

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
المركز الجامعي لعين تيموشنت
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent
Institut de Science & Technologie
Département de Génie Electrique



Projet de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme de Master en :
Domaine : SCIENCE ET TECHNOLOGIE
Filière : ELECTROMECHANIQUE

Thème

**ARCHITECTURE ET FONCTIONNEMENT D'UN POSTE BLINDE DE
TERGA SKT 400KV**

- 1) RISLANI Ibtissem
- 2) OUCHENE Tarek

Devant les jurys composés de :

| | |
|-----------------------|--------------|
| Dr.BERRACHED Djelloul | Président |
| Dr. AISSOU. M | Encadrant |
| Mme TOUHAMI. A | Examinatrice |

Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Au nom d'ALLAH tout puissant pour tous les bienfaits qu'il ne cesse
d'accomplir dans nos vies*

*Que la paix et le salut soient son messager Mohamed, sa famille et ses
compagnons.*

Ce travail modeste est dédié :

*A ma chère mère et mon père
qui m'ont soutenu durant toute mon existence, que dieu leur procure
bonne santé et longue vie.*

A ma grand-mère,

A mon mari : NADIR BENSABER et toutes sa famille

A Mes sœurs : Sihem , Sara(et leur famille) , Khouloud et Marame

A tous mes mes collègues de La centre universitaire d'ain temouchent

Et à tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire

Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Au nom d'ALLAH tout puissant pour tous les bienfaits qu'il ne cesse
d'accomplir dans nos vies*

*Que la paix et le salut soient son messager Mohamed, sa famille et ses
compagnons.*

Je dédie ce travail

A mes parents

A mes frères et leur famille

A mes cousins, cousines, tantes,

*Mes dédicaces vont également à mes amis et mes collègues
particulièrement*

A mon binôme IBTISSEM qui a partagée avec moi ce travail

*A tous mes proches de la famille OUCHENE et A tous ce qui ont enseigné
moi au long de ma vie scolaire,*

TAREK

REMERCIEMENTS

Nous remercions Allah, le tout puissant, le miséricordieux, de nous avoir appris ce que nous ignorons, de nous avoir donné la santé et tout ce dont nous avons besoin pour l'accomplissement de cette thèse.

Avant de vous présenter ce mémoire permettez-nous tout d'abord de remercier, l'ensemble des membres du jury pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail tout en espérant que votre jugement confirmera le nôtre

Nous exprimons nos vifs remerciements au Dr : AISSOU MASSINISSA d'avoir accepté d'être le rapporteur de ce travail, mais également pour son aide, ces précieux conseils et ces encouragements incessants tout au long de la réalisation de ce travail.

nous tenons également à remercier tous les membres de l'équipe du service électricité industrielle SKT particulièrement à Mr. rizigui abdelmadjid

Enfin, un grand merci à nos très chers parents et nos frères et nos sœurs qui nous ont motivés durant notre cursus universitaire.

Liste des abréviations:

| Abréviations | Signification |
|--------------|--|
| SKT | Sharikat Kahraba Terga |
| TV | Turbine à vapeur |
| TG | Turbine à gaz |
| η | Le rendement |
| EV | environmental |
| SEV | Sequential enviromental |
| HT | Haute tension |
| MT | Moyenne tension |
| BT | Base tension |
| SSD | Système de Démarrage Statique |
| SNCC | Système numérique de contrôle commande |
| CUA | Système statique d'excitation |
| SF6 | L'hexafluorure de soufre |
| AIS | Air insulated switchgear |
| GIS | Gaz insulated substation |
| PSEM | Poste sous enveloppe métallique |
| MALT | Sectionneur mise à la terre |
| HP | Haute pression |
| MP | Moyenne pression |
| BP | Base pression |
| TC | Transformateur de courant |
| TP | Transformateur de tension |

Listes des Figures

Chapitre I

Figure I-1 Vu générale des systèmes de cycle combine

Figure I-2 Les composants de la turbine à gaz type ALSTOM GT26

Figure I-3 Machine Synchronne

Figure I-4 La Turbine à vapeur du type ALSTOM DKYZZ2-1N41BA

Figure I-5 La chaudière de récupération (HRSG)

Figure I-6 transformateur principal

Figure I-7 Groupe Electrogène de secours

Chapitre II

Figure II-1 Poste de distribution sur support

Figure II-2 Poste de distribution cabiné

Figure II-3 Les différents éléments dans un poste électrique

Figure II-4 Schéma unifilaire d'un poste à simple jeu de barres

Figure II-5 disjoncteurs isolé au SF6/ HT

Figure II-6 Disjoncteurs à bain d'huile

Figure II-7 vue en coupe d'un disjoncteur à l'huile

Figure II-8 vue en coupe d'un module de disjoncteur à air comprimé

Figure II-9 disjoncteur blindé au gaz SF6

Figure II-10 TP d'un poste électrique HT

Figure II-11 un pole d'un interrupteur à corne triphasé(a) dans la position ouverte (b) position fermée

Figure II-12 sectionneur HT

Figure II-13 sectionneur mise à la terre

Figure II-14 parafoudre HT

Figure II-15 transformateur de courant HT

Figure II-16 transformateur de tension

Figure II-17 Jeux de barres de poste 400 KV

Figure II-18 circuit bouchon

Figure II-19 poste électrique isolée par l'air AIS

Figure II-20 poste électrique isolation gazeuse SF6

Figure II-21 la rigidité diélectrique du SF6

Figure II-22 comparaison des couts GIS/ AIS

Figure II-23 Comparaison des coûts de cycle de vie des variantes GIS et AIS

Chapitre III

Figure III-1 schéma unifilaire d'alimentation du poste blindé

Figure III-2 structure typique avec double jeu de barres

Figure III-3 disjoncteur avec mécanisme d'entraînement

Figure III-4 soufflage de l'arc électrique

Figure III-5 sectionneur Type : T155-DS

Figure III-6 sectionneur avec MALT rapide

Figure III-7 parafoudre blindé

Figure III-8 jeu de barres

Figure III-9 transformateur de courant

Figure III-10 transformateur de tension

Figure III-11 transition SF6 aérienne

Figure III-12 boite à câble

Figure III-13 relais de protection de distance Numérique p444

Figure III-14 Principe de base du fonctionnement de la protection à distance

Figure III-15 Schéma du principe de la sélection des zones de mesure

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| Introduction Générale:..... | 1 |
| CHAPITRE I | |
| Introduction | 4 |
| I.1 Généralité sur le site : | 4 |
| I.1.1 Particularités du projet : | 4 |
| I.1.2 Production d'électricité : | |
| I.1.3 Cycle combiné : | 5 |
| I.1.4 Le rendement : | 6 |
| I.1.5 Turbine à gaz GT 26 : | 7 |
| I.1.6 Alternateur : | 7 |
| I.1.7 Turbine à vapeur..... | 8 |
| I.1.8 La chaudière : | 9 |
| I.1.9 Le condenseur : | 10 |
| I.1.10 Cycle Eau / Vapeur : | 10 |
| I.2 Système de refroidissement :..... | 11 |
| I.3 Système d'alimentation en eau brute : | 11 |
| I.3.1 Eau déminéralisée : | 11 |
| I.3.2 Eau potable : | 11 |
| I.3.3 Système de traitement chimique : | 12 |
| I.3.4 Système de surveillance des émissions de fumée : | 12 |
| I.4 Système d'alimentation en combustible : | 12 |
| I.4.1 Système d'alimentation en gaz : | 12 |
| I.4.2 Système d'alimentation en gasoil : | 12 |
| I.4.3 Système des eaux usées..... | 13 |
| I.4.4 Station d'air comprimé : | 13 |
| I.4.5 Equipements de protection contre les incendies : | 13 |
| I.5 Transformateur : | 14 |
| I.5.1 Transformateur principal (11/21/31BAT10) : | 14 |
| I.6 Groupes électrogènes : | 15 |
| I.6.1 Description générale de l'équipement : | 15 |
| I.6.2 Système numérique de contrôle commande de la centrale (SNCC) : | 16 |

| | |
|---|----|
| I.7 Avant-poste blindé HT 400kv : | 16 |
| I.7.1 Bâtiment électrique B31 : | 16 |
| Système statique de démarrage (SSD) : | 16 |
| Système statique d'excitation (CUA) : | 17 |
| I.8 Système de synchronisation (CBP10) : | 18 |
| I.8.1 Synchronisation avec le disjoncteur d'alternateur : | 18 |
| I.8.2 Synchronisation avec le disjoncteur HT : | 18 |
| I.8.3 Sécurité..... | 19 |
| I.8.4 Inter -verrouillages : | 19 |
| Conclusion : | 20 |

