

UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie Electrique



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et technologies

Filière : Electrotechnique

Spécialité : Electrotechnique industrielle

Présenté par :

BEN DERRADJI Selsabil

Thème:

CALCUL DES PROTECTIONS D'UN DÉPART HTA (30 KV)

Soutenu publiquement

Le : 10/06/2014 à 14h

Devant le jury :

M ^r . BENMAKHLOUF Abdeslam	MA (B)	Président	UKM Ouargla
M ^r . DJEDDI Abdelghani	MA (A)	Encadreur/rapporteur	UKM Ouargla
M ^r .TAIBI Djamel	MA (B)	Co-Encadreur	UKM Ouargla
M ^r . GUEHRAR Youcef	MA (A)	Examineur	UKM Ouargla
M ^r . KADRI Ahmed Yacine	MA (B)	Examineur	UKM Ouargla

Année universitaire 2013/2014

Dédicace

*Je dédie ce mémoire
Aux êtres les plus chers à mon
cœur, Mon Père, Ma mère, qui
ont toujours cru en moi et
encouragées.*

*A mes sœurs : Mihed et
Chourouk*

*A mes Frères: Mounib et
Mourtadha*

A toute ma familles

A tous mes amis

A tous mes professeurs

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail

A mes parents pour m'avoir encouragé. Sans eux, je n'en serais pas là.

Je tiens à remercier mon encadreur Mr.DJEDDI Abdelghani, et également, mon Co-Encadreur Mr. TAIBI Djamel pour ses précieux conseils et ses aides durant toute la période du travail.

A l'issue de mon stage, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon acheminement de cette formation.

Je remercie Mr.REZZAG HEBLA Med Laid, et Mr. BEN GOUGA Saïd, ainsi que tout le personnel de la direction de distribution de l'électricité et du gaz d'Ouargla, appartenant à la société de distribution de l'électricité et du gaz du Centre, filiale du groupe SONELGAZ pour leurs orientations et accueil sympathique lors des jours du stage.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant d'examiner notre mémoire et de l'enrichir par leurs recommandations.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

Sommaire

Dédicace	
Remerciement	
Sommaire	
Table des figures	
Table des Tableaux	
Introduction Générale	1
1. Introduction.....	4
2. Généralités	4
3. Les différents types de réseaux	4
3.1 Réseaux d'interconnexion et de transport :	5
3.2 Réseaux de répartition :	5
3.3 Réseaux de distribution:	5
4. Structure générale d'un réseau électrique	6
5. Les niveaux de tension.....	7
6. Constitution des réseaux de distribution HTA.....	7
6.1 Réseaux HTA aériens :	7
6.2 Réseaux HTA souterrains:	7
7. Structure des réseaux HTA	8
7.1 Structure maillée	8
7.2 Structure radiale	8
7.3 Réseau bouclé	10
8. Les types des postes HTA.....	13
8.1 Leur fonction	13
8.2 Leur puissance	14
9. Composition d'un départ HTA	17
9.1 Cellule départ	17
10. Conclusion	18
1. Introduction.....	20
2. Caractéristiques principales de l'appareillage HTA	20
3. Les Appareils de mesures	20
3.1 Transformateur de mesure:	20
4. Les appareils de protection.....	23
4.1 Les relais	23
4.1.1 Les types de relais :	23
4.2 Transformateur de Protection (TC) :	23
4.3 Disjoncteurs :	24
5. Les appareils de coupure.....	24

5.1 Le disjoncteur à réenclenchement automatique (recloser) :	24
5.2 Interrupteur HTA:	25
5.3 Sectionneurs:.....	25
6. Tableaux MT(HTA)	25
7. Les technologies des unités de protection MT	26
8. L'unité fonctionnelle	27
8.1 Composition de la cellule départ Université :	28
8.2 La chaîne de protection et de contrôle commande :	28
8.3 La partie mobile :	30
9. Conclusion	30
1. Introduction	32
2. Etude des protections d'un réseau HTA	32
3. Les types des défauts HTA	32
3.1 Définition :	33
3.2 Origines des défauts :	33
4. Caractéristiques des défauts	33
4.1 En fonction du nombre de conducteurs affectés :	33
4.2 En fonction de la durée :	34
4.3 Intensité du courant de court- circuit :	35
5. les différents types de défauts	35
5.1 Les surtensions :	35
5.2 Les surcharges :	35
5.3 Les déséquilibres :	36
5.4 Les courts circuits :	36
6. Courants de court-circuit	37
6.1 Définition :	37
6.2 Effets des courants de court-circuit :	37
6.3 Caractérisation de court-circuit :	37
7. Position de neutre HTA par rapport à la terre	38
7.1 Mise à la terre par résistance :	38
7.2 Protection des Résistances de mise à la terre du neutre HTA :	39
8. Les composantes Symétriques	39
8.1 Représentation vectorielle du système triphasé équilibré:.....	39
8.2 Système triphasé déséquilibré – composantes symétriques :	40
9. Calcul du courant de court-circuit	41
9.1 Calcul de courant de court-circuit triphasé :	41
9.2 Calcule du courant de court- circuit monophasée :	42
9.3 Calcul du courant de court – circuit biphasé :	43

9.4 Court-circuit biphasé entre conducteurs de phase et terre :	44
10. Plan de protection	44
10.1 Les qualités d'un plan de protection:	45
10.2 Technologie :	46
11. Protection des départs HTA	46
11.1 Protection contre les défauts entre phases :	46
11.2 Principe de réglage en intensité des relais de courant de phase :	46
11.3 Fonctionnement et sélectivité :	46
11.4 Protection contre les défauts entre phases et terre : (protection Ampèremétrique à temps constant)	47
11.5 Protection ampèremétrique à deux seuils homopolaires à temps constant :	48
11.6 Protection ampèremétrique à temps dépendant :	48
12. Les réenclencheurs Automatiques	48
12.1 Le reenclencheur rapide :	49
12.2 Le reenclencheur avec un cycle rapide plus deux cycles lents:	50
13. Conclusion	51
1. Introduction	53
2. Caractéristiques générales des protections	53
2.1 Rôle :	53
2.2 Réalisation :	53
2.3 Régime d' exploitation :	53
2.4 Principe de réglage :	54
3. Réglage de protection d'un départ	54
3.1 Calcul les impédances :	54
3.2 Relais ampéremétrique de phase :	56
3.3 Relais de Courant Homopolaire :	58
3.4 Relais de temps :	60
4. Exemple de réglages des protections	60
4.1 Départ Aérien 30 KV (RTA) :	60
4.2 Départ souterrain (Université kasdi Merbah Ouargla) :	63
5. Les Essais	66
5.1 Schema global de teste :	66
5.2 Tableau d'essai :	67
6. Conclusion	67
Conclusion Générale	68
Bibliographie	69

Table des figures :

N°	Figures	Page
I-1	shémas simplifierd'un réseau électrique	4
I-2	structure générale d'un réseau électrique en Algérie	6
I-3	la structure des réseaux maillés	8
I-4	Réseau HTA radial en simple antenne	9
I-5	Réseau HTA radial en double antenne sans couplage	9
I-6	réseau HTA radial en double antenne avec couplage	10
I-7	réseau HTA en boucle ouverte	11
I-8	Réseau HTA en boucle fermée	12
I-9	Réseau HTA en double dérivation	13
I-10	poste de distribution publique	13
I-11	poste Livraison	14
I-12	Le poste HT/HTA	14
I-13	Le poste HTA/HTA	15
I-14	Le poste HTA/BT	16
I-15	Exemple de raccordement d'un poste sur poteau	16
I-16	Schéma général d'un poste ouvert	17
II-1	transformateur de mesure dans une chaîne de protection	21
II-2	Couplage d'un TC avec double enroulements primaires	22
II-3	TC avec double enroulements secondaires	22
II-4	compartiment disjoncteur	24
II-5	tableaux MT	25

II-6	Schéma d'une cellule MT d'un tableau préfabriqué	28
II-7	Sepam	29
III-1	la chaîne de protection	32
III-2	Réalisation de mise à la terre pour neutre accessible résistance entre neutre et terre	38
III-3	Représentation vectorielle équilibrée	40
III-4	Décomposition d'un système triphasé déséquilibré en composantes symétriques	41
III-5	courant de court circuit triphasé	42
III-6	courant de court circuit monophasé	42
III-7	le courant de court circuit biphasé	43
III-8	courant de court circuit biphasé terre	44
III-9	La protection contre les défauts entre phases	46
III-10	Protection contre les défauts entre phases et terre	47
III-11	raccordement entre disjoncteur du départ aérien HTA et le premier poteau	47
III-12	diagramme sur un défaut fugitif	49
III-13	diagramme sur un défaut semi-permanent ou permanent	50
III-14	Diagramme sur défaut semi-permanent	50
III-15	Diagramme sur défaut permanent	51
IV-1	schéma de l'impédance équivalent de réseau	55
IV-2	Départ Aérien	60
IV-3	Schéma global de test	66

Table des Tableaux :

N°	Tableau	Page
I-1	les domaines de tension	07
IV-1	Les valeurs de courant capacitif de chaque section	59
IV-2	Le courant de la limite thermique	61
IV-3	Caractiristiques électriques des conducteurs	62
IV-4	longueurs des cables d'un départ souterrain	63
IV-5	Les valeurs de tests	67

Introduction Générale :

L'électricité est une énergie non stockable, elle doit être produite, transportée et distribuée pour être consommée. « L'énergie électrique consommée correspond toujours à l'énergie produite »

L'énergie électrique est produite dans des usines génératrices appelées 'Centrales électriques'. Une Centrale comporte un ou plusieurs groupes constitués chacun d'un alternateur entraîné par une machine motrice (moteur Diesel, turbine à vapeur, turbine à gaz, turbine hydraulique ...)

Les centrales de la production de l'énergie électrique se trouvent généralement dans des endroits éloignés par rapport aux différents points de consommation, pour cela, ils viennent les postes de transformation et les lignes de transport qui assurent l'évacuation de l'énergie produite vers les clients finaux. On trouve des postes de transformation de l'énergie aux bords des villes, ces postes sont construits pour baisser la tension (Haute tension) et la rendre moyenne tension MT (HTA). Après, on trouve des lignes électriques (HTA) qui sortent de ces postes et qui se dispersent dans les villes, les villages, les zones rurales, et les zones industrielles. Ces lignes doivent être commandées et contrôlées, pour cela, on trouve des protections installées au niveau de la cellule de chaque départ (Ligne sortante du poste de transformation) , ces protections assurent l'élimination de l'effet des défauts et protègent les clients en cas de la présence d'anomalies dans le fonctionnement du départ qui les alimente. Les valeurs de réglages de ces protections doivent être calculées et affichées sur ces protections d'une manière correcte et rigoureuse afin d'éviter toute anomalie dans le fonctionnement des lignes électriques.

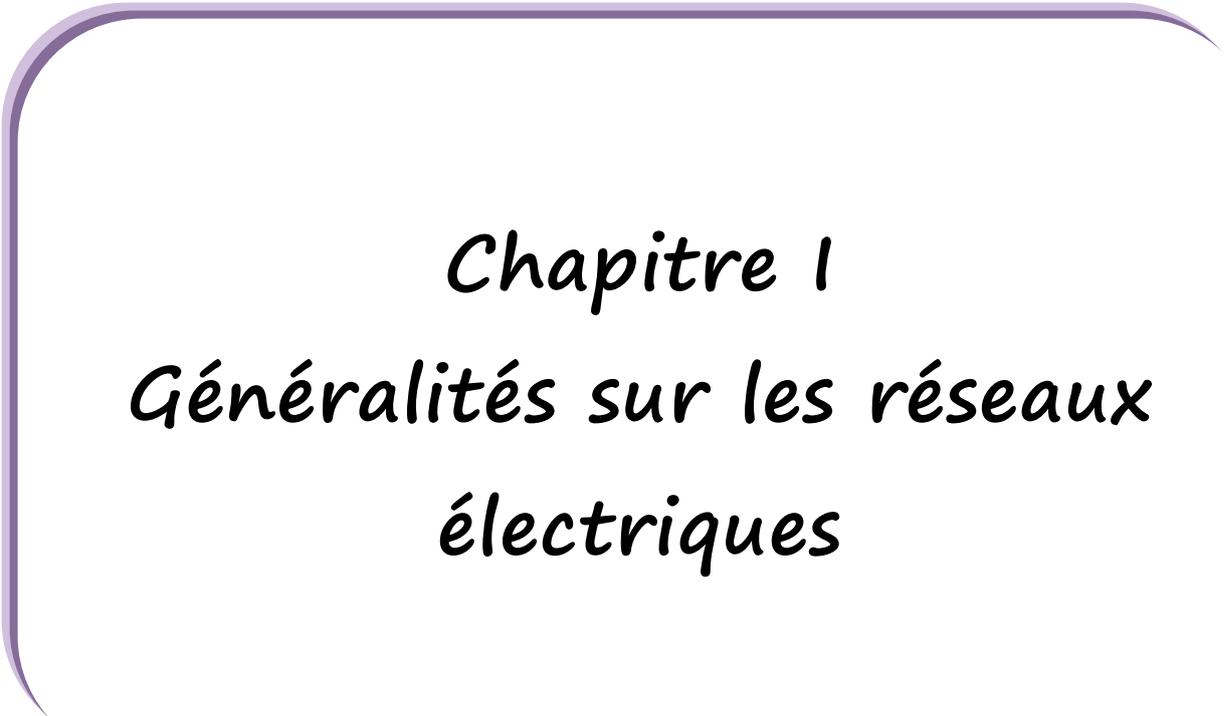
Notre problématique et la suivante : Comment calculer les protections d'un départ HTA (ligne électrique MT) ?

Pour répondre à cette problématique, nous avons organisé notre mémoire comme suit :

Dans le premier chapitre, nous avons présenté des généralités sur les réseaux électriques. Le deuxième chapitre a été consacré à la présentation des différents appareillages de protection des réseaux électriques de distribution. Dans le troisième

chapitre, nous avons présenté le calcul des courants de défauts qui peuvent toucher une ligne électrique HTA, et nous avons présentés des résumés sur les formules utilisées pour le calcul des protections. Dans le quatrième chapitre, nous avons calculé les réglages d'un départ HTA, qui existe réellement, et qui alimente, parmi ses clients, l'université KASDI Merbah – Ouargla.

Notre travail se termine par une conclusion et des perspectives.



Chapitre 1
Généralités sur les réseaux
électriques

1. Introduction

Nous allons présenter dans ce chapitre des notions générales sur les réseaux électriques, et on va expliquer les différents modes de raccordement des transformateurs d'alimentation, les catégories des réseaux, et les différentes structures des réseaux. Cela va nous permettre, de connaître les parties essentielles à prendre en considération pour concrétiser notre objectif.

2. Généralités

Les réseaux électriques sont constitués par l'ensemble des appareils destinés à la production, au transport, à la distribution et à l'utilisation de l'électricité depuis la centrale de génération jusqu'aux clients les plus éloignées.

Les réseaux électriques ont pour fonction d'interconnecter les centres de production tels que les centrales hydrauliques, thermiques... avec les centres de consommation (villes, usines...).

L'énergie électrique est transportée en haute tension, voire très haute tension pour limiter les pertes joules (les pertes étant proportionnelles au carré de l'intensité) puis progressivement abaissées au niveau de la tension de l'utilisateur final.

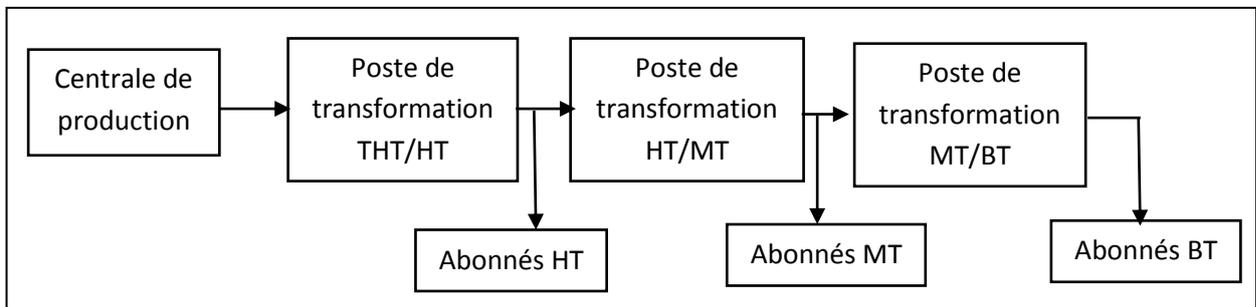


Figure I-1 : Schéma simplifié d'un réseau électrique [1]

3. Les différents types de réseaux

Suivant le trajet de l'énergie depuis sa production jusqu'à son utilisation, il y a successivement différents types de réseaux dont les missions sont parfaitement définies par [4] :

3.1 Réseaux d'interconnexion et de transport :

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 :

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

3.2 Réseaux de répartition :

Ces réseaux comprennent les lignes de transport et les postes de transformation intermédiaires entre le réseau de transport et le réseau de distribution. Ce sont des réseaux haute tension, dont le rôle est de répartir l'énergie électrique au niveau régional. Ils peuvent être aériens ou souterrains.

3.3 Réseaux de distribution:

Ils ont pour rôle de fournir aux réseaux d'utilisation la puissance dont ils ont besoin. Ils utilisent deux tensions :

- Des lignes à moyenne tension (MT ou HTA) alimentées par des postes HT/MT et fournissant de l'énergie électrique, soit directement aux consommateurs importants soit aux différents postes MT/BT.
- Des lignes à basse tension qui alimentent les usagers soit en monophasé soit en triphasé. les réseaux MT font pratiquement partie, dans leur totalité des réseaux de distribution.

