

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'Electrotechnique

## Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Electrique

**Spécialité : RESEAUX ELECTRIQUES**

*Présenté par*

**Nacera TARARBIT**  
**Dehbia TIOURTIT**

Thème

# Protection numérique par SEPAM série 80 d'un départ HTA

*Mémoire soutenu publiquement le 25 Septembre devant le jury composé de :*

**M Meziane AOUES**

Maitre Assistant Classe A, UMMTO, Président

**M Chafik BIROUCHE**

Maitre Assistant Classe A, UMMTO, Rapporteur

**M Belkacem LOURDJANE**

INGENIEUR, SONELGAZ, Co-Rapporteur

**M Hakim DJOUDI**

Maitre Assistant Classe A, UMMTO, Examineur

**M Azouz MIOUAT**

Maitre Assistant Classe A, UMMTO, Examineur

# REMERCIEMENTS

*On remercie le bon dieu de nous avoir dotés d'un courage et d'une persévérance afin que cette étude soit réalisée.*

*A terme de la réalisation de ce mémoire, nous tenons à présenter nos remerciements les plus sincères à notre promoteur **M<sup>r</sup> C.BIROUCHE** et à notre Co-promoteur **M<sup>r</sup> B. LOURDJANE** pour avoir dirigé ce travail et leurs patience, leurs aide, leurs conseils précieux et leurs disponibilité entière tout au long de la période de notre travail.*

*Nos remerciements également à tous les membres de jury qui ont accepté d'examiner ce mémoire.*

*Nous exprimons aussi notre reconnaissance à **M<sup>elle</sup> N. MEZIANE**, ainsi qu'à tout le personnel de la SONELGAZ de TIZI-OUZOU.*

*Nous tenons enfin à remercier les enseignants qui ont contribué à notre formation et à ceux qui nous ont porté d'aide de près et de loin.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents qui ont été toujours présents, merci de fond du cœur pour leurs dévouement, leurs disponibilité et leurs affection tout au long de mes études.*

*A ma sœurs Nora, son mari Mouhamed et ses enfants Walid et Nour-El-Houda et mes sœurs Razika, Saliha et Farida.*

*A mon frère Farid et sa femme Malha et ses enfants Remy et Nabila, à mes frères, Mourad et Redwan.*

*A mon futur mari Djamel et toute sa famille.*

*A tout mes amis(es) surtout mon binôme et la promotion ETH  
2014.*

*Nacera*

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents qui ont été toujours présents, merci de fond du cœur pour leur dévouement, leur disponibilité et leur affection tout au long de mes études.*

*A mes sœurs Baya, Chafia, ourdia et son mari Nacer*

*A mes frères RabeH, Farid, Brahim et Ahmed*

*A mon futur mari Mohamed ou Belaid et toute sa famille.*

*A tout mes amis(es) de section surtout mon binôme.*

*Dehbia*

**Introduction générale.....1**

**CHAPITRE I : Généralités sur les réseaux électriques**

Introduction.....	2
I.1. Organisation des réseaux électriques .....	3
I.1.1. Réseau du transport .....	3
I.1.2. Réseau d'interconnexion.....	3
I.1.3. Réseau de répartition .....	3
I.1.4. Réseau de distribution .....	3
I.2. Gamme des tensions utilisée par SONALGAZ en Algérie.....	5
I.3. Les composantes de réseau électrique .....	5
I.3.1. Les générateurs .....	5
I.3.2. Les transformateurs.....	5
I.3.3. Les charge .....	5
I.4. Les lignes aériennes .....	6
I.4.1. Les composantes d'une ligne aérienne .....	6
I.4.1.1.Les conducteurs.....	6
I.4.1.2.Les isolateurs.....	7
I.4.1.3.Les supports .....	7
I.5.Propriétés des lignes de transport .....	7
I.6. Les poste de livraisons HTA .....	8
I.6.1. Les postes de livraisons HTA à comptage BT .....	8
I.6.2. Les postes de livraison HTA à comptage HTB.....	8
I.7. Modes d'alimentation des postes de livraison HTA .....	8
I.7.1. Un jeu de barres avec une source.....	9
I.7.2. Un jeu de barres sans couplage avec deux sources.....	9
I.7.3. Deux jeux de barres avec couplage avec deux sources.....	10
I.7.4. Un jeu de barres sans couplage avec trois sources.....	10
I.7.5. Trois jeux de barres avec couplages et trois sources d'alimentation .....	11
I.7.6. Source et Départ en « DUPLEX» .....	12
I.7.7. Deux jeux de barres avec deux attaches par départ et deux sources.....	13
I.7.8. Deux doubles jeux de barres couplés entre eux .....	14
I.7.9. Architecture des réseaux HTA .....	14

I.7.9.1. Radiale en simple antenne.....	15
I.7.9.2. Radiale en double antenne sans couplage .....	16
Architecture .....	16
I.7.9.3. Radiale en double antenne avec couplage.....	17
I.7.9.4. En boucle.....	17
a. Boucle ouverte :.....	18
b. En double dérivation .....	19
I.8. Architectures des postes HTA/BT supérieur à 630 KVA .....	19
I.8.1. Alimentation en coupure d'artère .....	20
I.8.2. Alimentation en double dérivations .....	20
Conclusion.....	21

## **CHAPITRE II : Défaits et courants de court-circuit**

Introduction.....	22
II.1. Défaits électriques .....	22
II.1.1. Définition d'un défaut .....	22
II.1.2. Caractère des défauts.....	22
II.1.2.1. Défaits momentanés .....	22
II.1.2.2. Défaits permanents .....	22
II.2. Différents types de défauts .....	23
II.2.1. Courts-circuits.....	23
II.2.2. Surintensités.....	23
II.2.3. Surtensions.....	23
II.2.4. Déséquilibres .....	23
II.3. Conséquences des défauts.....	24
II.3.1. Echauffement.....	24
II.3.2. Explosion de disjoncteur.....	24
II.3.3. Effets électrodynamiques.....	24
II.3.4. Perturbations dans les lignes de télécommunications.....	25
II.3.5. Effet de la chute de tension.....	25
II.4. Elimination des défauts.....	25
II.5. Effets des courant de court-circuit.....	25
II.6. Différents types des courts-circuits.....	26

II.6.1. Court-circuit monophasé-terre .....	26
II.6.2. Court-circuit biphasé terre .....	26
II.6.3. Court-circuit biphasé-isolé.....	26
II.6.4. Court-circuit triphasé .....	27
II.7.Caractéristiques des courts-circuits .....	27
II.7.1. Durées des défauts .....	27
II.8. Etude des courts –circuits .....	28
Conclusion.....	29

### **CHAPITRE III : La chaine de protection**

Introduction.....	30
III.1.Système de protection .....	30
III.1.1.Définition.....	30
III.1.2.Rôle d'un système de protection .....	30
III.1.3.Qualité d'un système de protection .....	31
III.1.3.1. Rapidité .....	31
III.1.3.2. Sélectivité .....	31
III.1.3.3. La sensibilité.....	31
III.1.3.4. Fiabilité.....	32
III.1.4. Constitution d'un système de protection .....	32
III.2. Appareillage de protection .....	33
III.2.1. Contre les surtensions.....	33
III.2.1.1. les éclateurs .....	33
III.2.1.2. Éclateur à cornes.....	33
III.2.1.3. Eclateurs à tige .....	34
III.2.1.4.Le parafoudre.....	34
III.2.1.5.Le parafoudre moyen tension .....	34
III.2.2. Contre les surintensités.....	35
III.2.2.1.Fusible moyenne tension .....	35
III.2.2.2.Disjoncteurs.....	35
III.2.2.3. Disjoncteur à l'huile .....	36
III.2.2.4.Disjoncteur à air comprimé .....	37
III.2.2.5.Sectionneur .....	37

III.3. Relais de protection .....	38
III.3.1. Définition.....	38
III.3.2. Désignation d'un relais.....	38
III.3.3. Différents types des relais .....	39
III.3.3.1. Les relais électromécaniques.....	39
III.3.3.2. Relais thermique.....	40
III.3.3.3. Relais statique.....	40
III.4. Alimentation des systèmes de protection .....	40
III.4.1. Les transformateurs de tension(TT) .....	41
III.4.2. Les transformateurs de courant (TC).....	42
III.4.3. Types industriels.....	42
III.4.3.1. Modèles classiques à noyau de fer .....	42
III.4.3.2. Modèles à tore de Rogowski .....	43
III.4.3.3. Modèles dits "non conventionnels" .....	43
III.4.3.4. TC Tore .....	43
III.5. Protection d'un départ HTA .....	44
III.6.1. Protection contre les défauts entre phases .....	45
III.6.2. Système de protection à un seul seuil.....	45
III.6.3. Système de protection à deux seuils.....	45
III.6.4. Protection contre les défauts entre phase et terre .....	46
III.6.5. Protection des dérivations .....	46
III.6.5.1. Généralités.....	46
III.6.5.2. Définition des interrupteurs.....	47
III.6.5.3. Différent types des interrupteurs .....	47
III.6.5.3.1. Description de l'IACT (Interrupteur aérien à creux de tension) .....	47
III.6.5.3.2. Description de l'IATCT (Interrupteur aérien télécommandé à creux de tension).....	47
III.6.5.4. Fonctionnement.....	48
III.6.6. Les automates associés aux protections des départs HTA .....	49
III.6.6.1. Dispositif de réenclenchement rapide (DRR) .....	49
III.6.6.2. Dispositif de réenclenchement lent (DRL).....	49
III.6.6.3. Dispositif de réenclenchement rapide et lent .....	50
III.7. Principe de réglage .....	50

III.7.1. Réglage des protections contre les défauts à la terre .....	50
II.7.1.1. Principe .....	50
III.7.2. Réglage en intensité de courant des relais de phases .....	51
III.7.2.1. Réalisation d'un déclenchement temporisé .....	51
III.8. Réglage des relais de protection d'un départ.....	51
III.8.1. Réglage des relais de phase premier seuil (seuil temporisé) .....	51
III.8.2. Réglage des relais de phase deuxième seuil ou seuil violent .....	51
III.8.3. Réglage des relais homopolaires .....	52
III.8.4. Relais de temps.....	52
III.8.4.1. Principe.....	52
III.8.4.2. Réglage de la temporisation .....	53
III.8.5. Réglage des relais de l'arrivée.....	53
III.8.5.1. Réglage des relais de phase .....	53
III.8.5.2. Réglage des relais homopolaire.....	53
III.8.5.3. Réglage des relais de temps.....	53
III.9. Réglage des protections d'un transformateur et de sa liaison aux jeux de barres .....	54
III.9.1. Relais de temps.....	54
III.10. Réglage d'une protection de terre résistante .....	54
III.10.1. Détecteur de terre résistant .....	54
Conclusion.....	54

## **CHAPITRE IV : Application**

Introduction.....	54
Partie I : Présentation des SEPAM .....	54
IV.1. Définition .....	54
IV.2. Différents types de SEPAM .....	55
IV.3. Présentation du SEPAM série80 .....	55
IV.3.1. Interfaces Homme Machine .....	55
IV.3.2. Information complète sur l'exploitant de l'IHM avancée .....	56
IV.4. Fonctions et mesures réalisées par le SEPAM serie80 .....	57
IV.4.1. Surveillance des TP .....	58
IV.4.2. Surveillance des TC .....	58
IV.5. Les protections assurées par les SEPAMsérie 80 .....	59
IV.6. Raccordement de SEPAM serie80à l'outil de paramétrage .....	60

IV.7. Principe du protocole Modbus .....	61
IV.8. Présentation du logiciel SFT2841 .....	62
IV.8.1. Description .....	62
IV.8.2. Utilisation du SFT2841 en mode non connecté .....	63
IV.8.3. Utilisation du SFT2841 en mode connecté à un SEPAM série 80 .....	63
IV.8.4. Utilisation du SFT2841 connecté à un réseau de SEPAM .....	63
IV.8.5. Exploitations courante.....	64
IV.9. Description de la caisse d'injection ISA T- 1000 .....	64
IV.9.1. Les constitutions de la caisse d'injection .....	65
IV.9.2. ISA T 1000 Spécification technique .....	65
IV.9.3. Autres caractéristiques du générateur principal .....	66
II : Application .....	67
IV.10. Présentation de Poste MT/MT 214 .....	67
IV.10. Paramétrage et réglage de la SEPAM .....	71
IV.11. sEssais .....	76
CONCLUSION .....	77
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>78</b>

*Introduction*  
*générale*

## *Introduction générale*

Un réseau est l'ensemble des composantes requises pour conduire l'énergie électrique des points de production aux points de consommation et de garantir la qualité et la continuité de l'alimentation des clients en énergie. Cet ensemble comprend des transformateurs, des lignes de transmission, des générateurs, des moteurs, des éléments de chauffage, des réactances, des condensateurs, des moyens de mesure et de contrôle des protections contre la foudre et les courts-circuits, ...etc.

Aujourd'hui avec l'apparition des technologies numérique, la protection a eu sa part. Son utilisation est devenue large grâce à ses multiples fonctions, sa grande fiabilité et sa simplicité d'exploitation.

L'objectif de notre travail est l'étude de l'un de ces appareils de protection numérique à savoir « SEPAM série 80 » ; qui est utilisé par la SONELGAZ pour protéger les départs HTA.

Pour atteindre notre objectif, nous avons subdivisé notre travail en quatre chapitres.

Le premier chapitre traitera des généralités sur les réseaux électriques. Les différents défauts pouvant affectés les installations électriques feront l'objet du deuxième chapitre.

Le troisième chapitre sera consacré aux différents appareils de protection du réseau moyenne tension. Dans le quatrième chapitre, nous allons étudier et effectuer le paramétrage de la protection numérique « SEPAM série 80 » pour protéger le départ HTA de la Ville de Tizi-Ouzou.

On terminera notre travail par une conclusion générale.

*Chapitre I*  
*Généralités sur*  
*les réseaux*  
*électriques*

## Introduction

Le principe du réseau de distribution d'énergie électrique est d'assurer le mouvement de cette énergie (active ou réactive) en transitant par des lignes ou câbles HTA (30 et 10 kV) et entre les différents postes de livraison (postes sources HTB/HTA) et les consommateurs BT (400/230 V).

L'architecture d'un réseau de distribution électrique moyenne tension (MT ou HTA) est plus ou moins complexe suivant le niveau de tension, la puissance demandée et la sûreté d'alimentation requise.

Selon la définition de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI), un poste électrique est la partie d'un réseau électrique comprenant principalement les extrémités des lignes de transport ou de distribution, de l'appareillage électrique, des bâtiments, et éventuellement, des transformateurs. Un poste électrique est donc un élément du réseau électrique servant à la fois à la transmission et à la distribution d'énergie électrique. Il permet d'élever la tension électrique pour sa transmission, puis de l'abaisser en vue de sa consommation par les utilisateurs (particuliers ou industriels). Les postes électriques se trouvent donc aux extrémités des lignes de transmission ou de distribution.

Il existe plusieurs types de postes électriques:

- **Postes de sortie de centrale** : le but de ces postes est de raccorder une centrale de production de l'énergie au réseau.
- **Postes d'interconnexion** : le but est d'interconnecter plusieurs lignes électriques HTB.
- **Postes élévateurs** : le but est d'élever le niveau de tension, à l'aide d'un transformateur.
- **Postes de distribution** : le but est d'abaisser le niveau de tension pour distribuer l'énergie électrique aux clients résidentiels ou industriels.

## **I.1. Organisation des réseaux électriques**

### **I.1.1. Réseau du transport [1]**

Le réseau du transport a pour mission d'acheminer l'énergie et de permettre de réaliser à chaque instant l'égalité de la production et de la consommation sur l'ensemble des territoires en respectant des contraintes fortes sur le maintien de la tension.

### **I.1.2. Réseau d'interconnexion [2]**

Les réseaux d'interconnexions assurent la liaison entre les centrales de production et permettent des échanges entre différentes régions et même avec les pays voisins.

Ces réseaux sont organisés de façon que toutes les lignes HTB soient reliées par des postes de transformations assurant la continuité entre les lignes de différents niveaux de tension.

### **I.1.3. Réseau de répartition [1]**

Ces réseaux ont pour fonction de faire la liaison entre le réseau de transport et les réseaux de distribution. Ils doivent de ce fait assurer l'alimentation de territoire qu'ils desservent qui sont en général des zones importantes de consommation comme par exemple des grandes agglomérations ou des concentrations d'installations industrielles.

L'énergie y est injectée essentiellement par le réseau de transport via des transformateurs, mais également par des centrales électriques de moyennes puissances (inférieures à environ 100MW). Les réseaux de répartition sont distribués de manière assez homogène sur le territoire d'une région.

### **I.1.4. Réseau de distribution [2]**

Sont généralement basés sur une structure arborescente de réseau, à partir d'un poste source, l'énergie parcourt l'artère ainsi que ces dérivations avant d'arriver aux postes de transformation MT/BT.

Les réseaux de distribution ont pour but d'alimenter l'ensemble des consommateurs tout en réalisant le moins de pertes possibles. Il existe de sous niveaux de tension :

Les réseaux à moyenne tension : de 3 à 33kV.

Les réseaux à basse tension : de 110 à 600V sur lesquelles sont réaccordés les utilisateurs domestiques.

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

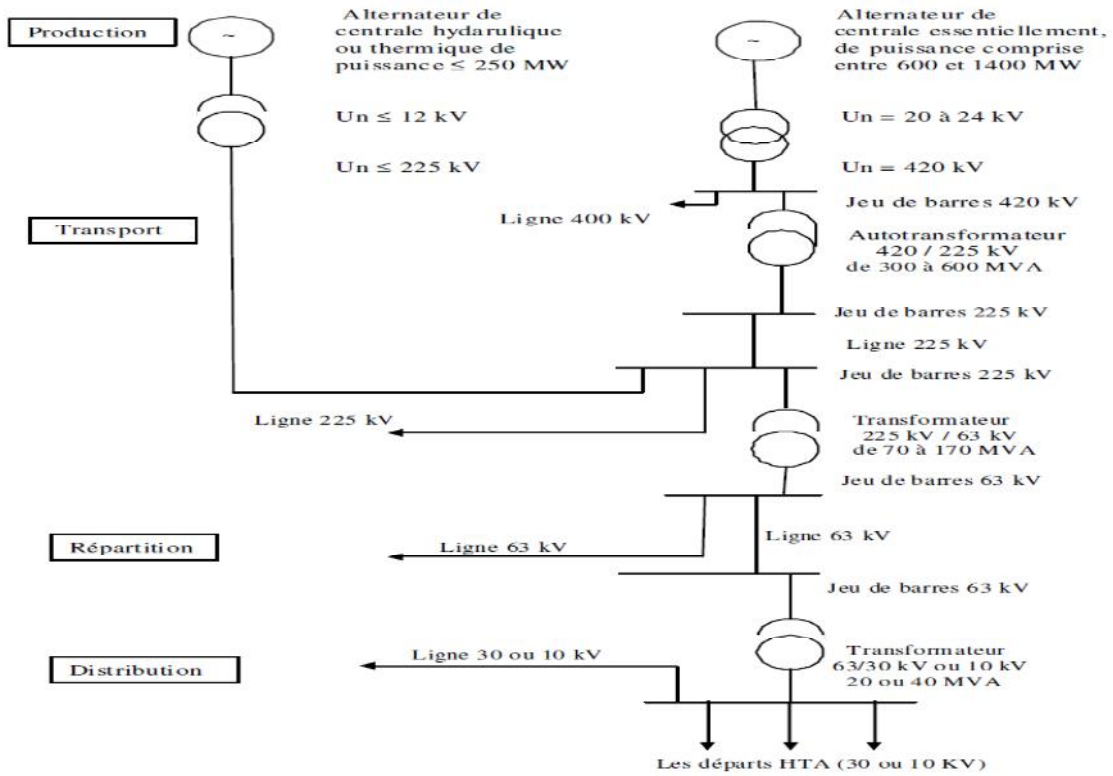


Figure I.1. Architecture général du réseau d'énergie en Algérie

## I.2. Gamme des tensions utilisée par SONALGAZ en Algérie [3]

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 ( $U_n$ en Volts)	
		Tension Alternative	Tension Continue
Très Basse Tension (TBT)		$U_n \leq 50$	$U_n \leq 120$
Basse Tension	BTA	$50 < U_n \leq 500$	$120 < U_n \leq 750$
	BTB	$500 < U_n \leq 1000$	$750 < U_n \leq 1500$
Haute Tension	HTA ou MT	$1000 < U_n \leq 50000$	$1500 < U_n \leq 75000$
	HTB ou HT	$U_n > 50000$	$U_n > 75000$

Tableau I.1 Tableau des domaines de tension

## I.3. Les composantes de réseau électrique [4]

### I.3.1. Les générateurs

Les générateurs qui sont insérés en divers point du réseau destinés à fournir une puissance assignée sous une tension fixé à l'avance.

### I.3.2. Les transformateurs

Les transformateurs que l'on rencontre dans les réseaux sont soit des transformateurs de puissances qui à la sortie des centrales permettent de raccorder les générateurs aux réseaux HTB à 225 ou 400 kV et à l'extrémité des lignes de grand transport vers les réseaux de répartition à 90 ou 45 kV et d'autre part des transformateurs de distribution qui permettent de faire le lien à la fois entre les réseaux de répartition et les réseaux de distribution et de ces derniers vers les consommateurs.

### I.3.3. Les charge

Les charges correspondent aux besoins des consommateurs, elles sont réparties en trois catégories :

- Les moteurs à induction qui en couvrent environ 50% à 70%.
- L'éclairage et le chauffage (application thermiques) soient 20% à 30%.
- Les moteurs synchrones qui représentent de l'ordre de 5% à 10%.

#### **I.4. Les lignes aériennes [5]**

Les lignes sont définies par leur schéma en  $\pi$  caractérise en général les lignes moyennes tension dont les paramètres sont la résistance  $R$ , la réactance  $X=L\omega$ , et la susceptance  $B=C\omega$ .

Dans le cas des lignes longues, on peut toujours se ramener à un schéma équivalent en  $\pi$

Les genres de lignes utilisées dans les réseaux est imposé par les facteurs suivants :

- La puissance active à importer
- La distance de transport
- Le coût
- Esthétique, encombrement et facilité d'installation

##### **I.4.1. Les composantes d'une ligne aérienne [1]**

Les principaux éléments qui constituent la ligne aérienne sont :

###### **I.4.1.1. Les conducteurs**

Les conducteurs servent à transporter l'énergie électrique, ils sont réalisés sous forme de câbles qui peuvent être soit :

- Des câbles en Aluminium renforcé par une âme en acier qui assure leur rigidité mécanique.
- Des câbles dans un alliage spécial en aluminium, magnésium, silicium appelé « almélec » qui a des propriétés intéressantes de conductivités de rigidité mécanique.
- Ils peuvent également se présenter sous la forme de câble creux renforcé ou lorsque la tension devienne très élevée, ils doivent être divisé et organisés en faisceaux afin de diminuer l'intensité du champ électrique extérieur.

### I.4.1.2. Les isolateurs

Les isolateurs servent à supporter et à amarrer les conducteurs et les isoler entre eux et à la terre. Ils sont fabriqués en verre ou en porcelaine. Ils ont des formes spéciales pour allonger les distances d'isolement est donc la tenue diélectrique.

### I.4.1.3. Les supports

Les supports sont souvent appelés pylônes à cause de leur formes. Ils caractérisent l'armement qui est la forme géométrique de répartition de conducteurs dans l'espace. Ils comprennent les conducteurs dont la géométrie est appelée armement des câbles de garde destinés à protéger les conducteurs des coups de foudre.