CHAPITRE II

| | |
|--|----|
| II.1 Introduction: | 22 |
| II. 2 L'objectif des postes..... | 22 |
| II.3 Types des postes électrique | 22 |
| II.3 .1 Les postes de transformation :(poste source) | 22 |
| II.3.2 Les postes d'interconnexion : | 22 |
| II.3.3 Les postes mixtes : | 23 |
| II.3.4 Les postes de distribution : | 23 |
| II.4. Les différents éléments du poste [26]..... | 24 |
| II.4.1 Disjoncteurs | 25 |
| II.4.2 Transformateurs de puissances : | 27 |
| II.4.3 Interrupteurs à cornes : | 28 |
| II.4.4 Sectionneurs : | 28 |
| II.4.5 Sectionneur de mise à la terre..... | 29 |
| II.4.6 Parafoudres | 29 |
| II.4.7 Transformateur de courant..... | 30 |
| II.4.8 Transformateur de tension | 31 |
| II.4.9 Jeux de barres | 31 |
| II.4.10 Les fusibles | 32 |
| II.4.11 Circuit bouchon haute tension | 32 |
| II .5 Les technologies d'un poste électrique : | 33 |
| II.6 La comparaison entre ais et gis : | 36 |

| | |
|---|----|
| II.6.1 Comparaison des systèmes GIS et AIS pour réseaux de distribution urbains | 34 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| II.6.2 Comparaison des couts GIS/AIS | 37 |
|--|----|

| | |
|--------------------|----|
| CONCLUSION : | 39 |
|--------------------|----|

CHAPITRE III

| | |
|-----------------------------|----|
| III.1. Introduction : | 41 |
|-----------------------------|----|

| | |
|-------------------------------------|----|
| III .2 Description générale : | 41 |
|-------------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| III.2.1 Poste Sous Enveloppe Métallique (PSEM) type T155-2 : [23] | 41 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| III.2.2 Equipements Haute Tension 400 KV : | 43 |
|--|----|

| | |
|----------------------------------|----|
| III.2.2.1 Disjoncteurs GIS | 43 |
|----------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| Principe de fonctionnement de l'extension de l'arc électrique : | 43 |
|---|----|

| | |
|---------------------------------------|----|
| III.2.2.2 Sectionneurs GIS Type | 44 |
|---------------------------------------|----|

| | |
|--|----|
| III.2.2.3 Sectionneurs de terre rapides SF6 avec pouvoir de fermeture type T155-EF | 45 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| III.2.2.4. Sectionneurs de terre lents SF6 type T155-ES | 46 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| III.2.2.5 Parafoudres blindés type PSA | 46 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| III.2.2.6 Barres et connexions : | 47 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| III.2.2.7 Transformateurs de courant type T155-CT | 48 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| III.2.2.8 Transformateurs de tension type UFV 420 | 48 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| III.2.2.9 Traversées aériennes SF6/air | 49 |
|--|----|

| | |
|---------------------------------------|----|
| III.2.2.10 Boîtes à câbles T155 | 50 |
|---------------------------------------|----|

| | |
|-------------------------------|----|
| III.3 SYSTEME A GAZ SF6 | 50 |
|-------------------------------|----|

| | |
|--|----|
| III.3.1 L'hexafluorure de soufre SF6 : | 50 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| III.3.2 Groupe de Service de Gaz SF6 : | 50 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| III.3.3 PRESSION ET DENSITE DU GAZ | 51 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| III.4 Les anomalies dans un réseau électrique: | 51 |
|--|----|

| | |
|------------------------------------|----|
| III.4.1 Les courts-circuits: | 51 |
|------------------------------------|----|

| | |
|--------------------------------|----|
| III.4.2 Les surtensions: | 51 |
|--------------------------------|----|

| | |
|-------------------------------|----|
| III.4.3 Les surcharges: | 52 |
|-------------------------------|----|

| | |
|---------------------------------|----|
| III.4.4 Les oscillations: | 52 |
|---------------------------------|----|

| | |
|----------------------------------|----|
| III.4.5 Les déséquilibres: | 52 |
|----------------------------------|----|

| | |
|--------------------------------------|----|
| III. 5 système de protection : | 53 |
|--------------------------------------|----|

| | |
|--|----|
| III.6 Calcul réglage des protections..... | 53 |
| III.6.1 Caractéristiques de la ligne :..... | 54 |
| III.6.2 la protection principale de distance :..... | 54 |
| a) Les données de la ligne protégée :..... | 55 |
| b) Réglage des zones :..... | 56 |
| c) Compensation résiduelle pour les défauts terre..... | 56 |
| d) Réglage des seuils résistifs..... | 57 |
| | |
| Conclusion :..... | 59 |
| Conclusion Générale :..... | 60 |
| Références bibliographiques :..... | 61 |
| Résumé | |

Introduction Générale:

Les sources de production d'énergie électrique sont généralement éloignées des centres industriels ET des villes. Cette énergie est acheminée par des liaisons électriques (lignes aériennes, câbles) qui remplissent la fonction de transport. Ces liaisons sont raccordées entre elles pour mettre en commun toutes les sources de production et former ainsi un réseau. Aux points de raccordement de ces liaisons, se trouvent les postes dans les quels on installe des transformateurs de puissance pour élever ou abaisser la tension de transport; des disjoncteurs pour pouvoir isoler une maille lors d'un défaut ou pour la maintenance, etc.

Dans les postes dits conventionnels, l'isolation des phases (conducteurs mis sous tension) entre elles et par rapport à la terre est assurée par l'air ambiant. En haute et très haute tension, les distances d'isolement "phases – phases" et "phases – terre" deviennent très grandes et engendrent des superficies de postes très importantes. Dans les endroits où le gain d'espace devient le facteur prédominant, on a recours aux postes dits blindés. Dans ce type de postes, l'isolation est assurée en enfermant les phases dans des enveloppes métalliques remplies de gaz sous pression et mises à la terre. Le rapport de la surface au sol occupée par un poste conventionnel à celle d'un poste blindé assurant les mêmes fonctions est d'environ 5 à 10 pour la partie appareillage seule

Le gaz majoritairement utilisé dans ce type de poste est l'hexafluorure de soufre (SF6). Ce gaz présente une rigidité diélectrique relativement haute, une bonne conductivité thermique et des pertes peu élevées. Il est chimiquement inerte et non toxique et après avoir été dissocié par un arc électrique, il se recombine rapidement et presque totalement. Il est aussi non inflammable et son prix est modéré.

Dans ce travail, devra atteindre toutes les parties de poste électrique de SKT 400 KV « GIS », ces fonctions regroupent le contrôle, la surveillance, la protection, la mesure, la communication. La flexibilité de ce poste est très élevée grâce à l'utilisation de la technologie modulaire,

Dans le but de réaliser mes objectifs cités auparavant, le mémoire sera réparti sur trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à une représentation générale de la centrale à cycle combiné de TERGA.
- Le deuxième chapitre étudie les types et les différents éléments d'un poste

électrique de deux technologies GIS et AIS

- Dans le dernier chapitre description générale du poste blindé de SKT 40

Ce travail se termine par une conclusion générale

Chapitre I

Production d'énergie électrique dans une Centrale à cycle combinée

Introduction

La société par actions SKT (SHARIKAT KAHRABA TERGA) est une centrale électrique à cycle combiné de 1200 MW de terga, située à la commune de Ouled Boudjemââ route de Sassel Wilaya de Ain T'émouchent; nous parcourons a commencé par une visite guidée des services maintenance industrielle. Nous avons découvert le fonctionnement du cycle combiné dans sa globalité et suivi les différentes phases de la boucle. Ainsi, cette technique est moins polluante que ces précédentes et permet une flexibilité qui suit la demande en puissance des consommateurs. On note aussi que tous les équipements sont redondants et à-d. que chaque dispositif (moteur, compresseur, vanne, pompe...) a son remplacement immédiat en cas de défaillance ou de panne. La centrale peut ainsi tourner 24 heures / 24. [1]

La Centrale se constitue de 3 Tranches en Cycle Combiné d'une puissance unitaire d'environ 400 MW, fonctionnant en bicombustibles, gaz comme combustible principal et fuel comme combustible de secours. [2]

I.1 Généralité sur le site :

I.1.1 Particularités du projet :

Première centrale à cycle combiné KA26 en Algérie et en Afrique. Projet réalisé par un consortium dirigé par Alstom et comprenant la société égyptienne Orascom Construction Industries pour le génie civil et la construction.