4. Structure générale d'un réseau électrique

Le schéma se présente comme suit :

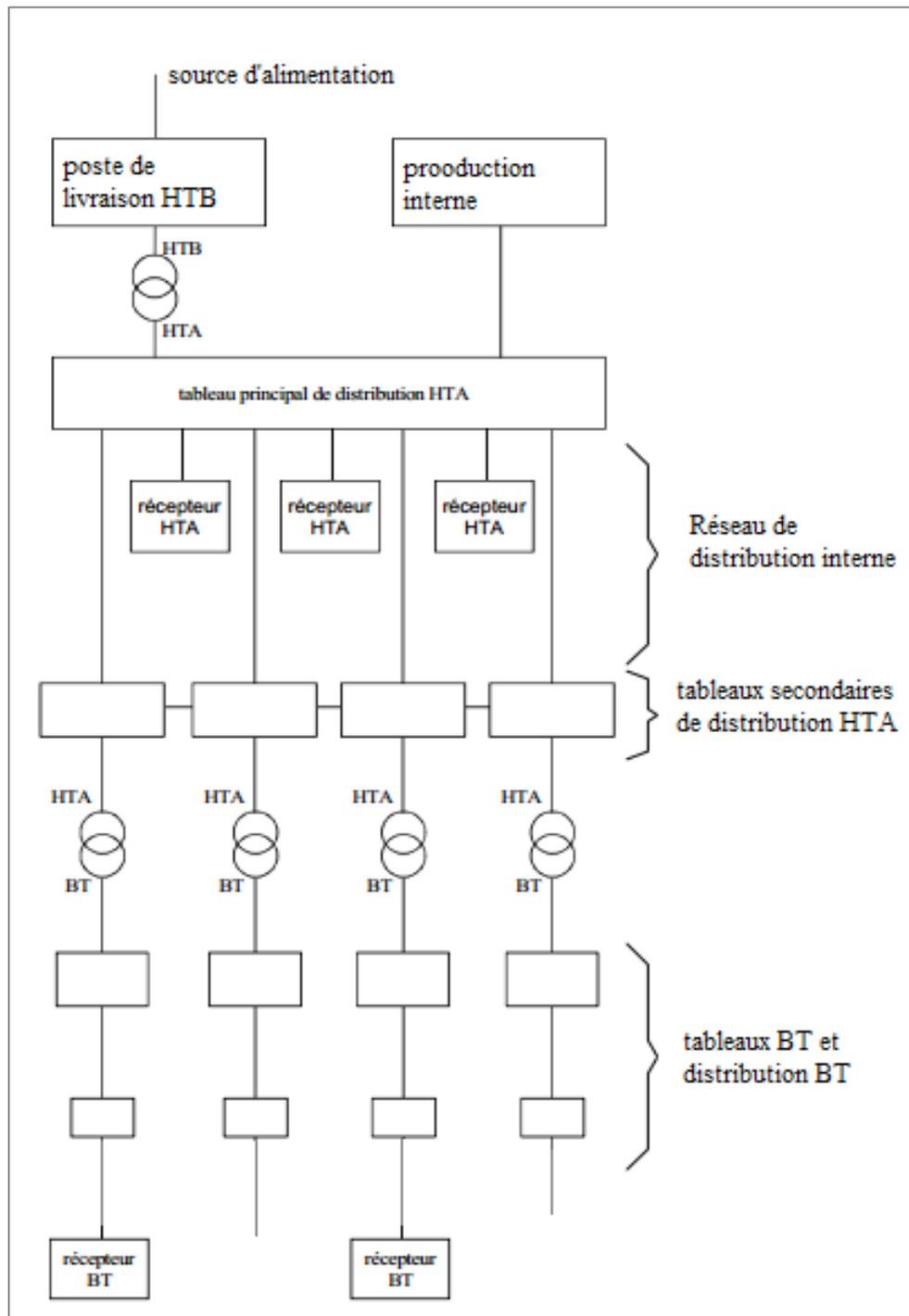


Figure I- 02 Structure générale d'un réseau électrique [6].

5. Les niveaux de tension

La nouvelle norme en vigueur en Algérie (SONELGAZ) définit les niveaux de tension alternative 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)	BTB	$50 < U_n \leq 500$	$120 < U_n \leq 750$
	BTB	$500 < U_n \leq 1000$	$750 < U_n \leq 1500$
Haute Tension (HT)	HTA ou MT	$1000 < U_n \leq 50\ 000$	$1500 < U_n \leq 75\ 000$
	HTB	$U_n > 50\ 000$	$U_n > 75\ 000$

Tableau I-1 : Tableau des domaines de tension

6. Constitution des réseaux de distribution HTA

Nous pouvons distinguer deux principaux types de réseaux HTA, selon la pose des conducteurs:

6.1 Réseaux HTA aériens :

La structure des réseaux est arborescente à deux ordres de lignes : dorsales et dérivations. Des sous dérivations peuvent être utilisés pour alimenter des charges isolées ou pour grouper sous un même interrupteur à commande manuelle un ensemble de postes HTA/BT. Des interrupteurs automatiques seront installés à l'endroit de dérivation pour permettre l'élimination de la dérivation en défaut. Leur installation se fera suivant l'importance et la probabilité d'incidents sur la dérivation.

Les sous-dérivations doivent être équipées, au point de raccordement à la dérivation, d'interrupteurs manuels.

6.2 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.

7. Structure des réseaux HTA

On distingue trois structures : maillée, radiale et bouclée.

7.1 Structure maillée :

Elle permet la réalimentation en cas d'indisponibilité d'un tronçon ou d'un poste HTA/BT après l'élimination de l'élément défectueux.

Elle présente l'inconvénient de n'utiliser les câbles que partiellement par rapport à leur capacité.

Elle exige, de plus, un point commun par paire de câble et demande une surveillance continue du réseau en fonction de l'accroissement de la charge [8].

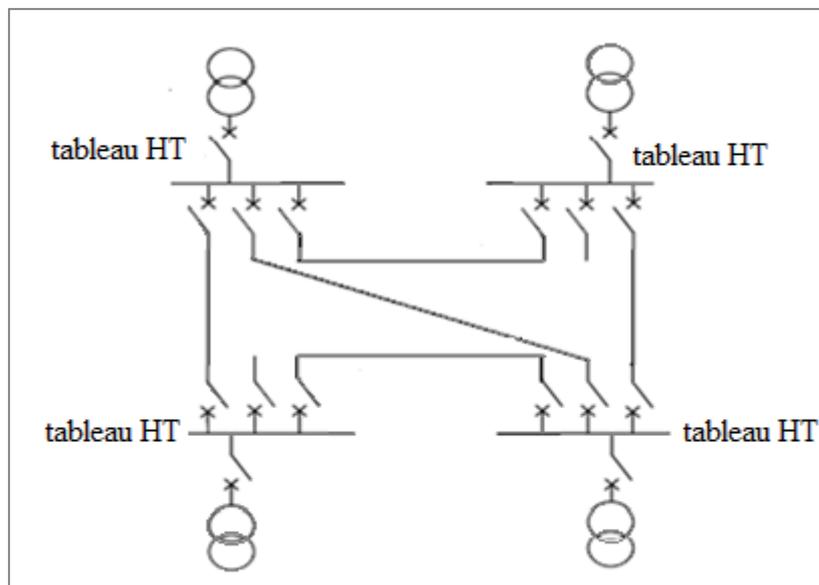


Figure I- 3: Structure des réseaux maillés

7.2 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. Ce sont les réseaux les moins coûteux [8].

7.2.1 Radial en simple antenne :

- Cette structure est préconisée lorsque les exigences de disponibilité sont faibles, elle est souvent retenue pour les réseaux (coût excessif par exemple).

- les tableaux 1 et 2 et les transformateurs sont alimentés par une seule source, il n'y a pas de solution de dépannage.

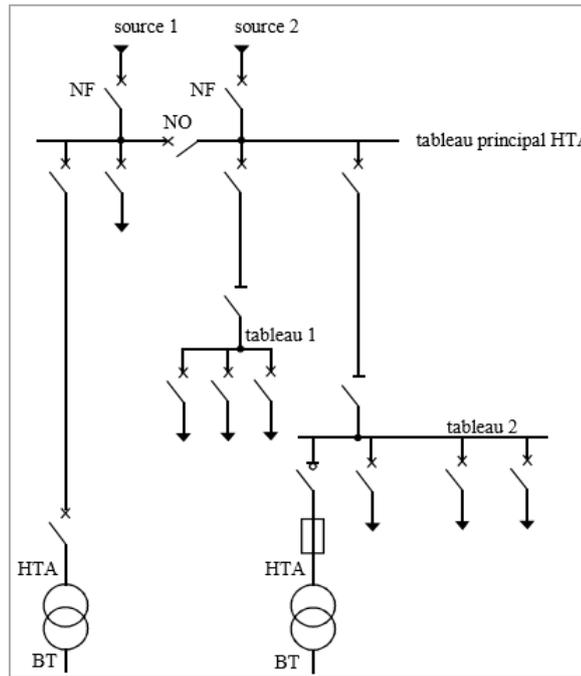


Figure I- 4: Réseau HTA radial en simple antenne

7.2.2 Radial en double antenne sans couplage :

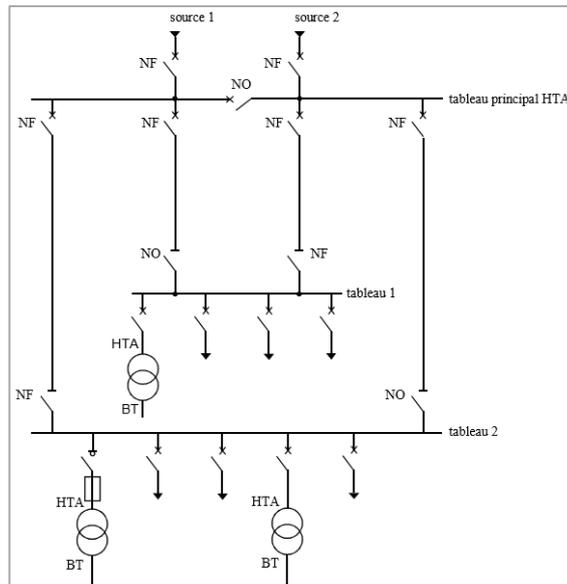


Figure I- 5: Réseau HTA radial en double antenne sans couplage

Légende :

NF : normalement fermé

NO : normalement ouvert

Tous les appareils de coupure sans légende sont normalement fermés

- les tableaux 1 et 2 sont alimentés par 2 sources sans couplage, l'une en secours de l'autre
- la disponibilité est bonne.
- l'absence de couplage des sources pour les tableaux 1 et 2 entraîne une exploitation moins souple.

7.2.3 Radial en double antenne avec couplage :

Les tableaux 1 et 2 sont alimentés par 2 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.
- cette structure est préconisée lorsqu'une bonne disponibilité est demandée, elle est souvent retenue dans les domaines de la sidérurgie et de la pétrochimie.

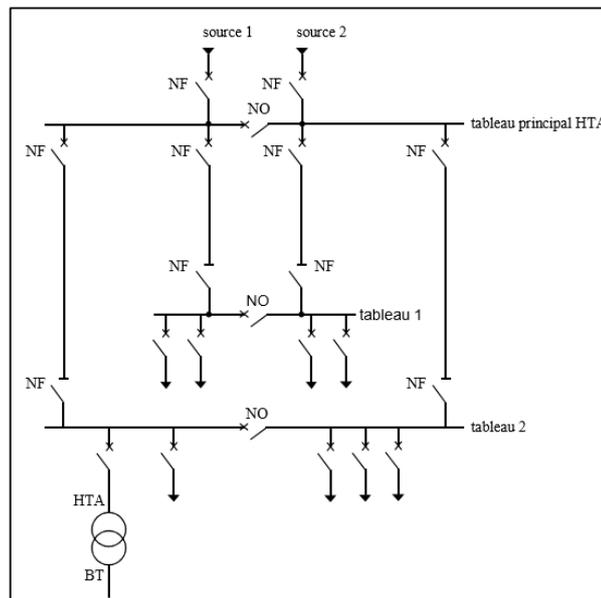


Figure I- 6: Réseau HTA radial en double antenne avec couplage

7.3 Réseau bouclé :

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

7.3.1 Boucle ouverte :

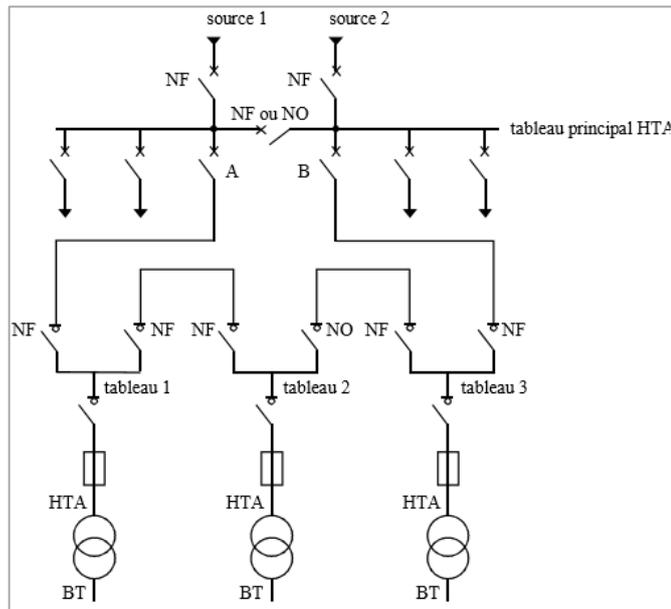


Figure I- 7: Réseau HTA en boucle ouverte

- les têtes de boucle en A et B sont équipées de disjoncteurs.
 - les appareils de coupure des tableaux 1, 2 et 3 sont des interrupteurs.
 - en fonctionnement normal, la boucle est ouverte (sur la figure, elle est ouverte au niveau du tableau2).
 - les tableaux peuvent être alimentés par l'une ou l'autre des sources.
 - 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 automatisme de reconfiguration de boucle est installé.
- La coupure est d'au moins plusieurs minutes ou dizaines de minutes si la reconfiguration de boucle est effectuée manuellement par le personnel d'exploitation.

7.3.2 Boucle fermée :

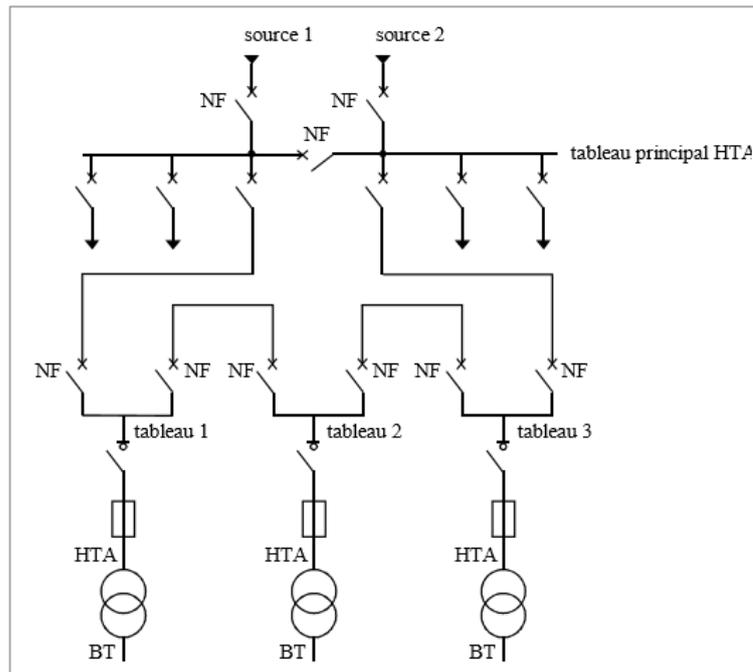


Figure I- 8: Réseau HTA en boucle fermée

- tous les appareils de coupure de la boucle sont des disjoncteurs.
 - en fonctionnement normal, la boucle est fermée.
 - le système de protection permet d'éviter les coupures d'alimentation lors d'un défaut.
- 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 car elle nécessite des disjoncteurs dans chaque tableau et un système de protection plus élaboré.

7.3.3 En double dérivation :

- les tableaux 1, 2 et 3 peuvent être dépannés et être alimentés par l'une ou l'autre des sources indépendamment.
- cette structure est bien adaptée aux réseaux étendus avec des extensions futures limitées et nécessitant une très bonne disponibilité.

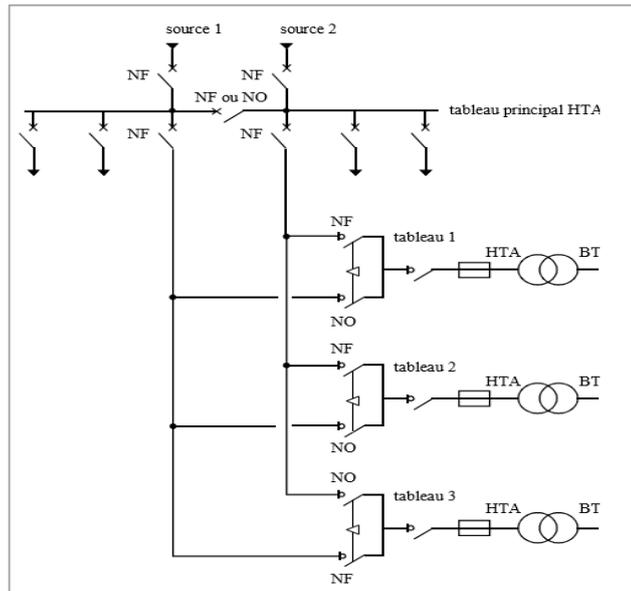


Figure I-9 : Réseau HTA en double dérivation

8. Les types des postes HTA

On peut classer les postes suivant les fonctions qu'ils assurent selon :

8.1 Leur fonction :

8.1.1 Poste de distribution publique (DP):

Il est au service de plusieurs clients, dont l'énergie est délivrée en basse tension. Il est placé soit dans un bâtiment soit sur un support [1].

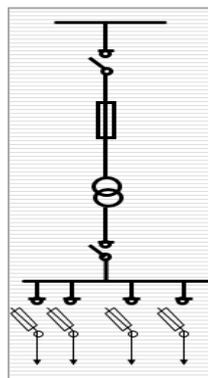


Figure I- 10: Poste de distribution publique [1]

8.1.2 Les postes mixtes (DP/L) :

Dans ces postes on trouve deux parties une installation DP et une autre pour le client. Ces postes sont classés selon la puissance transmise.

8.1.3 Poste de livraison (L) ou client :

Ce sont des postes de transformation alimentant des clients dont leurs puissances installées dépassent 25 KVA.

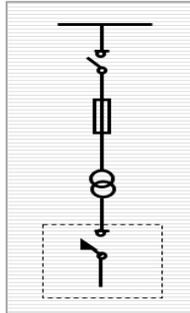


Figure I- 11: Poste Livraison [1]

8.2 Leur puissance :

8.2.1 Le poste HT/HTA:

Ces postes de transformations comprennent les parties suivantes :

Etage HT: se trouvant à l'extérieur il comprend des arrivées HT ; Jeux de barres ; Transformateurs et Protections (parafoudre, sectionneurs.....).

Etage HTA:

Cellules arrivées : elles assurent la liaison entre le transformateur de puissance HT/HTA qui se trouve à l'extérieur et le jeu de barres HTA 30 qui se trouve à l'intérieur du bâtiment « moyenne tension », la liaison se fait en souterrain.

Cellules départs : elles assurent la liaison entre le jeu de barres HTA et le réseau de distribution aérien ou souterrain.