Il y a trois familles d'armement :

1. **Le triangle** : les trois conducteurs sont répartis aux sommets d'un triangle équilatéral.
2. **La nappe** : les conducteurs sont tous dans un même plan horizontal.
3. **Le drapeau** : dans cette répartition les conducteurs sont dans un même plan vertical.

## I.5. Propriétés des lignes de transport [5]

Le rôle fondamentale d'une ligne aérienne est de transporter une puissance active. si elle doit également transporter une puissance réactive, celle-ci doit être faible par rapport à la puissance active, à moins que la distance de transport ne soit courte. En plus de ces exigences, une ligne de transport doit posséder les caractéristiques de base suivantes :

- a. la tension doit demeurer assez constante sur toute la longueur de la ligne et pour toutes les charges comprise entre zéro et la charge nominale.
- b. les pertes doivent être faibles afin que la ligne possède un bon rendement.
- c. les pertes joule ne doivent pas surcharger les conducteurs.

Si la ligne ne peut d'elle-même répondre à ces exigences, on doit alors ajouter de l'équipement supplémentaire afin de réaliser toutes ces conditions.

Les réseaux de distribution d'énergie électrique peuvent être le siège d'un certain nombre d'incidents qui sont dû, en général, à l'apparition du court-circuit, soit entre conducteurs, soit entre un ou plusieurs conducteurs et le sol.

## I.6. Les poste de livraisons HTA [3]

Ils concernent généralement les puissances comprises entre 250 kVA et 10 MVA. Deux types de postes de livraison HTA existent selon que le comptage est effectué en BT ou en HTA.

### I.6.1. Les postes de livraisons HTA à comptage BT

Ils ne comportent qu'un seul transformateur dont le courant secondaire est inférieur ou égal à 2000 A, soit une puissance inférieure ou égale à 1250 kVA pour une tension composée de 400V.

- **Simple dérivation** : Le poste est alimenté par une dérivation du réseau de distribution.
- **Coupure d'artère** : L'alimentation est insérée en série sur la ligne HTB.
- **Double dérivations** : Le réseau HT comporte deux câbles souterrains distincts en parallèle, le poste peut être alimenté par l'une ou l'autre de ces deux dérivations HTB.

### I.6.2. Les postes de livraison HTA à comptage HTB

Ils comportent plusieurs transformateurs ou un seul si leur courant secondaire est supérieur à 2000 A (puissance supérieure à 1250 kVA pour une tension composée de 400 V) et peuvent comporter des départs HTA.

## I.7. Modes d'alimentation des postes de livraison HTA [3]

Nous allons identifier les principales solutions d'alimentation d'un tableau HTA, indépendamment de son emplacement dans le réseau.

Le nombre de sources et de complexité du tableau différent suivant le niveau de sureté de fonctionnement désiré.

Les schémas sont classés dans un ordre tel que la sureté de fonctionnement s'améliore tandis que le cout d'installation augmente.

### I.7.1. Un jeu de barres avec une source

#### Architecture

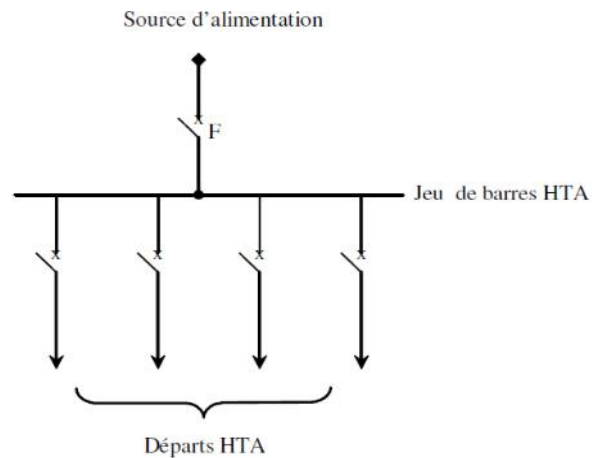


Figure I.3 : Architecture d'un jeu de barres avec une source

#### Fonctionnement

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

### I.7.2. Un jeu de barres sans couplage avec deux sources

#### Architecture

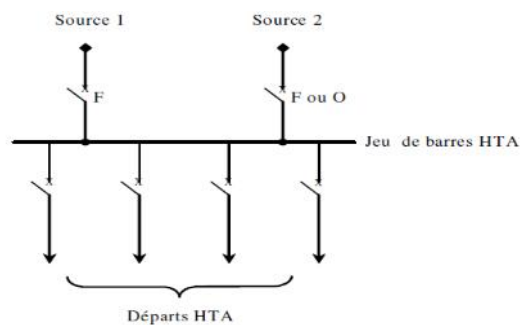


Figure I.4 : Architecture d'un jeu de barres sans couplage avec deux sources d'alimentation

#### Fonctionnement

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

### I.7.3. Deux jeux de barres avec couplage avec deux sources

#### Architecture

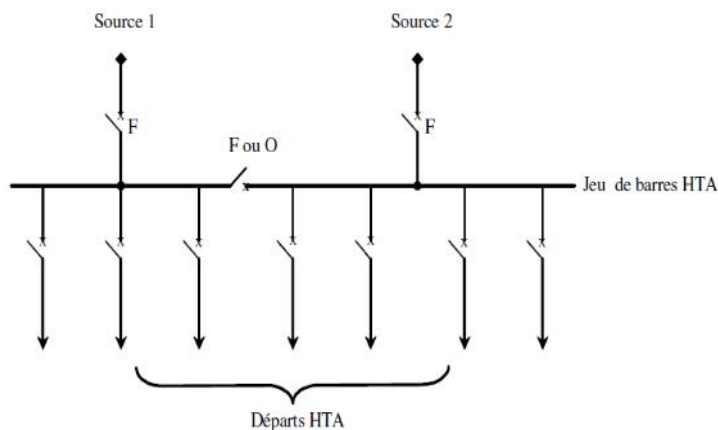


Figure I.5: Architecture de deux jeux de barres avec couplage et deux sources

#### Fonctionnement

- Le disjoncteur de couplage peut être maintenu fermé ou ouvert.
- S'il est ouvert, chaque source alimente un jeu de barres. En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage se ferme et l'autre source alimente les deux jeux de barres.
- En cas de défaut sur un jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), une partie seulement de départ n'est plus alimentée.

### I.7.4. Un jeu de barres sans couplage avec trois sources

#### Architecture

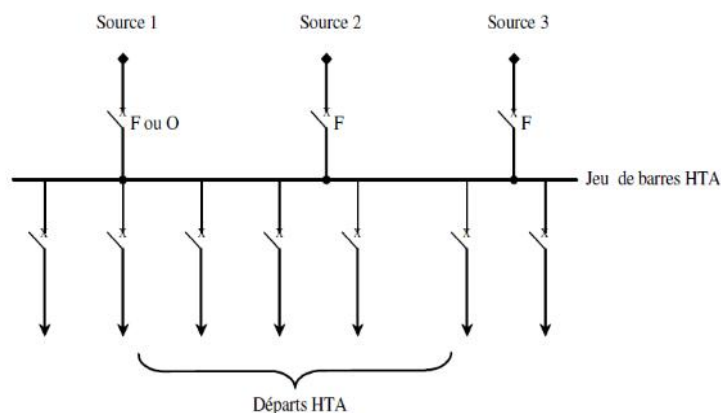


Figure I.6 : Architecture d'un jeu de barres sans couplage et trois sources

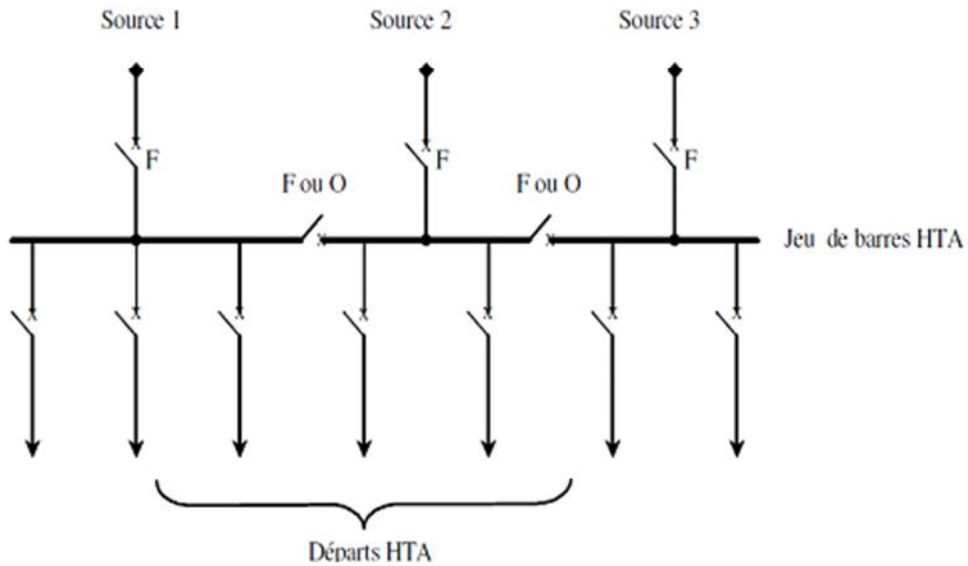
#### Fonctionnement

Les trois sources peuvent fonctionner parallèlement ou l'une en secours des deux autres.

En cas de défaut sur le jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), les départs ne sont plus alimentés.

### I.7.5. Trois jeux de barres avec couplages et trois sources d'alimentation

#### Architecture



**Figure I.7: Architecture de trois jeux de barres avec couplage et trois sources d'alimentation**

#### Fonctionnement

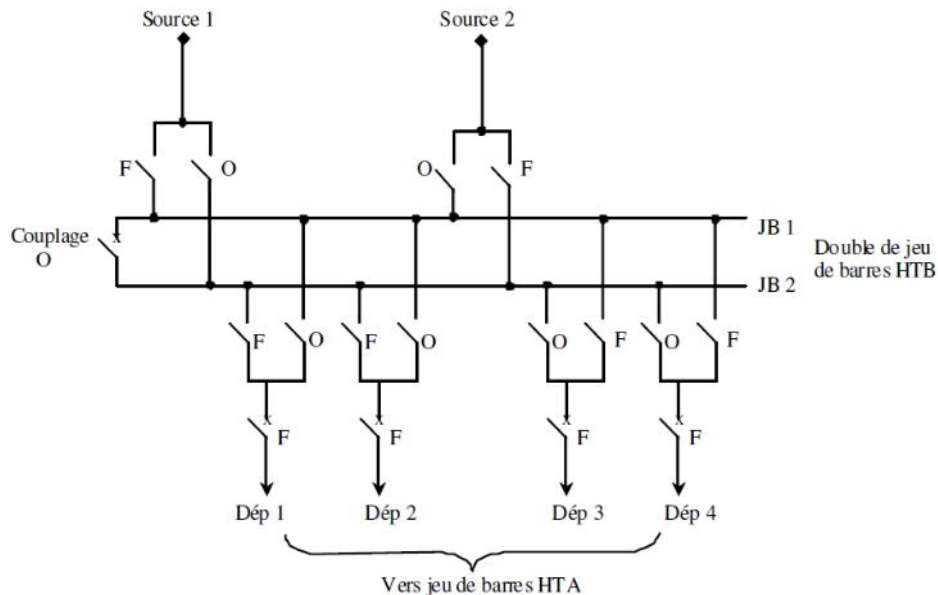
Les deux disjoncteurs de couplage peuvent être maintenus ouverts ou fermés.

S'ils sont ouverts, chaque source alimente sa section de barres. En cas d'une perte de source, le disjoncteur de couplage associé est fermé, une source alimente deux sections de barres.

En cas de défaut sur une section de barres (ou maintenance de celle-ci), une partie seulement du départ n'est plus alimentée.

### I.7.6. Source et Départ en « DUPLEX »

#### Architecture



**Figure I.8 : Architecture de couplage des sources et départs en « DUPLEX »**

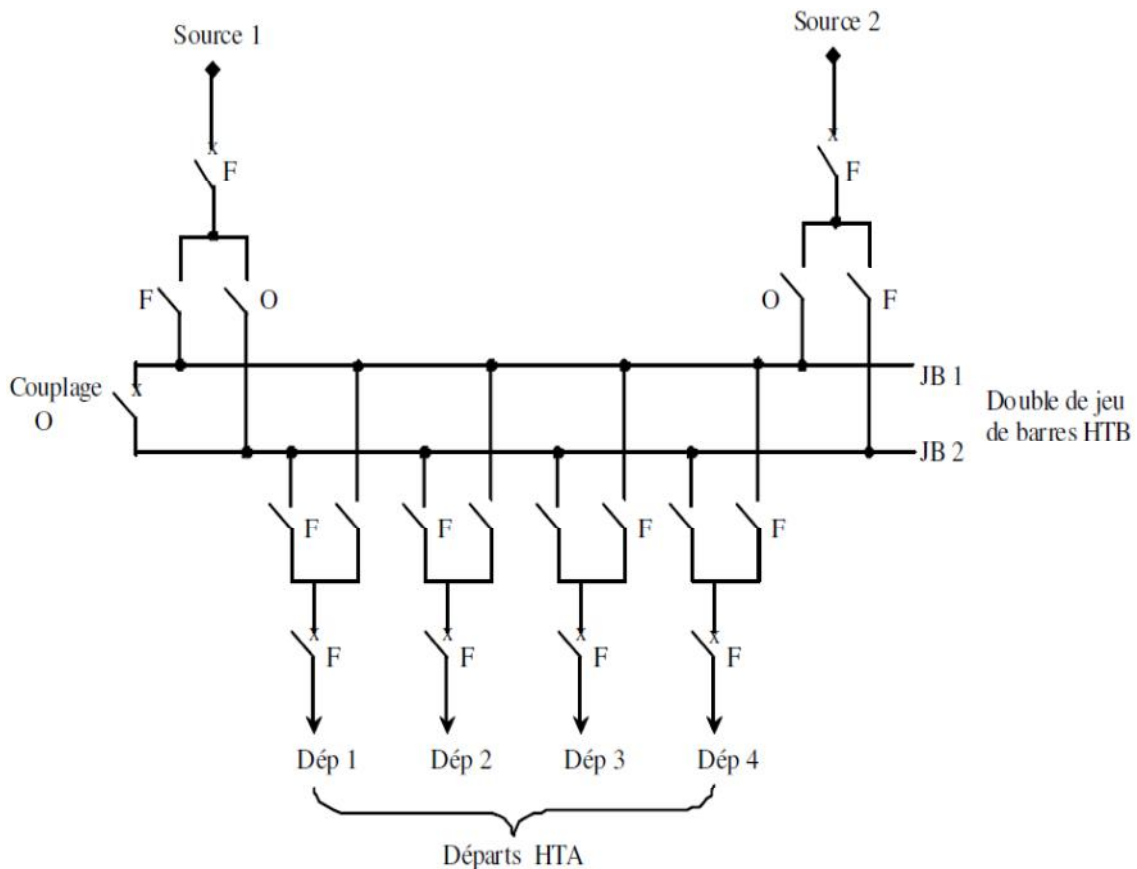
#### Fonctionnement

- Le disjoncteur de couplage est maintenu ouvert en fonctionnement normal.
- Chaque source peut alimenter l'un ou l'autre des jeux de barres par ses deux cellules disjoncteur débouchable. Par souci d'économie, il n'y a qu'un seul disjoncteur pour les 2 cellules débouchable qui sont installées tête-bêche. On peut ainsi facilement déplacer le disjoncteur d'une cellule à l'autre. Ainsi, si l'on veut que la source 1 alimente le jeu de barres JB2, on déplace le disjoncteur dans l'autre cellule associée à la source 1.
- Le même principe est mis en place pour les départs. Ainsi, à chaque départ sont associées deux cellules débouchables et un seul disjoncteur. Chaque départ peut être alimenté par l'un ou l'autre des jeux de barres suivant l'emplacement du disjoncteur. Par exemple, la source 1 alimente le jeu de barres JB1 et les départs Dép1 et Dép2. La source 2 alimente le jeu de barres JB2 et les départs Dép3 et Dép4.
- En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage est fermé, l'autre source assure la totalité de l'alimentation.
- En cas de défaut sur un jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), le disjoncteur de couplage est ouvert et chaque disjoncteur est placé sur le jeu de barres en service, afin que tous les départs soient alimentés.

- L'inconvénient du système " DUPLEX " est qu'il ne permet pas les permutations automatiques. En cas de défaut, chaque permutation à effectuer dure plusieurs minutes et nécessite la mise hors tension des jeux de barres.

### I.7.7. Deux jeux de barres avec deux attaches par départ et deux sources

#### Architecture



**Figure I.9 : Architecture de deux jeux de barres avec deux attaches par départ et deux Sources.**

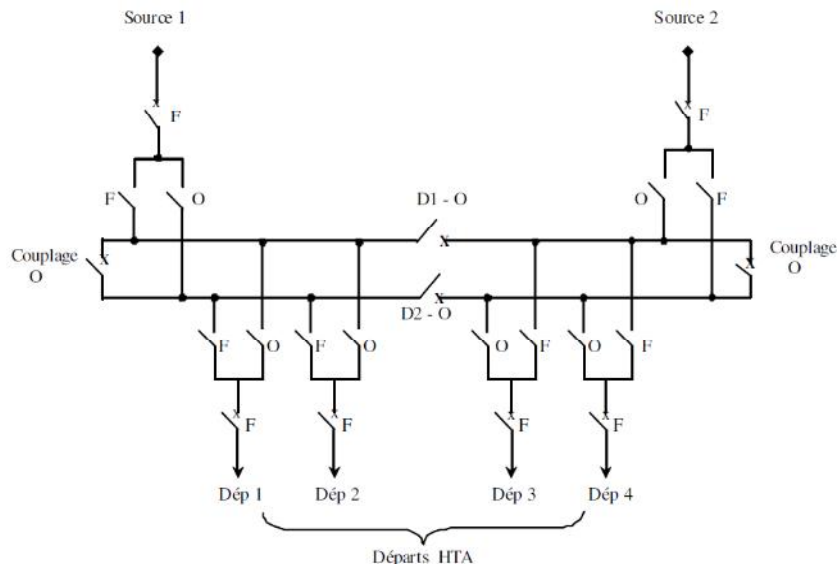
#### Fonctionnement

- Le disjoncteur de couplage est maintenu ouvert en fonctionnement normal.
- Chaque départ peut être alimenté par l'un ou l'autre jeu de barres suivant l'état des sectionneurs qui lui sont associés, un seul sectionneur par départ doit être fermé.
- Par exemple, la source 1 alimente le jeu de barres JB1 et les départs Dép1 et Dép2. La source 2 alimente le jeu de barres JB2 et les départs moyenne tension Dép3 et Dép4,
- En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage est fermé, l'autre source assure la totalité de l'alimentation,

- En cas de défaut sur un jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), le disjoncteur de couplage est ouvert et l'autre jeu de barres alimente la totalité des départ.

### I.7.8. Deux doubles jeux de barres couplés entre eux

#### Architecture



**Figure I.10: Architecture de deux doubles jeux de barres couplés entre eux**

#### Fonctionnement

- Il est presque identique au schéma précédent (deux jeux de barres, deux attaches par départ, deux sources d'alimentation). La décomposition de doubles jeux de barres en deux tableaux avec couplage (par D1 et D2) permet une très grande souplesse d'exploitation,
- Chaque jeu de barres alimente un nombre de départs moins important en fonctionnement normal.

### I.7.9. Architecture des réseaux HTA

Nous allons identifier les principales structures de réseau HTA permettant d'alimenter les tableaux secondaires et les transformateurs HTA/BT. La complexité de la structure diffère suivant le niveau de sûreté de fonctionnement.

Les schémas électriques des réseaux HTA les plus souvent rencontrés sont les suivants.

### I.7.9.1. Radiale en simple antenne

#### Architecture

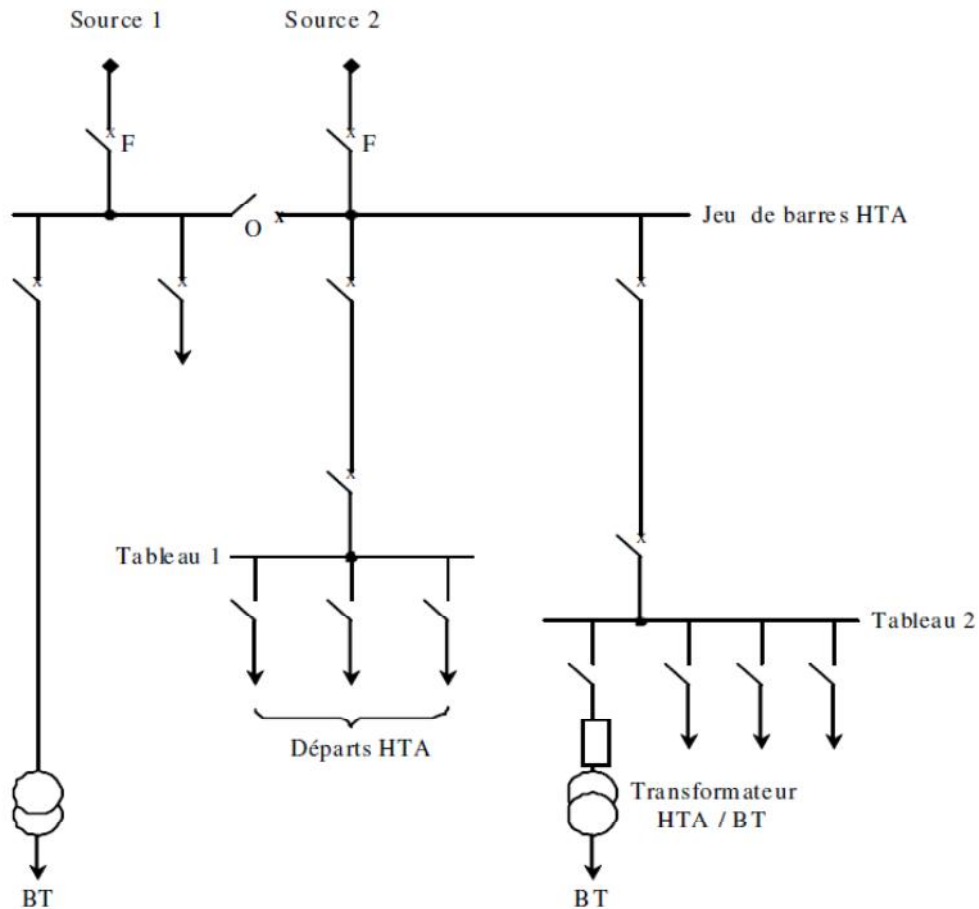


Figure I.11 : réseau HTA radiale en simple dérivation

#### Fonctionnement

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

Cette structure est préconisée lorsque les exigences de disponibilité sont faibles.