La centrale électrique à cycle combiné de TERGA se compose de trois unités « Mono-arbre » (ou single shaft) KA26-1, Chaque unité se compose de :

- ✓ Une turbine à gaz (TG) ALSTOM type GT 26 équipée d'un système de combustion séquentielle à pré-mélange pauvre et à faibles émissions de NOx.
- ✓ Un cycle eau / vapeur à trois niveaux de pression et resurchauffe avec Chaudière de récupération.
- ✓ Une turbine à vapeur (TV) deux corps à trois niveaux de pression et resurchauffe
Un alternateur refroidi à l'Hydrogène, commun aux deux turbines.

Pour le démarrage, l'alternateur est utilisé comme moteur, la puissance est fournie par le réseau électrique ou bien par le groupe électrogène. [1]

I.1.2 Production d'électricité :

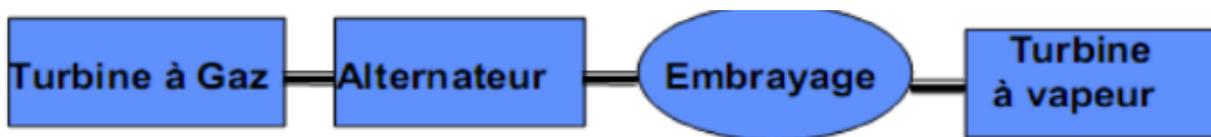
Puissance électrique fournie au réseau par un courant triphasé 50 HZ à et 400 kV de tension nominale côté Haute Tension du transformateur élévateur, à la sous-station de Terga.

Le facteur de puissance est choisi par l'opérateur entre 0.80 et 0.91, celui-ci étant mesuré aux bornes de l'alternateur.

La production de la centrale est réglée en contrôlant la charge de la turbine à gaz en fonction des exigences de production générale de la centrale

I.1.3 Cycle combiné :

Ce cycle comporte 2 turbines qui entraînent le générateur à partir d'un même arbre

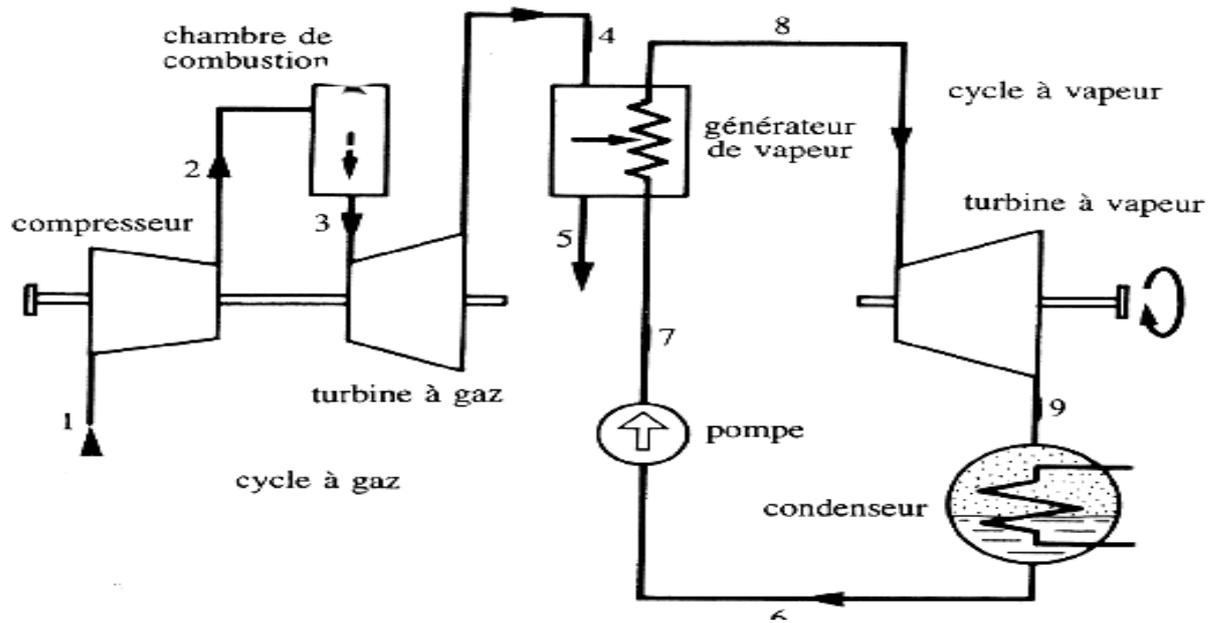


Généralement appelée TGV (turbine a gaz +turbine a vapeur) est une centrale thermique qui associe deux types de turbines tv et tg chacune de ces turbines entraine un générateur qui produit l'électricité les deux sont couplées au même générateur (Single shaft), L'arbre du générateur tourne (3000tr/min).

La turbine à gaz comprime l'air ambiant qui s'enflamme en présence de gaz naturel pressurisé. Dès que le mélange combustible/air se consume, les gaz chauds se détendent à travers une turbine, laquelle est reliée à un alternateur pour la production d'électricité. [3]

L'échappement de la turbine est relié à la chaudière de récupération HRSG pour la fabrication de vapeur. La vapeur est envoyée à un groupe turboalternateur pour accroître la production d'électricité

On notera que la Figure, ci-dessous, représente une centrale à cycle combiné typique



FigI-1 Vue générale des systèmes de cycle combine

I.1.4 Le rendement :

On ne récupère jamais toute l'énergie que l'on fournit à un système du fait des pertes.

Ex : pertes mécaniques (frottement), pertes de chaleur...

Tous les cycles thermodynamiques ont un rendement défini par :

$$\text{rendement: } \eta = \frac{\text{énergie récupérée}}{\text{énergie fournie}}$$

la majorité des pertes d'une turbine à gaz sont des pertes de chaleur à l'échappement.

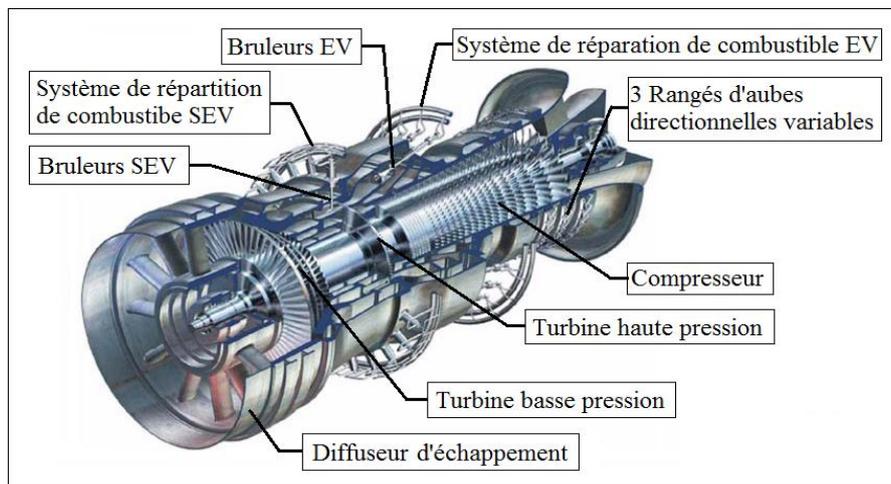
On utilise le cycle combiné pour récupérer l'énergie perdue dans les gaz d'échappement par la turbine à vapeur :

nouveau rendement:

$$\eta = \frac{\text{énergie électrique TG} + \text{TV}}{\text{énergie fournie}} = \text{jusqu'à } 60\%$$

I.1.5 Turbine à gaz GT 26 :

La turbine à gaz GT 26 comporte un compresseur, 2 chambres à combustion, 2 niveaux dépressions. L'air est d'abord filtré dans le système d'admission d'air, régulé grâce aux aubes directrices d'admission puis compressé à travers les 22 étages du compresseur ; le gaz est mélangé à l'air dans la chambre à combustion EV qui comporte des torches d'allumage au propane ; les gaz résultants passent par une 2ème combustion dans la chambre de combustion SEV en réinjectant du gaz appliquant le principe de combustion séquentielle ; enfin les gaz d'échappement sont dirigés vers la chaudière. Pour assurer le refroidissement et l'étanchéité de la TG, de l'air est soutiré du compresseur à différents étages qui sert à refroidir les brûleurs SEV, les premiers étages de la turbine BP et son rotor, l'air HP sert à refroidir la turbine HP et son rotor. Les échangeurs pour refroidir l'air HP et BP sont alimentés par les circuits d'eau alimentaire, cette eau est vaporisée à travers ces échangeurs et est ensuite réinjecter dans les circuits de vapeur. [3]