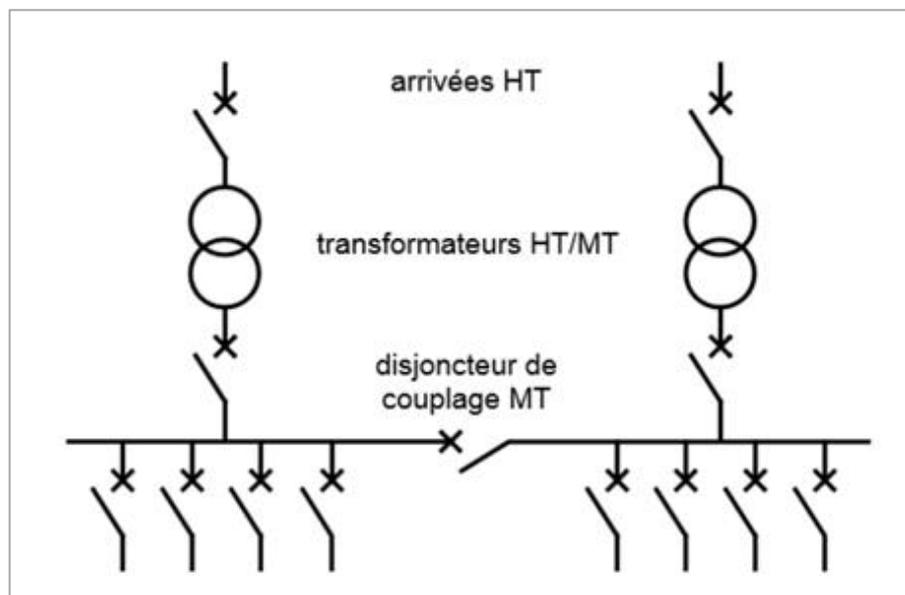


Figure I-12: Poste HT/HTA [4]

Le poste HTB/HTA en distribution publique : Cet ouvrage est présent dans toute structure électrique d'un pays ; il est situé entre le réseau de répartition et le réseau de distribution HTA (ou MT).

Sa fonction est d'assurer le passage de la HTB à la HTA. Son schéma type comporte deux arrivées HT, deux transformateurs HT/HTA, et de 10 à 20 départs HTA.

Ces départs alimentent des lignes en aérien et/ ou des câbles en souterrain.

8.2.2 Le poste HTA/HTA (ou MT/MT):

Cet ouvrage peut réaliser deux fonctions :

- assurer la démultiplication des départs HTA en aval des postes HT/HTA. Dans ce cas, le poste ne comporte aucun transformateur. Il est constitué de deux arrivées HTA et de 8 à 12 départs HTA.
- assurer le passage entre deux niveaux HTA. De tels postes HTA/HTA intègrent des transformateurs. Ils sont nécessaires dans certains pays qui utilisent deux niveaux successifs de tension sur leur réseau HTA (On trouve à Constantine deux tensions HTA : 10KV et 30KV) [2].

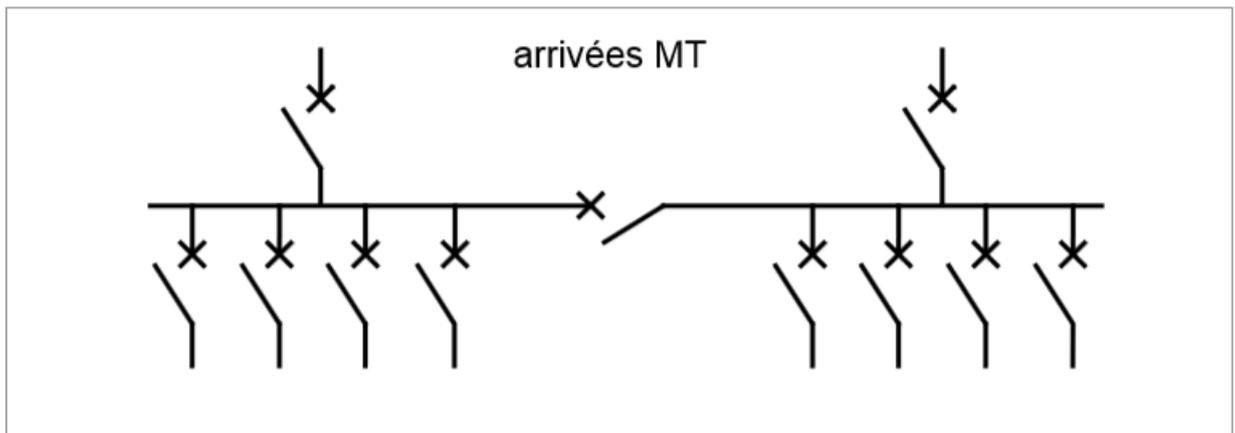


Figure I- 13: Poste HTA/HTA [4]

8.2.3 Le poste HTA/BT :

Le poste HTA/BT en distribution publique est localisé entre le réseau de distribution HTA et le réseau de distribution BT, cet ouvrage est pour:

Assurer le passage de la HTA à la BT. Le schéma type de ce poste est évidemment beaucoup plus simple.

Comparativement au poste HTA/HTA, en particulier, l'appareil de base HTA utilisé est l'interrupteur et non plus le disjoncteur. Ces postes sont constitués de quatre parties :

- L'équipement HTA pour le raccordement au réseau amont ;
- Le transformateur de distribution HTA/BT ;

- Le tableau des départs BT comme points de raccordement du réseau aval de distribution (en BT) ;
- Et de plus en plus souvent une enveloppe extérieure préfabriquée (métallique ou de plus en plus souvent en béton) qui contient les éléments précédents [2].

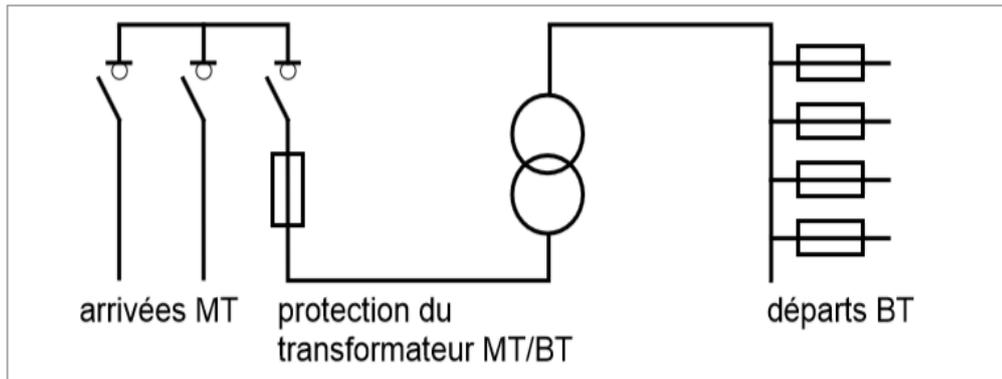


Figure I- 14: Poste HTA/BT

- **Les postes de livraison HTA/ BT :**

On peut classer les postes HTA/BT en deux catégories.

- a. **Les postes d'extérieur :**

- Poste sur poteau :**

Puissances 25 – 50 – 100 kVA. Poste économiques, de faible puissance (≤ 160 kVA), Comprend un transformateur, un disjoncteur, éclateurs ou parafoudre, sectionneur. Ils sont raccordés en groupe et en aval. Ces postes peuvent être de type distribution publique, de livraison mais rarement mixte [13].

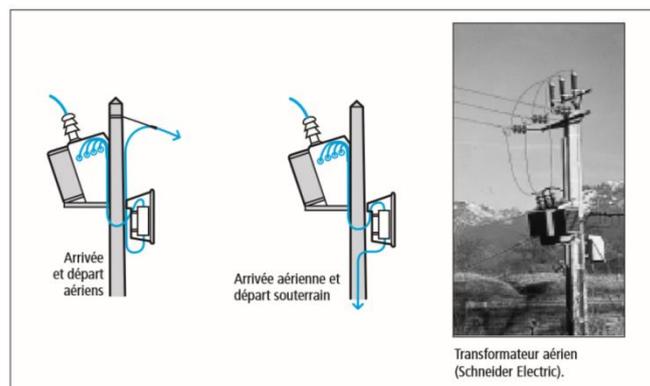


Figure I- 15: Exemple de raccordement d'un poste sur poteau [13]

b. Les postes d'intérieur :

- Postes ouverts maçonnés ou préfabriqués ;
- Postes en cellules préfabriquées métalliques.

Les puissances sont comprises entre 100 et 1 250 kVA.

Le comptage BT doit être remplacé par un comptage HT dès que l'installation dépasse 2000 A, ou s'il existe plusieurs transformateurs [13].

- Postes de livraison HTA à comptage BT ;
- Poste de livraison HTA à comptage HTA et sous stations éventuelles HTA/BT ;
- Répartition HTA et sous stations HTA/BT ou HTA/HTA ;
- Les puissances sont comprises entre 100 et 1 250 kVA.

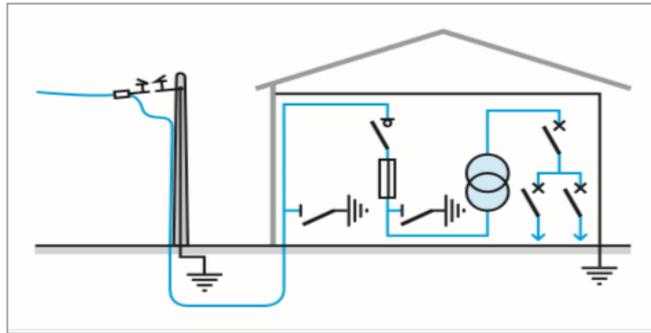


Figure I- 16: Schéma général d'un poste ouvert [13]

9. Composition d'un départ HTA

Un départ HTA est issu d'une rame alimentée par un transformateur HT/HTA. Il est composé de ce qui suit :

9.1 Cellule départ :

La cellule du départ HTA comprend une partie du jeu de barres alimentées par le transformateur HT, le disjoncteur qui est le moyen de coupure et de manœuvres, les TC, la protection qui est composée par des relais destinés à recevoir les réglages à afficher qui vont par la suite commander le fonctionnement du disjoncteur (ouverture et fermeture), donc fournir ou couper l'alimentation en énergie électrique. On trouve aussi des sectionneurs qui servent à isoler le disjoncteur (en hors tension) pour des éventuelles actions d'entretien.

10. Conclusion

Nous avons présenté dans ce premier chapitre des notions générales sur les catégories des tensions, les différentes structures des réseaux, les postes et leurs compositions, en arrivant à la composition de la cellule d'un départ HTA, dans laquelle on trouve les relais et les organes concernés par les protections à calculer et à afficher .

Le déploiement de ces catégories et structures sert à la connaissance précise du réseau qui alimente le départ HTA d'une part, et d'autre part, de connaître les réseaux à alimenter par le départ HTA dont on cherche à calculer leurs réglages, et cela pour assurer la sélectivité des protections.

Chapitre II

Equipements de protection des réseaux HTA

1. Introduction

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.

2. Caractéristiques principales de l'appareillage HTA

L'appareillage HTA permet de réaliser les trois fonctions de base suivantes :

- Le sectionnement qui consiste à isoler une partie d'un réseau pour y travailler en toute sécurité ;
- La commande qui consiste à ouvrir ou fermer un circuit dans ses conditions normales d'exploitation ;
- La protection qui consiste à isoler une partie d'un réseau en situation anormale.

3. Les Appareils de mesures

3.1 Transformateur de mesure:

En distribution électrique HTA les valeurs élevées de courant et de tension ne permettent pas leur utilisation directe par les unités de mesure ou protection.

Des transformateurs de mesure sont nécessaires pour fournir des valeurs utilisables par ces dispositifs qui peuvent être :

- des appareils analogiques, utilisant directement le signal fourni ;
- des unités de traitements numériques à microprocesseur, après conversion analogique/digitale du signal en entrée (ex. : Sepam ou Power Logic System) [10].

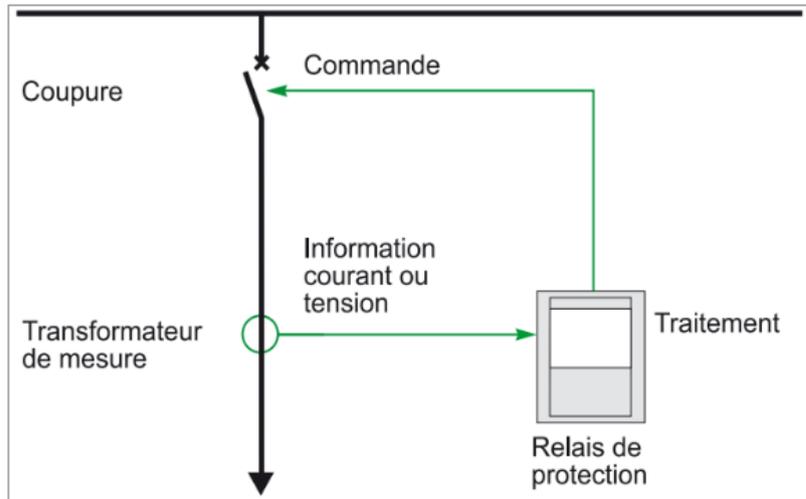


Figure II- 1: Exemple de l'utilisation de transformateur de mesure dans une chaîne de protection [7]

3.1.1. Les transformateurs de courants « TC » de mesure :

Les transformateurs de courant sont utilisés pour fournir l'information aux «relais » de protection et/ou de mesure et les protéger. Pour cela, ils doivent délivrer un courant secondaire proportionnel au courant primaire qui les traverse. Ils doivent donc être adaptés aux caractéristiques du réseau: tension, fréquence et courant [8].

a. Constitution et types :

Un transformateur de courant est constitué d'un circuit primaire et d'un circuit secondaire couplés par un circuit magnétique et d'un enrobage isolant, en époxy-silice dans le cas des transformateurs Schneider Electric.

L'appareil est de type :

- bobiné : lorsque le primaire et le secondaire comportent un bobinage enroulé sur le circuit magnétique.
- traversant : primaire constitué par un conducteur non isolé de l'installation.
- tore : primaire constitué par un câble isolé.

b. Transformateur de courant à doubles enroulements:

1- Double enroulements primaires :

Il est obtenu par couplage série ou parallèle des enroulements primaires,

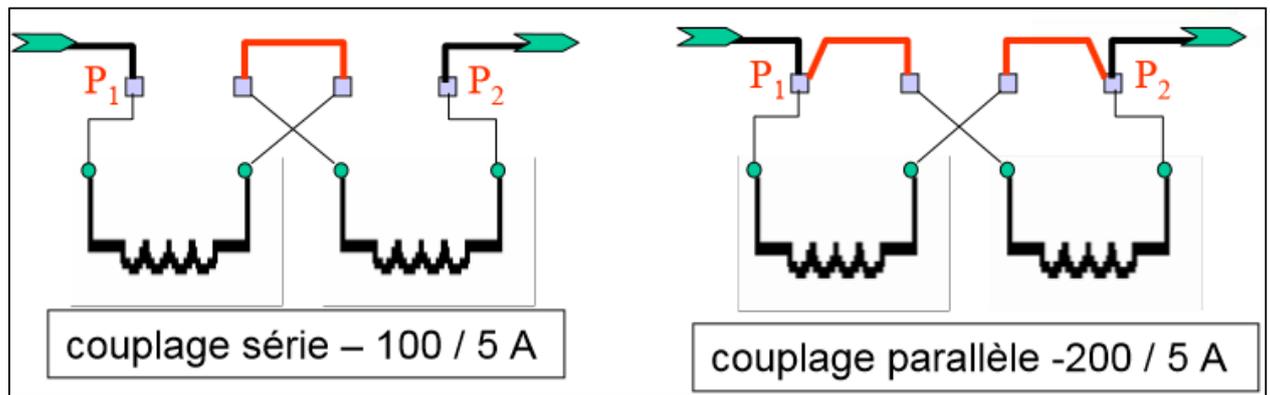


Figure II- 2: Couplage d'un TC avec double enroulements primaires

2- Double enroulements secondaires :

Ils sont montés sur deux circuits magnétiques indépendants. L'un d'eux est utilisé pour l'alimentation du comptage et mesure et a toujours une puissance d'au moins 10 VA en classe sa précision égale 0,5. Son circuit magnétique doit se saturer à $2 \cdot I_n$ pour la protection des appareils de comptage et mesure [1].

L'autre est utilisé pour l'alimentation des circuits de protection et à une puissance de 10 VA en classe sa précision égale 1. Son circuit magnétique ne doit pas y avoir de saturation avant au moins 15 fois le courant nominal.

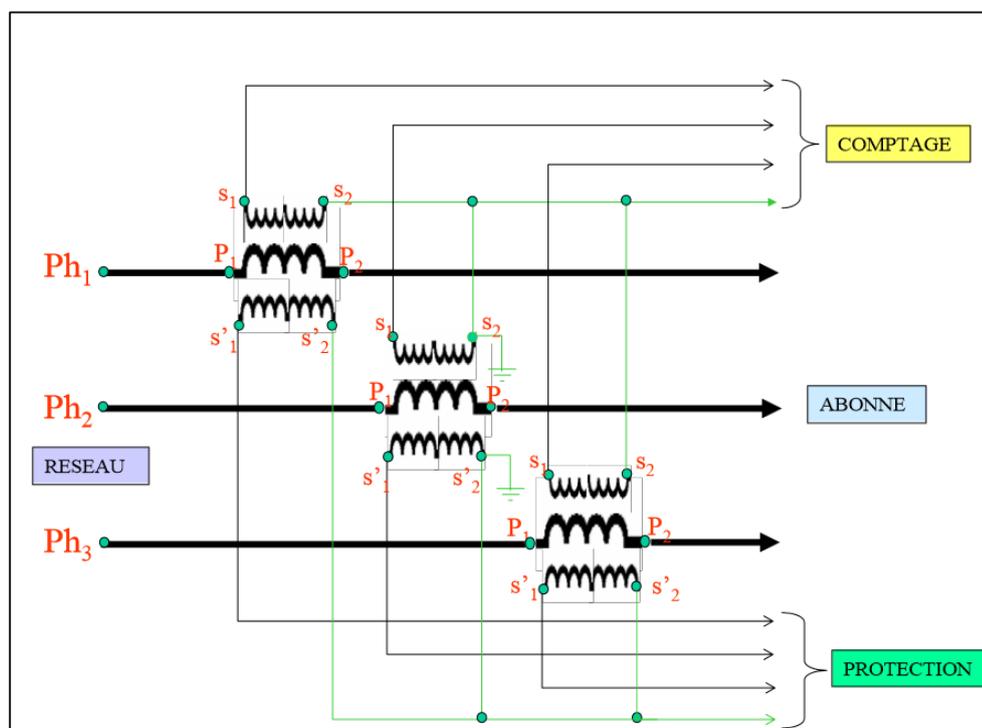


Figure II- 3: TC avec double enroulements secondaires

3.1.2 Les transformateurs de tension (TT ou TP):

Branchés au primaire sur le réseau HTA, ils délivrent au secondaire une valeur de tension réduite proportionnelle à la tension du réseau sur lequel ils sont installés.

a- Constitution et type :

Ils sont constitués d'un enroulement primaire, d'un circuit magnétique, d'un ou plusieurs enroulements secondaires, le tout enrobé dans une résine isolante. Ils sont de deux types, selon leur raccordement :

- phase/phase : primaire raccordé entre deux phases.
- phase/terre : primaire raccordé entre une phase et la terre [8].