### I.7.9.2. Radiale en double antenne sans couplage

#### Architecture

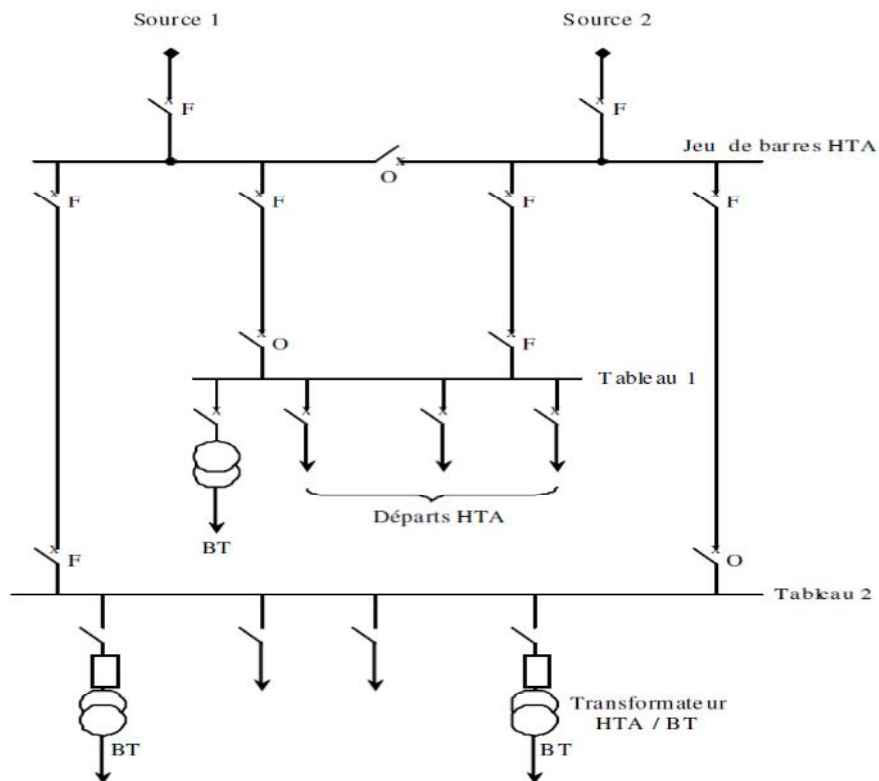


Figure. I.12: Réseau HTA radiale en double antennes sans couplage

#### Fonctionnement

- Les tableaux 1 et 2 sont alimentés par deux sources sans couplage, l'une en secoure de l'autre.
- La disponibilité est bonne,
- L'absence de couplage des sources dans les tableaux 1et 2 entraine une exploitation moins souple.

### I.7.9.3. Radiale en double antenne avec couplage

#### Architecture

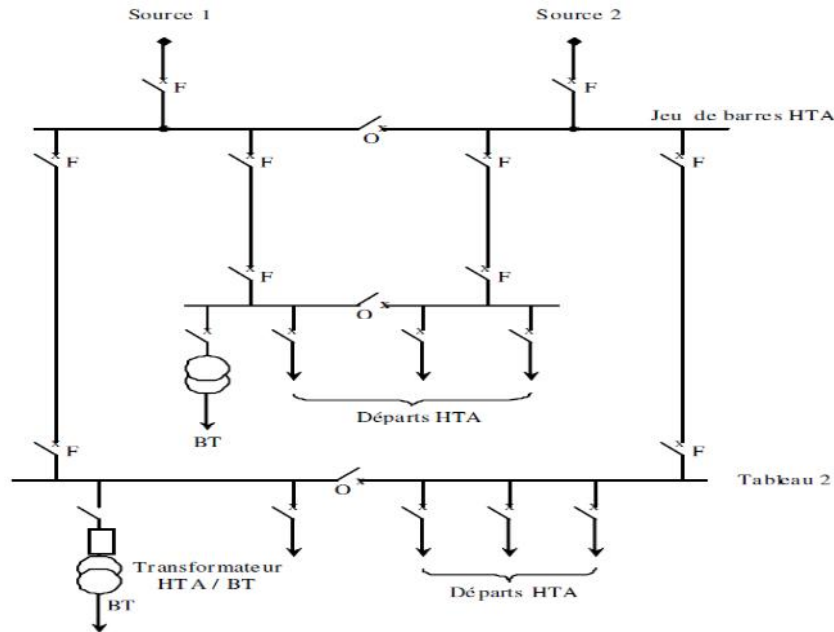


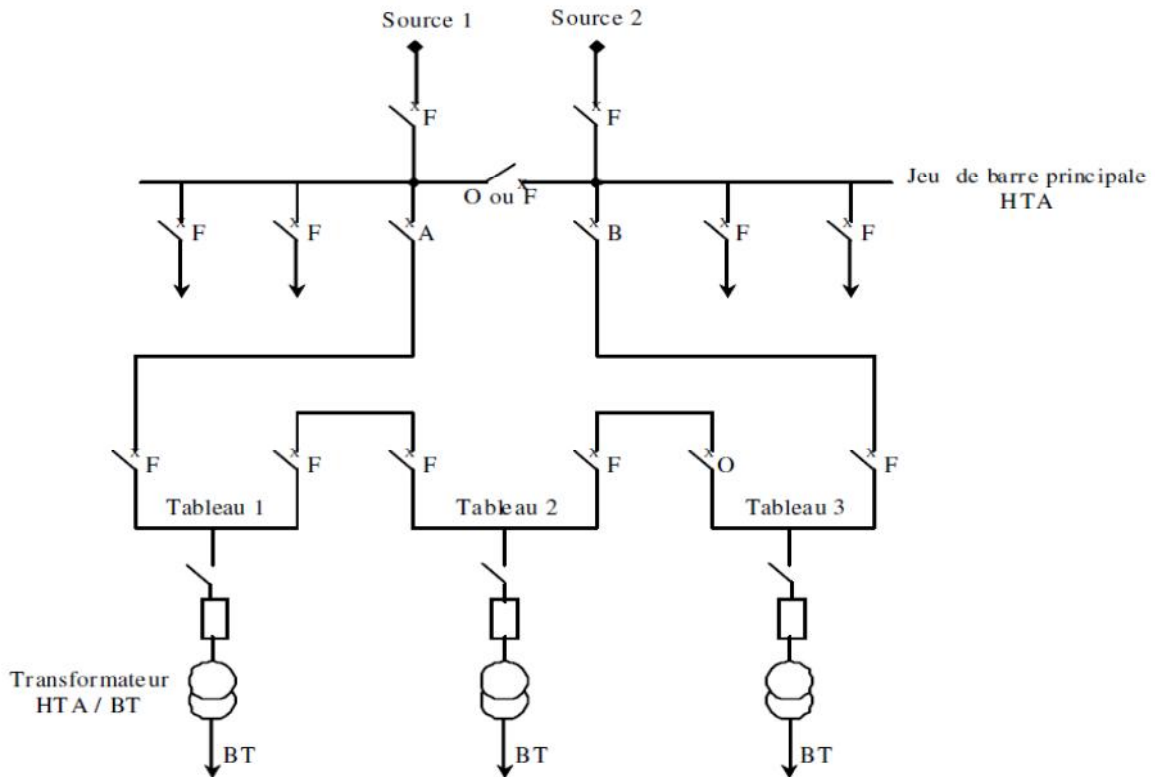
Figure. I.13 : Réseau HTA en double antenne avec couplage

#### Fonctionnement

- Les tableaux 1 et 2 sont alimentés par deux sources avec couplage. En fonctionnement normal, les disjoncteurs de couplage sont ouverts,
- Chaque demi-jeu de barres peut être dépanné et être alimenté par l'une ou l'autre des sources,
- Cette structure est préconisée lorsqu'une bonne disponibilité est demandée, elle est souvent retenue dans les domaines de la sidérurgie et de la pétrochimie.

### I.7.9.4. En boucle

- 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.

**a. Boucle ouverte :****Architecture****Figure. I.14 : Réseau HTA en boucle ouverte****Fonctionnement**

- 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 (elle est ouverte au niveau du tableau 2) ;
- 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 palier par une reconfiguration de la boucle.

Cette reconfiguration engendre une coupure d'alimentation de quelques secondes si un automate de reconfiguration de boucle est installé. La coupure est d'au moins plusieurs minutes si la reconfiguration de boucle est effectuée manuellement par le personnel d'exploitation.

### b. En double dérivation

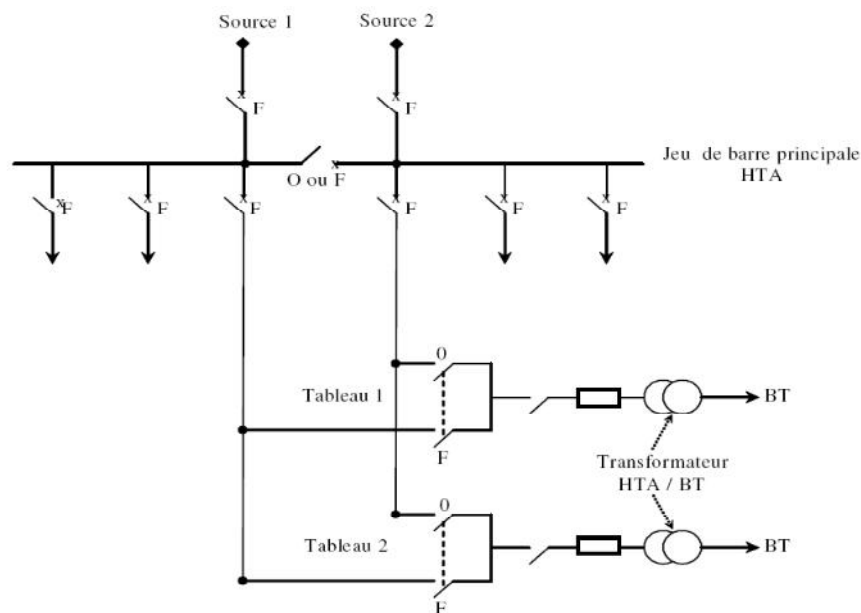


Figure I.15: Réseau HTA en double dérivation.

#### Fonctionnement :

- 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.

### I.8. Architectures des postes HTA/BT supérieur à 630 KVA [3]

Ce type des postes HTA/BT sont caractérisés par :

- Les tensions d'entrées sont : 10 kV ou 30 kV,
- Les tensions de sortie (utilisation) sont : 230V/ 400 V,
- Section du câble d'alimentation est 120 mm<sup>2</sup>,
- Puissance apparente:  $S > 630$  kVA,
- Mode d'alimentation :
  - Souterrain : Coupure d'artère,
  - Aérien : Dérivation.
- Une cellule de protection générale par disjoncteur HTA,
- Une cellule de comptage de l'énergie (tension et courant),
- Protection des transformateurs par fusible HTA,
- Tableau générale basse tension (TGBT).

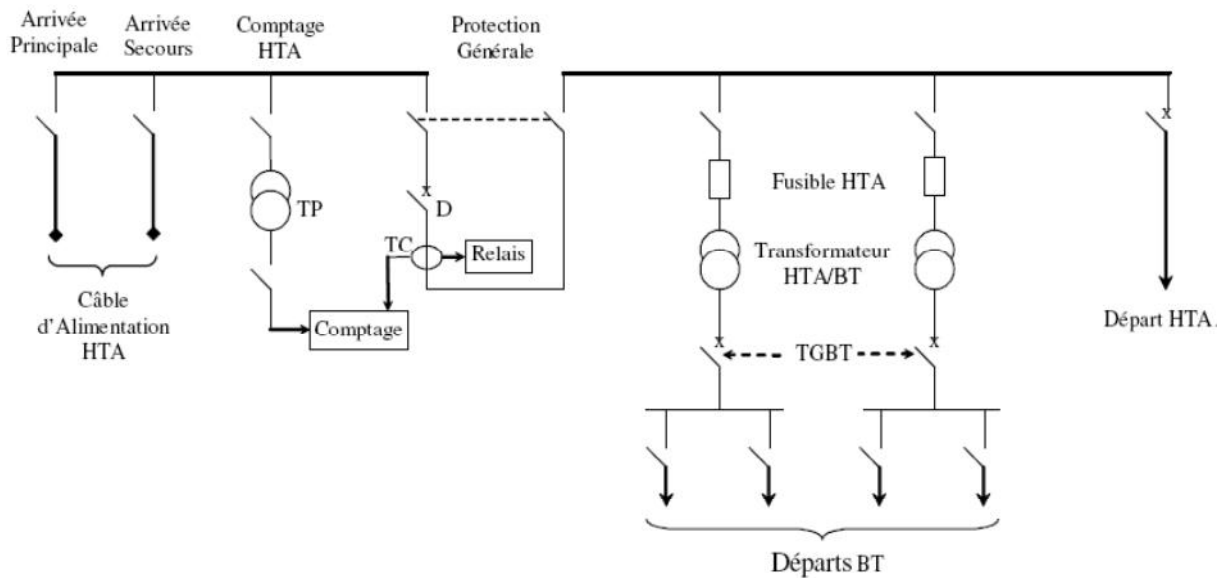


Figure I.16 : Architecture générale d'un poste abonné HTA/BT.

### I.8.1. Alimentation en coupure d'artère [3]

La distribution en coupure d'artère est très répandue. Le réseau de distribution passe par le poste de livraison de l'abonné, ce dernier étant équipé de deux cellules «arrivée». Les agents du service local de distribution utilisent les interrupteurs de ces cellules pour isoler des parties, en cas de travaux ou de défaut, le tronçon situé entre deux postes.

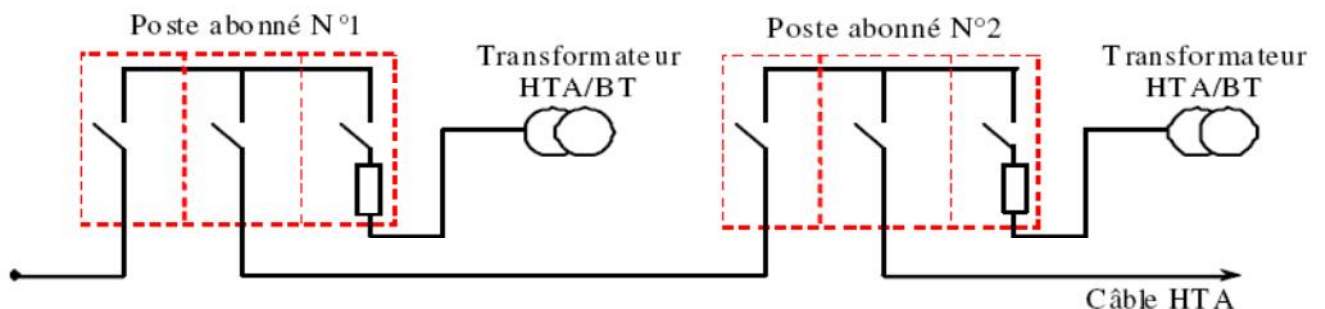


Figure I.17 : Poste abonné alimenté en coupure d'artère.

### I.8.2. Alimentation en double dérivation [3]

La distribution en double dérivation permet dans les zones de forte densité de maintenir un haut niveau de disponibilité de l'énergie électrique. Les postes de livraison sont connectés au réseau par leurs câbles et sont permutés soit automatiquement en cas de défaut, soit par télécommande en cas de travaux.

Domaines d'utilisation :

- Distributions souterraines en zone urbaine ;

- Distributions aériennes rurales.
- Postes sur poteau,
- Réseaux des villes à forte densité ou en extension,
- Distribution aérienne industrielle.

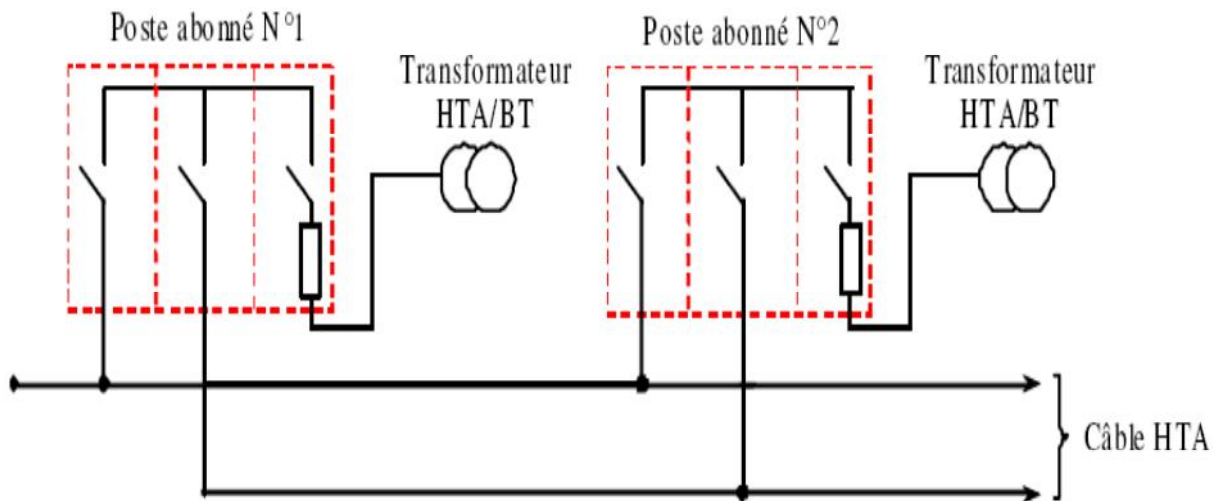


Figure I.18: Poste abonné alimenté en double dérivation.

## Conclusion

Dans ce chapitre on a traité des généralités sur les réseaux électriques, on a énuméré les différentes architectures et postes de transformation. Ces architectures sont très importantes et très sensibles, ce qui nécessite une protection contre les différents types d'anomalies telles que le court-circuit, les surtensions, les surintensités, ...etc.

*Chapitre II*  
*Défauts et*  
*courants de*  
*court circuit*

## **Introduction**

Les réseaux de distribution d'énergie électrique peuvent être le siège d'un certain nombre d'incidents qui sont dus, en général à l'apparition des défauts.

Ces défauts donnent lieu à l'établissement de courant de court-circuit, soit entre conducteurs; soit entre un ou plusieurs conducteurs et le sol. Les courts-circuits est l'un des incidents majeurs qui peuvent affecter les réseaux électriques.

Dans ce chapitre, nous allons définir les différents types de défauts et décrire les courts-circuits, leurs effets sur les réseaux et leurs interactions sur les équipements.

### **II.1. Défauts électriques [6]**

#### **II.1.1. Définition d'un défaut**

C'est la modification accidentelle affectant le fonctionnement normal d'un processus, ou d'un circuit électrique, et pouvant dans certain cas conduire à un effondrement électrique de celui-ci et la mise en danger de son environnement.

#### **II.1.2. Caractère des défauts**

Les défauts qui se produisent sur les réseaux électriques peuvent être momentanés ou permanents.

##### **II.1.2.1. Défauts momentanés**

Ce sont ceux qui disparaissent d'eux-mêmes au bout d'un temps variable mais relativement restreint. Si leur disparition se produit sans mise hors tension du réseau, ils sont dits « auto-extincteurs », c'est le cas des amorçages. Si leur disparition nécessite la mise hors tension du réseau, ils sont dits fugitifs ou « semi-permanents », c'est dans le cas des contacts de branches et d'oiseaux avec les conducteurs.

##### **II.1.2.2. Défauts permanents**

Ce sont ceux qui nécessitent pour disparaître l'intervention du personnel d'exploitation, car ils exigent une réparation du réseau, c'est le cas de la rupture d'un support, d'un conducteur ou d'un isolateur sur une ligne aérienne ou bien la détérioration d'un câble souterrain.

## II.2. Différents types de défauts

Les différents types de défaut sont : les courts-circuits, les surintensités, les surtensions et les déséquilibres.

### II.2.1. Courts-circuits

Un court-circuit est la mise en connexion volontaire ou accidentelle de deux points ou plus d'un circuit électrique entre lesquelles existe une différence de potentielle.

Sur les réseaux HTA, les courts circuits sont dus en général à des contacts accidentels entre phases ou entre phase et terre, à une fausse manœuvre ou à un défaut d'isolement.

### II.2.2. Surintensités

Les surcharges sur une ligne ou un équipement apparaissent lorsqu'ils sont traversés par un courant supérieur au courant pour lequel ils sont conçus.

On a deux types de surcharges :

#### -Surcharges normales

Elles se produisent lors de la mise sous tension des moteurs, des transformateurs et des appareils électriques divers.

#### ·Surcharge anormales

Les appareils de grande puissance causent des échauffements lents mais nuisibles aux installations.

### II.2.3. Surtensions

La surtension est le passage de la tension nominale à une valeur supérieure à la normale ; elle survient suite aux différentes manœuvres sur les organes de coupure, tels les coups de foudre et contact accidentel avec une installation de tension supérieure. Les surtensions sont dangereuses dans les réseaux, car elles soumettent les isolants à des contraintes qui risquent de les détériorer.

### II.2.4. Déséquilibres

Il y a déséquilibre sur un réseau triphasé lorsque les valeurs efficaces de la tension ou du courant sur les trois phases sont différentes.

En fonctionnement normal, les réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique fonctionnent dans des conditions très proches d'une symétrie parfaite. Cependant la répartition

de très nombreuses consommations monophasées engendre au niveau des distributions basse et moyenne tension des déséquilibres entre les trois phases qui se traduisent par l'échauffement des conducteurs et des coupures répétées.

### **II.3. Conséquences des défauts**

En général, la présence d'un défaut sur un réseau provoque des surintensités, des chutes de tension et des déséquilibres des tensions et des courants des phases.

Ces phénomènes, dont l'importance dépend de la constitution du réseau, de la nature du défaut (entre phases ou entre phase et terre) et de l'emplacement de celui-ci, entraînent toute une série de conséquences que nous passerons en revue :

#### **II.3.1. Echauffement**

Les échauffements dus au courant de court-circuit sont particulièrement à craindre pour les câbles souterrains, pour lesquels les échanges calorifiques avec l'extérieur sont assez limités.

Lors du claquage d'un câble souterrain, les arcs électriques provoqués peuvent entraîner sa fusion sur des longueurs de plusieurs décimètres, si le défaut n'est pas éliminé rapidement.

#### **II.3.2. Explosion de disjoncteur**

La valeur importante atteinte par les courants de court-circuit peut provoquer l'explosion de disjoncteurs, particulièrement ceux du type ancien placé sur des réseaux HTA alimentés par les transformateurs HTB/HTA de grande puissance.

#### **II.3.3. Effets électrodynamiques**

A chaque passage d'un courant très intense dans les conducteurs, ceux-ci s'attirent ou se repoussent avec une force proportionnelle au carré du courant et inversement proportionnelle à leur distance ( $F=KI^2 /d$ ).

ces efforts provoquent la déformation des jeux de barres et des connexions par des ruptures de supports isolateurs et même parfois des avaries considérables survenant aux enroulements des bobines de réactances et des transformateurs, si ceux-ci n'ont pas la rigidité suffisante.

#### **II.3.4. Perturbations dans les lignes de télécommunications**

La présence d'un court-circuit asymétrique entre une ou deux phases d'une ligne d'énergie et la terre entraîne la circulation d'un courant homopolaire qui s'écoule à la terre par les points

neutres du réseau. Une tension induite longitudinale, proportionnelle à ce courant, apparaît sur les lignes de télécommunication qui ont un trajet parallèle à la ligne d'énergie.

Cette tension peut atteindre des valeurs dangereuses pour le personnel et les installations de télécommunication.

### **II.3.5. Effet de la chute de tension**

Les courants de court-circuit, traversant les différents éléments du réseau, provoquent des chutes de tension qui risquent de causer le décrochage des machines synchrones ou asynchrones et de porter atteinte à la stabilité du réseau.

## **II.4. Elimination des défauts**

Pour remplir leur rôle, les protections doivent :

- détecter la présence du défaut ;
- identifier l'ouvrage atteint ;
- commander les organes de coupure

## **II.5. Effets des courant de court-circuit**

Les conséquences des courts-circuits 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,
- Le matériels et les 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
- 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.

Malgré la probabilité de plus en plus faible d'apparition d'un court-circuit dans les installations modernes, bien conçues et bien exploitées, les conséquences graves qui peuvent en résulter incitent à tout mettre en œuvre pour détecter et éliminer très rapidement tout court-circuit.

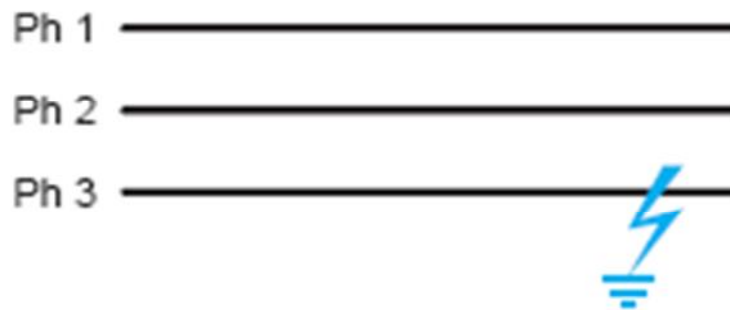
La connaissance de la valeur du courant de court-circuit en différents points du réseau est une donnée indispensable pour dimensionner les câbles, jeux de barres et tous matériels d'interruption et de protection ainsi que leurs réglages.