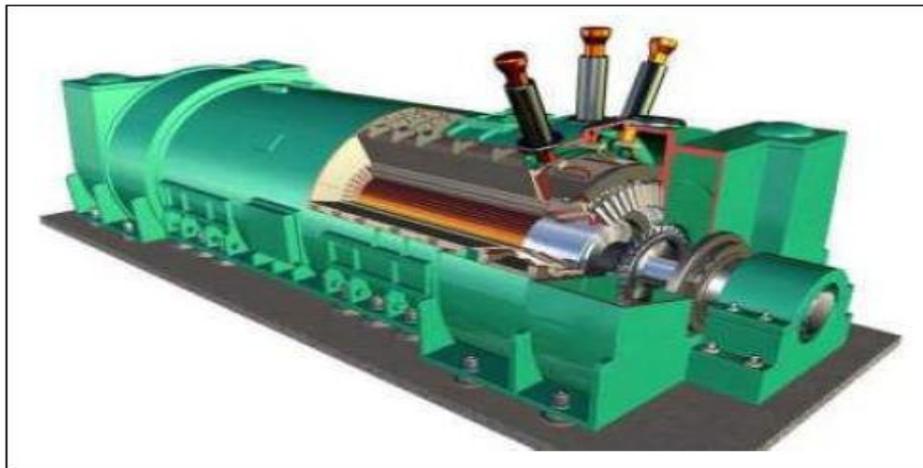
FigI-2. Les composants de la turbine à gaz type ALSTOM GT26

I.1.6 Alternateur :

L'alternateur est une machine triphasée synchrone à une paire de pôles dont le rotor est excité par un courant continu et entraîné à la fois par les 2 turbines (TG et TV). L'accouplement de l'arbre est permanent du côté de la TG, alors que celui de la TV est séparable grâce l'embrayage [4]. Il produit une puissance à 20KV et il est refroidi par l'hydrogène pour assurer le refroidissement total. Le courant produit est ensuite transporté

à un transformateur élévateur (20KV / 400KV) pour réduire les pertes par effet joule lors du transport. Une unité d'excitation est prévue pour assurer l'alimentation du rotor en courant continu. [5]

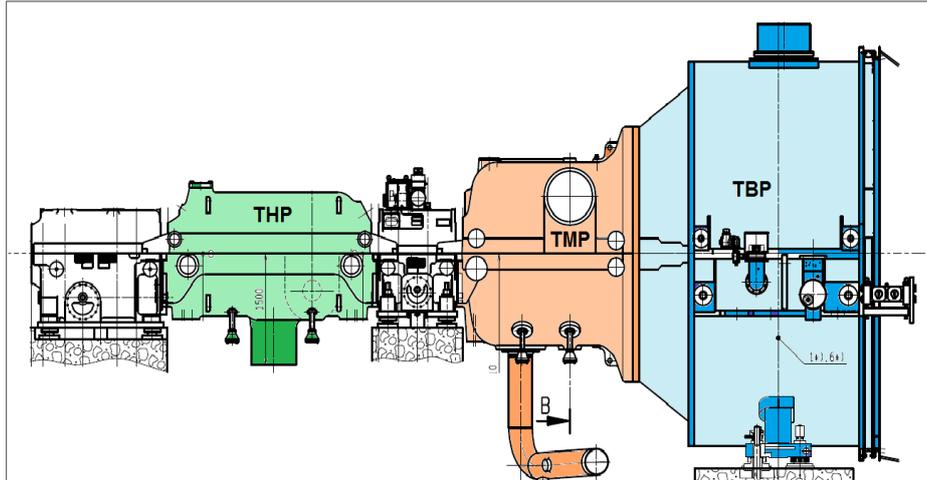
Ce même alternateur est utilisé comme moteur lors du démarrage grâce à un variateur de fréquences.



FigI-3 Machine Synchrone [5]

I.1.7 Turbine à vapeur

La Turbine à vapeur ALSTOM, de type **DKYZZ2-1N41BA**, a deux corps, trois niveaux de pressions. Le premier corps est l'étage HP et le deuxième corps de la turbine se compose des étages MP et BP. A l'entrée de chaque corps se trouve une vanne d'arrêt puis une vanne de régulation pour contrôler le flux de vapeur. [6]



FigI-4. La Turbine à vapeur du type ALSTOM DKYZZ2-1N41BA

a) La vapeur HP entre dans la turbine et entraîne les ailettes, puis est redirigée vers la chaudière et mélangée avec la vapeur MP dans une surchauffeur.

b) La vapeur MP est admise dans un corps plus grand, puis réadmise dans le corps BP.

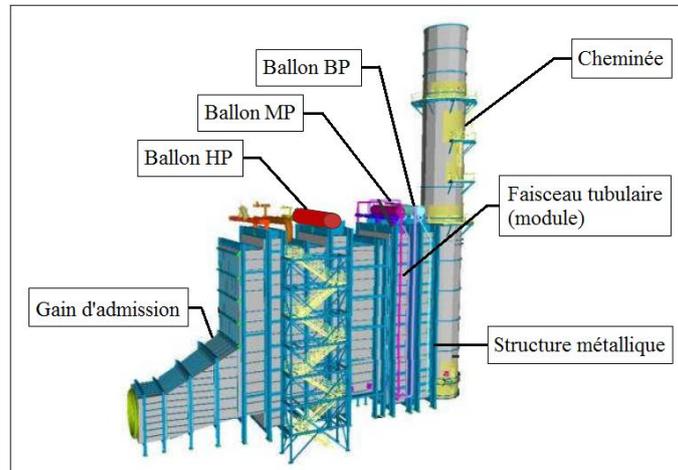
c) La vapeur BP est admise avec la précédente pour faire tourner la turbine. Elle entre ensuite dans le condenseur. Lors du démarrage, la vapeur n'étant pas dans les conditions de fonctionnement de la turbine à vapeur, des by-pass sont prévus pour faire circuler la vapeur dans un circuit fermé jusqu'à atteindre les conditions de fonctionnement requises de la TV.[6]

I.1.8 La chaudière :

La chaudière est un échangeur de chaleur verticale sub-critique qui produit la vapeur, en circulation naturelle, grâce à la chaleur des gaz d'échappement de la TG. L'eau d'alimentation est déminéralisée pour éviter la corrosion, l'oxydation et le tartre dans la tuyauterie. Tout comme la TV, elle comporte 3 niveaux de pressions (BP-MP-HP). Chaque niveau de pressions passe par :

- Un ou plusieurs économiseurs : porte l'eau à l'état de liquide saturé.
- Un évaporateur : vaporise l'eau.
- Un ou plusieurs surchauffeurs : chauffe la vapeur jusqu'à une température importante (vapeur surchauffée) pour faire fonctionner la TV dans des conditions sûres.

Les gaz d'échappement qui entrent dans la chaudière à 500°C-650°C sont libérés dans l'atmosphère à moins de 100°C ayant ainsi échangé leur chaleur avec l'eau [6]



FigI-5. La chaudière de récupération (HRSG)

I.1.9 Le condenseur :

Le condenseur est de design axial refroidi à l'eau de mer filtrée. Il est constitué de 2 entrées et 2 sorties d'eau de mer pour augmenter la surface de contact et favoriser l'échange thermique. L'eau de mer passe par des tubes précédés par des anodes sacrificielles (pour éviter l'encrassement et la corrosion des faisceaux). La vapeur, en sortant du corps BP de la TV subit une condensation au contact avec les faisceaux. Les gaz non-condensables sont extraits grâce à des éjecteurs de mise sous vide. Ces mêmes pompes sont utilisées lors du démarrage pour la mise à vide du condenseur.

L'arbre commun de la TG, l'alternateur et la TV est supporté par 8 paliers refroidis à l'huile. Des pompes de soulèvement compriment l'huile et assurent la lubrification en maintenant une couche fine d'huile entre l'arbre et les paliers. Les frottements sont ainsi quasi-nuls. [4]

I.1.10 Cycle Eau / Vapeur :

C'est le système qui nous permettons de récupérer les vapeurs dégagés par la TV est ce compose des équipements suivant :

- ✓ Système de mise sous vide du Condenseur (Côté Vapeur).
- ✓ Bâche alimentaire / Dégazeur.
- ✓ Système de nettoyage continu du condenseur.

