique n 194*, 2017.

- [14] M. Gerin. Guide de conception mt. *Guide technique*, 2000.
- [15] M. Gerin. Guide de la protection cg0021fr. *Schneider électrique, édition*, 2006.
- [16] M. Gerin. Guide de protection. *Schneider Electric edition*, 2006.
- [17] M. Gerin. Protection des réseaux électriques. *Pozzo Gros- Mont, Italie* 2003.
- [18] M HACHOUD and F. TIBERANINE. Etude de la protection numérique sepam 200 d'un réseau électrique hta30kv appliquée au départ bouhinoun. *Mémoire de Master Académique réseaux électriques, Université UMMTO*, 2010.
- [19] L. Hewitson. Practical power systems protection. *First published Elsevier*, 2004.
- [20] C. Meheraz. protection des installations électrique mt application réseau 'cevit-al-bejaia'. *mémoire de fin d'études de master académique en électrotechnique*, 25/09/2016.
- [21] B. METZ-NOBLA. Réglage des protections. *EDF Guide technique de la distribution B.61-22*, 1998.
- [22] B. METZ-NOBLA and C. DUMAS, F. poulain. calcul du courant de court-circuit. *CT158 édition*, 2005.
- [23] D. Penkov. localisation des défauts dans les réseaux hta en présence de génération d'énergie dispersée. *université de Grenoble, France*, 2012.
- [24] C. PRÉVÉ and R. JEANNOT. Guide de conception des réseaux électriques industriels. *Schneider Electric n : 6 883 427/A*, Février 1997.
- [25] C. Puret. les réseaux de distribution publique mt dans le monde. *Cahier Technique Merlin Gerin 155*, Septembre1991.
- [26] M. SAIDANI and N. HAMMOUCHE. Paramétrage et réglage d'un relais de protection micom p142 du départ 30kv hta ssempacs issu du poste source th oued-aissi. *Mémoire de Master Académique réseaux électriques, Université UMMTO*, 2015.
- [27] Schneider. Guide de protection. *Electric*, 2007.
- [28] SIEMENS. Transmission and distribution. *Power Engineering Guide, 4th Edition*, 2005.
- [29] SILEC. câble moyen tension hta. 2006.
- [30] Sonelgaz. Guide technique de distribution. *Document Technique, Groupe SONEGAS*, 1984.
- [31] G. VALENTIN and J-C TURPAIN. réseau moyenne tension. *Techniques de l'Ingénieur, traité Génie électrique D 4 600*, 2017.

# Chapitre 4

## ANNEXE I

### ❖ Données des transformateurs

Désignation de l'équipement	Fabricant	Caractéristiques
Transformateurs de cogénération WEG 01 et 02	WEG Transformadores	Sn=32MVA, Ucc=12% Coulage Dyn11, Un=11kV /30kV In=1.679ka /0.6158ka Enroulement cuivre
Transformateur auxiliaire cogénération 01 et 02		Sn=3150KVA, Ucc1=5.69%, Ucc2=5.72%, Couplage Dyn11 Un=30kV/410V In=60.62A /4435.7A Enroulement cuivre
Transformateur auxiliaire poste de livraison	France transfo	Sn= 100KVA, Ucc=4.5 Couplage Dyn11 Un=30kV/400V In=1.9A/144.2A Enroulement cuivre
Transformateur auxiliaire JDB (N01 ET 02) T1 et T2	France transfo	Sn=100KVA, Ucc=4.5% Couplage Dyn11 Un=30kV/400V In=1.9A/144.2A Enroulement
Transformateur poste 60/30kv	France transfo	Sn=25MVA, Ucc=11% Couplage YNyn0 Un=60kV/30kV In=240.56A/481.1252A Enroulement cuivre

FIGURE 4.1 – Données des transformateur.



F04	JDB N°01 30kV	TR03 R.Sucr1600T/j	1X240	AL	60
F00	JDB N°01 30kV	JDB R Sucre3000T/J	2X240	Cu	250
F15	JDB R Sucre3000T/J	silos sucre blanc	1X95	Cu	234
F16	JDB R sucre 3000T/J	Aérocondensateur	1X95	Cu	35
F32-F38	JDB 30kV APL	JDB 30kV R Huile	1X240	Cu	30
F41	JDB 30kV R Huile	Tr TR1 2000	1X240	AL	8
F40	JDB 30kV R Huile	Tr TR2 2000	1X240	AL	8
F39	JDB 30kV R Huile	Tr TR3 3500	1X240	AL	6
F34-F28	JDB 30kV APL	JDB 30kV Bouchon	1X240	Cu	12 ✓
F27	JDB 30kV Bouchon	Tr TR 1600	1X70	Cu	8
F23-F26	JDB 30kV Bouchon	JDB 30kV cond huile	1X240	Cu	30 /
F24	JDB 30kV cond huile	Tr TR1 3150	1X95	Cu	15
F25	JDB 30kV cond huile	Tr TR2 3150	1X95	Cu	20
F42-F43	JDB 30kV R Huile	JDB 30kV MARG	1X240	AL	30