## II.6. Différents types des courts-circuits

Plusieurs types de courts-circuits peuvent se produire dans un réseau électrique

### II.6.1. Court-circuit monophasé-terre

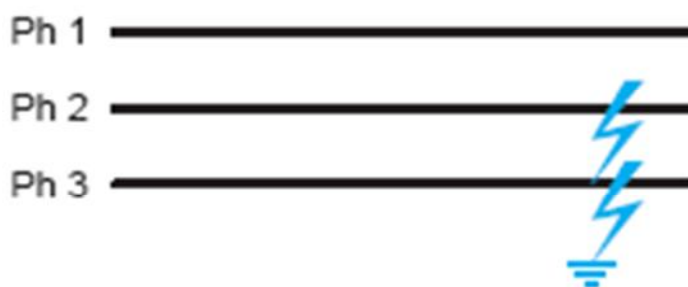
Il correspond à un défaut entre une phase et la terre ; il est le plus fréquent (**figure II.1**).



**Figure II.1** : Court-circuit monophasé terre

### II.6.2. Court-circuit biphasé terre

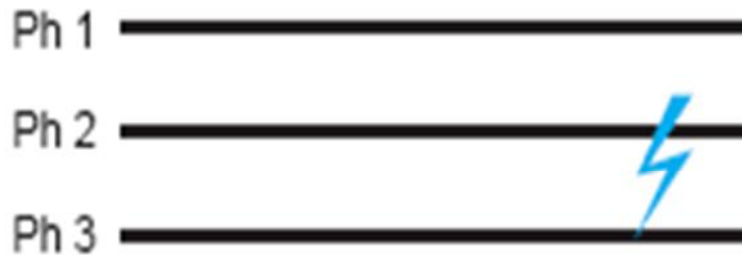
Il correspond à un défaut entre deux phases et la terre (**figure II.2**).



**Figure II.2** : Court-circuit biphasé terre

### II.6.3. Court-circuit biphasé-isolé

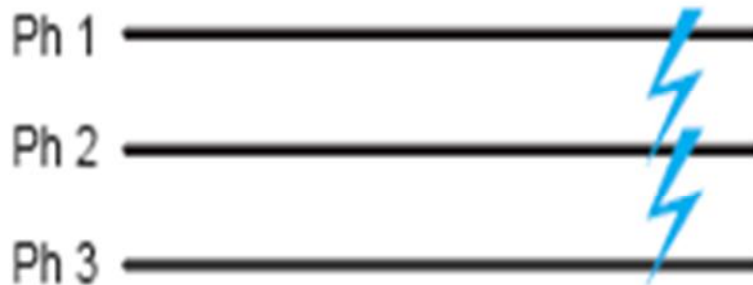
Il correspond à un défaut entre deux phases sous tension composée (**figure II.3**).



**Figure II.3:** Court-circuit biphase

#### II.6.4. Court-circuit triphasé

Il correspond à la réunion des trois phases ; c'est celui qui provoque généralement les courants les plus élevés (**figure II.4**).



**Figure II.4:** Court-circuit triphasé

### II.7. Caractéristiques des courts-circuits

Ils sont principalement caractérisés par :

#### II.7.1. Durées des défauts

- **Les courts-circuits auto-extincteurs :**

Ils disparaissent spontanément, en des temps généralement très courts ( $t=50\text{ms}$ ) sans provoquer de déclenchement des appareils de protection.

- **Les courts-circuits fugitifs :**

Pour disparaître, ils nécessitent une coupure brève du réseau d'alimentation de l'ordre de quelques dixièmes de secondes (0.25 à 0.30s).

- **Les courts-circuits semi-permanents :**

Pour disparaître, ils exigent une ou plusieurs coupures relativement longues du réseau d'alimentation, de l'ordre de quelque dizaine de secondes, mais ils ne nécessitent aucune intervention du personnel pour la reprise du service.

- **Les courts-circuits permanents :**

Après avoir provoqué un déclenchement définitif, l'intervention du personnel d'exploitation est nécessaire pour la reprise du service.

## **II.8. Etude des courts –circuits [7]**

L'intensité du courant de court-circuit est à calculer aux différents étages des installations ; ceci pour pouvoir déterminer les caractéristiques du matériel qui doit supporter ou qui doit couper ce courant de défaut.

Pour choisir convenablement les appareils de coupure (disjoncteurs ou fusibles) et régler les fonctions de protection, trois valeurs du courant de court-circuit doivent être connues.

➤ **La valeur efficace du courant de court-circuit maximal (court-circuit triphasé symétrique)**

Elle détermine :

- Le pouvoir de coupure des disjoncteurs et fusibles
- La contrainte thermique qui doit supporter le matériel

Elle doit être calculée avec une bonne marge de sécurité (valeur Maximale).

➤ **La valeur crête du courant de court-circuit maximal (valeur de la première crête de la période transitoire)**

Elle détermine :

- Le pouvoir de fermeture des disjoncteurs et des interrupteurs.
- La tenue électrodynamique des canalisations et de l'appareillage.

➤ **Le courant de court-circuit minimal**

Il est indispensable au choix de la courbe de déclenchement des disjoncteurs et des fusibles ou au réglage des seuils des protections à maximum de courant, en particulier quand :

- La longueur des câbles est importante ou lorsque la source a une impédance interne relativement élevée (générateurs ou onduleurs).

- La protection des personnes repose sur le fonctionnement des dispositifs de protection à maximum de courant de phase, c'est essentiellement le cas en basse tension pour les schémas de liaison à la terre du neutre TN ou IT.

## **Conclusion**

En effet les appareils de protection doivent répondre aux quelques exigences telles que (la rapidité, la précision, ...), et cela pour éviter la propagation des défauts et la destruction des équipements qui coutent très cher.

# *Chapitre III*

## *La chaîne de protection*

## Introduction

Un système de protection, c'est le choix des éléments de protection et de la structure globale de l'ensemble, de façon cohérente et adaptée au réseau. Le système de protection se compose d'une chaîne constituée des éléments suivants :

- Les capteurs de mesure (courant et tension)
- Les relais de protection
- Les organes de coupure

### III.1. Système de protection

#### III.1.1. Définition

C'est un ensemble de dispositif plus ou moins complexe, qui se compose d'une chaîne composé des éléments suivants :

- Capteur de mesure de courant et de tension fournissant les informations de mesure nécessaire à la protection des défauts ;
- Relais de protection chargé de la surveillance permanent de l'état électrique de réseau jusqu'à l'élaboration des ordres d'élimination des parties défectueuses et leur commande par le circuit de déclenchement.
- Organe de coupure (disjoncteur, interrupteur, fusible) dans leur fonction d'élimination de défaut.

#### III.1.2. Rôle d'un système de protection[8]

Une protection ou un système de protection a pour rôle, la surveillance d'un élément du réseau, d'une installation et la mise hors tension de celui-ci lorsqu'il devient siège d'un défaut électrique. A travers cette mise hors tension de la partie en défaut et sa séparation du réseau, la partie saine sera maintenue en service. Par cette action, la protection limitera les dommages qui peuvent résulter d'un fonctionnement prolongé sur défaut et devient ainsi un élément important de la qualité et la continuité de service. Ce système assure trois fonctions principales :

- Protéger tout le système pour maintenir la continuité des fournitures ;
- Minimiser les dommages et les couts de réparation là où il détecte une défaillance ;
- Garantir la sécurité des personnels ;

Ces exigences sont nécessaires pour une détection et une localisation précoces des pannes et pour un remplacement rapide des équipements.

### III.1.3. Qualité d'un système de protection [10]

Pour qu'un système de protection accomplisse convenablement sa mission, il doit présenter les qualités suivantes :

#### III.1.3.1. Rapidité

Les courts-circuits sont donc des incidents qu'il faut éliminer le plus vite possible, c'est le rôle des protections dont la rapidité de fonctionnement et des performances prioritaires.

Le temps d'élimination du court-circuit comprend deux composantes principales :

- Le temps de fonctionnement des protections (quelques dizaines de millisecondes).
- Le temps d'ouverture des disjoncteurs, avec les disjoncteurs modernes (SF6 ou à vide).

#### III.1.3.2. Sélectivité

La sélectivité est une capacité d'un ensemble de protections à faire la distinction entre les conditions pour lesquelles une protection doit fonctionner de celles où elle ne doit pas fonctionner.

Les différents moyens qui peuvent être mis en œuvre pour assurer une bonne sélectivité dans la protection d'un réseau électrique, les plus importants sont les trois types suivants:

- Sélectivité ampérométriques par les courants,
- Sélectivité chronométrique par le temps,
- Sélectivité par échange d'informations, dite sélectivité logique.

#### III.1.3.3. La sensibilité

La protection doit fonctionner dans un domaine très étendu de courants de courts-circuits entre :

- Le courant maximal qui est fixé par le dimensionnement des installations et est donc parfaitement connu,
- Un courant minimal dont la valeur est très difficile à apprécier et qui correspond à un court-circuit se produisant dans des conditions souvent exceptionnelles. La notion de sensibilité d'une protection est fréquemment utilisée en référence au courant de court-circuit le plus faible pour lequel la protection est capable de fonctionner.

### III.1.3.4. Fiabilité

Une protection a un fonctionnement correct lorsqu'elle émet une réponse à un court-circuit sur le réseau en tout point conforme à ce qui est attendu.

- A l'inverse, pour un fonctionnement incorrect, elle comporte deux aspects :
- Le défaut de fonctionnement ou non-fonctionnement lorsqu'une protection, qui aurait dû fonctionner, n'a pas fonctionné.
- Le fonctionnement intempestif, qui est un fonctionnement non justifié, soit en absence de défaut, soit en présence d'un défaut pour laquelle la protection n'aurait pas dû fonctionner.
- La fiabilité d'une protection, qui est la probabilité de ne pas avoir un fonctionnement incorrect (éviter les déclenchements intempestifs), est la combinaison de :
  - La sûreté : qui est la probabilité de ne pas avoir de défaut de fonctionnement.
  - La sécurité : qui est la probabilité de ne pas avoir de fonctionnement intempestif.

### III.1.4. Constitution d'un système de protection

Un système de protection est constitué :

- d'un organe de mesure ou d'une chaîne de mesure (TC ou TP) ;
- d'un organe de comparaison (relais) ;
- d'un organe de l'exécution d'ordre des manœuvres.

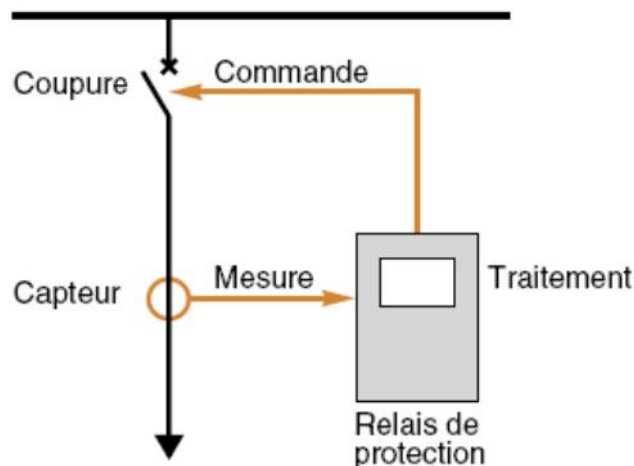


Figure III.1 : Schéma de principe de la chaîne de protection.

## III.2. Appareillage de protection

Les systèmes de protection des réseaux électriques sont équipés de plusieurs appareils selon les défauts.

### III.2.1. Contre les surtensions

Les dispositifs de protection des réseaux électriques contre les surtensions sont généralement de deux types : le parafoudre et l'éclateur.

#### III.2.1.1. les éclateurs [12]

Ils sont composés de deux électrodes situées l'une face à l'autre dans un milieu qui peut être l'air ambiant (éclateurs à air), ou du gaz (éclateurs à gaz). Au-delà d'une certaine tension entre les électrodes, un amorçage se produit et le courant passe en formant un arc électrique. Les éclateurs permettent de dévier des courants de foudre importants. Les éclateurs sont utilisés en (HTB) et en (HTA), ils sont placés sur les points des réseaux particulièrement exposés à l'entrée des postes HTA/BT. On distingue plusieurs types d'éclateurs :

#### III.2.1.2. Éclateur à cornes

Ils sont constitués de deux électrodes reliées, l'une au conducteur et l'autre à la terre. Ces deux électrodes sont montées sur une chaîne d'isolateur rigide.

Les éclateurs utilisés en HTA comportent en général entre leurs électrodes une tige anti-oiseaux.

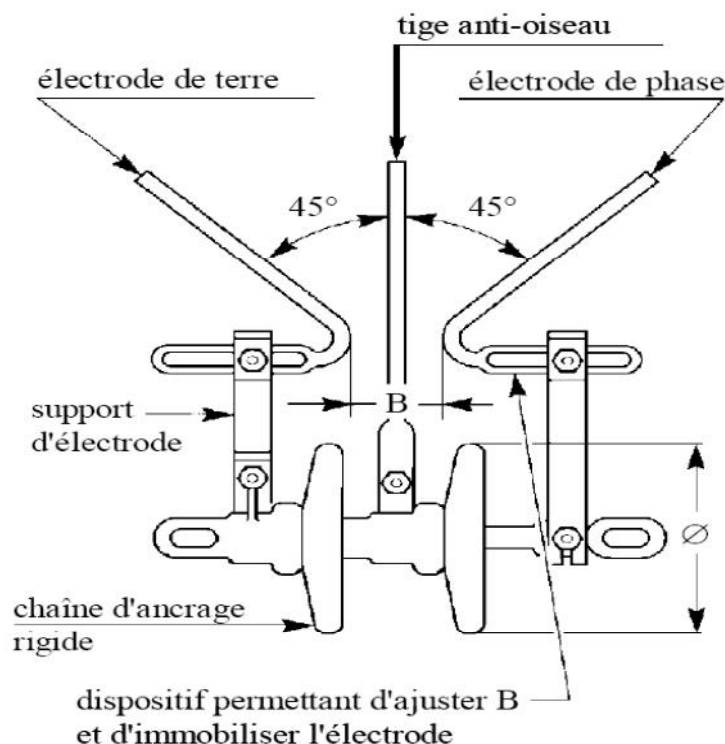


Figure III.2 : Eclateur MT avec tige anti-oiseaux

### III.2.1.3. Eclateurs à tige

Les éclateurs à tige sont utilisés à l'intérieur des postes, sur les réseaux à neutre mis à la terre où le courant de défaut à la terre peut atteindre 300 A.

### III.2.1.4. Le parafoudre [11]

C'est un dispositif de protection des appareillages électriques ou électroniques contre les surtensions électriques transitoires générées par la foudre ou certains équipements industriels.

Pour une tension élevée, à résistance (R) faible, le courant passe à la terre (équivalent d'un interrupteur fermé). Lorsque la tension est voisine de la tension de service, la résistance (R) est élevée, le courant est coupé (équivalent d'un interrupteur ouvert) sans déclencher le départ.

### III.2.1.5. Le parafoudre moyen tension

Il est constitué de plusieurs résistances non linéaires, au carbure de silicium associées en série avec un ou plusieurs éclateurs. L'ensemble est rempli d'un gaz sec (Azote). Ce type est appelé parafoudre à expulsion.

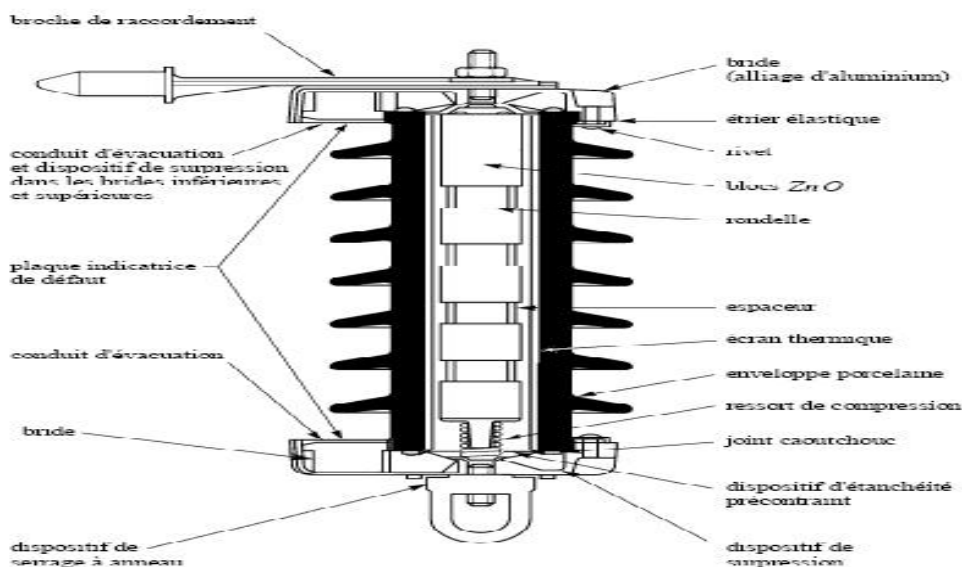


Figure III. 3: Parafoudre moyenne tension

## III.2.2. Contre les surintensités

### III.2.2.1. Fusible moyenne tension [13]

C'est l'appareil de protection le plus répandu dans les réseaux de distribution. Sa fonction première est de protéger les équipements contre les surcharges et les courts-circuits.

Un des avantages de l'utilisation est son coût et sa simplicité d'opération, cependant il nécessite une intervention humaine pour être remplacé.

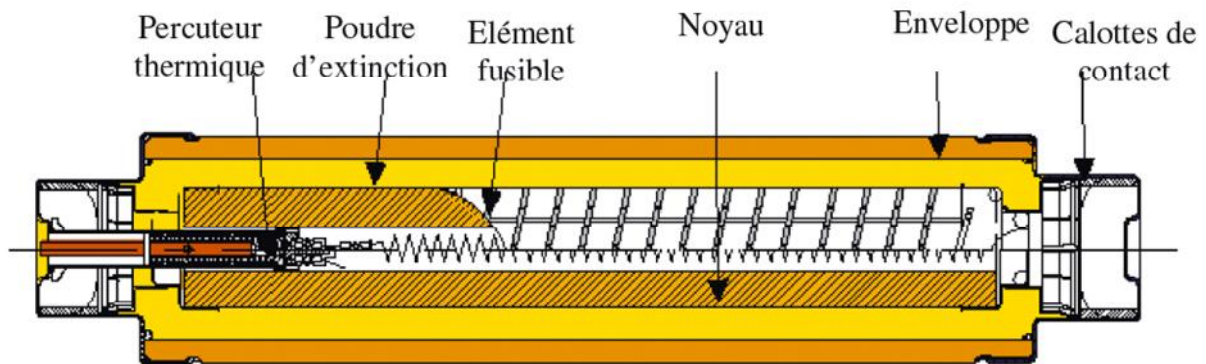


Figure. III.4 Coupe schématique d'un fusible HTA.

### III.2.2.2. Disjoncteurs

Le disjoncteur est un appareil de protection électrique dont le rôle est d'établir ou d'interrompre des courants normaux ou anormaux.

Ils peuvent être utilisés comme un gros interrupteur commandé, soit par un bouton poussoir ou télécommandé.

Le disjoncteur est destiné à la protection des réseaux de distribution et des postes de transformation. Il est doté d'un pouvoir de coupure important, il peut interrompre des courants de court-circuit de 4 à 5 fois le courant nominal sous une tension élevée, en quelques millièmes de secondes. Il est composé de deux éléments principaux :

- Un système de détection ;
- Un système de coupure.

Suivant le moyen utilisé pour éteindre l'arc électrique lors de l'ouverture ou de la fermeture du circuit, les disjoncteurs MT et HT peuvent être :

- Disjoncteur à l'huile ;
- Disjoncteurs à air comprimé ;
- Disjoncteurs sous vide ;
- Disjoncteurs à soufflage magnétique.

### III.2.2.3. Disjoncteur à l'huile

L'huile a été utilisée comme fluide pour la coupure et l'isolation des appareils, notamment pour les disjoncteurs.

Lorsqu'un arc est amorcé dans l'huile, plusieurs types de gaz sont produit (tel que l'hydrogène).L'évaporation de l'huile permet de générer un soufflage de l'arc qui va le refroidir et provoquer la coupure du courant,(**figure III.5**)



**Figure .III.5** : Disjoncteur à l'huile

### III.2.2.4.Disjoncteur à air comprimé

Grace à la haute rigidité diélectrique (kV/cm) et aux bonnes propriétés thermique du fluide. L'air comprimé est évacué à l'intérieur de buses pour permettre d'obtenir un refroidissement efficace de l'arc. (**FigureIII.6**).



**FigureIII.6** : Disjoncteur à air comprimé

### III.2.2.5. Sectionneur

C'est un appareil destiné à interrompre la continuité d'un conducteur seulement lorsque le courant qui le parcourt est faible ou nul.

Le sectionneur ne possède aucun dispositif d'extinction de l'arc électrique, c'est pourquoi il ne faut jamais l'ouvrir en charge car il peut causer un danger pour le personnel et pour le matériel, il sert aussi à isoler les différentes parties d'une installation pour une mise hors service, lors d'entretien ou réparation.

Les sectionneurs contrairement aux autres appareils ne sont dotés d'aucun pouvoir de coupure, (figure III.7).



Figure III.7 Sectionneur moyenne tension

## III.3. Relais de protection [14]

### III.3.1. Définition

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

variation de tension etc. Un relais de protection détecte l'existence de conditions anormales par la surveillance continue de l'état du réseau concerné, détermine quel est le disjoncteur qui doit s'ouvrir et lui alimente son circuits de déclenchement.

### III.3.2. Désignation d'un relais

Un relais est désigné selon la grandeur surveillée (tension, courant, puissance, impédance,...)

- Relais à maximum de courant RMA.
- Relais à maximum ou minimum de tension RMV.
- Relais à minimum d'impédance RMZ.
- Relais directionnel de puissance RDW.
- Relais à minimum de réactance RMX.

### III.3.3. Différents types des relais

En distingue plusieurs types de relais

#### III.3.3.1. Les relais électromécaniques

Ce relais est basé sur le principe d'un disque d'induction, actionné par des bobines alimentées par des variables électriques du réseau via des transformateurs de tension. Un ressort de rappel réglable détermine la limite de l'action du disque sur un déclencheur (point de réglage).