- ✓ Système de refroidissement en circuit fermé.
- ✓ Système de refroidissement principal.
- ✓ Pompes d'extraction des condensats.
- ✓ Pompes de préchauffage eau alimentaire.
- ✓ Systèmes de contournement vapeur TV.
- ✓ Système d'étanchéité de la Turbine à vapeur. [2]

I.2 Système de refroidissement

Ce système comporte :

- ✓ Les tuyaux d'amenée d'eau de mer sans dilution.
- ✓ Un bassin de filtration et de pompage de l'eau de mer et 3 Trois conduites
- ✓ Un bassin de tranquillisation et de pompage.
- ✓ Un système d'électrochlorination.

La chaleur rejetée par le cycle eau vapeur et par le circuit fermé d'eau de Refroidissement est transféré directement à l'eau de mer. L'eau réchauffée par le condenseur et les auxiliaires est retournée à la mer via un canal de rejet. [7]

I.3 Système d'alimentation en eau brute :

L'eau brute est puisée depuis la mer. Elle est stockée dans les réservoirs communs avec l'installation de dessalement. De plus l'eau conservée alimente le réseau d'eau de service d'équipement et le système d'eau potable.

I.3.1 Eau déminéralisée :

L'eau déminéralisée est produite par une centrale de production d'eau déminéralisée (2 x 100 %) dimensionnée pour la purge en continue.

I.3.2 Eau potable

L'eau est extraite après l'unité de MSF et probabilisée. La tuyauterie de distribution interne fournit ensuite l'eau potable aux consommateurs de la centrale électrique.

I.3.3 Système de traitement chimique :

Le système de traitement chimique de l'eau permet le contrôle de la composition chimique de l'eau, la prise d'échantillon ainsi que l'injection de produit chimique pour la régulation de la qualité d'eau.

I.3.4 Système de surveillance des émissions de fumée :

Des échantillons de gaz d'échappement sont extraits au niveau de la cheminée de la chaudière de récupération. Ils sont ensuite conditionnés et analysés dans une armoire de mesure. Les émissions de NO_x, SO₂, CO, CO₂, O₂ et les poussières sont surveillées et enregistrées. L'armoire de mesure est fournie sur un skid et est installée dans un conteneur climatisé

I.4 Système d'alimentation en combustible :

I.4.1 Système d'alimentation en gaz :

Le gaz est amené en limite de site par la tuyauterie de gaz du client, commune aux trois unités de la centrale.

Le gaz combustible est ensuite purifié de toute humidité et poussière dans le poste de traitement. Par la suite en fonction de la pression du gaz, celui-ci est soit détendu dans la station de réduction de pression soit comprimé par les compresseurs de gaz. La pression du gaz combustible est ajustée à la pression requise par le système de combustion de la turbine à gaz.

Un filtre fin et un système de préchauffage de combustible sont installés en amont de chaque turbine à gaz. La turbine à gaz est ensuite alimentée en gaz. [7]

I.4.2 Système d'alimentation en gasoil :

Le poste de dépotage du gasoil permet le remplissage des réservoirs de stockage à partir des camions citernes. Depuis les réservoirs de stockage, les pompes de transfert (2x100 % par unité) assurent l'alimentation de la turbine à gaz. Un circuit secondaire permet également le remplissage du réservoir journalier du groupe électrogène et des chaudières du système de dessalement. [8]

I.4.3 Système des eaux usées

Les eaux usées produites par la centrale électrique sont classées selon leurs Caractéristiques en cinq catégories :

- ✓ Eaux usées propres (eaux de purge provenant du cycle eau vapeur).
- ✓ Eaux huileuses.
- ✓ Effluents chimiques.
- ✓ Eaux usées sanitaires.
- ✓ Eaux usées provenant du lavage compresseur. [7]

I.4.4 Station d'air comprimé :

L'air comprimé requis par la centrale est produit dans une station d'air comprimé centralisée, composée de 2 compresseurs (1 en fonctionnement normal et 1 en de secours), à partir de laquelle l'air est distribué aux différents utilisateurs.

La station d'air comprimé fournit :

- ✓ l'air instrument (filtré, séché, et déshuilé)
- ✓ l'air de service (filtré)

Toutes les zones principales sont alimentées en air de service pour les opérations de maintenance. Le réseau d'air instrument est prioritaire. La station d'air comprimé est fournie en skid. [7]

I.4.5 Equipements de protection contre les incendies :

Les mesures de protection passives contre les incendies, les systèmes anti-incendie (les mesures actives telles que les extincteurs), et les protections contre les explosions sont fournies suivant la législation locale en vigueur et les obligations contractuelles pour fournir une protection adéquate de la centrale. Les éléments principaux de la protection contre les incendies sont la détection incendie et les systèmes d'alarmes (générant des alarmes), le système de détection du gaz (générant des alarmes), les systèmes d'extinction automatiques à gaz (CO₂), le système manuel de lutte anti-incendie (lance à eau) et le système d'approvisionnement en eau pour la lutte anti-incendie indépendant pour l'usine. [8]

I.5 Transformateur :

Transformateur est un composant électrique haute-tension essentiel dans l'exploitation des réseaux électriques. Sa définition selon la commission électrotechnique internationale est la suivante : « Appareil statique à deux enroulements ou plus qui, par induction électromagnétique, transforme un système de tension et courant alternatif en un autre système de tension et courant de valeurs généralement différentes, à la même fréquence, dans le but de transmettre de la puissance électrique ». Sa principale utilité est de réduire les pertes dans les réseaux électriques. Il peut être monophasé ou triphasé et recevoir divers couplages : étoile, triangle et zigzag. [7]

I.5.1 Transformateur principal (11/21/31BAT10) :

Le transformateur principal de l'alternateur est utilisé pour élever la tension générée (20KV) jusqu'au niveau de tension du réseau du client (400KV).

Le transformateur est installé en extérieur à proximité immédiate du transformateur de soutirage. Le transformateur est équipé d'un système de refroidissement à l'huile et à l'air forcé.



FigI-6. Photo réel de Transformateur principal [9]

Voilà les différents types de transformateur dans la centrale :

- Transformateur de sous-titrages auxiliaire de tranche (11/21/31BBT20)
- Transformateur de démarrage TG en marche normal (11/21BBT10)

- Transformateur de démarrage TG par les groupes électrogènes (11/21BBT30)
- Transformateur d'excitation (11/21/31MKC50)
- Transformateur auxiliaire des communs (90BFT10 et 90BFT20)
- Transformateur auxiliaire bâtiments K03 et K15 (90BFT70)
- Transformateur auxiliaire station de pompage (90BFT30 et 90BFT40)
- Transformateur auxiliaire d'éclairage (90BHT10 /90BHT20/90BHT30 /90BHT40)

I.6 Groupes électrogènes:

I.6.1 Description générale de l'équipement :

Le système de secours sera composé d'un ensemble de plusieurs groupes électrogènes diesel de « Black Start ».

Les groupes seront connectés sur un tableau MT « distribution secours et black start » 6,6 kV situé à proximité des groupes.

Ce tableau comporte une liaison avec le tableau des auxiliaires généraux 6,6 kV qui assure la distribution vers les tableaux de tranches 6,6 KV au travers des inter liaisons vers ces tableaux. Ceci permet l'alimentation en énergie du transformateur de démarrage de la TG concernée et des auxiliaires MT et BT devant être en service lors du démarrage de celle-ci. [8]

Le système CC/UPS alimentée par un système de batterie en combinaison avec le groupe électrogène de Secours fournit une source d'alimentation d'urgence sûre, pour un arrêt de la tranche en cas de perte du courant alternatif. Le générateur diesel de secours est démarré automatiquement dans ce cas et alimente les consommateurs indispensables pour un arrêt sécurisé de la tranche. [10]



FigI-7. Groupe Electrogène de secours [8]

I.6.2 Système numérique de contrôle commande de la centrale (SNCC) :

Le SNCC est structuré hiérarchiquement avec un haut degré d'automatisation, Le système de contrôle permet de démarrer et d'arrêter les composants principaux depuis la salle de commande centrale; il fournit l'annonce des alarmes, les boucles de régulation fermées et ouvertes, les inter-verrouillages, et la protection de chaque équipement. Certains équipements indépendants peuvent être fournis avec des unités de contrôle local. L'indication de statut pour la supervision déportée sera disponible dans le module de contrôle pour l'équipement et/ou le système. [10]

I.7 Avant-poste blindé HT 400kv :

Les 3 unités de la centrale de TERGA sont raccordées à l'avant-poste blindé 400 kV au travers des disjoncteurs et des sectionneurs HT permettant d'isoler la centrale. L'avant-poste HT est situé à environ 150 m des transformateurs [10]

I.7.1 Bâtiment électrique B31 :

Systèmes statiques de démarrage et d'excitation :

1. Système statique de démarrage (SSD) :

Le SSD est utilisé uniquement pour démarrer et lancer la turbine gaz qui sera allumée après avoir atteint environ sa vitesse nominale.