4. Les appareils de protection

4.1 Les relais :

Les relais de protection sont des appareils qui reçoivent un 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, et détermine quels disjoncteurs à ouvrir et alimente les circuits de déclenchement.

4.1.1 Les types de relais :

Les relais de protection électrique sont classés en 4 types :

- Les relais électromécaniques ;
- Les relais statique ;
- Les relais thermique ;
- Les relais numériques.

4.2 Transformateur de Protection (TC) :

Il nécessite une bonne précision pour des courants importants et aura une limite de précision (zone de linéarité) plus élevée afin que les relais de protection détectent les seuils de protection qu'ils sont censés surveiller.

4.3 Disjoncteurs :

L'auxiliaire basse tension et l'unité de contrôle sont dans un compartiment séparé de la partie HTA.

Le disjoncteur, dont la fonction principale est la protection, assure également la fonction commande, et suivant son type d'installation le sectionnement (débrochable). Les disjoncteurs HTA sont presque toujours montés dans une cellule HTA, et selon la définition de la Commission électrotechnique internationale (C.E.I), un disjoncteur à HTA est destiné à établir, supporter et interrompre des courants sous sa tension assignée (la tension maximale du réseau électrique qu'il protège) à la fois [9] :

- Dans des conditions normales de service, par exemple pour connecter ou déconnecter une ligne dans un réseau électrique,
- Dans des conditions anormales spécifiées, en particulier pour éliminer un court-circuit.



Figure II- 4: Compartiment disjoncteur

5. Les appareils de coupure

5.1 Le disjoncteur à réenclenchement automatique (recloser) :

Ce dispositif ouvre le circuit lors de l'apparition d'un défaut et le referme après un délai compris entre une fraction de seconde et quelques secondes, deux ou trois fois selon l'ajustement des dispositifs de commande interne. Si le défaut ne disparaît pas après ces tentatives, le disjoncteur ouvre le circuit en permanence et une équipe de réparation doit aller sur les lieux pour le réarmer.

5.2 Interrupteur HTA:

Appareils qui peuvent couper les faibles courants capacitifs des lignes de transport ou les courants d'excitation des transformateurs, mais qui ne peuvent pas interrompre les courants de charges normaux.

5.3 Sectionneurs:

Appareils qui n'ont aucun pouvoir de coupure, ils ne permettent d'ouvrir un circuit qu'en l'absence de tout courant. Ils sont utilisés pour isoler un ensemble de circuit, un appareil, une machine, une section de ligne aérienne ou de câble, afin de permettre au personnel d'exploitation d'y accéder sans danger.

5.3.1 Sectionneurs de mise à la terre :

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.

6. Tableaux MT(HTA)

La gamme étant un tableau HTA à appareil débrochable, se composant d'unités fonctionnelles assemblées entre elles pour réaliser les fonctions arrivée, départ, couplage, mesure et mise à la terre du jeu de barres [9].



Figure II- 5: Tableaux MT [1]

C'est un appareil sous enveloppe métallique pour installation à l'intérieur destinée à réaliser la partie HTA des postes HT/HTA et des postes HTA/HTA de forte puissance.

Les équipements sont de type blindé à disjoncteur débrochables dès la conception a pris en compte trois principales attentes des utilisateurs :

- Fiabilité et maintenabilité pour assurer la continuité de service ;
- Simplicité de mise en place, de manœuvre et d'entretien ;
- Sécurité des personnes.

7. Les technologies des unités de protection MT

Les équipements disponibles à ce jour reposent sur les trois technologies : électromécanique, analogique et numérique.

La plus ancienne est la technologie électromécanique, les relais sont simples et spécialisés (contrôle du courant, de la tension, de la fréquence,...), mais d'une faible précision, leurs réglages sont susceptibles de dérive dans le temps. La technologie électronique analogique (transistor) plus récente a apporté la précision et la fidélité.

Enfin dans les années 80, la technologie numérique a permis grâce à la puissance de traitement des microprocesseurs, de réaliser des unités de traitement de l'information.

8. L'unité fonctionnelle

Elle est constituée de tous les matériels des circuits principaux et des circuits auxiliaires qui concourent à l'exécution d'une fonction de protection.

Chaque unité fonctionnelle regroupe l'ensemble des éléments nécessaire pour remplir sa fonction:

a- la cellule

b- la chaîne de protection et de contrôle commande

c- la partie mobile

Les dispositifs de protection ou de mesure nécessitent de recevoir des informations sur les grandeurs électriques des matériels à protéger.

Pour des raisons techniques, économiques et de sécurité, ces informations ne peuvent pas être obtenues directement sur l'alimentation haute tension des matériels, il est nécessaire d'utiliser des dispositifs intermédiaires dénommés réducteurs de mesure ou capteurs. Ces matériels sont souvent intégrés dans la cellule qui contient le disjoncteur, TC et relais. Les contraintes d'environnement sont alors sévères (température, vibration, perturbations Électromagnétiques)

Les auxiliaires basses tensions et l'unité de contrôle sont dans un quatrième compartiment séparé de la partie moyenne tension.

Trois configurations de base de cellules sont proposées :

- **Cellule arrivée** : alimente et protège le tableau,
- **Cellule départ** : alimente et protège une partie et /ou un composant du réseau HTA (ligne aérien et souterraine, transformateur,...)
- **Cellule couplage** : est conçue pour interconnecter deux demi jeu de barres afin de :
 - Assurer la continuité de service lorsqu'une des sources est disponible
 - Connecter plusieurs sources en parallèle.

8.1 Composition de la cellule départ Université :

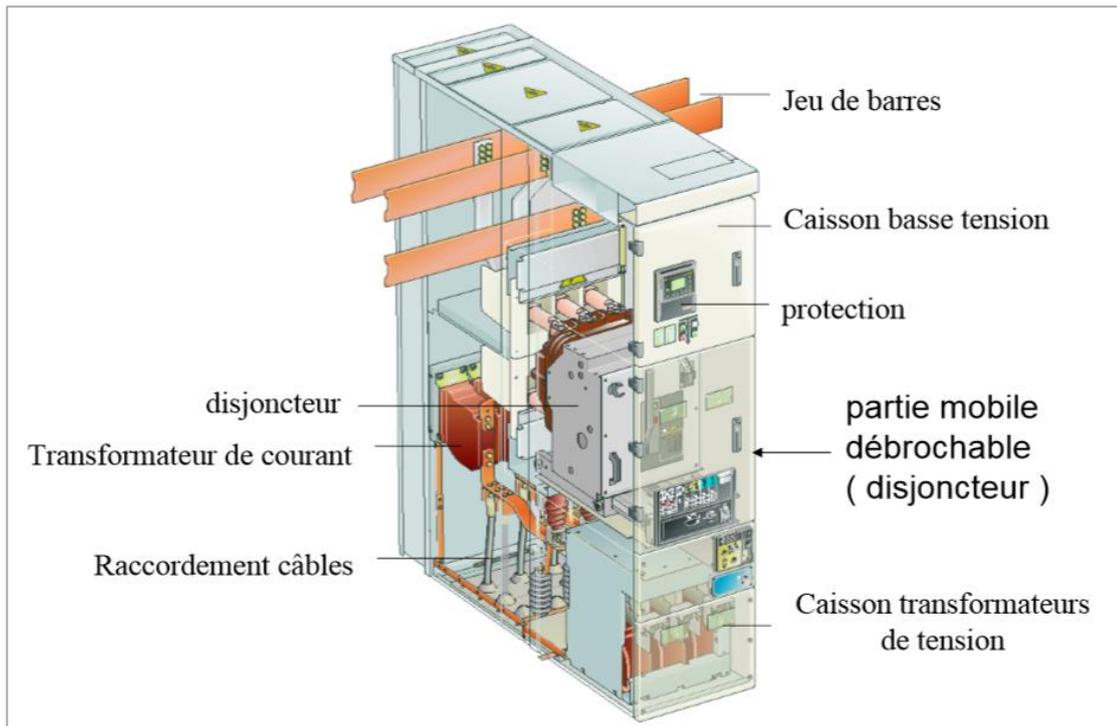


Figure II- 6: Schéma d'une cellule MT d'un tableau préfabriqué [1]

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 :

- jeu de barres : le compartiment jeu de barres MT pour les liaisons électriques entre plusieurs cellules MT regroupées en tableaux ;
- La Partie mobile : débrochable (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.

8.2 La chaîne de protection et de contrôle commande :

Elle comprend :

1. Sepam, unité de protection et de contrôle commande,
2. transformateurs de mesure,
3. des transformateurs de tension,
4. des auxiliaires basses tensions : boîte d'essais, contacte auxiliaire.

8.2.1 les protections (Sepam) :



Figure II- 7: Sepam

La fonction d'un capteur de courant phase est de fournir à son secondaire un courant proportionnel au courant primaire mesuré. L'utilisation concerne autant la mesure que la protection.

En cas de défaut électrique sur l'installation, c'est le relais qui détecte le défaut et donne l'ordre au disjoncteur de s'ouvrir pour assurer la protection des biens et des personnes. Les composants et les cartes électroniques sont sensibles à l'environnement (température ambiante, atmosphère humide et corrosive) et aux conditions d'exploitation sévères (champs magnétiques, vibrations...). Il est nécessaire pour assurer une sécurité de fonctionnement de contrôler périodiquement :

- la chaîne de déclenchement,
- les temps de réponse en fonction des niveaux de courant de défaut.

Le **Sepam** contient les fonctions de protections adaptées à chaque type d'alimentation, de récepteur ou de réseau à protéger. La gamme est conçue pour reprendre à chaque application et comporte une variété très large d'options.

Le **Sepam** remplace les appareils de mesure tels que, ampèremètre, voltmètre, wattmètre, compteur d'énergie etc.

Il affiche des messages d'alarme ou d'exploitation en association avec les fonctions de protection et les logiques de commande, ce qui dispense l'installation de voyants indicateurs.

Il comporte en face avant :

- un affichage lumineux alphanumérique, simple et lisible
- des touches permettant le choix de la mesure à visualiser et l'acquiescement des messages. Par sécurité, ces touches ne donnent pas accès aux réglages des protections.

8.3 La partie mobile :

- le disjoncteur avec son mécanisme de fermeture et d'ouverture, le chariot de sectionnement ou le chariot de mise à la terre ;
- le dispositif de propulsion par manivelle pour embrochage-débrochage ;
- les verrouillages pour ancrer la partie mobile sur la partie fixe en position de service ou sectionnée.

9. Conclusion

Dans ce chapitre on a fait un zoom dans une cellule HTA. Cette dernière comporte les éléments de commande et de mesure. Nous avons présenté également les relais devant recevoir les valeurs qui vont être calculé par la suite. Ces relais utilisent des mesures de courant et parfois de tension issue des TC et des TP, pour cela, il est indispensable de vérifier les gammes et le raccordement de chaque élément avec ses caractéristiques techniques

Chapitre III

Les types de défauts

1. Introduction

Ce chapitre, va être consacré à l'étude des différents types de défauts, leurs pourcentages réels, leurs causes et leurs conséquences. Par la suite, on va présenter les calculs des courants de défauts monophasé, biphasé et triphasé.

2. Etude des protections d'un réseau HTA

D'après le chapitre précédent, un départ HTA dispose d'un équipement de contrôle commande intégrant les protections capables de détecter la grande majorité des courts-circuits. La détection des défauts à la terre est constituée d'une protection principale assurant la détection des défauts de faible résistance et d'une protection complémentaire plus sensible [8].

Une protection se compose d'une chaîne constituée des éléments suivants :

- capteur de mesure - courant et/ou tension - fournissant les informations de mesure nécessaires à la détection des défauts,
- relais de protection, chargé de la surveillance permanente de l'état électrique du réseau, jusqu'à l'élaboration des ordres d'élimination des parties défectueuses, et leur commande par le circuit de déclenchement,
- organe de coupure dont la fonction d'élimination de défaut : disjoncteur, interrupteur-fusible, contacteur-fusible.

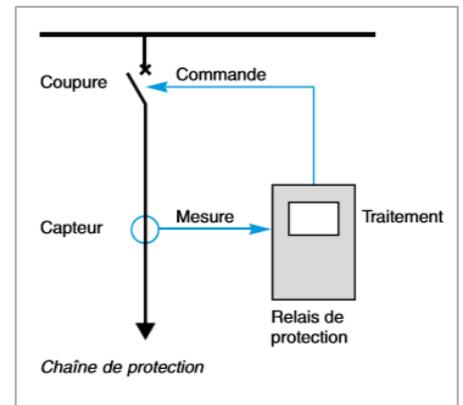


Figure III- 1: Chaîne de protection

3. Les types des défauts HTA

Les réseaux électriques sont conçus pour supporter une intensité bien déterminée, mais parfois ils peuvent être le siège de perturbations accidentelles dues à des causes non prévisibles (court-circuit,...etc.). Ces perturbations ont un pouvoir de gravité destructeur pour le matériel et parfois pour le personnel exploitant.

Les réseaux de distributions HTA ont de fortes chances d'être le siège de défauts ayant pour origine un corps étranger (branche, oiseau,...etc.) et ces défauts sont souvent fugitifs ou semi permanents. Comme tous les réseaux électriques, les réseaux HTA sont aussi sujets à des défauts, qui possèdent leurs particularités selon le type de réseau – rural ou urbain [9].

3.1 Définition :

On appelle un défaut, toute perturbation qui engendre des modifications des paramètres électriques d'un ouvrage, il est caractérisé par un phénomène non conforme au fonctionnement normal du réseau et pouvant dans certains cas conduire à un effondrement électrique de celui-ci et la mise en danger de son environnement.

3.2 Origines des défauts :

Les défauts dans un réseau électrique peuvent avoir différentes origines [5] :

- mécanique (une rupture de conducteurs ou une liaison électrique accidentelle entre deux condensateurs par un corps étranger) ;
- électrique (une dégradation de l'isolement entre phases ou entre une phase et la masse ou la terre, ou suite à des surtensions à cause de manœuvres ou coups de foudre) ;
- humaine, par exemple la mise à la terre d'une phase, un couplage entre deux sources de tension différentes ou des phases différentes ou la fermeture par erreur d'un appareil de coupure.

a. Les réseaux aériens :

Les hauteurs au-dessus du sol, les distances d'isolement entre phases et les lignes de fuite des isolateurs rendent les lignes aériennes particulièrement sensibles à l'environnement.

Les causes principales de ces défauts sont:

- les agressions atmosphériques, (foudre, tempête) – 45% ;
- les chutes d'arbres -18% - les défaillances des matériels – 13%.

b. Les réseaux souterrains :

Leur pose dans la terre les protège des conditions atmosphériques, mais les rend invisibles pour des travaux de proximité. Ainsi la répartition des principales origines de ces défauts est :

- travaux des tiers - 30% - défaillances de matériels – 30%

4. Caractéristiques des défauts

Les défauts peuvent être caractérisés par leur nombre de conducteurs, leur durée et l'intensité du courant.

4.1 En fonction du nombre de conducteurs affectés :

Triphasé : Il s'agit d'un défaut entre trois phases par l'intermédiaire de la terre ou non.

Biphasés: entre deux phases du réseau.

Biphasé : Il s'agit d'un défaut entre deux phases par l'intermédiaire de la terre.

Monophasé : Il s'agit d'un défaut entre une phase et la terre.

4.2 En fonction de la durée :

On effectue généralement le classement des défauts en fonction de leur durée. Cette dernière a un impact sur le comportement des protections. On distingue les défauts [12] :

4.2.1 Défauts auto-extincteurs :

Ils disparaissent naturellement avant le fonctionnement des protections, en une durée inférieure à environ 100 ms.

4.2.2 Défauts fugitifs :

Ils nécessitent le fonctionnement des protections et sont éliminés par les automatismes de reprise de service après une ouverture d'environ 0,3 s ou par le disjoncteur shunt.

4.2.3 Défauts semi-permanents :

Ils nécessitent le fonctionnement des protections et sont éliminés par les automatismes de reprise de service à l'issue du 1er ou du 2ème réenclenchement lent.

4.2.4 Défauts permanents :

Ils mettent le réseau hors tension et nécessitent l'intervention du personnel d'exploitation d'abord pour isoler l'équipement en défaillance, rétablir l'équipement en défaut.

4.2.5 Défauts évolutifs :

Défaut monophasé évoluant au même lieu en défaut biphasé ou triphasé (accompagné d'un creux de tension perceptible par les clients).

4.2.6 Défauts intermittents :

Ce sont des défauts monophasés de durée de 10 à 20 ms qui se réamorcent selon une périodicité généralement comprise entre 100 et 200 ms. On les trouve actuellement sur les réseaux souterrains (1 % des défauts) et surtout sur les réseaux compensés.

*Ces défauts ne se produisent pas à la même fréquence, car les statistiques donnent la répartition suivante:

- Auto-extincteurs : 5 % ;
- Fugitifs : 70 % à 80 % ;
- Semi-permanents : 05 % à 15 % ;
- Permanents : 05 % à 15 %.

Ces chiffres justifient l'utilisation d'appareils automatiques qui coupent les départs affectés le temps nécessaire à l'élimination des défauts non permanents [13].

4.3 Intensité du courant de court-circuit :

L'intensité du courant de court-circuit est une caractéristique importante, elle détermine la sévérité de la contrainte appliquée au réseau et au matériel en défaut. Elle dépend de la forme de court-circuit et, pour ceux impliquant la terre, du mode de mise à la terre des points neutres.

5. les différents types de défauts

5.1 Les surtensions :

On appelle surtension toute tension entre un conducteur de phase et terre ou entre deux conducteurs de phases, dont la valeur maximale dépasse la valeur de crête correspondant à la tension la plus élevée pour le matériel. L'importance de la contrainte à laquelle elle soumet les isolants dépend grandement de sa valeur maximale et surtout de la vitesse avec laquelle elle s'établit.