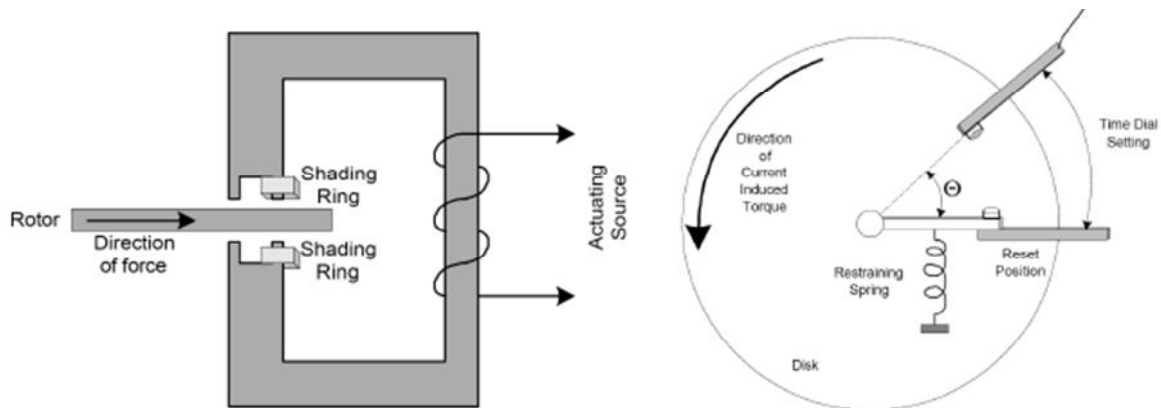
Les équipements électromécaniques sont des assemblages de fonctions : détection de seuils et temporisation. Ils ont l'avantage d'être robustes, de fonctionner sans source d'énergie auxiliaire et d'être peu sensibles aux perturbations électromagnétiques. Ces relais se démarquent par leur solidité et leur grande fiabilité, pour cette raison, leur entretien est minime, ils sont réputés pour leur fiabilité dans les environnements de travail les plus délicats. Il est néanmoins souhaitable de les contrôler régulièrement, et la périodicité d'inspection dépend des conditions d'exploitation.

Les inconvénients de ces dispositifs, qui demeurent néanmoins largement rencontrés, sont :

- Le risque d'être hors d'état de fonctionner entre deux périodes de maintenance,
- Le manque de précision, le dispositif étant sensible à son environnement et aux phénomènes d'usure,

- Il est aussi difficile d'obtenir des réglages adaptés aux faibles courants de court-circuit,
- Son coût de fabrication est élevé,

A cause de ces inconvénients, ce type de protection tend à disparaître à l'heure actuelle.



**Figure III.8 :** Relais électromagnétique à induction par disque simple.

### III.3.3.2. Relais thermique

Il comporte un élément actif chauffé par le passage de l'intensité de courant absorbé par l'appareil à protéger. Cet élément est une lame bimétallique qui se déforme sous l'effet de l'augmentation de la température engendrée par la surintensité.

### III.3.3.3. Relais statique

Il comporte des circuits intégrés linéaires au silicium composés de portes et circuit logique, et plus récemment ils comportent des mémoires et des microprocesseurs.

L'utilisation de ces composants a permis la mise au point des caractéristiques plus sophistiquées.

Les relais statiques remplacent de plus en plus les relais électromagnétiques pour les avantages suivant :

- Plus précis ;
- Plus sensible ;
- Plus rapide ;
- Longue durée de vie ;
- Faible consommation et moins encombrant.

Malgré tous ces avantages, les relais statique possèdent des manques tels que la limitation des fonctions.

### **III.4. Alimentation des systèmes de protection**

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 mesures ou capteurs:

- Capteurs de courant de phase ;
- Capteurs tore pour la mesure des courants de terre ;
- Transformateurs de tension (TT).

Ces dispositifs remplissent les fonctions suivantes :

- Réduction de la grandeur à mesurer (ex : 1500/5 A) ;
- Fourniture de l'énergie nécessaire au traitement de l'information, voir au fonctionnement de la protection.

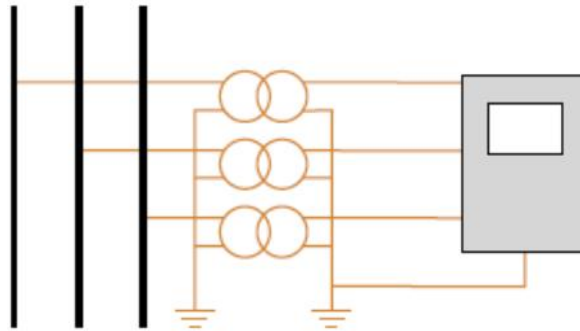
#### **III.4.1. Les transformateurs de tension(TT)[13]**

Les transformateurs de tension sont constitués de deux enroulements, primaire et secondaire, couplés par un circuit magnétique ; les raccordements peuvent se faire entre phases ou entre phases et terre.

La fonction d'un transformateur de tension est de fournir à son secondaire une tension image de celle qui lui est appliquée au primaire. L'utilisation concerne autant la mesure que la protection. Les transformateurs de tension sont caractérisés par les grandeurs suivantes :

- Fréquence du réseau en général 50 ou 60 Hz ;
- Tension primaire la plus élevée du réseau ;
- Tension secondaire assignée 100, 100/3, 110, 110/3 Volts selon le mode de raccordement ;
- Facteur de tension assignée servant à définir les prescriptions d'échauffement ;
- Puissance apparente, en VA, que le transformateur de tension peut fournir au secondaire, sans introduire d'erreur supérieure à sa classe de précision lorsqu'il est branché sous sa tension primaire assignée et raccordé à sa charge nominale.

Le transformateur de tension ne doit jamais être court-circuité au secondaire, car la puissance fournie augmente et il y aura une détérioration par échauffement.



**Figure III.9 :** Transformateurs de tension montés en étoile

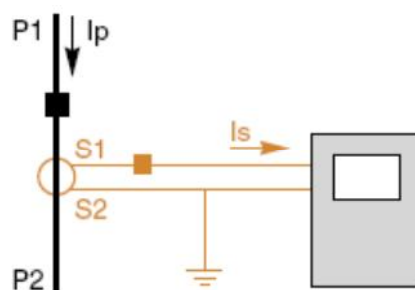
#### III.4.2. Les transformateurs de courant (TC)

Un transformateur de courant est "un transformateur de mesure dans lequel le courant secondaire est dans les conditions normales d'emploi, pratiquement proportionnel au courant primaire et déphasé par rapport à celui-ci d'un angle approximativement nul pour un sens approprié des connexions" (CEI 60044 -1). C'est un appareil utilisé pour la mesure de forts courants électriques. Il sert à faire l'adaptation entre le courant élevé circulant dans un circuit électrique (jusqu'à quelques milliers d'ampères) et les instruments de mesure, de comptage et relais de protection qui eux sont prévus pour mesurer des courants de l'ordre de l'ampère.

Les courants normalisés sont :

Au primaire en A : 50, 100, 250, 300, 600, ... 6400

Au secondaire : toujours 1 ou 5A



**Figure III.10 :** Montage d'un transformateur de courant

### III.4.3.Types industriels

#### III.4.3.1.Modèles classiques à noyau de fer

Pour les courants alternatifs de basse fréquence, on utilise en général un transformateur avec peu de spires au primaire, et beaucoup au secondaire. Dans certains cas, il y aura même une seule spire au primaire. Dans ce cas le transformateur de courant, prendra la forme d'un tore, traversé par le circuit électrique il n'y aura donc pas de bobinage primaire, la spire est constituée par le passage du circuit électrique à l'intérieur du circuit magnétique torique.

#### III.4.3.2.Modèles à tore de Rogowski

Les tores de Rogowski sont assimilables à des transformateurs de courants spécifiques, bien qu'ils délivrent usuellement en sortie une tension proportionnelle à la dérivée du courant et non un courant proportionnel au courant d'entrée. Ils sont largement utilisés dans le domaine de la HTA.

#### III.4.3.3.Modèles dits "non conventionnels"

On désigne sous ce nom des modèles fonctionnant sur le principe de l'effet Hall (courant électrique traversant un matériau baignant dans un champ magnétique engendre une tension perpendiculaire à ceux-ci) ou de l'effet Faraday. Il apparaît dans la plupart des matériaux diélectriques transparents lorsqu'ils sont soumis à des champs magnétiques. Ce fut la première mise en évidence du lien entre magnétisme et lumière, le fait que la lumière contienne un champ magnétique fait maintenant partie de la théorie du rayonnement électromagnétique. Leur utilisation est peu courante, et en général réservée à des applications spécifiques comme la mesure de courants continus.

#### III.4.3.4.TC Tore[3]

Un enroulement de Rogowski, est un dispositif électrotechnique permettant de mesurer le courant alternatif ou les impulsions de courant à grande vitesse. Il se compose d'un enroulement hélicoïdal de fil dont le fil d'une extrémité revient par le centre de l'enroulement à l'autre extrémité, de sorte que les deux bornes soient à la même extrémité de l'enroulement.

La bobine est positionnée autour du conducteur dont on veut connaître le courant. La tension induite dans l'enroulement est proportionnelle au taux de changement (dérivée) du courant dans le conducteur, l'enroulement de Rogowski est habituellement relié à un circuit

d'intégration électrique (ou électronique) à forte impédance d'entrée afin de fournir un signal de sortie qui est proportionnel au courant.

L'avantage d'un enroulement de Rogowski par rapport aux autres types de transformateurs de courants c'est qu'il peut être ouvert et qu'il est très flexible, lui permettant d'être enroulé autour d'un conducteur de phase sans contrainte. Puisqu'un enroulement de Rogowski a un noyau d'air plutôt qu'un noyau de fer, il n'est pas perturbé par des courants induits dans le noyau et peut donc répondre aux courants à changement rapide. Comme il n'a aucun noyau de fer, il est fortement linéaire même lorsque il soumit à des grands courants, du type de ceux utilisés dans la transmission d'énergie électrique, la soudure, ou les applications à hautes puissances pulsées. Un enroulement de Rogowski correctement formé, avec des spires équidistantes, est en grande partie immuniser contre les interférences électromagnétiques.

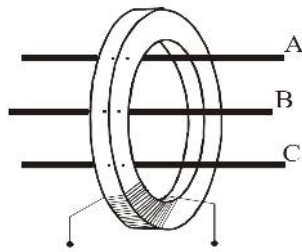
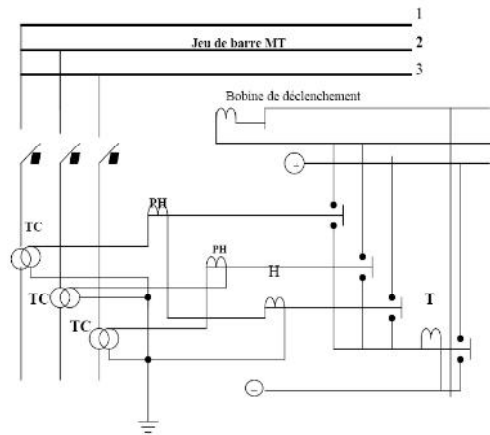


Figure III.11 Transformateur de courant type tore.

### III.5. Protection d'un départ HTA [8]

Les protections sont réalisées en tête des départs dans les postes HTB/HTA et dans les postes HTA/BT. Le système est réalisé par l'insertion des TC sur les phases avec deux relais de phases et un relais homopolaire de départ pour les différents types de courant de court-circuit (entre phases ou entre phase et terre) et un relais de temps.

Ce système est destiné à mesurer toute surintensité originale d'un court-circuit dépassant le seuil de réglage et par conséquent transmet l'ordre de déclenchement au disjoncteur.

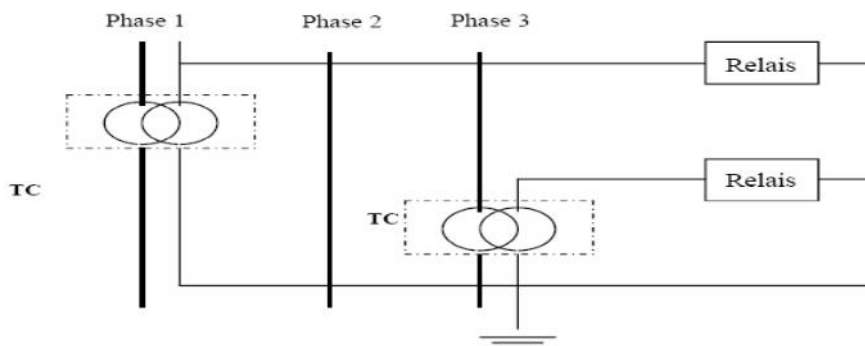


**Figure III.12 : Protection d'un départ HTA**

### III.6.1. Protection contre les défauts entre phases

Cette protection s'effectue pour chaque départ HTA, à l'aide de deux relais à maximum de courant montés au secondaire de deux transformateurs de courant placés sur deux phases.

La phase ne comportant pas de relais se trouve protégée par les relais des deux autres phases, puisque tout défaut entre phases intéresse au moins deux de ces derniers.



**Figure III.13 : Protection contre les défauts entre phases**

Les TC doivent avoir une intensité nominale primaire au moins égale à l'intensité la plus élevée susceptible de les traverser en régime nominal. Leur calibre  $I_n$  ne doit pas être trop supérieur au courant nominal  $I_d$  de charge du départ, il est raisonnable de prendre  $I_n = 1.5 I_d$ .

### III.6.2. Système de protection à un seul seuil

Cette protection agit vis-à-vis des défauts polyphasés, le réglage tient compte du cas le plus favorable, entre le courant de court-circuit biphasé correspondant à la plus grande impédance du réseau et le courant qui définit la limite thermique du conducteur.

Le réglage doit reprendre aux conditions suivantes :

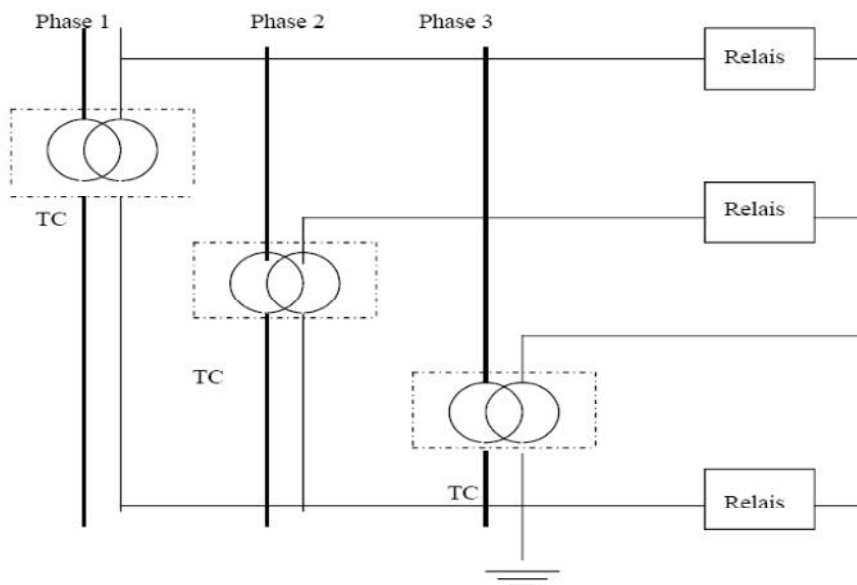
- Détecter les courts-circuits polyphasés sur la ligne ;
- Eviter la limite thermique des conducteurs ;
- Eviter les déclenchements intempestifs ;
- Eviter le claquage des TC.

### III.6.3 Système de protection à deux seuils

Ces protections sont à deux seuils d'intervention, le premier seuil joue le même rôle que celui à un seul seuil, le second seuil à maximum de courant  $I_{R2}$  devra éliminer rapidement les courts-circuits d'un courant élevé (court-circuit franc aux secondaires d'un transformateur).

### III.6.4. Protection contre les défauts entre phase et terre [14]

Elle s'effectue à l'aide d'un seul relais à maximum de courant homopolaire monté dans le circuit du neutre des trois TC (figure III.14).



**Figure III.14 : Schéma de principe de la protection contre les défauts phase –terre**

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

- Du courant résiduel  $I_0$  sur les départs sains en raison du retour d'une partie de courant de défaut à la terre à travers la capacité homopolaire des conducteurs.

- Du courant résiduel  $I_n$  au secondaire des TC, calculé à l'absence de tout défaut à la terre.

Pour les TC tore,  $I_n$  est négligeable donc  $I_{0r} = KI_0$

### **III.6.5. Protection des dérivations [8]**

#### **III.6.5.1. Généralités**

La structure du réseau de distribution HTA est en général arborescente. Elle comprend une ligne principale et des dérivations. Au départ de la ligne principale se trouve le disjoncteur de protection et les dérivations qui sont équipées d'interrupteurs permettant de les isoler.

#### **III.6.5.2. Définition des interrupteurs[15]**

Les interrupteurs sont des appareils destinés à ouvrir ou à fermer un circuit électrique, plus perfectionné que les sectionneurs. Ils possèdent un certain pouvoir de coupure ; en général, ils peuvent coupés sous la tension nominale un courant d'une intensité égale à l'intensité nominale.

Le pouvoir de coupure peut être renforcé sur certains appareils. Par contre les sectionneurs-interrupteur, leurs pouvoirs de coupure est presque nul.

En fin, le pouvoir de fermeture est suffisant pour permettre la fermeture en charge des interrupteurs.

#### **III.6.5.3. Différent types des interrupteurs**

Les interrupteurs les plus utilisés sont :

- Interrupteur- sectionneur ;
- Interrupteur aérien à ouverture automatique dans les creux de tension (IACT) ;
- Interrupteur aérien à commande mécanique (IACM) ;
- Interrupteur aérien télécommandé à creux de tension (IATCT).

##### **III.7.5.3.1. Description de l'IACT (Interrupteur aérien à creux de tension)[16]**

L'IACT est équipé d'un automatisme alimenté par le courant de défaut qui provoque son ouverture à la troisième séquence du cycle du disjoncteur de départ.

Il doit remplir les fonctions suivantes:

- Interdire l'ouverture de l'interrupteur tant que l'un des détecteurs de défauts est sollicité.
- Ne pas enregistrer les défauts dont la durée est inférieure à 0.25 secondes
- Deux défauts écartés de moins de 1.5 secondes doivent être comptés pour un seul.
- Provoquer l'ouverture automatique de l'interrupteur au plus de 10 secondes après l'ouverture du disjoncteur de départ dans le cas d'un défaut permanent.

### III.6.5.3.2. Description de l'IATCT (Interrupteur aérien télécommandé à creux de tension)[9]

Ces interrupteurs doivent être conçus pour être intégrés facilement dans un système de téléconduite et de permettre les principales fonctions suivantes :

- Coupure en charge de l'énergie électrique ;
- Commande électrique ou manuelle ;
- Mesure, mémorisation et affichage des grandeurs électriques ;
- Localisation du défaut ;
- Communication locale ou à distance.

### III.6.5.4. Fonctionnement [17]

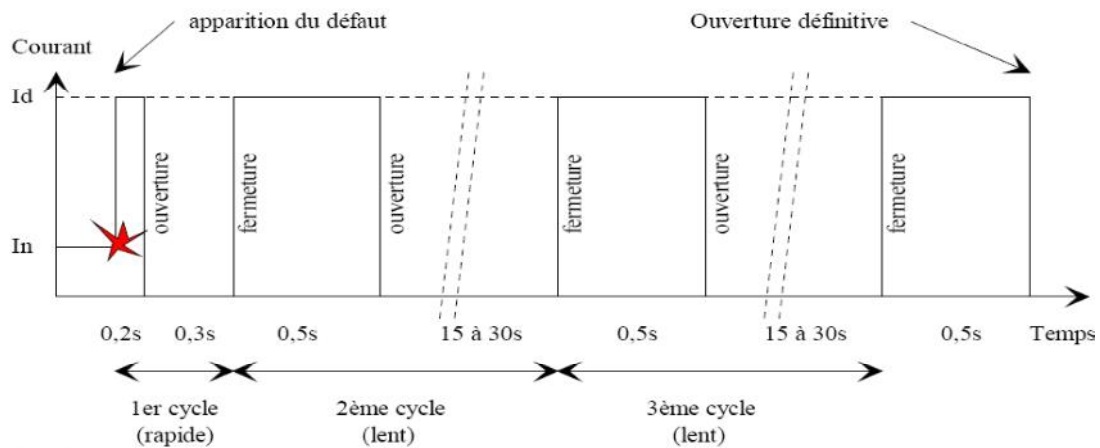


Figure III.15. Cycle de réenclenchement

Le réenclenchement s'organise comme suit :

Un premier cycle rapide enchaîne une attente de 0.2s et une ouverture pendant 0.3s, il permet d'éliminer l'ensemble des défauts fugitifs soit près de 80% des défauts, si à la fermeture, le défaut persiste, on attaque alors le deuxième cycle dit « lent ».

Ce deuxième cycle enchaîne une attente de 0.5s en position fermé puis le disjoncteur s'ouvre pour une période de 15 à 30s. La majorité des défauts semi-permanents s'éliminent ainsi. Si le défaut persiste après la fermeture qui termine le cycle lent, un troisième suit auquel ne persistent que des défauts permanents qui doivent alors être éliminés par l'ouverture définitive du disjoncteur.

### **III.6.6. Les automates associés aux protections des départs HTA[3]**

Dispositifs d'exploitation automatiques de reprise de service sont des appareils qui ont pour but d'améliorer la qualité de service.

Donc il serait très pratique d'utiliser des automates tels que le réenclencheur mixte qui sont capables de sélectionner la nature de défaut (fugitif, semi-permanent ou permanent). Il existe deux types d'automates.

- Réenclencheurs rapides pour les défauts fugitifs.
- Réenclencheurs lents pour les défauts semi-permanents et permanents.

#### **III.6.6.1. Dispositif de réenclenchement rapide (DRR)**

La technique consiste à provoquer l'ouverture et la fermeture du disjoncteur du départ qui lui est associé après un temps d'isolement très court (0.3s). Ce temps correspond à la désionisation du trajet de l'arc. Cette opération se réalise de la façon suivante :

- Ouverture instantanée du disjoncteur du départ en défaut.
- Fermeture de ce même disjoncteur après un temps d'isolement de l'ordre de 0.3s.
- Verrouillage du dispositif de réenclenchement rapide en cas de défaut permanent de manière à laisser les protections fonctionner avec la temporisation qui leur est propre.

#### **III.6.6.2. Dispositif de réenclenchement lent (DRL)**

Il a pour but d'éliminer les défauts semi-permanents qui réapparaissent après un cycle de réenclenchement. Il provoque la fermeture du disjoncteur du départ défectueux après un temps d'isolement relativement lent compris entre (15 à 30s), il doit effectuer les opérations suivantes :

- Ouverture temporisée du disjoncteur du départ en défaut par la protection temporisée.
- Fermeture de ce même disjoncteur après l'isolement du départ en défaut après un temps compris entre (15 à 30s).

### III.6.6.3. Dispositif de réenclenchement rapide et lent

Avec le regroupement des différentes techniques de réenclenchement (rapide et lent). Les défauts fugitifs seront éliminés par un cycle rapide, les défauts semi-permanents entraînant un cycle de réenclenchement rapide suivi d'un cycle lent.

## III.7. Principe de réglage [8]

Les relais de protection doivent détecter tous les défauts d'isolement survenant sur la fraction du réseau qu'ils doivent surveiller, ou du moins présenter la plus grande sensibilité possible sans risque de fonctionnement intempestif. En pratique, pour tenir compte du courant maximum aux différents échelons, des erreurs de TC et des relais de mesures, on adopte des seuils d'intensités croissants en aval ou en amont.

### III.7.1. Réglage des protections contre les défauts à la terre

#### III.7.1.1. Principe

Lorsqu'un défaut est le siège d'un défaut monophasé, son relais homopolaire est traversé par un courant  $3I_0$  qui varie en première approximation, en raison inverse de la résistance du défaut. L'intensité de réglage  $I_{R0}$  du relais doit être la plus faible possible afin de pouvoir éliminer des défauts dont la résistance est la plus grande possible. Toutefois afin d'éviter des fonctionnements intenses provoqués par une fausse composante homopolaire due à la dispersion des caractéristiques de TC en absence de défauts, et compte tenu de la consommation des relais, le réglage ne peut être inférieur à 6% du calibre des TC.

#### Calcul de $3I_0$ :

$$3I_0 = \sqrt{3} I \text{ avec } I = U C_0 \omega$$

$C_0$ : capacité homopolaire du départ en absence du défaut.

$$\text{D'où : } 3I_0 = \sqrt{3} U C_0 \omega$$

Le courant de réglage prend en compte :

- L'erreur du rapport du TC;
- L'erreur de phase des TC;

- Coefficient de sécurité.