Lors du démarrage de la TG, le disjoncteur de l'alternateur est ouvert.

Pour lancer la TG, l'alternateur est utilisé en moteur synchrone et alimenté via le SSD par le transformateur BBT10 lui-même alimenté par le réseau HT à travers le transformateur principal BAT10. [11]

En cas de démarrage par les groupes électrogènes, le SSD sera alimenté par le transformateur BBT30 lui-même alimenté par le tableau de distribution 6,6 kV (90BDA) des groupes électrogènes.

N'ayant pas de SSD, la tranche 3 sera démarrée par le SSD de tranches 1 ou 2.

Pendant la phase de démarrage en moteur synchrone, la tension fournie au stator de l'alternateur est d'abord redressée et ensuite transformée en tension triphasée à fréquence variable par le démarreur statique.

Le système de démarrage de l'excitation fournit le courant continu aux enroulements d'excitation du rotor, produisant ainsi le champ magnétique, qui permet au rotor de l'alternateur de tourner. [11]

2. Système statique d'excitation (CUA) :

La régulation d'excitation est assurée par 2 voies redondantes.

Les 2 voies du régulateur, les limiteurs et les contrôleurs sont situés dans le même module que le système statique d'excitation.

En mode automatique, les points de consigne pour les réglages de la tension et de la puissance réactive fournie ou absorbée de l'alternateur sont ajustables localement et depuis la salle de commande principale via le DCS. Le courant d'excitation est réglable manuellement.

Le mode de contrôle automatique est le mode de fonctionnement normal pour la régulation de tension et de puissance réactive de l'alternateur. Le régulateur automatique de tension change l'angle d'amorçage des thyristors du convertisseur pour contrôler le courant d'excitation alternateur sans aucune interruption. [12]

Pendant que l'une des deux voies régule l'excitation alternateur, l'autre voie est en mode lecture et traite ses données d'entrée mais les sorties sont bloquées.

De ce fait, si la voie active se met en défaut ou est mise en maintenance, la voie en mode lecture prend automatiquement le relais et cela sans aucune interruption de régulation.

Le système d'excitation est alimenté en fonctionnement normal par le transformateur MKC50 pris sur le jeu de barres sortie alternateur [12]

I.8 Système de synchronisation (CBP10) :

Deux synchro-coupleurs redondants assurent la synchronisation automatique de l'alternateur sur le réseau.

En procédure normale, les deux synchro-coupleurs travaillent conjointement et comparent leur état.

L'ordre de fermeture sur le GCB est envoyé uniquement si les deux synchro-coupleurs le décident conjointement.

En cas de discordance entre les deux synchro-coupleurs, la séquence de synchronisation est interrompue. Après localisation du défaut, il est possible de relancer la synchronisation avec le synchro-coupleur opérationnel. Ce choix se fait volontairement par l'exploitant et uniquement en local. [13]

I.8.1 Synchronisation avec le disjoncteur d'alternateur :

Pour la synchronisation, les tensions amont et aval au disjoncteur d'alternateur sont envoyées sur les deux synchro-coupleurs installés dans l'armoire de synchronisation.

Lors de la séquence de synchronisation, des ordres +V / -V sont envoyés au régulateur de vitesse de la turbine à gaz, et des ordres +U / -U au régulateur de tension.

Lorsque $U_{\text{générateur}} = U_{\text{réseau}}$, $F_{\text{générateur}} = F_{\text{réseau}}$ et les deux tensions en phase, l'ordre de fermeture est envoyé au GCB, couplant ainsi l'alternateur sur le réseau. [13]

I.8.2 Synchronisation avec le disjoncteur HT :

La synchronisation côté HT est effectuée, quand l'unité est en mode îlotage, c'est à dire en mode de contrôle vitesse.

Les tensions sont mesurées en amont et aval du disjoncteur HT. La séquence de synchronisation se réalise de façon identique à celle du disjoncteur d'alternateur. [13]

I.8.3 Sécurité

Dans cette partie, les critères de protection entre les différents systèmes (TG, TV, chaudière de récupération, Cycle eau/vapeur, BOP et Lot électrique) et les principaux composants sont décrits.

Chaque composant possède également ses propre équipements et logiques de sécurité. Les signaux internes de déclenchement et les procédures de sécurité. [7]

I.8.4 Inter -verrouillages :

S'assurer que toutes les connections de mise à la terre d'un tronçon/équipement ont bien été déconnectées avant sa mise sous tension.

Un disjoncteur d'alimentation jeu de barres peut être fermé, si et seulement si ce jeu de barres est hors tension et non connecté à la terre. Un jeu de barres ne peut être alimenté par différentes alimentations distinctes simultanément, aux exceptions suivantes :

- Lors du test en charge d'un groupe électrogène de secours qui sera alors synchronisé sur le réseau.
- Lors de la commutation du mode « black start » en mode « îlotage » via une séquence de synchronisation.
- Un sectionneur d'isolement peut être ouvert ou fermé uniquement si le disjoncteur associé et le sectionneur de terre respectif sont ouverts.
- Un sectionneur de mise à la terre peut être fermé uniquement si tous les sectionneurs d'isolement et/ou disjoncteurs l'encadrant sont verrouillés ouvert.

- Quand un sectionneur de mise à la terre est fermé, tous les disjoncteurs et sectionneurs d'isolement qui pourraient le mettre sous tension sont verrouillés en position ouverte.
- Le disjoncteur d'isolement et son sectionneur de mise à la terre qui se trouve dans le même compartiment sont verrouillés entre eux mécaniquement.

Pour des raisons de sécurité les disjoncteurs, sectionneurs d'isolement et sectionneurs de mise à la terre pilotés par des moteurs ou contrôlés à distance ne devront pas être actionnés manuellement en local car ce type de manœuvre peut supprimer des verrouillages électriques qui seraient établis au niveau du système de contrôle. [1]

Conclusion :

La central électrique de TERGA fait partie du programme d'urgence ALGERIEN destiné à accroître la capacité de production d'électricité du pays ,ce projet a des conséquences positives sur le développement économique de la région .

Alors, Dans ce chapitre nous avons développé le principe de fonctionnement d'une centrale à cycle combiné et leurs avantages, ainsi l'ensemble des équipements auxiliaires.

Chapitre II

Les postes électriques

II.1 Introduction:

Un poste électrique est la "partie d'un réseau électrique, située en un même lieu, comprenant principalement les extrémités des lignes de transport ou de distribution, de l'appareillage électrique, des bâtiments, et éventuellement, des transformateurs".

Alors les postes électriques sont des éléments principaux du réseau électrique. Ils reçoivent l'énergie électrique, la transforment (en passant d'un niveau de tension à une autre) et la répartissent (en assurant la jonction des différents réseaux électriques). On y trouve un certain nombre d'appareils électriques (transformateurs, disjoncteurs, sectionneurs...) qui participent au bon fonctionnement du réseau. [14]

Dans ce chapitre nous allons étudier les types et les différents éléments d'un poste électrique de deux technologies GIS et AIS.

II. 2 L'objectif des postes[16]

Les postes électriques ont 3 fonctions principales :

- le raccordement des plusieurs réseaux d'électricité.
- l'interconnexion entre les différentes lignes électriques.
- la transformation de l'énergie en différents niveaux de tension.

On remarque : Pour la transmission de l'énergie électrique. Il est économiquement intéressant d'augmenter la tension, car cela limite les déperditions d'énergie par effet joule. En effet, à puissance délivrée constante, plus la tension est élevée et plus l'intensité passant dans les câbles est faible, donc moins d'échauffement, ce qui permet entre autres de réduire la section des câbles, d'où une économie considérable.

II.3. Types des postes électrique :

Il existe trois grandes catégories de postes électriques :[15]

II.3.1 Les postes de transformation :(poste source)

Les postes de transformation permettent de passer d'un niveau de tension d'entrée donné à un niveau de tension de sortie qui peut être supérieur (on parle alors de transformateurs éleveurs) ou inférieur (abaisseur).

II.3.2 Les postes d'interconnexion :

Qui comprennent à cet effet un ou plusieurs points communs triphasés appelés jeu de barres, sur lesquels différents départs (lignes, transformateurs, etc.) de même tension peuvent être aiguillés.

II.3.3 Les postes mixtes :

Les postes mixtes, les plus fréquents, qui assurent une fonction dans le réseau d'interconnexion et qui comportent en outre un ou plusieurs étages de transformation.