5.1.1 Surtensions à fréquence industrielle :

A cause de mauvais réglage (centrale ou transformateur d'alimentation) au réseau à vide trop long

Conséquences :

- Contraintes sur les isolants ;
- Contraintes sur les circuits ;
- Contraintes sur les récepteurs.

5.1.2 Surtensions à front raide :

Apport brutal de charges électriques (coup de foudre direct) :

- coup de foudre indirect ;
- coupure brutale du courant en ligne (self-induction -manœuvre de disjoncteur).

Conséquences :

Risque accru de claquage des isolants dans l'air et /ou dans le transformateur.

5.2 Les 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.

Causes :

- 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.

5.3 Les déséquilibres :

On appelle déséquilibre sur une ligne ou dans une installation triphasée la différence entre les trois courants des phases. Généralement, il est limité au réseau BT à cause des clients alimentés en deux fils. Le taux de déséquilibre ne doit pas dépasser 15%.

Ce déséquilibre crée un champ inverse au champ tournant au niveau de l'alternateur, ce qui nécessite de surveiller le déséquilibre à cause du couple freinant qu'il peut engendrer.

Causes:

Le plus souvent coupure d'une phase :

- Enclenchement ou déclenchement d'un sectionneur ou d'un disjoncteur défectueux, (Bretelle pendante) ;
- Coupure conducteur sans court-circuit.

Conséquences :

- Déséquilibre des tensions distribuées ;
- Déséquilibre des courants.

5.4 Les courts circuits :**Causes :**

- Contact entre conducteurs (direct ou par objet interposé),
- Claquage des isolants solides,
- Amorçage par arc dans l'air ou un liquide isolant (surtension ou réduction d'isolement).

Conséquences :

- Chute de tension : forte baisse ou disparition de tension chez les usagers,
- Surintensité : échauffements locaux surtout à l'endroit de défaut,
- Efforts électrodynamiques (barres, transformateur),

6. Courants de court-circuit

6.1 Définition :

Un court-circuit est une liaison accidentelle entre conducteurs à impédance nulle (court-circuit franc) ou non (court-circuit impédant) [10].

Un court-circuit peut être interne s'il est localisé au niveau d'un équipement, ou externe s'il se produit dans les liaisons.

La durée d'un court-circuit est variable : auto extincteur si le défaut est trop court pour déclencher la protection, fugitif lorsque éliminé après déclenchement et réenclenchement de la protection, permanent s'il ne disparaît pas après déclenchement de la protection.

Les causes de court-circuit sont d'origines mécanique (coup de pelle, branche, animal), électrique (dégradation d'isolant, surtension), humaine (erreur de l'exploitant).

6.2 Effets des courants de court-circuit :

Les conséquences du court-circuit sont souvent graves sinon dramatiques :

- le court-circuit perturbe l'environnement du réseau autour du point de défaut par le creux de tension brutal qu'il entraîne ;
- il contraint à mettre hors service, par le jeu des protections appropriées, une partie souvent importante du réseau ;
- tous les matériels et liaisons (câbles, lignes) traversés par le court-circuit subissent une forte contrainte mécanique (efforts électrodynamiques) qui peut entraîner des ruptures, une contrainte thermique pouvant entraîner la fusion des conducteurs et la destruction des isolants ;
- au point de défaut se manifeste le plus souvent un arc électrique de forte énergie, dont les effets destructeurs sont très importants, et qui peut se propager très rapidement.

6.3 Caractérisation de court-circuit :

Plusieurs types de court-circuit peuvent se produire dans un réseau électrique :

6.3.1 Court-circuit triphasé :

Il correspond à la réunion des trois phases, il est celui provoquant généralement les courants les plus élevés.

6.3.2 court-circuit biphasé isolé :

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

6.3.3 court-circuit biphasé terre :

Il correspond à un défaut entre deux phases et la terre.

6.3.4 court-circuit monophasé terre :

Il correspond à un défaut entre une phase et la terre ; il est le plus fréquent.

7. Position de neutre HTA par rapport à la terre

7.1 Mise à la terre par résistance :

a- Schéma de principe :

Une résistance est connectée volontairement entre le point neutre et la terre [8].

Dans ce type de schéma, l'impédance résistive limite le courant de défaut à la terre I_{k1} , tout en permettant un bon écoulement des surtensions. Mais par conséquent, des protections doivent intervenir automatiquement pour éliminer le premier défaut

b- Dans les réseaux de distribution, on adopte des valeurs plus élevées (100 A à 300 A) plus faciles à détecter et permettant l'écoulement des impulsions de foudre

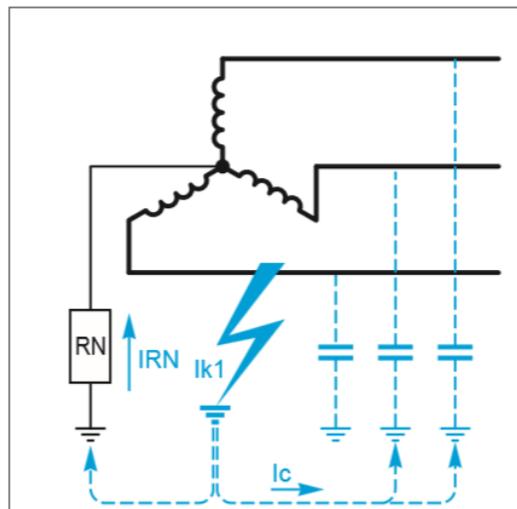


Figure III- 2: Réalisations de mise à la terre pour neutre accessible : résistance entre neutre et terre

b- La valeur de la résistance R_N de mise à la terre du neutre HTA, en Ohm, peut être calculée comme suit:

$$R_n = \frac{1.1 \times V_n}{\sqrt{3} \times I_g} \quad \text{III-1}$$

V_n : Tension nominale entre phase coté HTA, en V ;

I_g : Courant maximum admis pour défaut à la terre, en Ampères.

c- Valeur du courant de défaut à la terre :

Dans le cas de transformateur de type YN/YNO avec le neutre mis à la terre tant côté HTB que côté HTA on a [11] :

$$I_g = \frac{1.1 \times U_n}{\sqrt{3} \times Z} \quad \text{III-2}$$

$$Z = (P/100) \times (U_N^2 / S_n)$$

$$P/100 = X_{cc} \%$$

$$I_g = \frac{1.1 \times U_n \times S_{nT}}{\sqrt{3} \times X_{cc} \times U_{nT}^2} \times 100 \quad \text{III-3}$$

I_g : Courant de défaut monophasé à la terre, en Ampères ;

U_n : Tension nominale entre phase du réseau MT en V ;

S_{nT} : Puissance nominale du transformateur, en VA ;

X_{cc} : Réactance de court-circuit, en % ;

U_{nT} : Tension nominale du transformateur coté MT, en V.

7.2 Protection des Résistances de mise à la terre du neutre HTA :

Les résistances doivent pouvoir supporter avec une température ambiante de 40°C, la répétition indéfinie de cycles de fonctionnement comportant les trois stades consécutifs suivants.

La résistance est traversée par un courant de 5 A pendant un temps suffisant pour que le régime d'échauffement permanent soit atteint.

- le courant est porté à 20A pendant 10 minutes.
- la résistance est alimentée à sa tension nominale pendant 5 s.

8. Les composantes Symétriques

8.1 Représentation vectorielle du système triphasé équilibré:

En fonctionnement équilibré, le système triphasé de tensions peut être vu comme il est représenté sur la *figure III- 2* [5] :

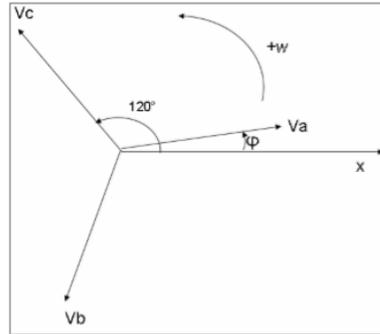


Figure III- 3: Représentation vectorielle équilibrée

Dans ce système, les grandeurs différentes, ramenées à l'axe Ox , s'expriment comme :

$$\begin{cases} V_a = V_m \cdot \cos(\omega t + \varphi) \\ V_b = V_m \cdot \cos(\omega t - \frac{2\pi}{3} + \varphi) \\ V_c = V_m \cdot \cos(\omega t - \frac{4\pi}{3} + \varphi) \end{cases} \quad \text{III-3}$$

Elles sont donc de même amplitude et déphasées de 120° . Un traitement vectoriel n'est pas toujours pratique ; c'est pourquoi on fait appel à la représentation de ces grandeurs en valeurs complexes. Ainsi en supposant pour simplicité l'angle nul, nous pouvons écrire :

$$\begin{cases} V_a = V_{eff} \cdot e^{j \cdot 0^\circ} \\ V_b = V_{eff} \cdot e^{-j \cdot 120^\circ} \\ V_c = V_{eff} \cdot e^{-j \cdot 240^\circ} \end{cases} \quad \text{III-4}$$

On introduit une variable « a » telle que :

$$\begin{cases} a = e^{j \cdot 120^\circ} \\ a^2 = e^{j \cdot 240^\circ} \\ a^3 = e^{j \cdot 360^\circ} = 1 \\ a^4 = a \end{cases} \quad \text{III-5}$$

$$1 + a + a^2 = 0$$

Alors on peut écrire :

$$\begin{cases} Va = V_{eff} \\ V_b = V_{eff} \cdot a^2 \\ V_c = V_{eff} \cdot a \end{cases} \quad \text{III-6}$$

8.2 Système triphasé déséquilibré – composantes symétriques :

Suite à une perturbation quelconque, il est possible que les trois tensions changent de module et de déphasage entre elles. Ainsi, on peut représenter vectoriellement cet état du système comme suit :

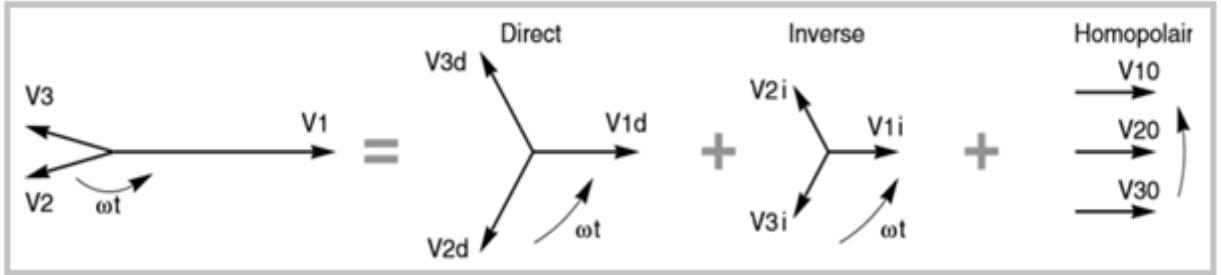


Figure III- 4: Décomposition d'un système triphasé déséquilibré en composantes symétriques [10]

Avec :

$$\left\{ \begin{array}{l} Vd_a = V_d \\ Vd_b = a^2 \cdot V_d \\ Vd_c = a \cdot V_d \\ Vi_a = V_i \\ Vi_b = a \cdot V_i \\ Vi_c = a^2 \cdot V_i \\ Vo_a = Vo_b = Vo_c = V_o \end{array} \right. \quad \text{III-7}$$

$a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$: opérateur de rotation, appliqué à un vecteur le fait tourner d'un angle de $2\pi/3$ dans le sens trigonométrique.

On prouve mathématiquement que :

$$\left\{ \begin{array}{l} V_a = Vd_a + Vi_a + Vo_a \\ V_b = Vd_b + Vi_b + Vo_b \\ V_c = Vd_c + Vi_c + Vo_c \end{array} \right. \quad \text{III-8}$$

Inversement, on a aussi :

$$\left\{ \begin{array}{l} V_a = Vd + Vi + Vo \\ V_b = a^2 \cdot Vd + a \cdot Vi + Vo \\ V_c = a \cdot Vd + a^2 \cdot Vi + Vo \end{array} \right. \quad \text{III-9}$$

On aussi :

$$\left\{ \begin{array}{l} Vd = \frac{1}{3}(Va + a \cdot Vb + a^2 \cdot Vc) \\ Vi = \frac{1}{3}(Va + a^2 \cdot Vb + a \cdot Vc) \\ Vo = \frac{1}{3}(Va + Vb + Vc) \end{array} \right. \quad \text{III-10}$$

9. Calcul du courant de court-circuit

9.1 Calcul de courant de court-circuit triphasé :

En cas de défaut triphasé, les tensions au point de défaut sont nulles [10].

On aura : $V_i = V_d = V_o = 0$

En remplaçant dans les trois systèmes,

On obtient :

$$E_d = Z_d \times I_d$$

$$I_i = 0$$

$$I_o = 0$$

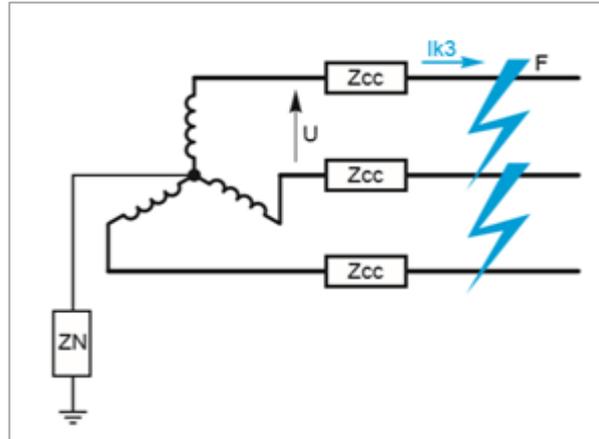


Figure III- 5: Courant de court-circuit triphasé[6]

D'où le courant de court-circuit triphasé :

$$Ik3 = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z_{cc}} \tag{III-11}$$

$$I_{cct} = I_d = \frac{E_d}{Z_d} = \frac{V_d}{Z_d} = \frac{1.1 U_n}{3^{1/2} \times Z_{cc}} \tag{III-12}$$

Avec :

- Z_{cc} : impédance du réseau amont ou point de défaut
- U_n : Tension composé

9.2 Calcul de courant de court- circuit monophasée :

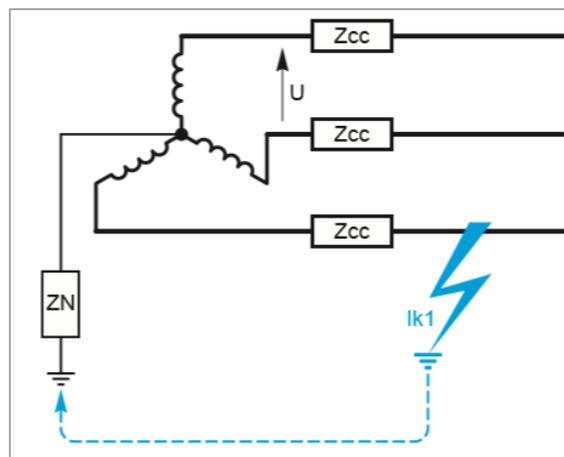


Figure III- 6: Courant de court-circuit monophasé

Dans le cas où le neutre est mis à la terre le courant de court-circuit se referme par le circuit du neutre

$$I_2 = I_3 = 0$$

$$V_1 = V_d + V_i + V_o = Z_n \times I_1$$

$$I_d = I_i = I_o$$

$$I_i = I_i + I_o + I_d = 3 I_d \Rightarrow I_d = I_i/3$$

$$D'où V_1 = 3 \times Z_n \times I_d$$

$$\begin{aligned} \text{Et on a : } E_d &= V_1 + I_d \times (Z_d + Z_i + Z_o) \\ &= V_d + V_i + V_o + I_d \times (Z_d + Z_i + Z_o) \\ &= 3 \times Z_n \times I_d + I_d(Z_d + Z_i + Z_o) \\ &= I_d(3 \times Z_n + Z_d + Z_i + Z_o) \\ &= \frac{E_d}{(Z_d + Z_i + Z_o + 3Z_n)} \end{aligned}$$

$$I_{ccm} = I_d \times 3 = 3 \times \frac{1.1 U_n}{\sqrt{3} \times (Z_d + Z_i + Z_o + 3Z_n)}$$

$$I_{ccm} = \frac{\sqrt{3} \times 1.1 U_n}{(Z_d + Z_i + Z_o + 3Z_n)}$$

Ce calcul est nécessaire dans les réseaux où le neutre est relié à la terre par une impédance Z_N , pour déterminer le réglage des protections “de terre” qui doivent intervenir pour couper le courant de défaut à la terre. Lorsque Z_d , Z_i et Z_o sont négligeables par rapport à Z_N , alors :

$$IK1 = I_{ccm} = \frac{U}{\sqrt{3} Z_n}$$

III-13

9.3 Calcul du courant de court – circuit biphasé :

En appliquant le principe de superposition, on obtient :

$$V_d = V_i$$

$$I_d + I_i = 0$$

$$I_o = 0$$

$$\begin{aligned} E_d &= V_d - V_i + Z_d \times I_d - Z_i \times I_i \\ &= 0 + Z_d \times I_d - Z_i \times (-I_d) \\ &= Z_d \times I_d - Z_i \times (-I_d) \end{aligned}$$

$$E_d = I_d \times (Z_d + Z_i)$$

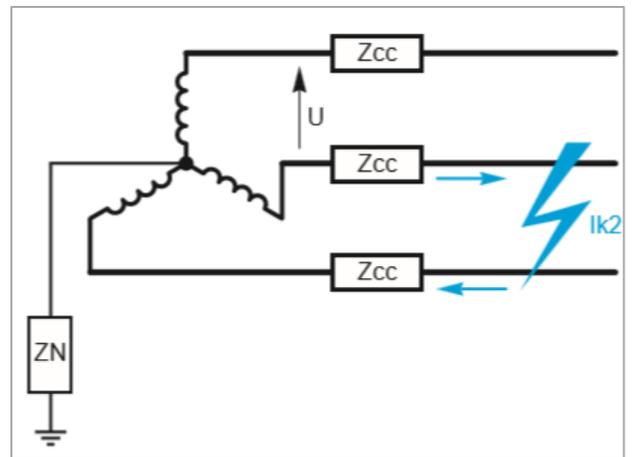


Figure III- 7: Courant de court-circuit biphasé [6]

$$\text{Donc : } Id = Iccb = Ik2 = \frac{E}{Zd+Zi} = \frac{1.1 Un}{Zd+Zi}$$

Dans le cas d'un réseau : $Zd = Zi = Zcc$

$$\text{D'où : } Iccb = \frac{1.1 Un}{2 \times Zcc} = \frac{3^{1/2}}{3^{1/2}} \times \frac{1.1 Un}{2 \times Zcc} = \frac{3^{1/2}}{2} \times \frac{1.1 Un}{3^{1/2} \times Zcc}$$

$$Iccb = \frac{3^{1/2}}{2} \times Icct$$

III-14

9.4 Court-circuit biphasé entre conducteurs de phase et terre :

En cas de défaut franc éloigné des sources, la valeur du courant de court-circuit biphasé à la terre est :

$$Id = \frac{E(Zi + Z0 + 3Z)}{Zd \cdot Zi + (3Z + Z0) \cdot (Zd + Zi)}$$

$$Ii = \frac{-E(Z0 + 3Z)}{Zd \cdot Zi + (3Z + Z0) \cdot (Zd + Zi)}$$

$$Io = \frac{-E \cdot Zi}{Zd \cdot Zi + (3Z + Z0) \cdot (Zd + Zi)}$$

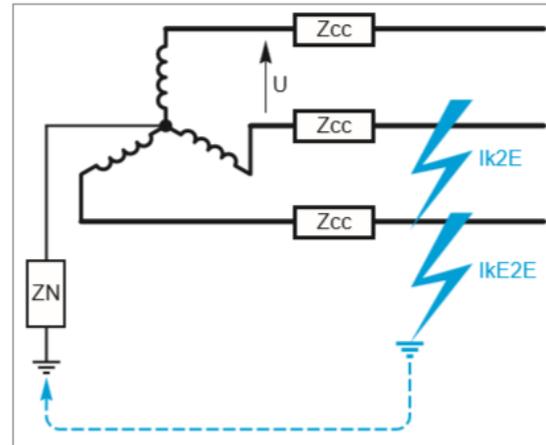


Figure III- 8: Courant de court-circuit biphasé terre [6]

$$IkE2E = \frac{\sqrt{3} \cdot U}{(Zd + 2Z0)}$$

III-15

10. Plan de protection

Un plan de protection doit assurer la détection des défauts susceptibles de mettre en danger les biens et les personnes. Il est constitué de dispositifs permettant la détection et l'élimination des défauts à la terre dans une gamme de résistance très large.