### III.7.2. Réglage en intensité de courant des relais de phases

Les relais doivent être réglés en intensité à une valeur inférieure au plus faible courant de défaut susceptible de se manifester entre phases. Ce courant est celui qui résulte d'un défaut biphasé à l'extrémité du réseau.

La valeur du courant de réglage ne doit pas être trop inférieure à la valeur du courant de défaut biphasé afin d'éviter les déclenchements intempestifs qui pourrait résulter d'une mauvaise sélection lors l'élimination de défaut sur les réseaux BT.

#### III.7.2.1. Réalisation d'un déclenchement temporisé

Les relais à maximum de courant de phase doivent être instantanés, temporisés par des relais de temps extérieurs ; la temporisation réalise, en effet, une sélection entre les différents tronçons de ligne placés en série et évite le fonctionnement du réenclencheur lent lors de la première apparition d'un défaut.

### III.8. Réglage des relais de protection d'un départ [8]

Cette protection est assurée par deux relais à maximum de courant à deux seuils alimentés par deux phases.

#### III.8.1. Réglage des relais de phase premier seuil (seuil temporisé)

Protège la ligne contre les surcharges et parfois contre les défauts en bout de ligne quand celle-ci est relativement longue. Le réglage de ce seuil tient compte de deux critères, la limite thermique de la ligne et la limitation des défauts triphasés considérés en bout de dérivation.

#### III.8.2. Réglage des relais de phase deuxième seuil ou seuil violent

Doit éliminer rapidement les courts-circuits de la ligne HTA et son réglage doit être suffisamment élevé pour le rendre insensible aux défauts sur les réseaux BT.

Il y a lieu de vérifier que ce réglage est supérieur à 1.3 fois le courant de court-circuit pour les défauts en BT. Ces courants rapportés au primaire peuvent être calculés suivant l'expression :

$$I_{CC} = \frac{P_2 100\%}{3U_{n2} U_{cc}\%}$$

$P_2$  : Puissance du transformateur HTA/BT.

$U_{n2}$  : Tension composée nominale cotée HTA.

$U_{cc}$  : Tension de court-circuit du transformateur en %.

### III.8.3. Réglage des relais homopolaires

Lorsqu'un départ est le siège d'un défaut monophasé, son relais homopolaires est traversé par un courant  $3I_0$  qui est inversement proportionnel à la résistance de défaut, l'intensité de réglage  $I_{R0}$  du relais doit donc être la plus faible possible afin de pouvoir détecter les défauts, dont la résistance est la plus grande possible.

L'intensité du réglage doit être :

$$I_{R0} \geq K (3I_0)_{BT} \quad \text{avec: } K=1.5$$

K est le coefficient qui tient compte :

- de faut rendement homopolaire,
- de l'erreur du rapport du TC ;
- de l'erreur de phase du TC ;
- d'un coefficient de sécurité.

$3I_0=8$  A /km (pour les lignes aériennes en 30 kV)

$3I_0=5.6$  A/km (pour les câbles souterrains en 30 kV)

$3I_0=4.8$  A/km (pour les câbles souterrains en 10 kV)

Le relais détectera tous les défauts de résistance inférieure ou égale à.

$$R = \frac{\frac{U_n}{\sqrt{3}}}{K(3I_0)} - R_n$$

$R_n$  : Resistance du neutre mis à la terre du transformateur.

### III.8.4. Relais de temps

#### III.8.4.1. Principe

La temporisation des protections sélectives des départs a deux rôles :

- D'une part, elle assure une priorité au fonctionnement de certains automatismes (Instantanés) en exécution du cycle rapide ou lent :
- D'autre part, elle assure l'échelonnement du fonctionnement des protections du départ et des protections placées en aval.

### III.8.4.2. Réglage de la temporisation

Chaque réglage doit être vérifié par une mesure :

- S'il n'y a pas de protection temporisée en aval dans le réseau HTA, le réglage est de 0.5 s pour le relais de phase (premier seul) et 0.1 s pour le relais homopolaire.
- L'échelon de temporisation entre deux protections doit être de 0.3 s afin d'assurer la sélectivité.

## III .8.5. Réglage des relais de l'arrivée

### III .8.5.1. Réglage des relais de phase

L'intensité du réglage  $I_R$  doit satisfaire deux conditions suivantes :

- Etre assez élevée pour permettre d'utiliser les possibilités de surcharge du transformateur HTB/HTA sans risque de déclenchement intempestif ;
- Etre aussi faible possible pour que la protection des arrivées assurent un certain secours aux protections des départs.

$$I_R = (1.3 \div 1.4) I$$

$$S_n = 3U_n I_{nT} \text{ d'où } I_{nT} = \frac{S_n}{U_n \sqrt{3}}$$

$I_{nT}$  : représente le courant nominal du transformateur coté HTA.

### III.8.5.2. Réglage des relais homopolaire

Dans le cas où la mise à la terre est faite en amont de l'arrivée HTA, elle est faite par une résistance raccordée au point neutre du transformateur HTB/HTA ou par une bobine de point neutre (BPN) raccordée aux bornes du transformateur. Lorsqu'un défaut à la terre affecte un départ, l'intensité sera ( $3I_{0DS}$ ).

### III.8.5.3. Réglage des relais de temps

Sa temporisation doit être 0.5 s (éventuellement 0.4 s) à la temporisation la plus élevée des protections des départs.

## **III.9. Réglage des protections d'un transformateur et de sa liaison aux jeux de barres**

### **III.9.1. Relais de temps**

Pour assurer la sélectivité qui permet de conserver le transformateur en service en cas de défaut en aval de la protection de l'arrivée, la temporisation de la liaison est augmentée de 0.3 s par rapport à celle de l'arrivée.

## **III.10. Réglage d'une protection de terre résistante**

Les protections sélectives utilisées sur les départs HTA possèdent un certain seuil de sensibilité, elles ne permettent pas des défauts à la terre résistante, il est donc indispensable de les compléter par un détecteur de terre résistante de manière à assurer un contrôle total du réseau et cela quelque soit le mode de la mise à la terre du neutre HTA.

### **III.10.1. Détecteur de terre résistant**

Son rôle est de limiter à une signalisation lorsqu'un départ HTA est affecté par un défaut résistant que le relais de terre est incapable de détecter. En effet, la détection se fait par un relais d'intensité alimenté par un TC placé en série avec la mise à la terre du neutre du transformateur HTB/HTA. La recherche de la terre résistante se fera par un dispositif détectant automatiquement le départ défectueux. Ce dispositif consiste en la protection contre les défauts résistants à la terre.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons énuméré les différentes protections, comment concevoir et réaliser un système de protection capable d'éliminer les risques d'accidents et de limiter les dégâts dans les matériels, tout en maintenant la continuité de service dans les parties saines de l'installation et leurs principes de fonctionnement et comment les utiliser contre les différents défauts.

Actuellement, la technologie numérique est la plus employée, elle permet de concevoir des fonctions de plus en plus évoluées et un même appareil réalise généralement plusieurs fonctions.

*Chapitre IV*  
*Application*

## Introduction

L'introduction des circuits intégrés numériques dans les équipements de protection de distance a commencé vers l'année 1980. L'utilisation des microprocesseurs s'est faite très progressivement ce n'est qu'en 1988 que sont apparues en exploitation sur les réseaux, les premières protections entièrement numérique ou le microprocesseur assure toute les fonctions interne de la protection, ces dernières sont ainsi traitées au moyen d'algorithme de calcul pour élaborer les ordres logiques et les signalisations.

Les protections numériques ne sont pas dans leur principe, fondamentalement différentes des protections qui l'ont précédé, mais l'utilisation de système numérique a permis certaines améliorations comme la possibilité d'acquérir des signaux optiques et l'échantillonnage des grandeurs d'entrées, c'est-à-dire des trois courants et tensions ainsi que les puissances et la fréquence.

### Partie I : Présentation des SEPAM [16]

#### IV.1.Définition

La gamme SEPAM est un ensemble d'unités de protections et de commandes dont la capacité est adaptée à tous les types d'applications, elle est constituée d'unités numériques de protection, de contrôle et de commande des réseaux de distribution électrique moyenne et basse tension (HTA) et (BT).

Elle assure l'ensemble des fonctions suivantes :

- Protection ;
- Commande et surveillance ;
- Mesures et diagnostic du réseau électrique HTA ;
- Communication ;
- auto surveillance.

Le SEPAM fournit une gamme de protection complète avec affichage numérique répondant à tous les besoins suivants :

- Grande dynamique de réglage ;
- Protection des réglages par mot de passe ;
- Facilité d'utilisation des courants de déclenchement sur chaque phase et l'affichage des valeurs réelles des mesures ;

- Sureté de fonctionnement avec les contrôles permanents et un haut niveau d'immunité aux perturbations électromagnétiques ;

Chaque SEPAM est une réponse optimale en termes de fonctionnalité, et de performance, de plus il comprend l'ensemble des fonctions de protections, de mesures, de commande, de surveillance et de signalisations nécessaires à l'application pour laquelle il est destiné. Les fonctions disposent de très larges plages de réglages, de tous les types de courbes et peuvent ainsi s'adapter à chaque plan de protection. De plus la fonction appelée « sélectivité logique », permet une accélération du temps de déclenchement, lors d'un défaut, quels que soient les intervalles de temps de la sélectivité chronométrique et le type de courbe (temps dépendant ou indépendant). Ce principe permet de construire une protection de jeu de barres économique, ou de régler la temporisation d'une protection plus courte en amont qu'en aval tout en conservant la sélectivité des déclenchements.

## IV.2. Différents types de SEPAM

Dans la gamme SEPAM on trouve plusieurs types selon leur capacité et fonctions souhaitées : SEPAM série (1000+, 1000, 2000, 80, 60, 40, 20...). Notre travail doit se faire avec le SEPAM série 80.

## IV.3. Présentation du SEPAM série 80 [16]

La gamme SEPAM série 80 est une famille de relais numériques de protection haute performance, adaptée à toutes les applications de protection des réseaux HTA de distribution publique ou industrielle.

### IV.3.1. Interfaces Homme Machine [18]

SEPAM série 80 est proposé avec 2 types d'interface Homme Machine (IHM) au choix :

- **Interface Homme Machine avancée**

L'interface Homme Machine avancée intégrée à l'unité de base, soit déportée. Les fonctions proposées par l'IHM avancée intégrée ou déportée sont identiques.

Le SEPAM série 80 avec IHM avancée déportée se compose :

- D'une unité de base nue sans aucune IHM, à monter à l'intérieure du caisson BT ;
- D'un module IHM avancée déportée.



Figure IV.1. IHM avancée intégrée et déporté

➤ **Interface Homme Machine synoptique**

L'IHM synoptique assure toutes les fonctions proposées par l'IHM avancée et permet la commande locale de l'appareillage :

- Sélection du mode de commande de SEPAM ;



Figure IV.2. IHM synoptique intégrée

### IV.3.2. Information complète sur l'exploitant de l'IHM avancée [18]

Toutes les informations nécessaires à l'exploitation locale de l'équipement peuvent être affichées à la demande :

- Affichage de toutes les mesures et informations de diagnostic sous forme numérique ;
- Affichage des messages d'exploitation et des messages d'alarme, avec acquittement des alarmes et réarmement de SEPAM ;
- Affichage de la liste des protections activées et des réglages principaux des protections majeures ;
- Adaptation du seuil ou de la temporisation d'une protection activée pour répondre à une nouvelle contrainte d'exploitation ;
- Test des sorties et affichage de l'état des entrées logiques ;

- Saisie des deux mots de passe de protection des opérations de réglage et de paramétrage.
- résiduelle  $V_0$  séparée

#### IV.4.Fonctions et mesures réalisées par le SEPAM serie80 [18]

SEPAM serie80 mesure les grandeurs physiques suivantes :

##### ➤ Courant phase (3I) :

Cette fonction fournit la valeur efficace de chaque courant de phase. La précision est garantie de 0.1 à 1.5  $I_n$  mais la plage de mesure s'étend de 0.02  $I_n$  jusqu'à 40  $I_n$ .

##### ➤ Courant résiduel ( $I_0$ ) :

Cette fonction fournit les valeurs efficaces du courant résiduel obtenues :

- Par la mesure de ( $I_0$ ).
- Par calcul de la somme des courants de phase (  $I_0$ ).

Précision à  $\pm 2\%$  de 0.3 à 1.5  $I_{n0}$ .

Précision à  $\pm 3\%$  de 0.1 à 0.3  $I_{n0}$ .

La plage de mesure s'étend jusqu'à 40  $I_{n0}$  lors de mesure par (  $I_0$ ). Pour les autres cas de mesure, la plage s'étend jusqu'à 20  $I_{n0}$ .

##### ➤ Tension phase (3V) :

Cette fonction fournit la valeur efficace de chaque tension simple obtenue :

- Par mesure, lorsque 3TP phase-terre raccordés ;
- Par calcul, lorsque 2TP phase-phase raccordés et que la mesure de la tension résiduelle est réalisée.

Limite de la fonction :

- Dans le cas où seulement 1 ou 2 TP sont raccordés, les tensions simples ne sont pas disponibles.

##### ➤ Tension résiduelle ( $V_0$ ) :

Cette fonction fournit la valeur de la tension résiduelle  $V_0$  obtenue :

- Soit par calcul de la somme des trois tensions simples
- Soit par mesure, utilisation de TP étoile-triangle ouvert.

Chaque signal physique est mesuré et traité par SEPAM pour disposer de toutes les grandeurs nécessaires aux fonctions de mesure, de diagnostique et de protection

#### **IV.4.1.Surveillance des TP [17]**

La fonction surveillance TP permet de surveiller la chaîne complète de mesure des tensions (phases et résiduelles).

Cette fonction traite les défaillances suivantes :

- Perte partielle des tensions de phases :
  - Présence des tensions inverses ;
  - Absence des courants inverses ;
- Perte de toutes les tensions de phases :
  - Présence de l'un des courants ;
  - Absence des trois tensions ;
- Déclenchement protection TP :
  - Contact fusion d'un fusible ou disjoncteur
- Une équation logique permet d'ouvrir la fonction à d'autres cas que ceux prévus par la fonction de protection

#### **IV.4.2.Surveillance des TC [16]**

La fonction surveillance TC permet de surveiller la chaîne complète de mesures des courants de phase.

Cette fonction est inactive si seulement deux capteurs de courants de phases sont raccordés.

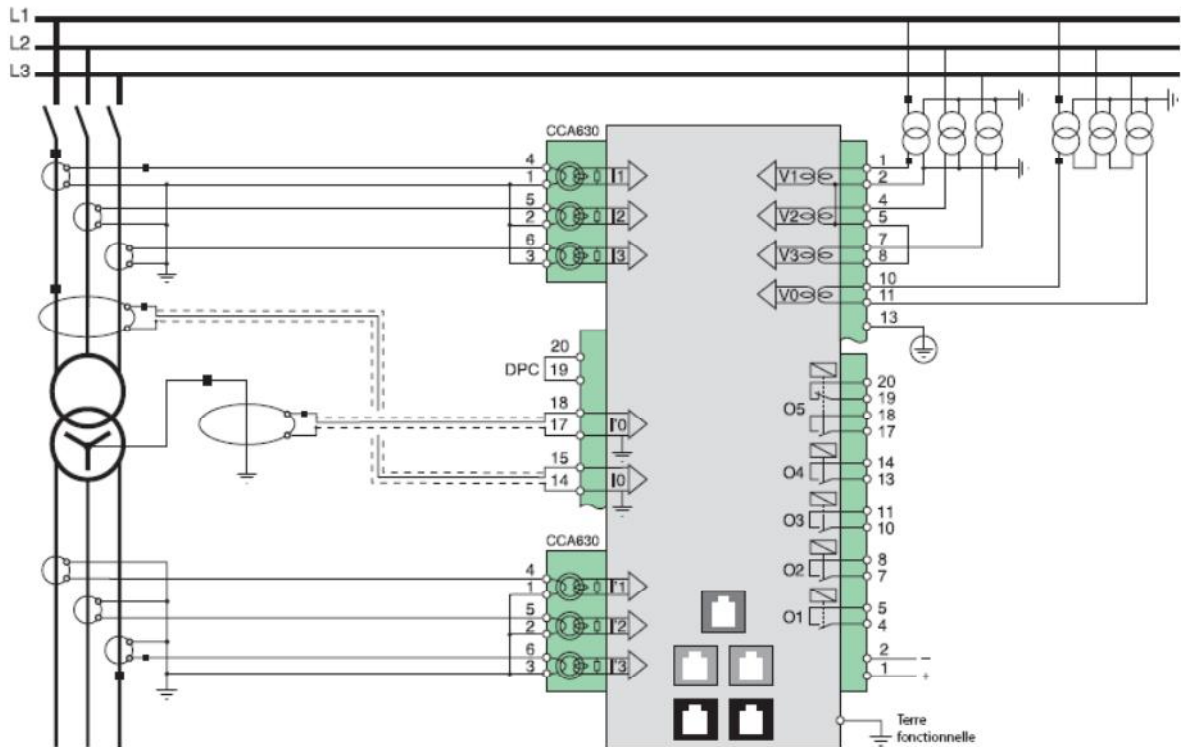


Figure IV.3. Schéma de raccordement de SEPAMT87

#### IV.5. Les protections assurées par les SEPAM série 80

Le SEPAM série 80 assure plusieurs protections :

- La protection des sous-stations, en arrivée ou en départ, entre les phases ou entre phase et terre ainsi que la détection de déséquilibre.
- La protection des transformateurs contre des défauts internes et des surcharges ou contre les surcharges thermiques.
- La protection des moteurs et la surveillance de leurs conditions de démarrage.
- Des fonctions de mesures et de protection de tension pour les jeux de barres.
- Protection contre les surcharges et les courts-circuits entre phases, contre les défauts à la terre, contre les déséquilibres des phases et contre les dommages thermiques dus à une surcharge.
- Visualisation de l'état de l'appareillage sur synoptique animé ;
- Commande locale de l'ouverture et de la fermeture de tous les appareils pilotés par SEPAM.

## IV.6. Raccordement de SEPAM serie80 à l'outil de paramétrage

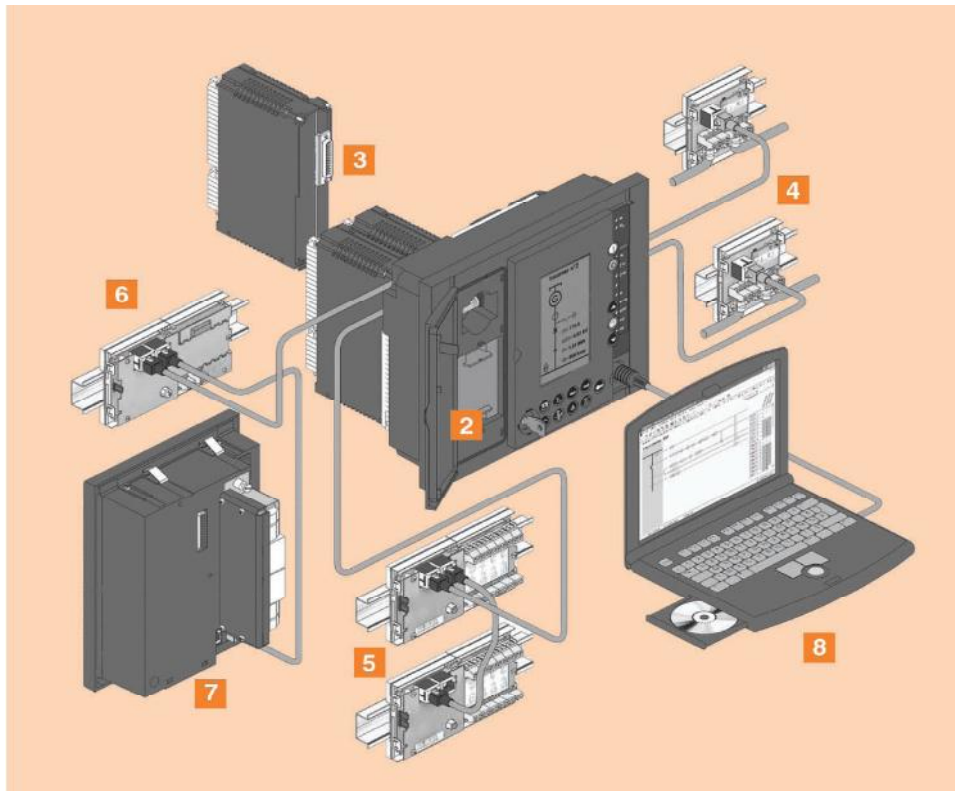


Figure IV.4. SEPAM série 80 et ses modules optionnels

### 1) Unité de base, avec deux types d'interfaces Homme Machine

- IHM synoptique intégrée
- IHM avancée intégrée ou déportée.

### 2) Paramètres et réglages sauvegardés sur cartouche mémoire amovible.

### 3) 42 entrées logiques et 32 sorties à relais :

- 5 sorties sur l'unité de base ;
- 3 modules optionnels de 14 entrées et 6 sorties.

### 4) 2 ports de communication indépendants :

- Raccordement de chaque port a 1ou 2 réseaux S-ALN et/ou E-LAN ;
- Protocole de communication Modbus ;
- Réseau RS485 (2ou 4fils) ou fibre optique.

### 5) 16 sondes de températures

- Pt100, Ni100, ou Ni120.

### 6) 1 sortie analogique bas niveau :

- 0-10mA, 4-20mA ou 0-20mA.

## 7) Module contrôle de synchronisme

## 8) Outil logiciel :

- Paramétrage du SEPAM, réglage des protections et les fonctions de commande ;
- Programmation des fonctions spécifiques(Logipam) ;
- Récupération et visualisation des enregistrements d'oscillographie ;
- Exploitation locale ou à distance.

Le réglage des fonctions de protection et le paramétrage des SEPAM série 80 nécessitent l'usage du logiciel de paramétrage SFT2841.

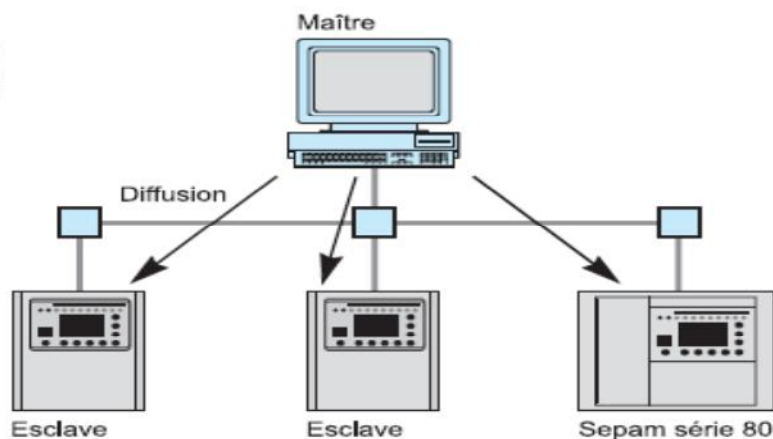
Le PC disposant du logiciel SFT2841 utilisé pour paramétrer le SEPAM se raccorde sur le port communication en face avant.

## IV.7.Principe du protocole Modbus [18]

Le protocole Modbus permet l'échange d'informations à l'aide d'un mécanisme de type "requête-réponse" entre une station dite maître et une station dite esclave.

L'initialisation de l'échange (l'envoi de la requête) est toujours à l'initiative de la station maître. La station esclave ne peut que répondre à une requête qui lui est envoyée.

Lorsque l'infrastructure matérielle du réseau le permet, plusieurs stations esclaves peuvent être raccordées sur le même maître comme la montre la **figure VI.5**. La requête contient un numéro de la station esclave (adresse) pour identifier celle qui est destinataire. Ce numéro doit être unique. Les stations non destinataires ignorent la requête reçue.