II.3.4 Les postes de distribution :

Le but est d'abaisser le niveau de tension pour distribuer l'énergie électrique aux clients résidentiels ou industriels.

Il existe deux modes d'emplacement du poste de distribution selon la puissance du transformateur:

- **Poste sur support**



Fig II-1 Poste de distribution sur support

- **Poste cabiné (maçonné)**



Fig II -2 Poste de distribution cabiné

II. 4 Les différents éléments du poste [26]

A : coté primaire B : coté secondaire 1. ligne électrique 2.cable de garde 3.ligne électrique
4.transformateur de tension 5.sectionneur 6.disjoncteur 7. Transformateur (de puissance)
10.Batiment secondaire 11.colecteur 12.Ligne électrique secondaire.

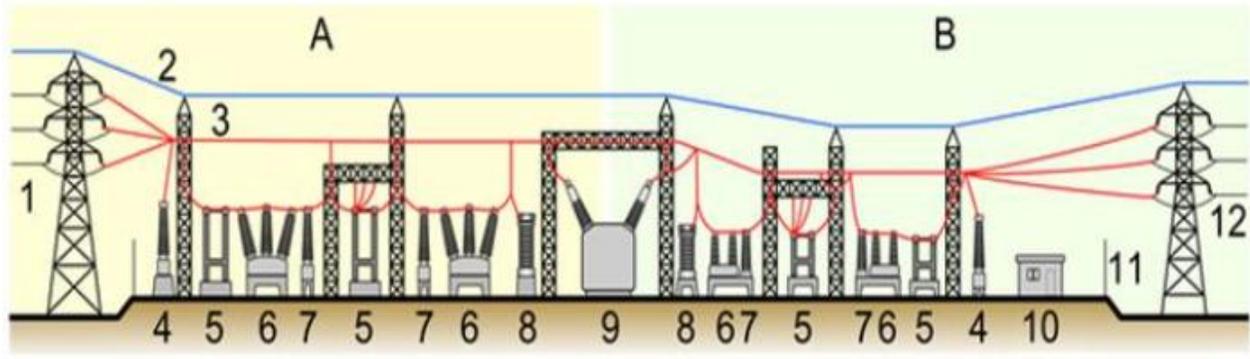


Fig II -3 Les différents éléments dans un poste électrique

On distingue parfois les éléments d'un poste en "éléments primaires" (les équipements haute tension) et "éléments secondaires" (équipements basse tension)

Parmi les équipements primaires, on peut citer :

- Transformateur électrique.
- Autotransformateur électrique.
- Disjoncteur à haute tension.
- Sectionneur.
- Sectionneur de mise à la terre.
- Parafoudre.
- Transformateur de courant.
- Transformateur de tension.
- Combiné de mesure (courant + tension)
- jeu de barres.
- Batterie de condensateurs.
- Réactance shunt.

Parmi les éléments secondaires on peut citer :

- relais de protection.
- Équipements de surveillance.
- Équipements de contrôle.
- Système de télé conduite.
- Comptage d'énergie.
- Alimentations auxiliaires.
- Équipements de télécommunication.
- consigneur d'état.

II.4.1 Disjoncteurs

Le disjoncteur est un appareil qui peut interrompre des courants importants, qu'il s'agit du courant normal ou des courants de défauts. Il peut donc être utilisé comme un gros interrupteur, commandé sur place par un bouton poussoir ou télécommandé. De plus, le disjoncteur ouvre un circuit automatiquement dès que le courant qui le traverse dépasse une valeur prédéterminé. Quand il sert à interrompre les forts courant de court – circuit, il joue le même rôle qu'un fusible, mais il a un fonctionnement plus sûr pas besoin de le remplacer après chaque interruption. (Figure4, 5) [17]

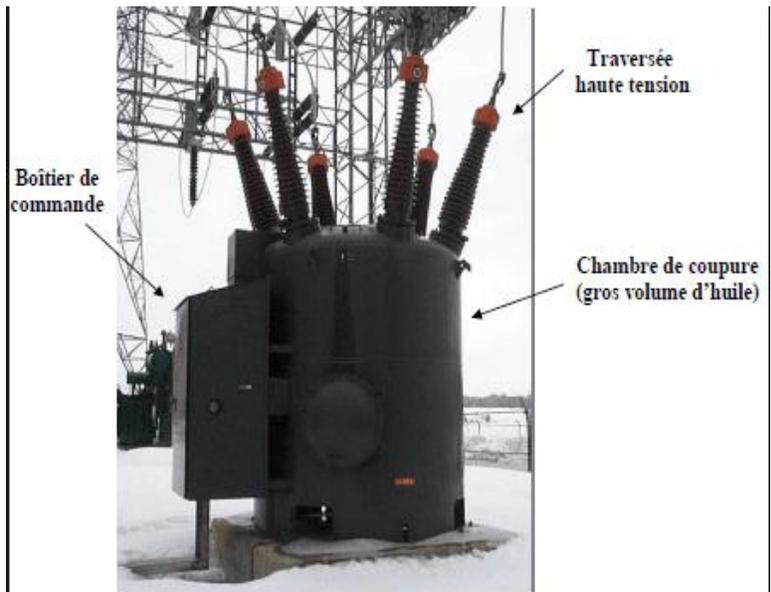


Fig II-5 disjoncteurs isolé au SF6/ HT

Fig II-6 Disjoncteurs à bain d'huile

Les disjoncteurs les plus répandus sont :

1-Les disjoncteurs à l'huile :se composent essentiellement d'une cuve contenant de l'huile isolante[28]

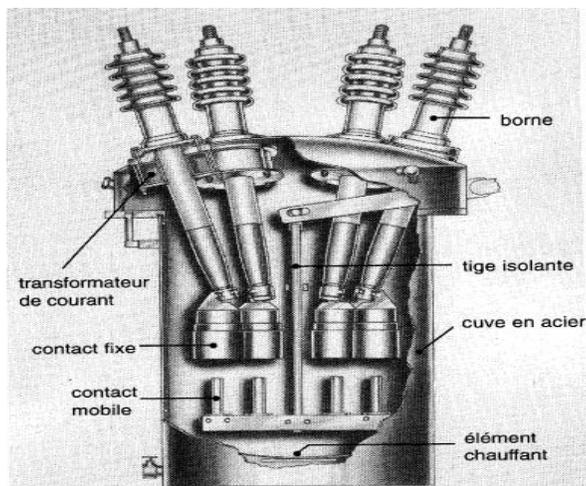


Fig II-7 vue en coupe d'un disjoncteur à l'huile

2-Les disjoncteurs à air comprimé : provoquent l'extinction de l'arc en soufflant de l'air à vitesse supersonique entre les contacts qui se séparent [27]

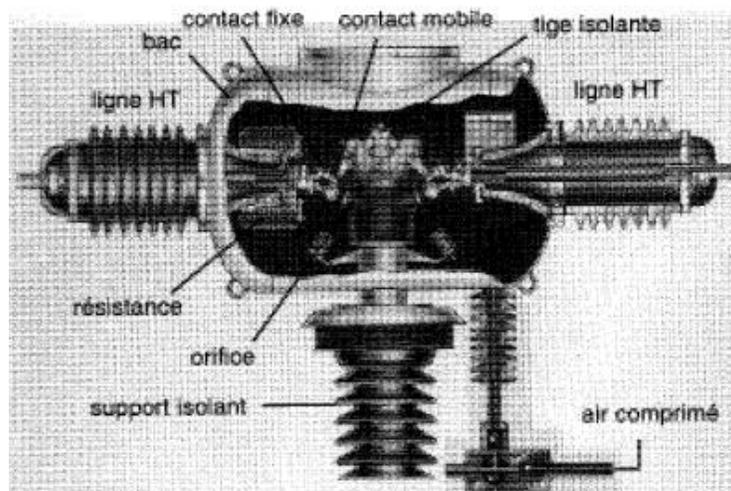


Figure II.8 vue en coupe d'un module de disjoncteur à air comprimé

3-Les disjoncteurs au gaz SF₆ : sont utilisé l'orsqu'il faut réduire les dimensions du disjoncteur comme, parexemple, dans les postes intérieurs des centres-villes ces disjoncteurs blindé (fig8)

permettent une grande économie d'espace tout en étant plus silencieux que les disjoncteurs à air comprimé [18]



Fig II-9 disjoncteur blindé au gaz SF6 [18]

Dans les disjoncteurs à gaz, le courant est coupé lorsqu'un soufflage suffisant est exercé sur l'arc électrique pour le refroidir et l'interrompre. [17]

4-Les disjoncteurs à vide : fonctionnent sur un principe différent de celui des autres disjoncteurs car l'absence d'un gaz évite le problème d'ionisation lors de l'ouverture des contacts, ces disjoncteurs sont scellés hermétiquement de sorte qu'ils ne occasionnent aucun problème de contamination ni de bruit, leur tension de rupture est limitée à une valeur de 30kv environ, pour des tensions plus élevées on monte plusieurs modules en série [28]

II.4.2. Transformateurs de puissances :

Un transformateur de puissance est un appareil électrique essentiel dans l'exploitation des réseaux électriques. Sa définition selon la commission électrotechnique internationale est la suivante :

« Appareil statique à deux enroulements ou plus qui par induction électromagnétique, transforme un système de tension et courant alternatif en un autre système de tension et courant de valeurs généralement différentes, à la même fréquence, dans le but de transmettre de la puissance électrique» (figure 10). Il peut être monophasé ou triphasé. [19]



Fig II-10 TP d'un poste électrique HT

II.4.3. Interrupteurs à cornes :

Les interrupteurs à cornes sont des appareils qui peuvent couper les faibles courants des lignes de transport, mais qui ne peuvent pas interrompre les courants de charge normaux.