Les protections homopolaires équipant les réseaux d'énergie appartiennent généralement à deux familles:

- **Les protections de ligne :**

Les protections de ligne doivent respecter les principes de sélectivité et de sensibilité. Elles sont installées dans l'environnement du transformateur HTB/HTA, dans les cellules HTA des postes HTB/HTA ou HTA/HTA, elles assurent le déclenchement du disjoncteur en amont du défaut. Elles sont associées aux automatismes de reprise de service.

- **Les protections internes à l'appareillage :**

Elles assurent la détection des amorçages internes à l'appareillage entre les parties actives et la masse. On les installe sur les appareils essentiels et coûteux du réseau tels que les transformateurs HTB/HTA et les cellules protégées ou blindées HTA des postes sources. Elles doivent fonctionner instantanément dès que le seuil de fonctionnement est atteint. Elles respectent donc les principes de sensibilité. Leur fonctionnement provoque la mise hors tension de l'appareil en avarie.

10.1 Les qualités d'un plan de protection:**10.1.1 La sensibilité :**

il traduit la facilité de détecter de faibles courants de défauts sans être sensible aux phénomènes transitoires dus au réseau (manœuvres) ou aux effets électromagnétiques environnants, donc avant l'existence d'un risque pour les personnes et les biens, et cela sans déclenchement intempestif [12].

10.1.2 La sélectivité :

Qui permet n'éliminer que la partie en défaut, il est surtout pris en compte sur le plan économie d'exploitation, puisqu'il indique dans quelle mesure il est possible de maintenir en service le maximum du réseau lorsqu'un de ses éléments est affecté d'un fonctionnement anormal.

10.1.3 La rapidité :

Il permet de limiter les dégâts dus aux arcs électriques et aux courants de court-circuit, en particulier il réduit les risques d'incendie et les coûts de réparation

10.1.4 La fiabilité :

Ce qui concerne la sécurité des personnes et des biens, en particulier face aux dangers d'électrocution par élévation du potentiel des masses. De fait, bien qu'une unité de protection soit rarement sollicitée, lors d'un défaut elle doit agir efficacement, et ce durant de nombreuses années. Ce critère affecte directement la performance du réseau, ainsi par exemple toute interruption de la distribution doit être "justifiée" car elle provoque une perte d'exploitation pour les abonnés... et pour le distributeur.

10.1.5 La simplicité :

Pour faciliter la mise en œuvre et la maintenance.

10.1.6 Le coût du système.

10.2 Technologie :

Après les premières protections qui étaient électromécaniques, deux technologies sont actuellement disponibles :

10.2.1 Protections analogiques :

Qui sont limitées à des utilisations pour lesquelles :

- Le nombre de fonctions à réaliser en un point est réduit (environ 3 max.)
- Les mesures effectuées ne sont utilisées que par les protections

10.2.2 Protections numériques :

Exemple Sepam ou Micron, qui offrent, dans un volume plus réduit des possibilités plus larges, notamment de communication via les réseaux numériques leur permettant de s'intégrer dans des systèmes de supervision des installations.

11. Protection des départs HTA

11.1 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.

11.2 Principe de réglage en intensité des relais de courant de phase :

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

11.3 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.

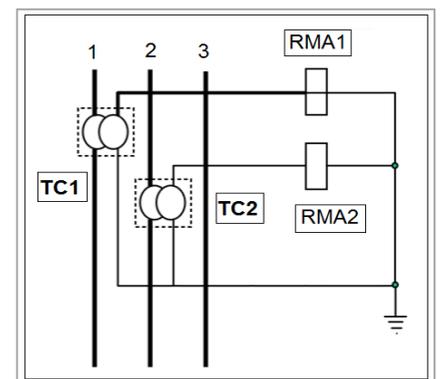


Figure III- 9: Protection contre les défauts entre phases

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.

11.4 Protection contre les défauts entre phases et terre : (protection Ampèremétrique 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 à une valeur qui dépend :

- Du courant résiduel (I_{OC}) sur les départs sains,
- Du courant résiduel (I_{η}) au secondaire des T.C.

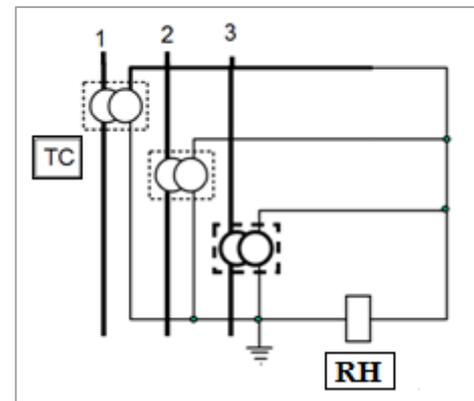


Figure III- 10: Protection contre les défauts entre phases et terre

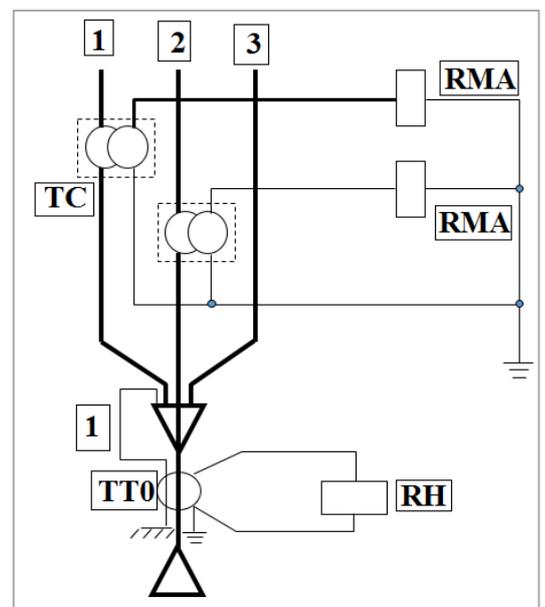


Figure III- 11: Raccordement entre disjoncteur du départ aérien HTA et le premier poteau [3]

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.

11.5 Protection ampèremétrique à deux seuils homopolaires à temps

constant :

La détection des défauts de faible intensité nécessite le recours au rechercheur 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 rechercheur de terre.

11.6 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.

12. Les réenclencheurs Automatiques

La structure des réseaux aériens de distribution MT est en générale arborescent elle comprend une ligne principale sur laquelle sont raccordées des dérives au départ de la ligne de principale se trouve le disjoncteur de protection et les dérives sont équipées d'interrupteurs aériens permettant de les isoler. Lors d'un défaut survenant sur l'une des dérives, le disjoncteur de départ se déclenche. Tous les usagers du réseau sont privés d'énergie électrique tant que la dérive en défaut n'a pas été isolée.

Pour limiter les conséquences des défauts, le disjoncteur de départ est équipé d'un cycle de réenclenchement automatique et les interrupteurs aériens des dérives sont remplacés par des I.A.C.T (interrupteur aérien à crue de tension).

Les réenclencheurs permettent d'adapter la durée de l'interruption du courant à la nature des défauts,

Ce sont des dispositifs d'exploitation automatique qui viennent se substituer au personnel, en vue d'améliorer la continuité ou la qualité de service [11].

Ces dispositifs automatiques comportent différents organes:

- **Organe de mise en route**, qui apprécie la valeur d'une grandeur déterminée, surveillée en permanence.
- **Organe d'accomplissement d'un cycle**, qui effectue dans un ordre prédéterminé, une succession d'opérations.
- **Organe de contrôles intermédiaires**, qui n'autorise le passage au stade suivant que lorsque le précédent s'est déroulé normalement.
- **Organe de verrouillage**, interdit le fonctionnement simultané d'autres dispositifs automatiques, ou, d'empêche la mise en route, pendant le fonctionnement de ces autres dispositifs.

12.1 Le reenclencheur rapide :

Il a pour but d'éliminer les défauts fugitifs monophasés ou polyphasés. Pour éliminer ces défauts une mise hors tension du réseau de l'ordre de 0,3 seconde est suffisante.

Les 0,3s permettent une déionisation de l'arc sans risque d'amorçage à la remise sous tension. Ce temps est suffisamment court pour ne pas gêner la plupart des utilisateurs.

12.1.1 diagramme sur un défaut fugitif :

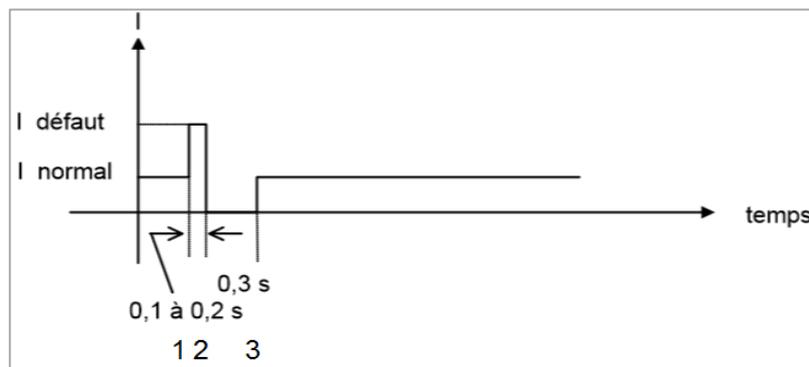


Figure III- 12: Diagramme sur un défaut fugitif

t : dépend de l'inertie du disjoncteur, de la rapidité de la protection.

- 1- apparition du défaut.
- 2- 0,1 à 0,2 seconde après=> ouverture du disjoncteur.
- 3- 0,3 seconde après environ => fermeture du disjoncteur => le défaut s'est éliminé.

12.1.2 diagramme sur un défaut semi-permanent ou permanent :

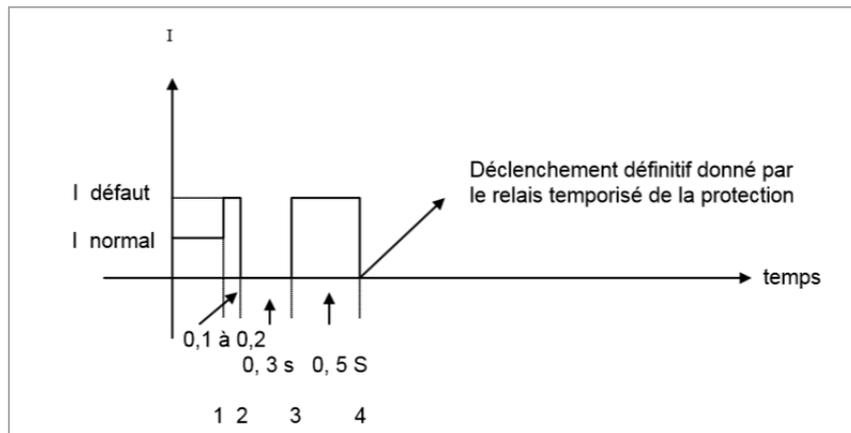


Figure III- 13: Diagramme sur un défaut semi-permanent ou permanent

3- 0,3 seconde après => fermeture du disjoncteur => le défaut persiste

4- 0,5 seconde après environ => ouverture définitive du disjoncteur.

12.2 Le reenclicheur avec un cycle rapide plus deux cycles lents:

Le réenclicheur lent a pour but d'éliminer les défauts semi-permanents qui réapparaissent après un cycle rapide.

Ces défauts nécessitent une mise hors tension de la ligne de l'ordre de 15 secondes.

12.2.1 Diagramme sur défaut semi-permanent :

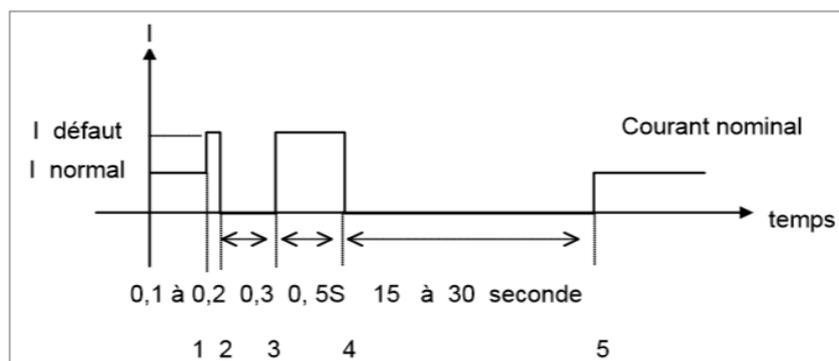


Figure III- 14: Diagramme sur défaut semi-permanent

3 -après le cycle rapide le défaut persiste

4 -0,5 seconde après => ouverture du disjoncteur

5 -15 à30 seconde après => fermeture du disjoncteur le défaut s'est éliminé.

12.2.2 Diagramme sur défaut permanent :

C'est un défaut permanent. Le disjoncteur est déclenché après 500 ms jusqu'à la fin de l'intervention nécessaire.

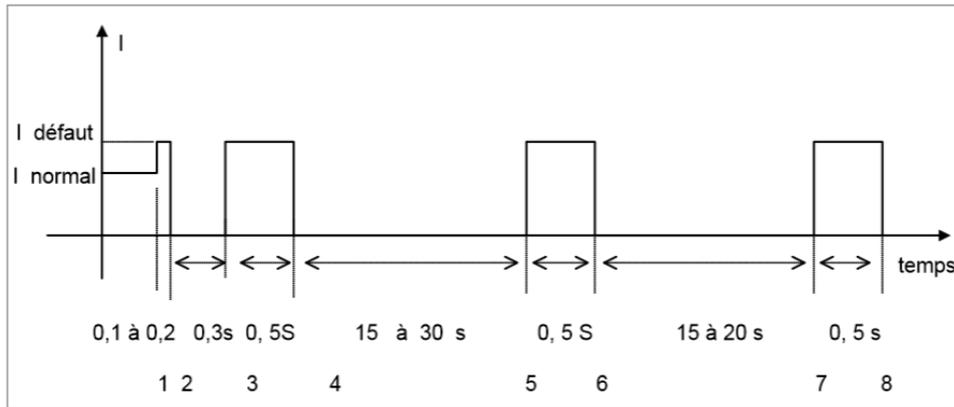


Figure III- 15: Diagramme sur défaut permanent

5 –15 à30 secondes après => fermeture du disjoncteur =>le défaut persiste.

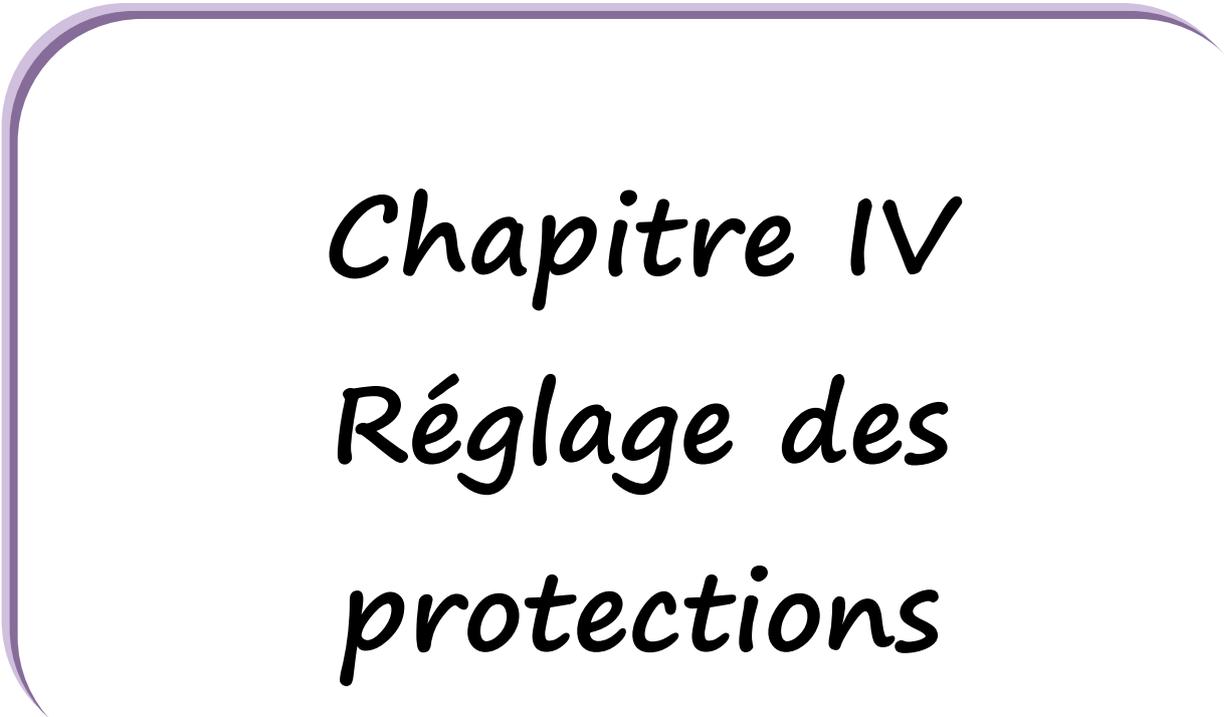
6 –0,5 seconde après environ => ouverture du disjoncteur.