❖ **Données des jeux de barres**

jeu de barre	Longueur (m)	Courant nominal (A)	Tenue thermique (kA)
JDB Cogénération	8	1250	25kA-1second
JDB 60kV	12	1250	25kA-1second
JDB distribution	13.25	630	16kA-1second
JDB Sucre 3000 t/j	6.65	630	16kA-1second
JDB OSMOS	2.75	630	16kA-1second
JDB Raffinerie huile	3.60	630	16kA-1second
JDB Bouchon	1.65	630	16kA-1second
JDB margarine	1.65	630	16kA-1second
JDB condit huile	3.40	630	16kA-1second
JDB APL	6.75	630	16kA-1second

❖ **Données des Alternateurs de la centrale diesel**

<b>Alternateurs G1, G2, G6, G7</b>	Type A51 L8-4P Sn= 2000kVA ; Un= 400V ; In= 2886A Cosφ= 0.8 ; T= 40C° ; couplage DY
<b>Alternateurs G3, G4, G5</b>	Type AA50 L8 Sn= 1400kVA ; Un= 400V ; In= 2127A Cosφ= 0.8 ; T= 40C° ; couplage DY

FIGURE 4.2 – données des jeux barres.

<b>Transformateur SILOS</b>	France transfo	Sn=3150KVA, Ucc=7% Couplage Dyn11 Un=30kV/ 400V In=60.6A /4546.6A Enroulement cuivre
<b>Transformateur chaufferie</b>	France transfo	Sn=2500KVA, Ucc=6% Couplage Dyn11 Un=30kV/400V In=48.1A/3608.4A Enroulement cuivre
<b>Transformateur bouchon</b>	France transfo	Sn=1600KVA, Ucc=6.5% Couplage Dyn11 Un=30kV/400V In=29.3A/2309A Enroulement aluminium
<b>Transformateur condit huile T1 et T2</b>	France transfo	Sn=3150KVA, Ucc=7% Couplage Dyn11 Un=30kV/400V In=60.6A/4382.3A Enroulement cuivre
<b>Transformateur Raffinerie d'huile</b>	France transfo	<b>T1 :</b> Sn=3500KVA, Ucc=6% Couplage Dyn11 Un=30kV/400V In=67.4A/5051.8A Enroulement cuivre <b>T2, T3 :</b> Sn=2000KVA, Ucc=6% Couplage Dyn11 Un=30kV/400V In=38.5A/2886.8A Enroulement cuivre
<b>Transformateur margarinerie</b>	France transfo	Sn=3150KVA, Ucc=6% Couplage Dyn11 Un=30kV/400V In=60.6A/4546.6A Enroulement cuivre
<b>Transformateur silo sucre blanc</b>	France transfo	Sn=3150KVA, Ucc=6% Couplage Dyn11 Un=30kV/400V In=60.6A/4546.6A Enroulement cuivre

FIGURE 4.3 – *Transformateur silos.*

# Résumé

Les réseaux de distributions électriques est une partie essentielle pour l'alimentation en énergie électrique pour les différents consommateurs MT et BT, sont considérés comme des infrastructures hautement critiques pour le développement industriel et économique de pays, mais il y a plusieurs anomalies (chute de tension, déséquilibre, court-circuit, etc.), pour cela il faut installer un bon système électrique pour la protection de ce réseau. Les bonnes études des systèmes de protections au réseau de distribution électrique moyenne tension contre les courts-circuits entre phases ou phase à la terre assure à la fois une bonne sécurité des personnes contre les électrisations et des biens contre les effets destructifs des courants forts sur les câbles, lignes, et transformateur de puissance ...etc, ainsi qu'une bonne continuité de service globale du réseau de distribution en isolant partie en défaut du réseau à afin d'en préserver le fonctionnement.

La contribution de ce travail de fin d'étude consistant l'étude de cas réseau de distribution électrique moyenne tension de complexe cevital de Bejaia.