FigureIV.5. Principe du réseau maître esclave

## IV.8.Présentation du logiciel SFT2841 [16]

Le logiciel SFT2841 est destiné pour le paramétrage et l'exploitation des SEPAM série (20, 40, 80).

Il peut être utilisé :

- Avant la mise en service, non connecté au SEPAM ;
- Lors de la mise en service du SEPAM ;
- Pour charger, décharger et modifier les paramètres et les réglages de SEPAM ;
- Pour disposer de l'ensemble des mesures et des informations d'aide à la mise en service ;
- Au cours d'exploitation, à partir d'un PC raccordé à un ensemble de SEPAM par l'intermédiaire d'un réseau de communication multipoint ;
- Pour gérer le système de protection ;
- Pour contrôler l'état du réseau électrique ;
- Pour diagnostiquer tout incident survenu sur le réseau électrique ;
- L'édition d'équations logiques consiste en :
  - Saisie et vérification des équations logiques ;
  - Réglage des valeurs des temporisations utilisées dans les équations logiques ;
  - Chargement des équations logiques dans le SEPAM.

### IV.8.1.Description

La fenêtre d'accueil du logiciel SFT2841 s'ouvre au lancement du logiciel.

Elle permet de choisir la langue des écrans du SFT2841 et d'accéder aux fichiers de paramètres et de réglages de SEPAM série 80.

- En mode non connecté, pour ouvrir ou créer un fichier de paramètres et de réglages pour un SEPAM série (20, 40, 80).
- En mode connecté à un seul SEPAM, pour accéder aux fichiers de paramètres et de réglage du SEPAM raccordé au PC.
- En mode connecté à un réseau de SEPAM, pour accéder aux fichiers de paramètres et de réglage d'un ensemble de SEPAM raccordé au PC via un réseau de communication.

### IV.8.2.Utilisation du SFT2841 en mode non connecté

Le mode non connecté permet de préparer les fichiers de paramètres et de réglages des SEPAM série (20, 40, 80) avant la mise en service.

Les fichiers de paramètres et de réglages préparés en mode non connecté seront à télécharger ultérieurement dans les SEPAM en mode connecté.

### IV.8.3.Utilisation du SFT2841 en mode connecté à un SEPAM série 80

Le mode connecté à un SEPAM série 80 est utilisé lors de la mise en service :

- Pour charger, décharger et modifier les paramètres et réglages de SEPAM série 80
- Pour disposer de l'ensemble des mesures et des informations d'aide à la mise en service.

Le PC avec le logiciel SFT2841 est raccordé du port RS232 au port de liaison en face avant du SEPAM, à l'aide du câble CCA783. Le raccordement à un port USB est possible en utilisant l'accessoire TSXCUSB232.

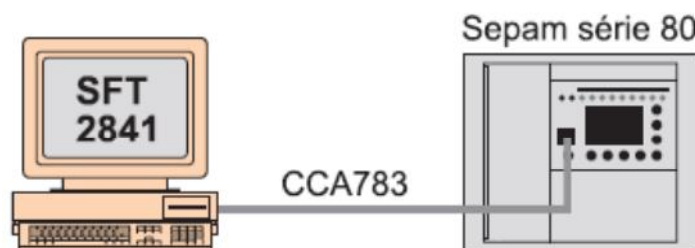


Figure IV.6.SFT2841 Connecté à un SEPAM via le port série

### IV.8.4.Utilisation du SFT2841 connecté à un réseau de SEPAM [18]

Le mode connecté à un réseau de SEPAM est utilisé en cours d'exploitation :

- Pour gérer le système de protection ;
- Pour contrôler l'état du réseau électrique ;
- Pour diagnostiquer tout incident survenu sur le réseau électrique.

Le PC avec le logiciel SFT2841 est raccordé à un ensemble de SEPAM par l'intermédiaire d'un réseau de communication (connexion liaison série, par réseau téléphonique)

La fenêtre de connexion permet de configurer le réseau de SEPAM et d'accéder aux fichiers de paramètres et de réglages des SEPAM du réseau.

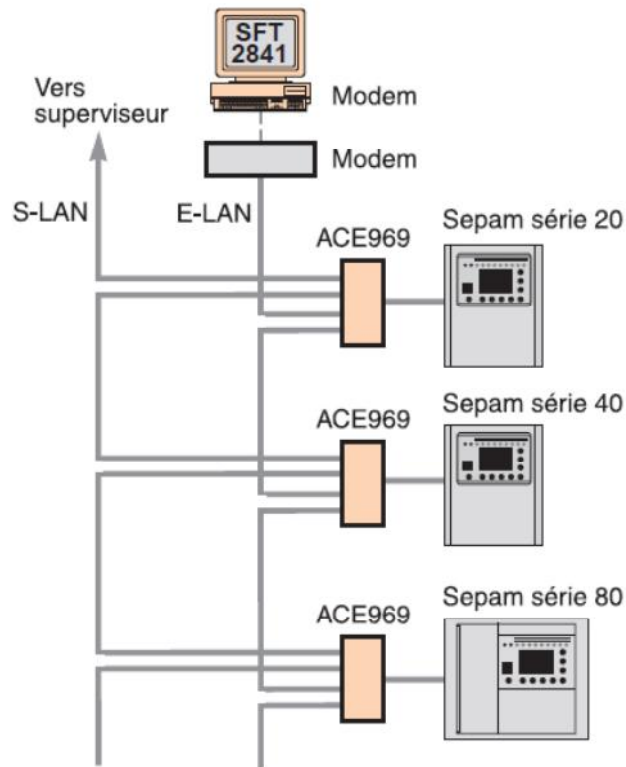


Figure IV.7.SFT2841 connecté à un réseau de SEPAM

#### IV.8.5.Exploitations courante [18]

- Affichage de toutes les informations de mesure et d'exploitation ;
- Affichage des messages d'alarme avec l'heure d'apparition (date, heure, min, s, ms) ;
- Affichage des informations de diagnostic telles que le courant de déclenchement, nombre de manœuvres de l'appareillage et cumul des courants coupés ;
- Affichage de toutes les valeurs de réglage et paramétrage effectués ;
- Visualisation des états logiques des entrées, sorties et des voyants.

#### IV.9.Description de la caisse d'injection ISA T- 1000

C'est un appareil monophasé de test de relais de protection, il est conçu pour :

Les tests des relais et des convertisseurs

- Muni de déphaseur et générateur de fréquence
- Résultats et réglages sauvegardés en mémoire locale
- Sorties haute puissance
- Fonction d'oscilloscope U et I
- Large afficheur graphique
- 2 contacts auxiliaires pour les tests des réenclencheurs



Figure IV.8. La caisse d'injection Isa T 1000

### IV.9.1. Les constitutions de la caisse d'injection

L'appareil est constitué de trois générateurs séparés:

- Le générateur principal qui génère un courant AC, une tension AC et une tension DC;
- Le générateur auxiliaire de tension AC qui produit une tension AC indépendante et déphasable;
- Le générateur auxiliaire de tension DC qui sert à alimenter le relais lors des tests.
- Toutes les sorties sont mesurées et réglées sur un large afficheur LCD.

A l'aide de bouton multifonction et de l'écran LCD, il est possible d'entrer dans le mode MENU afin de régler de nombreuses fonctions de test qui font du T 1000 un appareil de test très puissant, en utilisation manuelle ou semi-automatique.

Il est possible de transférer les résultats des tests à un PC via interface USB. Ces résultats peuvent être sauvegardés,

### IV.9.2. T 1000 Spécification technique

#### ➤ Générateur principal

Le générateur principal présente trois sorties: courant AC, tension AC, tension DC. Les caractéristiques ci-dessous s'appliquent à l'usage séparé de chacune de ces sorties.

### IV.9.3. Autres caractéristiques du générateur principal

- Contrôle de la phase à l'injection. Les sorties du générateur principal sont activées et stoppées lorsque l'angle de phase passe à zéro.
- Contrôle de réglage haut résolution.
- Alarme en cas de surcharge.
- Protection thermique.
- Possibilité de réduire la puissance de la sortie d'un cinquième pour poids faibles.

#### ➤ Générateur auxiliaire de tension AC

- La sortie auxiliaire de tension AC est isolée de l'alimentation générale de l'appareil.
- Sélection du calibre: commande logicielle avec le bouton multifonction et l'écran LCD.
- Puissance en sortie tension AC: 60 VA, fonctionnement permanent, pleine échelle; 300 VA sous 1 minute.

#### ➤ Déphaseur

- Possibilité de déphaser la tension auxiliaire AC en référence au courant ou à la tension principale.
- Réglage de l'angle de phase: avec le bouton multifonction.
- Calibre de l'angle de phase: 0° à 360°.

#### ➤ Générateur de fréquence

- Possibilité de changer la fréquence de la sortie tension auxiliaire AC. Caractéristiques de la génération de fréquence:
- Calibre de fréquence: 15 Hz à 550 Hz

#### ➤ Générateur auxiliaire de tension DC

- Calibre de tension DC: 10...130 V ou 20...240 V.
- Puissance en tension DC: 90 W à pleine échelle, fonctionnement permanent avec une limite de courant de 0,9 A à 130 V et de 0,45 A à 240 V.
- Bouton-poussoir ON-OFF pour la sortie.

#### ➤ Chronomètre

Le chronomètre numérique a un démarrage et un arrêt automatiques, à la fois pour l'ouverture et la fermeture des entrées contacts (contact secs ou polarisés).

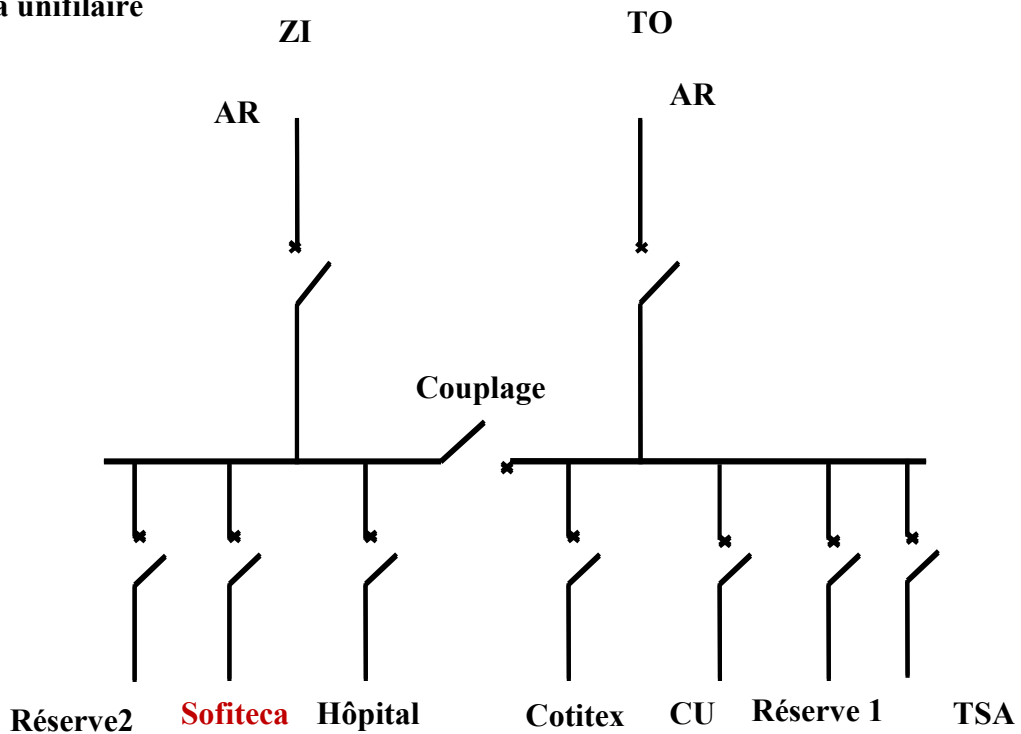
- Calibre de mesure en cycles.

**II : Application**

**IV.10.Présentation de Poste MT/MT 214**

C'est un poste de répartition, implanté dans la commune de Tizi-Ouzou sur un terrain de superficie de 168 m<sup>2</sup>, avec deux arrivées Tizi-Ouzou et Zone-Industrielle issue de poste THT de Oued-Aissi de deux transformateurs différents respectivement TR4 et TR5, alimente la ville de Tizi-Ouzou avec quatre départs souterrain issu de deux demi jeux de barres avec un disjoncteur de couplage. Notre application est consacrée au départ souterrain Sofiteca

**Schéma unifilaire**



**Figure IV.9. Schéma unifilaire de poste de répartition P214**

## IV.10.Paramétrage et réglage de la SEPAM

	Courbe de déclenchement	Seuil de courant(A)	Seuil de tension Un%	Angle (°)	Temporisation (ms)
<b>I<sub>ph</sub>seuil 1</b>	<b>Temps indépendant</b>	<b>240</b>	/	/	<b>500</b>
<b>I<sub>ph</sub>seuil 2</b>		<b>500</b>	/	/	<b>100</b>
<b>I<sub>0</sub> PTR</b>	<b>Temps inverse</b>	<b>5</b>	/	/	<b>100</b>
<b>I<sub>0</sub> direct seuil 1</b>	<b>Temps indépendant</b>	<b>40</b>	<b>70</b>	<b>45</b>	<b>500</b>

- Affichage des rapports de TC et TP

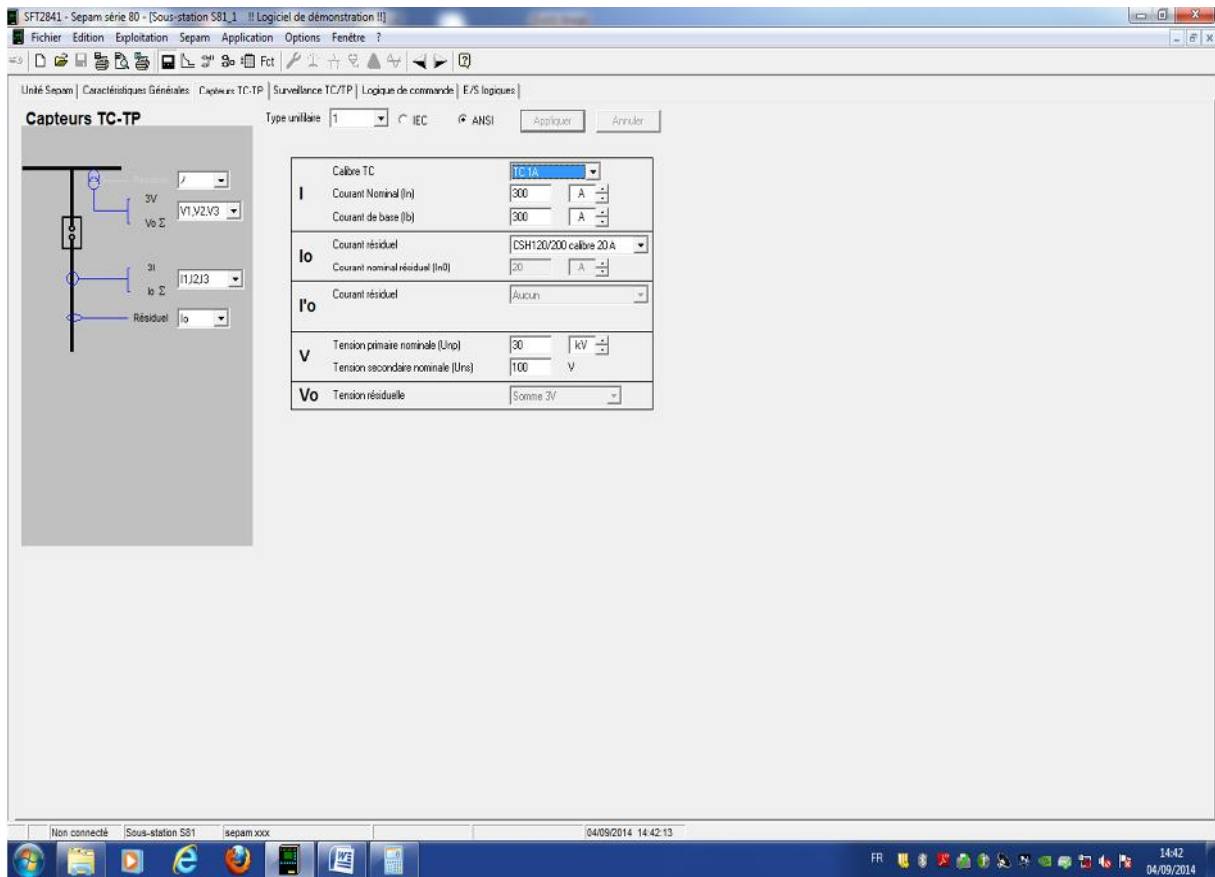


Figure. IV.10. Affichage des rapports TC et TP

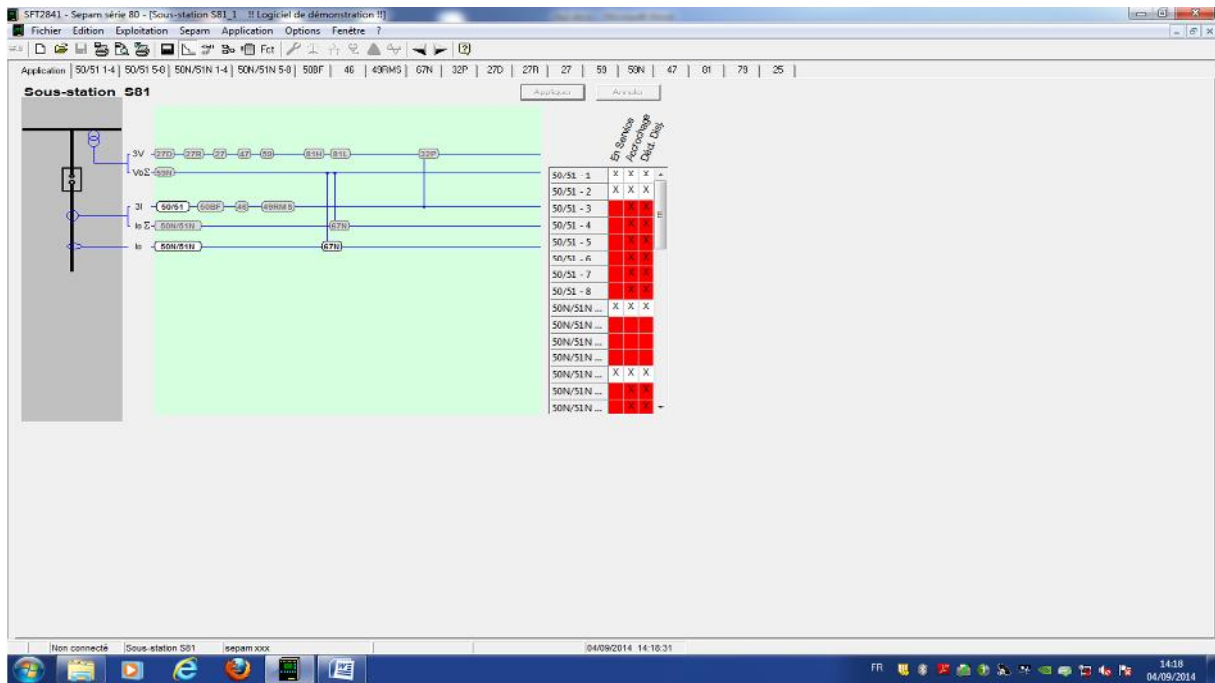
SEPAM série 80 dispose d'entrées analogiques à raccorder aux capteurs de mesure nécessaires à son application :

Les entrées analogiques principales, disponibles sur tous les types de SEPAM série 80:

- Trois entrées courant phase  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$
- Une entrée courant résiduel  $I_0$

- trois entrées tension phase  $V_1, V_2, V_3$
- une entrée tension résiduelle  $V_0$

- **Activation des protections**



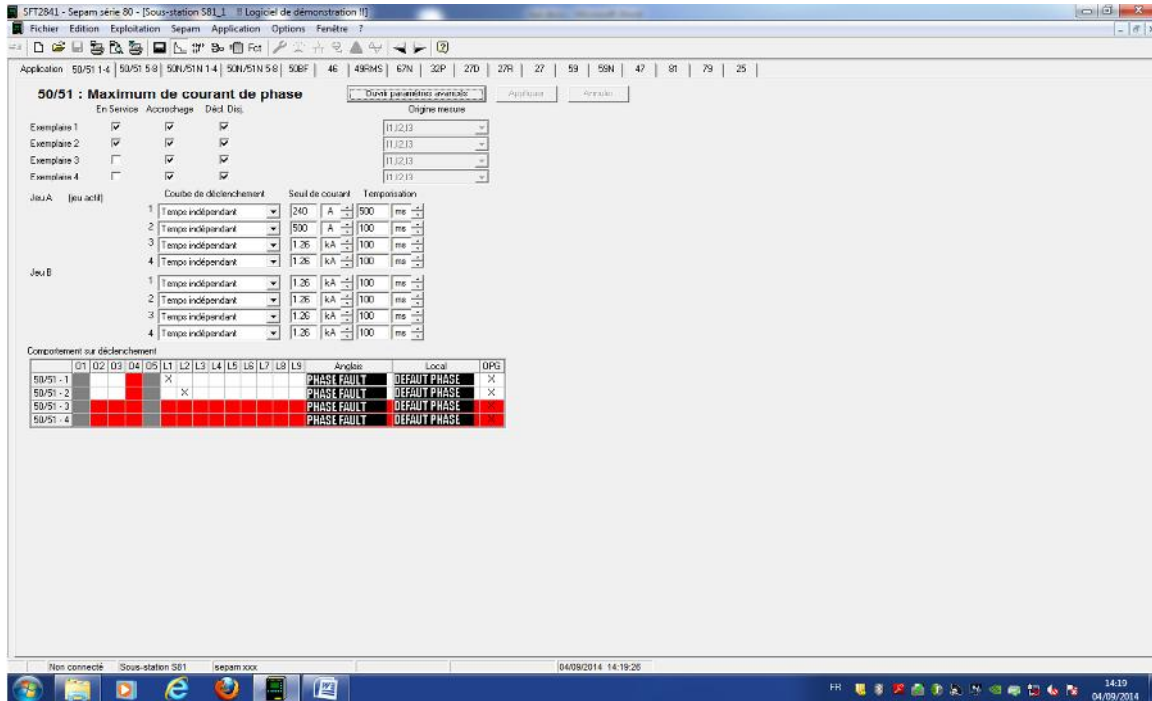
**Figure. IV.11. Activation des protections**

Dans cet écran on a activé trois protections, puisque on règle un départ souterrain, on n'a pas besoin de délestage.