7 –15 à20 secondes après => fermeture du disjoncteur => le défaut persiste.

8– 0,5 seconde après environ => ouverture définitive du disjoncteur.

13. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons évoqué les différents types de défauts, leurs causes et leurs conséquences et nous avons présenté les formules concernant le calcul des courants de court-circuit des différents types de défauts.



Chapitre IV
Réglage des
protections

1. Introduction

Ce chapitre est consacré à une étude pratique, concernant le calcul des réglages des protections du départ HTA alimentant l'université Kasdi Merbah (Route Ghardaia). On se basant sur les formules de calcul des défauts de court-circuit développées dans le chapitre précédent pour calculer les valeurs de réglages des relais de protection maximum de courant phase (court-circuit phase-phase) et maximum de courant homopolaire (court-circuit phase-terre) avec des essais réels sur le départ 30kv choisi.

2. Caractéristiques générales des protections

2.1 Rôle :

Les protections envisagées ici sont destinées à la sélection et à l'élimination des défauts d'isolement de toute forme (monophasée, polyphasée). Elles ne sauraient tenir lieu de protection de surcharge, cette fonction étant, si nécessaire, assurée par d'autres dispositifs (protection Thermostatique, relais thermiques....)

Elles doivent permettre de distinguer l'élément défectueux parmi les éléments de réseau suivants :

- Départ MT ;
- Jeux de barres MT ;
- Transformateur HT/MT et leur liaisons aux jeux de barres MT.

2.2 Réalisation :

Elle consiste à régler le seuil de chaque relais à une valeur inférieure à la valeur de court-circuit minimal observée sur la section de réseau surveillée.

2.3 Régime d'exploitation :

Il est insuffisant de considérer uniquement le régime normal d'exploitation pour définir les grandeurs caractéristiques du réseau (à savoir : courant de pointe, court-circuit, de capacité homopolaire) et, par suite, le réglage des protections.

Il est nécessaire de considérer :

2.3.1 Le régime de secours normal :

Est celui que l'exploitant est conduit assez fréquemment à adopter. Il est prévu pour rétablir ou maintenir l'alimentation d'un élément de réseau (éventuellement plusieurs électriquement voisin) dans des conditions acceptables et durables. La mise en application de ce régime ne doit pas s'accompagner d'une modification du réglage des protections.

2.3.2 Le régime Exceptionnel :

Est destiné à parer à des situations délicates et difficilement prévisibles. Il correspond généralement à des indisponibilités simultanées d'éléments de réseau électriquement voisins, il peut être alors nécessaire de modifier le réglage de protection.

2.4 Principe de réglage :

Les relais de mesure des protections doivent détecter tous les défauts d'isolements survenant sur la fraction de réseau qu'ils doivent surveiller, ou de moins présenter la plus grande sensibilité possible sans risque de fonctionnement intempestif.

3. Réglage de protection d'un départ

3.1 Calcul les impédances :

Les relais doivent être réglés en intensité 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 sans contact à la terre à l'extrémité du réseau lorsque la tension des transformateurs d'alimentation est la plus basse possible.

En effet, en cas de court-circuit triphasé symétrique, seul existe le système triphasé direct :

$$I_{cc \text{ Triphasé}} = \frac{E}{Z_d}$$

Avec: $E = \text{FEM (phase neutre)}$

$Z_d = \text{impédance directe du réseau.}$

En cas de court-circuit biphasé le calcul donne, en négligeant la charge, si le défaut se situe entre les phases 2 et 3 :

$$j_1 = 0$$

$$j_2 = -j_3$$

- Avec j_1, j_2 et j_3 les courants circulant dans les phases 1 2 et 3

$$V_2 = V_3$$

- Avec V_2, V_3 les tensions par rapport à la terre au lieu de défaut des phases 2 et 3

Le système homopolaire n'existe pas en l'absence de contact entre les phases en défaut et la terre, d'où les valeurs :

$$j_2 = -j_3 = \frac{(a^2 - a)E}{Z_d - Z_i}$$

- Avec $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$

Les impédances Z_d et Z_i sont égales

D'où : $I_{cc} \text{ biphasé} = |j_2| = |j_3| = \frac{\sqrt{3}.E}{2Z_d}$

$\frac{\sqrt{3}}{2}$ Étant inférieur à 1, $I_{cc} \text{ biphasé}$ est inférieur à $I_{cc} \text{ triphasé}$

Les défauts biphasés ayant une résistance négligeable, l'intensité est limitée par les impédances des éléments du réseau :

$$I_{ccb} = \frac{U_n}{2\sqrt{R_L^2 + (X_{HTB} + X_t + R_L)^2}}$$

IV-1

Un étant la tension composée du réseau HTA exprimée en volts. R_L, X_{HTB}, X_T et X_L les impédances exprimées en ohms, définies ci-dessous :

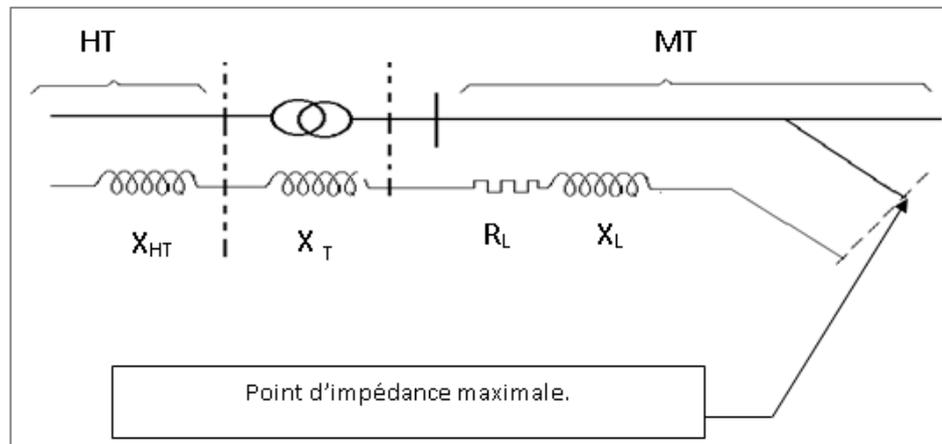


Figure IV- 1: Schéma de l'impédance équivalent de réseau [10]

3.1.1 Impédance du réseau amont :

Impédance du réseau HTB ramenée en HTA, S_{cc} étant la puissance de court-circuit minimale (cas d'une seule ligne HTB en service par exemple) sur le jeu de barres HTB.

$$X_{HTB} = \frac{U_n^2}{S_{cc}}$$

IV-2

- U_n : Tension composée du réseau exprimée en kV
- S_{cc} : Puissance du court-circuit exprimée en MVA
- X_{HTB} : En Ω .

3.1.2 Impédance du transformateur HTB/HTA :

En général $RT \ll XT$, de l'ordre de 0,2 XT , et l'impédance interne des transformateurs peut être assimilée à la réactance XT .

U_{cc} Tension de court-circuit (en pourcentage), S_n sa puissance nominale :

$$X_T = \frac{U_{cc} \% U_n^2}{100 S_n} \quad \text{IV-3}$$

- $U_{cc}(\%)$ Tension de court-circuit de transformateur exprimée en kv ;
- S_n : Puissance nominale du transformateur exprimée en MVA ;
- U_n^2 : Tension nominale secondaire du transformateur exprimé en KV .

La valeur de la réactance kilométrique par phase est approximativement :

- 0,4 Ω pour les lignes aériennes ;
- 0,1 Ω environ pour les câbles souterrains (une valeur plus précise peut être trouvée sur les catalogues des constructeurs en fonction du type du câble).

Si le départ comporte des autotransformateurs, les impédances situées à l'aval doivent bien entendu être multipliées par le carré du rapport de transformation.

3.2 Relais ampéremétrique de phase :

3.2.1 Principe :

L'intensité de réglage I_r doit être inférieure à l'intensité I_{ccb} du courant de court-circuit biphasé apparaissant au point du départ pour lequel l'impédance de court-circuit est la plus grande, compte tenu des régimes de secours normaux voire exceptionnels.

3.2.2 Réglages :

Elle est fixée à :

$$I_r < 0,8 I_{ccb} \quad \text{IV-4}$$

Elle doit être toute fois choisie supérieure à l'intensité du courant admissible dans le départ qui peut dépendre :

- Du calibre de ses transformateurs de courant (I_{ntc}) ou du courant maximal de la ligne ou du câble ($I_{câble}$) ; dans le cas où l'intensité nominale de l'appareil est inférieure à I_{ntc} , c'est elle qu'il faut prendre en compte
- éventuellement du courant maximal admissible dans les dérivations.

Bien entendu, l'intensité de réglage I_r doit aussi être choisie supérieure à l'intensité du courant de pointe I_p appelée par le départ, compte tenu des régimes de secours prévus.

Normalement les conditions suivantes sont réalisées

$$I_p < I_{câble} < I_{ntc} < 0,8 I_{ccb}$$

IV-5

I_p : Intensité de courant de pointe

$I_{câble}$: Courant de câble

I_{ntc} : Courant nominale de TC

I_{ccb} : Courant de court-circuit

Par suite des possibilités de surcharge des transformateurs de courant, il est donc Généralement possible de prendre :

$$I_r < 0,85 I_{ccb}$$

IV-6

I_r : Intensité de réglage

Ce réglage est valable que les postes soient de type classique (protection B100) ou de palier 1986 (EPAMI). Les relais couramment utilisés (réglages de 4 A à 8A ou de 3 A à 12 A, c'est-à-dire de 0,8 à 1,6 fois ou de 0,6 à 2,4 fois l'intensité nominale secondaire des transformateurs de courant) permettent un réglage correspondant à cette plage.

✓ **Remarque n° 1 :**

Il est toujours souhaitable, quel que soit le type de relais, d'utiliser les valeurs extrêmes des plages de réglage.

✓ **Notation :**

Dans les réseaux à forte densité industrielle, l'élimination d'un défaut HTB ou HTA, peut provoquer une chute de tension importante. Elle est alors suivie d'une surintensité dans tous les départs. Elle correspond à l'appel de courant des moteurs qui sont restés raccordés au réseau HTA.

On doit donc adopter un réglage aussi voisin que possible de $0,85 I_{ccb}$.

Si les inéquations (1) ne sont pas vérifiées, le matériel (transformateurs de courant, appareillage, câbles et lignes) ou le schéma d'exploitation ne permettent pas d'obtenir un Réglage entièrement satisfaisant des protections. Dans ce cas, la valeur à adopter résulte alors d'un compromis entre les risques de déclenchements intempestifs et de destruction des matériels.

L'exploitation conduit à avoir avec un coefficient de sécurité de 1,3 :

- $1,3 I_p$ (régime normal) $< I_r$.

La sécurité conduit à avoir :

- $I_r < 0,8 I_{ccb}$ (régime normal).

Le compromis doit être établi en fonction des conditions spécifiques locales.

3.3 Relais de Courant Homopolaire :

3.3.1 Principe et définition de " $3I_o$ " :

Lorsqu'un départ est le siège d'un défaut monophasé, son relais homopolaire est traversé par un courant I_{or} qui varie en fonction de la résistance du défaut, de l'impédance de mise à la terre du neutre HTA, de la tension HTA et de la capacité homopolaire du réseau.

L'intensité de réglage I_{or} du relais homopolaire doit être la plus faible possible afin de détecter des défauts dont la résistance est la plus grande possible.

Le réglage ne peut être inférieur à 6 % du calibre des transformateurs de courant en raison de la saturation de ces derniers lors des réenclenchements. En outre, le réglage I_{or} doit être supérieur à la valeur du courant résiduel $3 I_o$ du départ lorsqu'un défaut franc apparaît sur un autre départ. (I_{or} étant la valeur du courant avant application des rapports de transformation des transformateurs de courant).

3.3.2 Calcul de $3 I_o$:

Pratiquement on s'intéresse à la relation existant entre le courant de court-circuit et le courant homopolaire I_o

On a:

$$V = Z \times I$$

$$\Rightarrow V = \frac{I}{C_o \times \omega} \times I_o$$

$$\Rightarrow I_o = V \times C_o \times \omega$$

Comme les trois capacités sont parallèles alors les courants s'ajoutent et on aura :

$$3I_o = 3V \times C_o \times \omega = 3 \frac{U}{3^{1/2}} \times C_o \times \omega$$

$$\Rightarrow 3I_o = 3^{1/2} \times U \times C_o \times \omega$$

IV-7

Avec :

C_o : Capacité entre un conducteur et la terre.

3.3.3 Réglage :

La protection contre les défauts entre phase et terre est assurée par un relais à maximum de courant résiduel. Ce courant est obtenu soit à partir de l'Etoile formée par le secondaire des trois transformateurs de courant, soit au moyen d'un tore quand le câble en sortie de la cellule est tripolaire.

Afin de permettre à cette protection de détecter les valeurs maximales des résistances de défaut à la terre, il convient de lui donner la plus grande sensibilité possible.

Ce réglage doit cependant garder la protection insensible au courant capacitif mis en jeu sur les liaisons saines quand un défaut monophasé affecte une ligne adjacente.

- Le courant capacitif est de l'ordre de 9.8/100Km pour les lignes aériennes
- Pour les câbles souterrains, les valeurs du courant capacitif sont représenté dans le tableau suivant :

Section /nature	10	30
30 Cuivre	1.25	2.44
35 Cuivre	1.28	2.52
50 Cuivre	1.30	2.64
70 Cuivre	1.46	3.10
95 Cuivre	1.57	3.26
120 Cuivre	1.68	3.42

Tableau IV-1: Les valeurs de courant capacitif de chaque section

Le courant de réglage à prendre en compte sera :

$$I_{ho} \geq K \times 3I_o$$

IV-8

Avec : k coefficient de sécurité

3.3.4 Protection ampèremétrique homopolaire à temps dépendant (EPATR) :

Par leur conception, ces protections ne demandent pas de réglage.

Seul le seuil de démarrage est réglable et est fonction du courant homopolaire circulant en permanence sur le départ : (déséquilibre) il doit être le plus faible possible.

Ajustage du seuil de démarrage entre 0,7 A et 1,2 A en fonction du courant homopolaire permanent.

3.4 Relais de temps :

3.4.1 Principe :

La temporisation des protections sélectives des départs a deux rôles :

- D'une part assurer une priorité au fonctionnement de certains automatismes « instantanés » ;
- D'autre part assurer l'échelonnement de fonctionnement des protections du départ et des protections placées en aval (protection des abonnés, protection de dérivation,....).

3.4.2 Réglage de la temporisation :

Les temps indiqués ci-après sont des temps globaux (entre l'instant d'apparition du défaut et l'ouverture du disjoncteur) ; chaque réglage doit être vérifié par une mesure.

S'il n'ya pas de protection temporisées en aval, l'échelon de temporisation entre deux protections doit être au minimum de 0.3s et au plus de 0.6s.

4. Exemple de réglages des protections

4.1 Départ Aérien 30 KV (RTA) :

District : Ouargla

Départ : RTA

Poste : 60/30 KV

Puissance nominale de transfo : 40 MVA

Puissance de court-circuit : 460 MVA

Tension de court-circuit : 12.5%

Langueur de départ : 42.238Km

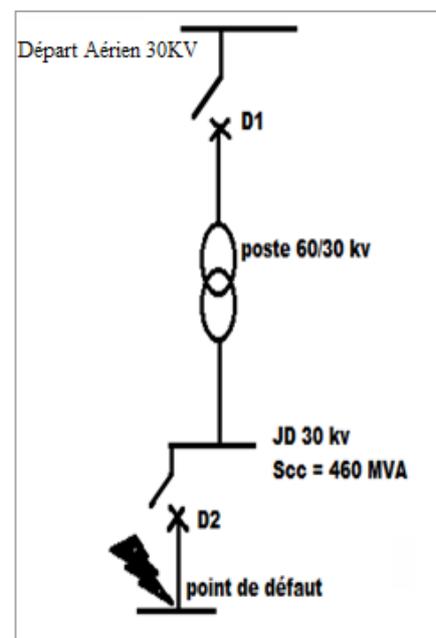


Figure IV- 2 : Départ Aérien

La nature du câble	Section du câble (mm^2)	La résistivité du câble	La longueur du câble (Km)	ILt
Almélec	93.3	33	40.350	270
	34.4	33	1.82	140
Cuivre	120	18	0.06	300

Tableaux IV-2 : Le courant de la limite thermique du câble

1- Calcul le courant de court-circuit biphasé (I_{ccb}) :

$$I_{ccb} = \frac{1.1 \times U_n}{2 \sqrt{R_L^2 + (X_{HT} + X_T + X_L)^2}}$$

a- Calcul (X_{HT}) :

$$X_{HT} = \frac{U_n^2}{S_{cc}}$$

$$X_{HT} = \frac{30^2}{460} = 1.956 \Omega$$

b- Calcul (X_T) :

$$X_T = \frac{U_c \%}{100} \times \frac{U_n^2}{S_n}$$

$$X_T = \frac{12.5}{100} \times \frac{30^2}{40} = 3.403 \Omega$$

c- Calcul (R_L) :

$$R_L = R_o \times L$$

$$R_L = R_{93.3} + R_{34.4} + R_{120}$$

Nature	Section (mm ²)	r_{20° (Ω/Km)	$r + xtg\phi$ (Ω/Km)	I_{LT} (A)
Cuivre	30	0.627	0.751	109
	70	0.269	0.350	210
	95	0.194	0.267	250
	120	0.157	0.226	300
Almélec	34.4	0.985	1.133	140
	54.6	0.603	0.778	190
	93.3	0.357	0.532	270
Aluminium	70	0.443	0.547	142
	95	0.320	0.409	172
	120	0.253	0.334	270

Tableau IV-3 : Caractéristiques électriques des conducteurs

$$R_L = (0.357 \times 40.358) + (0.958 \times 1.820) + (0.157 \times 0.06)$$

$$R_L = 16.15\Omega$$

Calcul la réactance de ligne(X_L) :

La valeur de la réactance kilométrique par phase est approximativement :

- 0,4 Ω pour les lignes aériennes
- 0,1 Ω environ pour les câbles souterrains (une valeur plus précise peut être trouvée sur les catalogues des constructeurs en fonction du type du câble).

$$X_L = [0.4 \times (40.358 + 1.820) + 0.1 \times 0.06]$$

$$X_L = 16.87\Omega$$

$$\Rightarrow I_{ccb} = \frac{1.1 \times 30000}{2 \times \sqrt{16.15^2 + (1.95 + 3.4 + 16.87)^2}} = 600.67A$$

$$\Rightarrow 0.85 \times I_{ccb} = 510.57A$$

$$I_{Lt} = 270 \text{ (Pour la section 93.3 Almélec)}$$

$$1.2 \times I_{Lt} = 1.2 \times 270 = 324$$

On a: $0.85 \times I_{ccb} > 1.2 \times I_{Lt}$ alors :

$$IR_1 \leq 324$$

Le réglage à adopter au premier seuil sera : $IR_1 = 210$

Et le deuxième seuil sera $IR_2 = 2 IR_1 = 420$

d- Le courant homopolaire :

Le courant capacitif est de l'ordre de 9.8/100Km pour les lignes aériennes

En considère que le départ RTA est un départ aérien (60m de câble négligeable par rapport à la longueur totale).

Alors :

$$3I_0 = \frac{42.238 \times 9.8}{100} = 4.14$$

Donc :

$$k \times 3I_0 = 1.5 \times 4.14 = 6.2A$$

D'où le réglage a adopté : $I_{ho} > 6.2A$

On a : TC cellule de rapport 300/1A avec une protection numérique **Sepam**, il est sensible de détecter les courants faible et pour éviter les déclenchements intempestifs.

On choisit le réglage de courant homopolaire: $I_{ho} > 18A$ avec une temporisation : $t=0.8S$. Alors en choisie $I_{ho} = 30A$

Temporisation : le temps à afficher sur ce départ est de 0.8 pour le premier seuil et instantané pour le deuxième seuil.

4.2 Départ souterrain (Université kasdi Merbah Ouargla) :

District : Ouargla

Départ : Université

Poste : 60/30 KV

Puissance nominale de transfo : 40 MVA

Puissance de court-circuit : 460 MVA

Tension de court-circuit : 12.5%

Langueur de départ : 7.229Km

La nature du câble	Section du câble (mm^2)	La langueur du câble (Km)
Aluminium	120	5.077
Almélec	93.3	1.28
Cuivre	70	0.802

Tableau IV-4 : Langueurs des câbles d'un départ souterrain (KMO)

A- Calcul le courant du court-circuit biphasé :

$$I_{ccb} = \frac{1.1 \times U_n}{2\sqrt{R_L^2 + (X_{HT} + X_t + X_L)^2}}$$

1- Réactance de réseau amant (X_{HT}) :

$$X_{HT} = \frac{U_n^2}{S_{cc}}$$

$$X_{HT} = \frac{30^2}{460} = 1.956\Omega$$

2- Réactance de transformateur (X_t) :

$$X_t = \frac{U_{cc} \%}{100} \times \frac{U_n^2}{S_n}$$

$$X_t = \frac{12.9}{100} \times \frac{30^2}{40} = 3.512\Omega$$

3- Résistance de la ligne (R_L) :

$$R_L = R_{93.3} + R_{70} + R_{120}$$

$$R_L = R_o \times L$$

$$R_L = (0.357 \times 1.28) + (0.802 \times 0.269) + (0.253 \times 5.077) = 2\Omega$$

$$R_L = 2$$

4- Réactance de ligne (X_L) :

$$X_L = [(1.28 \times 0.4) + 0.1 \times (5.077 + 0.802)]$$

$$X_L = 1\Omega$$

$$\Rightarrow I_{ccb} = \frac{33000}{2\sqrt{2^2 + (1.956 + 3.403 + 1)^2}} = 2475.2A$$

$$0.85 \times I_{ccb} = 2104$$

$$I_{Lt} = 270 \text{ (Pour la section 93.3 Almélec et 120 Alum)}$$

$$1.2 \times I_{Lt} = 1.2 \times 270 = 324$$

$$0.85 \times I_{ccb} > 1.2 \times I_{Lt}$$

Le réglage à adopter ou premier seuil sera : $IR_1 = 240A$

Et le deuxième seuil sera : $IR_2 = 2 IR_1 = 480A$

B- Le courant homopolaire :

Calcul $3I_0$:

$$3I_0(120) = 5.077 \times 4.8 = 24.37A$$

$$3I_0(70) = 0.802 \times 3.10 = 2.5A$$

$$3I_0(93.3) = \frac{9.8 \times 1.28}{100} = 0.12A$$

$$3I_0 = 27A$$

$$k \times 3I_0 = 1.5 \times 27 = 40.5A$$

Le réglage à adopter :

$$I_{ho} > k \times 3I_0$$

$$I_{ho} > 40.5A$$

$$I_{ho} = 45A$$

5. Les Essais

5.1 Schéma global de teste :

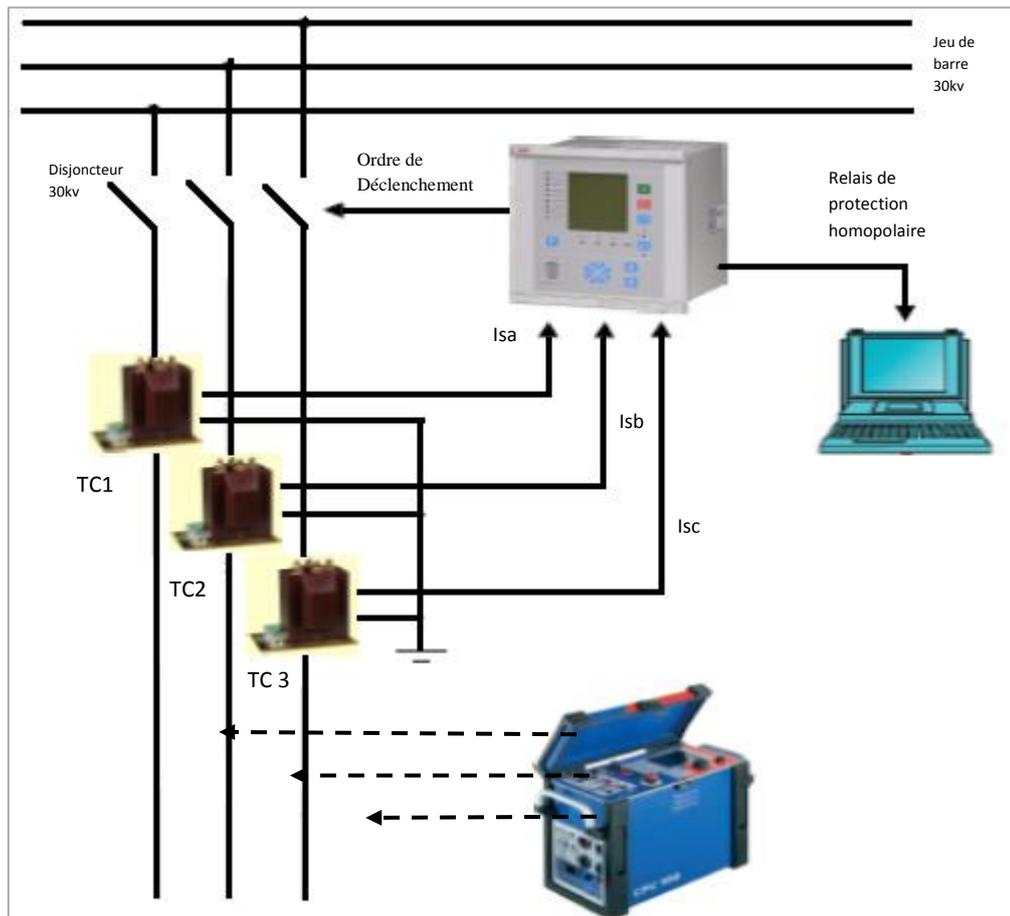


Figure IV- 3: Schéma global de test

5.2 Tableau d'essai :

Nom de poste source HTB/HTA: POSTE 60/30 KV OUARGLA

<i>Départ</i>	<i>Types de protection</i>	<i>Valeur Calculer</i>	<i>Valeur de fonctionnement</i>
RTA	(I>) Max I(A)	210	215.1
	Temps (s)	0.8	0.854
	(I>>) Violent (A)	420	420
	Temps (s)	0	0.167
	Ih(A)	30	30
	Temps (s)	0.8	0.853
Université KMO	(I>) Max I(A)	240	255
	Temps (s)	0.8	0.85
	(I>>) Violent (A)	480	510
	Temps (s)	0	0.1
	Ih(A)	45	48
	Temps (s)	0.8	0.86

Tableaux IV-5 : Les valeurs de tests

6. Conclusion

Dans ce chapitre, on a fait l'état de l'art de la protection qui existe au niveau du réseau de distribution électrique moyenne tension HTA (utilisé aussi par la société algérienne SONEGAS) tout en donnant un aperçu sur la technologie de développement de cette dernière

Conclusion Générale :

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

Dans la partie pratique, nous avons calculé les valeurs de réglage de la ligne HTA qui alimente notre université (Kasdi Merbah).

Au cours de la réalisation de notre mémoire, nous avons constaté la capacité des protections numériques qui sont installées pour les départs HTA, mais, le nombre de protections programmées est apparemment minime. On site par exemple, la non programmation de la protection directionnelle qui empêche le déclenchement d'une ligne électrique saine suite à l'apparition d'un défaut sur une autre ligne adjacente. Comme perspective, nous proposons l'étude de l'extension du nombre de protections installées

Bibliographie :

- [1] H. Benchikh El Hocine, « *Les étages Moyenne Tension* », Institut de Formation en Electricité et Gaz (IFEG), Centre Ain M'lila, Groupe SONELGAZ, Avril 2004.
- [2] H. BENCHIKH EL HOCINE, « *Protection des réseaux HTA* », Institut de Formation en Electricité et Gaz (IFEG), Centre Ain M'lila, Groupe SONELGAZ, janvier 2011.
- [3] H. BENCHIKH EL HOCINE, « *Protection numérique Sepam 2000* », Institut de Formation en Electricité et Gaz (IFEG), Centre Ain M'lila, Groupe SONELGAZ, Avril 2003.
- [4] C. Puret, « *les réseaux de distribution publique MT dans le monde* », Cahier Technique Merlin Gerin 155, septembre1991.
- [5] D. Penkov, « *localisation des défauts dans les réseaux HTA en présence de génération d'énergie dispersée* », Grenoble, France, Mars 2012.
- [6] Schneider Electric, « *Les architectures de réseaux* ».
- [7]Groupe Sonelgaz « *Manuel de réglage des protections des réseaux SONELGAZ* », Aout 2004.
- [8] Merlin Gerin, « *Protection des réseaux électriques* », PozzoGrosMonti – Italie 2003.
- [9] Schneider Electric, «*distribution moyenne tension* », septembre1999.
- [10] Schneider Electric, «*Protection des réseaux électriques*», janvier 2008.
- [11] C.JECU, « *Système de protections novateur et distribué pour les réseaux Moyenne Tension du futur* », thèse, université de Grenoble,France, août 2006.
- [12] Guide Technique « *Plan de protection des réseaux HTA*» EDF B61-21, B61-22,B61-24,B61-25 ultérieure, Février 1994.
- [13]SchneiderElectric,«*PostesHTA/BT*»,
<http://www.iufmrese.cict.fr/liste/Doclidie/poste.pdf>.



Annexes

Caractéristiques électriques des conducteurs isolés :

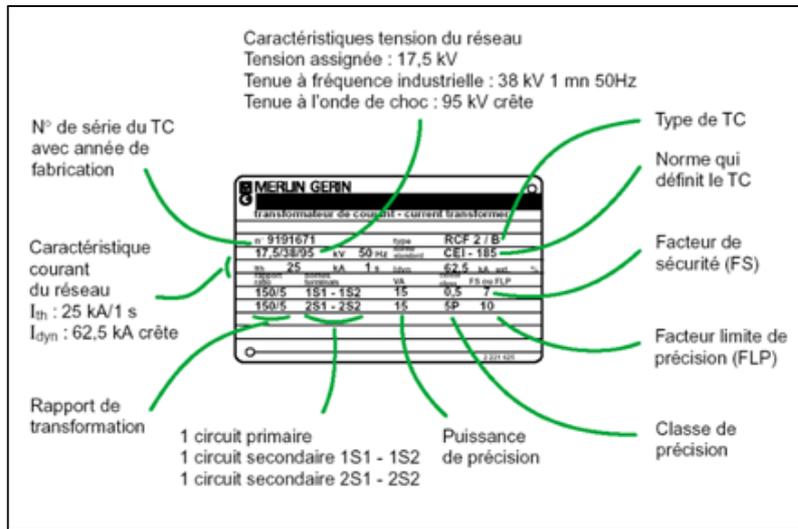
NATURE	SECTION mm ²	r à 20°C (Ω / km)	r à 50°C (Ω / km)	r + x tgφ (Ω / km)	I _{LT} (A)
CUIVRE	30	0.627	0.701	0.751	109
	50	0.379	0.424	0.474	180
	70	0.269	0.300	0.350	210
	95	0.194	0.217	0.267	250
	120	0.157	0.176	0.226	300
	146	0.126	0.141	0.191	340
	185	0.099	0.111	0.161	400
ALUMINIUM	25	1.200	1.345	1.395	78
	35	0.868	0.973	1.023	95
	50	0.641	0.918	0.768	114
	70	0.443	0.497	0.547	142
	95	0.320	0.359	0.409	172
	120	0.253	0.284	0.334	198
	150	0.206	0.231	0.281	225
	185	0.164	0.184	0.234	245
	240	0.125	0.140	0.190	305

TABLEAU 1

- Température de fonctionnement : 50° C

- Réactance = 0.10 Ω / km

- Facteur de puissance tel que $\text{tg}\varphi = 0.5$ ($\cos\varphi = 0.9$)



Exemple de plaque signalétique d'un transformateur de courant à deux secondaires

*La Norme internationale ISO 9001-2000 spécifie les exigences relatives au système de management de la qualité



La plaque signalétique de Disjoncteur SF6

FICHE DE COLLECTE (PROTECTION HTA) PAR TRANSFORMATEUR HTB/HTA

Nom de poste source HTB/HTA : POSTE 60/30 KV OUARGLA

TR HTB/HTA N° 1 40MVA						TR HTB/HTA N° 2 40MVA					
MAX I		NEUTRE MT (TC 100/1)		TERRE RESESTANTE		MAX I		NEUTRE MT		TERRE RESESTANTE	
Réglage(A)	Temps(s)	Réglage(A)	Temps(s)	Réglage(A)	Temps(s)	Réglage(A)	Temps(s)	Réglage(A)	Temps(s)	Réglage(A)	Temps(s)
1000	1.2	60	1.2			1000	1.2	60	1.2		

Nom de départ HTA	(I>>) violent(A)		(I>) Max I (A)		Ih(A)		Temporisation Réenclencher			Marque et type de protection	Rapport TC	Marque Disjoncteur
	Réglage(A)	Temps(s)	Réglage(A)	Temps(s)	Réglage(A)	Temps(s)	R	L	2L			
ARRIVEE TR 1	-	-	900	1,2	-	-	-	-	-	SEPAM S82	1200/1	M G
ARRIVEE TR 2	-	-	900	1.2	-	-	-	-	-	SEPAM S82	1200/1	M G
RTA	600	00	240	0.8	30	0.8	0.3	15	30	SEPAM S82	300/1	M G
KSAR	600	00	300	0.8	54	0.8	-	-	-	SEPAM S82	300/1	M G
ROUISSAT	600	00	300	0.8	54	0.8	-	-	-	SEPAM S82	300/1	M G
UNIVERSITE	600	00	270	0.8	48	0.8	-	-	-	SEPAM S82	300/1	M G
Université	600	00	240	0.8	48	0.8	-	-	-	SEPAM S82	300/1	M G

Résumé :

L'utilisation de l'énergie électrique est parfois très dangereuse, pour cela, on trouve des protections installées au niveau des postes de transformations, et qui servent à la commande et à l'isolation de la ligne en cas de danger. Notre travail consiste au calcul des valeurs des réglages qui doivent être programmées dans ces protections. On trouve dans le marché plusieurs marque de protections, plusieurs marques des transformateur de courant, pour cela, on doit vérifier les équipements déjà installé, et on doit surtout vérifier le couplage (le raccordement des TC), et on doit prendre en considération les caractéristiques techniques des lignes électriques déjà réalisées et raccordées avec la ligne concernée par le calcul des réglages. On doit aussi vérifier les modes de fonctionnement de ces lignes en cas de défauts et dans le cas sain.

Un bon calcul des réglages assurent un bon fonctionnement de la fourniture de l'énergie électriques, d'une manière permanente et sans perturbations.

Mots clés: Protection, Distribution électrique, Moyenne tension, Maximum de courant.

Abstract:

The use of electrical energy usually seems dangerous. For that reason, we find in all stations the electric protection system which is used in controlling and separating the transferring electrical wires in case danger arises. This thesis depends upon counting the results of the modulation (adjustment) which should be programmed within the systems of protection. In markets, we would find various brands for these systems, and many others for the current transferors. For this reason, there should be serious monitoring over the formerly fixed equipment, and in particular connecting monitoring (current transferors interconnection) and taking into account the technical characteristics of the formerly checked transferring wires and which are connected to the wire in question according to counting the modulations (adjustments). Also, we must confirm (recognize) the ways of how to start up (automate) these wires in case of flaws as well as in normal cases.

The right (correct) way of counting modulations (adjustments) surely guarantees that the electrical energy is distributed well and in a permanent way.

Key Words: Protection, high current, medium tension, electrical distribution.

ملخص:

استعمال الطاقة الكهربائية عادة ما تكون خطيرة, من اجل هذا نجد على مستوى المحطات نظام الحماية الكهربائي الذي يستعمل في التحكم و عزل خطوط النقل الكهربائي في حالة وجود خطر. هذه المذكرة تعتمد على حساب قيم التعديل التي يجب ان تكون مبرمجة في أنظمة الحماية. نجد في الاسواق ماركات متعددة لهذه الانظمة, و عدة ماركات لمحولات التيار, لهذا يجب مراقبة المعدات المثبتة مسبقا, وخاصة مراقبة التوصيل (ارتباط محولات التيار) و الاخذ بعين الاعتبار الخصائص التقنية لخطوط النقل المحققة مسبقا و المرتبطة مع الخط المعني بحساب التعديلات. ايضا الواجب التحقق من طرق تشغيل هذه الخطوط في حالة وجود خلل و في الحلة العادية.

الطريقة الصحيحة لحساب التعديلات يضمن حسن توزيع الطاقة الكهربائية بشكل دائم ودون انقطاع

كلمات المفاتيح: الحماية - التيار المرتفع - التوتر المتوسط - التوزيع الكهربائي