Les protections affectées sont :

- 50/51 : maximum de courant de phase ;
- 50N/51N : maximum de courant terre ;
- 67N : directionnelle de terre ;

- **Maximum de courant de terre et maximum de courant de phase**



**Figure IV.12. Maximum de courant de phase**

- deux jeux de réglages A et B chacune de huit seuils ;
- chaque exemplaire peut être affecté sur les voies de mesure  $I_0$  somme ou  $I_0$  résiduel ;
- temporisation à temps indépendant ;
- on associé les deux seuils pour les deux laides L1 et L2 ;

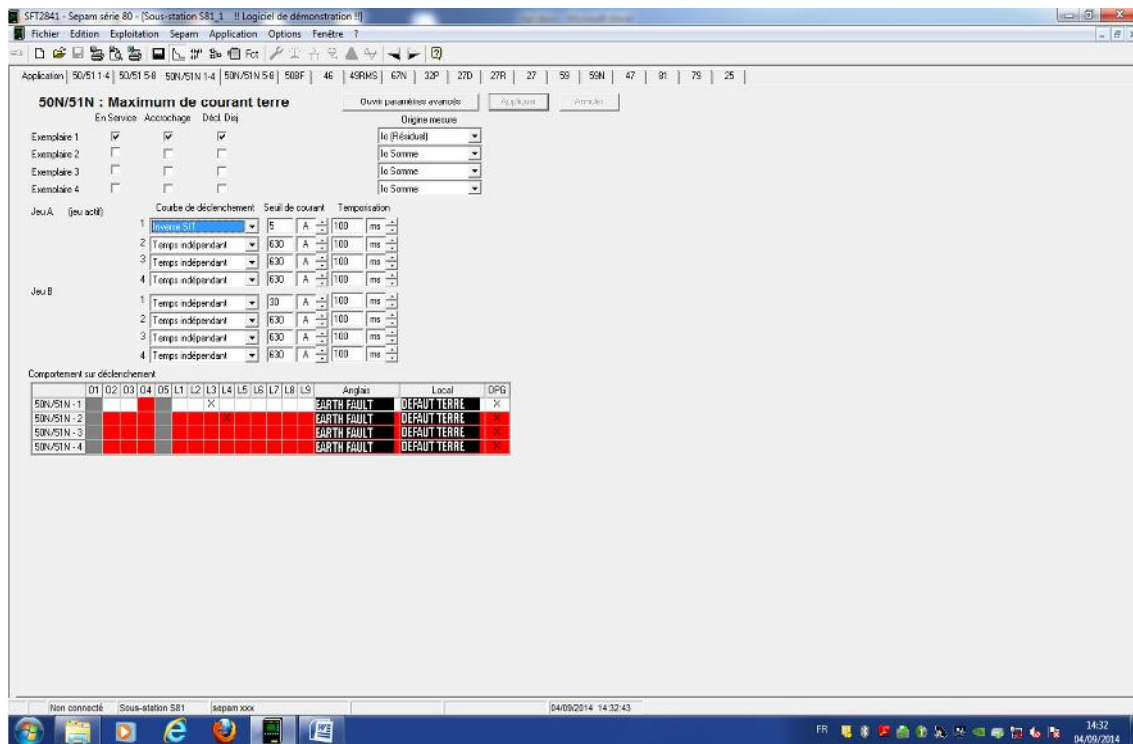
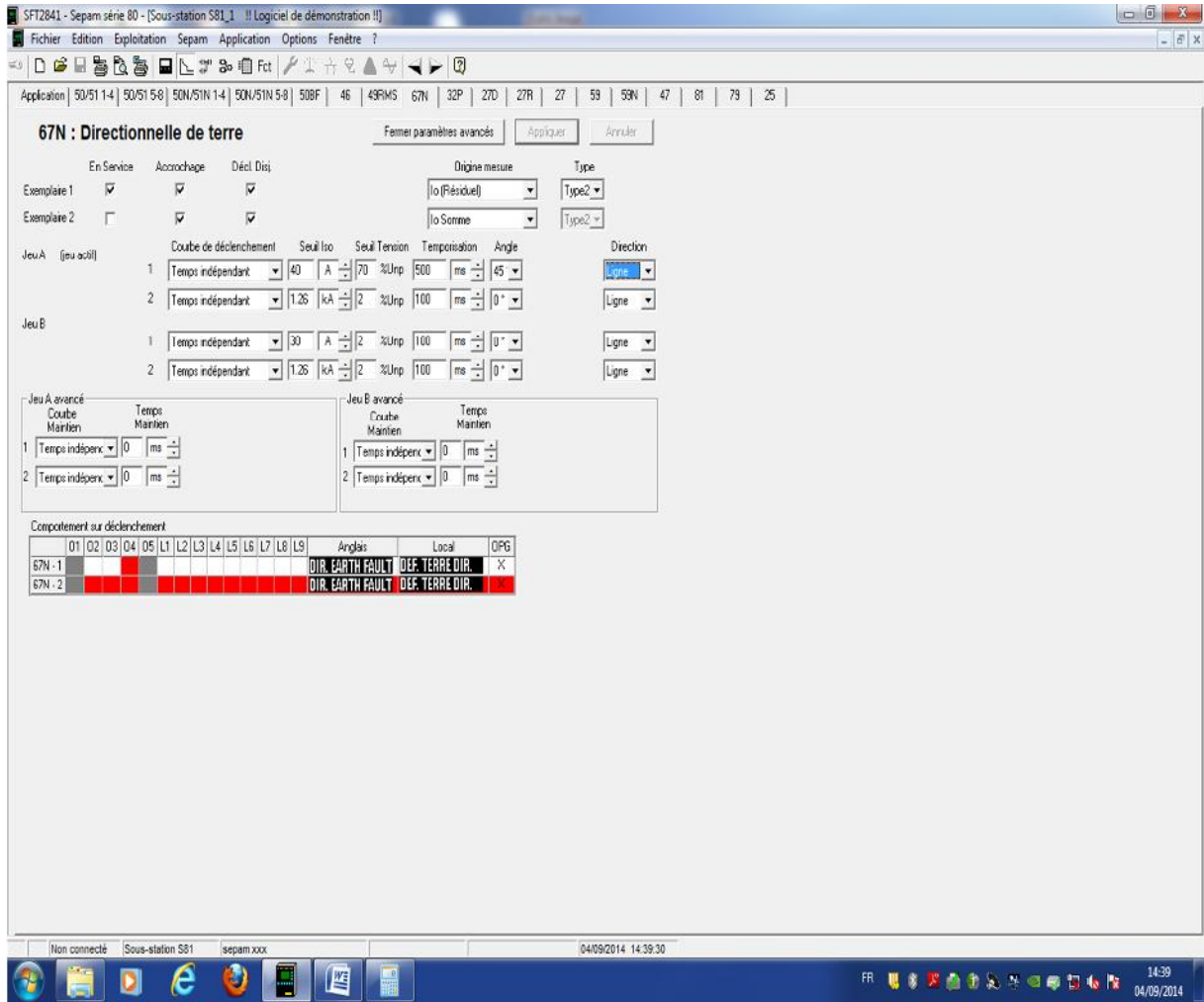


Figure. IV.13. Maximum de courant terre

- deux jeux de réglages A et B chacune de huit seuils ;
- chaque exemplaire peut être affecté sur les voies de mesure  $I_0$  somme ou  $I_0$  résiduel ;
- temporisation à temps inverse ;
- on associe les deux seuils pour les deux laide L3 et L4;

- **directionnelle de terre**



**Figure. IV.14.Directionnelle de terre**

On utilise les protections directionnelles de terre pour obtenir une bonne protection et pour éviter les déclenchements intempestifs par effet capacitif.

### IV.11.Essais

Durant notre stage, nous avons fait des séances d'initiation pratique et paramétrage de la SEPAM, puis on a effectué des essais avec une caisse d'injection Isa T-1000, pour vérifier le bon fonctionnement de la SEPAM on a effectué les tests d'injections suivantes :

Pour les réglages de maximum de courant de phase, on a injecté sur les capteurs TC de phase et pour la protection directionnelle on injecte sur le TC tore.

Les valeurs obtenues sont résumées dans le tableau suivant:

Réglages			Essais injectées			
I(A)	Temps (s)		phase	Seuil(A)	Défaut(A)	Temps(s)
I <sub>réglage</sub>	240	0.5	1	0.81	0.95	0.562
			2	0.81	0.95	0.557
			3	0.81	0.95	0.553
	500	0.1	1	1.67	1.75	0.168
			2	1.67	1.75	0.161
			3	1.67	1.75	0.165
I <sub>0 PTR</sub>	5	Courbe de 0.1s		0.012	0.012	19.6
				0.012	0.03	12.4
				0.012	0.05	6.5
				0.012	0.07	3.9
				0.012	0.08	2.3

Réglages					Essais injectées				
I <sub>0</sub>	Temps(s)	V <sub>0</sub> (KV)	Angle (°)	Seuil(A)	Défaut(A)	phase	V <sub>0</sub> (Kv)	Temps(s)	
I <sub>directionnel</sub>	40	0.5	12	45°	0.085	0.093	1	11	0.564
					0.085	0.093	2	10	0.563
					0.085	0.093	3	10.5	0.565

Tableau IV.2 les valeurs obtenues d'après les essais

- **Interprétation des résultats**

Dans les protections à temps indépendant, le temps de déclenchement est presque constant. La temporisation est initialisée dès que le seuil de fonctionnement est franchi.

On remarque que pour la PTR (protection terre résistante), la temporisation est inversement proportionnel au courant de défaut injecté.

Pour la directionnelle de terre. Le changement de la polarité de courant homopolaire permet le déclenchement ou non déclenchement de la protection.

**CONCLUSION**

Dans ce chapitre on a paramétré les différents capteurs courant et tension et on a réglé les différentes protections ampérométrique qui sont nécessaire pour protéger un départ.

D'après les essais on conclut que la protection du départ est assurée.

*Conclusion  
générale*

## *Conclusion Générale*

La protection des réseaux électrique est une nécessité et une condition incontournable pour assurer la continuité et la meilleure qualité de service.

Les réseaux HTB et HTA, qui comporte des dizaines de milliers de kilomètres de liaisons et des centaines de postes, dispersés sur tout le territoire, sont susceptibles de défauts internes ou d'agressions externes contre lesquels il faut les protéger. Les protections doivent être conçues pour protéger non seulement les ouvrages mais aussi tout le système électrique dont l'équilibre est fragile.

On a donc besoin des protections individuelles dont les performances en rapidité et sélectivité sont fixés par les besoins de la fiabilité du réseau qu'il faut aussi combiner pour former un véritable plan de protection de l'ensemble de système. Cela suppose la mise en œuvre d'équipement très performants, sur les plans fonctionnels et de la fiabilité, utilisant les techniques les plus modernes de mesures, couplés à des systèmes de transmission non moins performant et modernes.

Les protections numérique sont plus fiables que les protections classique sauf que leur maintenance devient un peu plus compliquée vu la miniaturisation des circuits utilisés, la nécessité d'une plus large connaissance en informatique, traitement de signal et manipulation des logiciels pour l'exploitant, de plus chaque constructeur possède son propre protocole d'utilisation d'où le problème de communication si le matériel est différent.

Le travail présenté dans ce mémoire est basé essentiellement sur l'utilisation de la protection numérique « gamme SEPAM série 80 », qui nous a offert une solution plus performante et plus efficace que les anciennes protections.

L'utilisation de la technologie numérique telle que SEPAM est devenu capital et même indispensable pour la protection des réseaux HTA.

C'est pour cette raison que la SONELGAZ doit revoir son plan de protection on faisant l'améliorer.

Ce travail nous a permis d'approfondir et d'enrichir nos connaissances acquises pendant notre formation universitaire et nous espérons que ce travail apportera un plus à ceux qui les consulterons.

# *Bibliographie*

## *Bibliographie*

- [1] : JEAN- CLAUDE SABONNADIÈRE, NOURDINA HADJ SAID.  
« Lignes et réseaux électriques 2 »  
Mémoire d'ingénieur, UMMTO, 2007.
- [2] : BENARAB Lilia  
« Détermination des seuils de réglage des protections des départs moyenne tension au complexe de l'ENIEM »  
Mémoire d'ingénieur, UMMTO, 2007.
- [3] : ZELLAGUE « Etude des protections des réseaux électrique MT 30 et 10 kV »  
Mémoire magister Université de Constantine 2010.
- [4] : VALENTIN CRASTAN « les réseaux d'énergie électrique 2 »
- [5] : F.AMRANI et R.BELKESSA.  
« Etude des protections des départs moyenne tension application 60/30 kV de TIZI-MEDEN »  
Mémoire d'ingénieur, UMMTO, 2003.
- [6] : MERLIN GERIN « Guide de la distribution haute tension, moyenne tension »
- [7] : H. LALDJI ; B.IRENE et H.BENSELAMA.  
« Diagnostique du départ A.E.H moyenne tension 30 kV issu de centrale souk el djemaa »  
Mémoire d'ingénieur, UMMTO, 1999.

[8] : BELKACEM, LAMIA BELHARET « Etude de l'installation de la station de pompage sise au barrage de TAKSEBT »

Mémoire d'ingénieur ETH UMMTO 2008.

[9] : F.AOUNI, A MANSOURI, R.BENFATOUM « Etude d'une arrivée transformateur, distribution HTA »

Mémoire d'ingénieur UMMTO, 1999.

[10] : JEAN-MICHEL DELBARRE « Parafoudre ».

Technique de l'ingénieur MERLIN GERIN D4755

[11] : VALENTIN CRISTAN.

« Les réseaux d'énergie électrique 1 ».

Lavoisier année 2007.

[12] : Schneider électrique guide de la protection « Protection des réseaux électriques ».

[13] : K.IFIRES, N.KACED et R.SELILIA « Dimensionnement et protection d'un départ moyenne tension application issu de TIZI-MEDEN »

Mémoire d'ingénieur UMMTO, 2007.

[14] : K.FERHANI, M. ADENE, D.AMRENDI « Restriction du réseau électrique moyenne tension 30 kV du centre TIZI-OUZOU »

Mémoire d'ingénieur ETH 1999.

[15]: SPECIFICATION TECHNIQUE ONE STN 22-P22 Edition Août 2010.

[16]: Distribution de l'énergie électrique « Haute tension »BEST ETT 2008.

[17] : Notice d'exploitation de SEPAM Schneider électrique.

[18] : Catalogue de formation sur le SEPAM série 80 données par SONALGAZ.

# *Annexes*

## 1) Tableau de Protections et Commandes et Surveillances

Protections	Code ANSI	Sous-station				Transformateur			Moteur			Générateur			Barres		Cap.
		S80	S81	S82	S84	T81	T82	T87	M81	M87	M88	G82	G87	G88	B80	B83	C86
Maximum de courant phase <sup>(1)</sup>	50/51	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Maximum de courant terre / Terre sensible <sup>(1)</sup>	50N/51N 50G/51G	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Défaillance disjoncteur	50BF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maximum de composante inverse	46	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Image thermique câble	49RMS		2	2	2												
Image thermique machine <sup>(1)</sup>	49RMS					2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Image thermique condensateur	49RMS																2
Déséquilibre gradins de condensateurs	51C																8
Différentielle de terre restreinte	64REF					2	2	2				2		2			
Différentielle transformateur (2 enroulements)	87T							1			1			1			
Différentielle machine	87M								1				1				
Maximum de courant phase directionnelle <sup>(1)</sup>	67			2	2		2	2				2	2	2			
Maximum de courant terre directionnelle <sup>(1)</sup>	67N/67NC		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Maximum de puissance active directionnelle	32P		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Maximum de puissance réactive directionnelle	32Q								1	1	1	1	1	1			
Minimum de puissance active directionnelle	37P			2								2					
Minimum de courant phase	37								1	1	1						
Démarrage trop long, blocage rotor	48/51LR								1	1	1						
Limitation du nombre de démarrages	66								1	1	1						
Perte d'excitation (minimum d'impédance)	40								1	1	1	1	1	1			
Perte de synchronisme	78PS								1	1	1	1	1	1			
Maximum de vitesse (2 seuils) <sup>(2)</sup>	12								□	□	□	□	□	□			
Minimum de vitesse (2 seuils) <sup>(2)</sup>	14								□	□	□	□	□	□			
Maximum de courant à retenue de tension	50V/51V											2	2	2			
Minimum d'impédance	21B											1	1	1			
Mise sous tension accidentelle	50/27											1	1	1			
Minimum de tension résiduelle harmonique 3 / 100 % masse stator	27TN/64G2 64G											2	2	2			
Surfluxage (V / Hz)	24							2				2	2	2			
Minimum de tension (L-L ou L-N)	27	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Minimum de tension directe	27D	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Minimum de tension rémanente	27R	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Maximum de tension (L-L ou L-N)	59	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Maximum de tension résiduelle	59N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Maximum de tension inverse	47	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Maximum de fréquence	81H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Minimum de fréquence	81L	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Dérivée de fréquence	81R			2													
Réenclencheur (4 cycles) <sup>(2)</sup>	79	□	□	□	□												
Thermostat / Buchholz <sup>(2)</sup>	26/63					□	□	□	□	□	□	□	□	□			
Surveillance température (16 sondes) <sup>(3)</sup>	38/49T					□	□	□	□	□	□	□	□	□			□
Contrôle de synchronisme <sup>(4)</sup>	25	□	□	□	□	□	□	□				□	□	□	□	□	
<b>Commande et surveillance</b>																	
Commande disjoncteur / contacteur	94/69	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Automatisme de transfert de sources (ATS) <sup>(2)</sup>		□	□	□	□	□	□	□				□	□	□	□	□	
Délestage / redémarrage automatique									■	■	■						
Désexcitation												■	■	■			
Arrêt groupe												■	■	■			
Commande gradins de condensateurs <sup>(2)</sup>																	□
Sélectivité logique <sup>(2)</sup>	68	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Accrochage / acquittement	86	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Signalisation	30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Basculement jeux de réglages		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Adaptation par équations logiques		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Programmation par Logipam (Langage à contacts)		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

- De base.  
□ En option.

## 2) Tableau de Mesures et Diagnostic et Communication

Mesures	Sous-station				Transformateur			Moteur			Générateur			Barres		Cap.
	S80	S81	S82	S84	T81	T82	T87	M81	M87	M88	G82	G87	G88	B80	B83	C86
Courant phase RMS I1,I2,I3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Courant résiduel calculé I0Σ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Courant moyen I1, I2, I3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Maximètre courant IM1,IM2,IM3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Courants résiduels mesurés I0, I'0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tension U21, U32, U13, V1, V2, V3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tension résiduelle V0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tension directe Vd / sens de rotation	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tension inverse Vi	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Fréquence	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Puissance active P, P1, P2, P3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Puissance réactive Q, Q1, Q2, Q3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Puissance apparente S, S1, S2, S3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Maximètre de puissance PM, OM	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Facteur de puissance	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Energie active et réactive calculée (± W.h, ± var.h)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Energie active et réactive par comptage d'impulsions <sup>(2)</sup> (± W.h, ± var.h)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Courant phase RMS I'1,I'2,I'3							■		■	■		■	■			
Courant résiduel calculé I'0Σ							■		■	■		■	■			
Tension U'21, V'1 et fréquence														■		
Tension U'21, U'32, U'13, V'1, V'2, V'3, V'd, V'i et fréquence															■	
Tension résiduelle V'0															■	
Température (16 sondes) <sup>(3)</sup>					□	□	□	□	□	□	□	□	□			□
Vitesse de rotation <sup>(2)</sup>								□	□	□	□	□	□			
Tension point neutre Vnt								■	■	■	■	■	■			
<b>Diagnostic réseau et machine</b>																
Contexte de déclenchement	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Courant de déclenchement Trip11, Trip12, Trip13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Nombre de déclenchements sur défaut phase, sur défaut terre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Taux de déséquilibre / courant inverse li	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Taux de distorsion du courant et de la tension lthd, Uthd	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Déphasage φ0, φ'0, φ0Σ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Déphasage φ1, φ2, φ3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Oscilloperturbographie	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Echauffement	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Durée de fonctionnement restant avant déclenchement dû à une surcharge	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Durée d'attente après déclenchement dû à une surcharge	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Compteur horaire / temps de fonctionnement					■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
Courant et durée du démarrage								■	■	■						
Durée d'interdiction de démarrage								■	■	■						
Nombre de démarrages avant interdiction								■	■	■						
Taux de déséquilibre / courant inverse I'i							■		■	■		■	■			
Courant différentiel Idiff1, Idiff2, Idiff3							■		■	■		■	■			
Courant traversant It1, It2, It3							■		■	■		■	■			
Déphasage θ entre courants I et I'							■		■	■		■	■			
Impédances apparentes directes Zd et entre phases Z21, Z32, Z13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tension harmonique 3 point neutre ou résiduelle											■	■	■			
Ecart en amplitude, fréquence et phase des tensions comparées pour contrôle de synchronisme <sup>(4)</sup>	□	□	□	□	□	□	□				□	□	□	□	□	□
Capacité et courants de déséquilibre condensateur																■
<b>Diagnostic appareillage</b>																
Code ANSI																
Surveillance TC / TP	60/60FL															
Surveillance circuit de déclenchement <sup>(2)</sup>	74															
Surveillance alimentation auxiliaire	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Surveillance des ampères coupés cumulés	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Nombre de manœuvres, temps de manœuvre, temps de réarmement, nombre de débroschages disjoncteur <sup>(2)</sup>	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
<b>Communication</b>																
Lecture des mesures <sup>(5)</sup>	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Télésignalisation et horodatation des événements <sup>(5)</sup>	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Télécommandes <sup>(5)</sup>	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Téléajustage des protections <sup>(5)</sup>	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Transfert des enregistrements d'oscilloperturbographie <sup>(5)</sup>	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

<b>TYPE DE PROTECTION</b>	<b>CODE</b>
Protection de distance	21
Synchro check	25
Surcharge	26
Minimum de tension composée	27
Minimum de tension simple	27 S
Minimum de tension directe	27 D
Maximum de puissance active directionnelle	32 P
Maximum de puissance réactive directionnelle	32 Q
Maximum de puissance wattmétrique homopolaire	32 N
Minimum de courant phase	37
Minimum de puissance active directionnelle	37 P
Minimum de puissance réactive directionnelle	37 Q
Maximum de composante inverse	46
Maximum de tension inverse	47
Image thermique (température)	49
Maximum de courant phase instantanée	50
Défaillance de disjoncteur	50 BF
Minimum de courant terre instantanée (3TC phase)	50 N
Différentielle transformateur	87 T
Minimum de courant terre instantanée (TC tore)	50 G
Maximum de courant terre temporisée (3TC phase)	51 N
Maximum de courant terre temporisée (TC tore)	51 G
Limitation du nombre de démarrages	66
Maximum de courant phase directionnelle	67
Minimum de courant terre directionnelle (Neutre)	67 N
Réenclencheur	79
Minimum de fréquence	81 L

Les réseaux de distribution électriques est une partie essentielle pour l'alimentation en énergie électrique pour les différents consommateurs MT et BT, sont considérés comme des infrastructures hautement critiques pour le développement industriel et économique de pays, mais il y a plusieurs anomalies (chute de tension, déséquilibre, court-circuit ...etc.), pour cela il faut installer un bon système électrique pour la protection de ce réseau. Les bonnes études des systèmes de protection au réseau de distribution électrique moyenne tension (10 kV et 30 kV) contre les courts-circuits entre phases ou phase à la terre assure à la fois une bonne sécurité des personnes contre les électrisations et des biens contre les effets destructifs des courants forts sur les câbles, lignes, et transformateur de puissance... etc., ainsi qu'une bonne continuité de service globale du réseau de distribution en isolant la partie en défaut du réseau afin d'en préserver le fonctionnement.

Aujourd'hui avec l'apparition des technologies numérique, la protection a eu sa part, et son utilisation est devenue large grâce à ses multiples fonctions, sa grande fiabilité et sa simplicité d'exploitation.

L'objectif de notre travail est l'étude de l'un de ces appareils de protection numérique (SEPAM série 80), qui est utilisé par la **SONELGAZ** pour protéger un départ HTA qui alimente la ville de TIZI-OUZOU.

Pour mieux mener notre travail, on a jugé utile de le subdiviser en quatre chapitres comme suit :

- ❖ Le premier chapitre traitera les différentes architectures du réseau électriques HTA et leur mode d'alimentation.
- ❖ Dans le deuxième chapitre, nous allons présenter les différents défauts pouvant affectés les installations électriques.
- ❖ Le troisième chapitre sera consacré aux différents appareils de protection des réseaux électriques.
- ❖ Le relais de protection numérique SEPAM série 80 utilisé par la SONELGAZ fera l'objet du quatrième chapitre.

**Mot clés** : Défaut, protection, SEPAM, maximum de courant de phase, directionnelle de terre, moyenne tension(HTA).