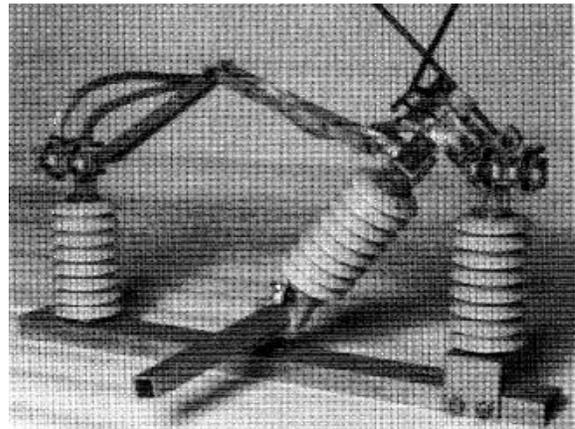
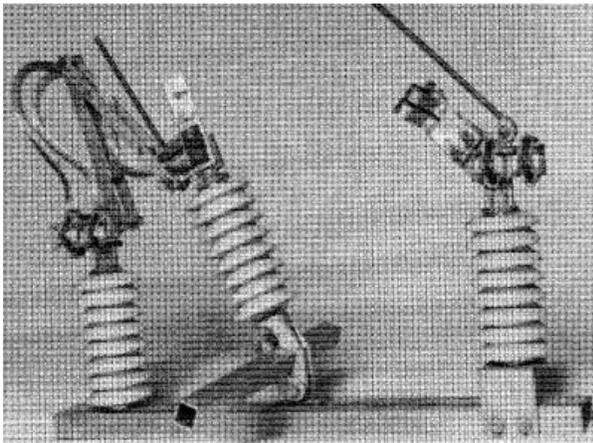


Fig II-11 un pôle d'un interrupteur à corne triphasé (a) dans la position ouverte (b) position fermée [17]

II.4.4. Sectionneurs :

Les sectionneurs sont des appareils destinés à ouvrir ou fermer un circuit électrique à vide, ne possèdent aucun pouvoir de coupure, ils ne permettent d'ouvrir un circuit qu'en l'absence de tout courant, contrairement aux interrupteurs à cornes (Figure 12). La fonction principale d'un sectionneur haute tension est de pouvoir séparer un élément d'un réseau électrique (ligne à haute

tension, transformateur, portion de poste électrique, ...) afin de permettre à un opérateur d'effectuer une opération de maintenance sur cet élément sans risque de choc électrique.[20]



Fig II-12 sectionneur HT

II.4.5. Sectionneur de mise à la terre

Les sectionneurs de mise à la terre sont des interrupteurs de sécurité qui isolent un circuit et qui grâce à leur mise à la terre empêchent l'apparition de toute tension sur une ligne pendant les réparations (figure 13) [20]



Fig II-13 sectionneur mise à la terre

II.4.6. Parafoudres

Les parafoudres sont des appareils destinés à limiter la surtension imposée aux transformateurs, instruments et machines électriques par la foudre et par les manœuvres de commutation. La partie supérieure du parafoudre est reliée à un des conducteurs de la ligne à protéger et la partie inférieure est connectée au sol par une mise à la terre de faible résistance (Figure 14)



Fig II-14 parafoudre HT

II.4.7. Transformateur de courant :

Selon la définition de la Commission électrotechnique internationale, un transformateur de courant (figure 15) 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 voisin de zéro pour un sens approprié des connexions ». La caractéristique la plus importante d'un transformateur de courant est donc son rapport de transformation, exprimé par exemple sous la forme 400A /1A. L'équipement de mesure connecté à son secondaire est en général un ampèremètre, mais on peut également brancher un wattmètre ou des relais de protection. Tous sont conçus pour mesurer des courants de quelques ampères. [20]

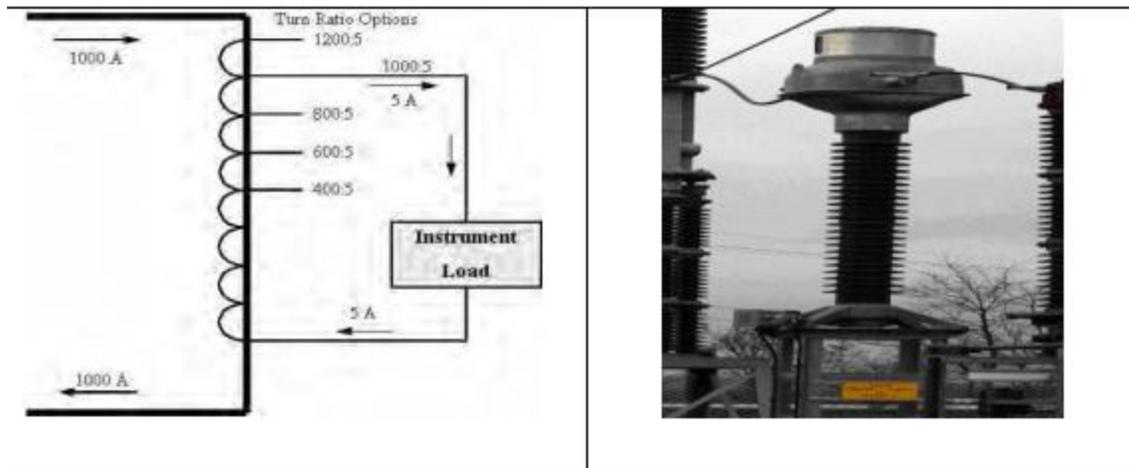


Fig II-15 transformateur de courant HT

II. 4.8. Transformateur de tension

Selon la définition donnée par la Commission électrotechnique internationale, un transformateur de tension (figure 16) est un « transformateur de mesure dans lequel la tension secondaire est, dans les conditions normales d'emploi, pratiquement proportionnelle à la tension primaire et déphasée par rapport à celle-ci d'un angle voisin de zéro, pour un sens approprié des connexions ».

Ils ont de types, selon leur raccordement :

- Phase/phase : primaire raccordé entre deux phases.
- Phase/terre : primaire raccordé entre une phase et la terre.



Fig II-16
de tension

transformateur

II.4.9. Jeux de barres :

Un jeu de barres est un ouvrage électrique triphasé dominant sur la longueur du poste. Il permet dérelier entre eux les départs de même tension qui y aboutit. Un poste électrique peut être doté de un, deux, voire trois jeux de barres pour une tension donnée.

Les jeux de barres sont typiquement soit des barres plates, soit des tubes. (Figure 17).



Fig II-17 Jeux de barres de poste 400 KV

II.4.10. Les fusibles :

Il est utilisé soit directement comme un dispositif de coupure soit indirectement connecté au circuit secondaire d'un transformateur de courant, avec un contact de fusion donnant un ordre de déclenchement au disjoncteur. L'inconvénient majeur de ces dispositifs réside dans le fait qu'ils sont endommagés par les défauts et qu'ils ont une faible sensibilité.

- L'exploitation doit disposer d'un grand nombre de fusibles de recharge pour les différents calibres. La grande variété de réseaux électrique impose des modèles de fusibles de différentes natures selon l'application.

II.4.11. Circuit bouchon haute tension :

Les circuits bouchons sont utilisés dans les réseaux de transport et de distribution. Les circuits bouchons sont des composants clés des systèmes de courant porteurs en ligne (CPL), utilisés pour les signaux de télécommande, les communications vocales, la télémétrie et la télé conduite entre les postes d'un réseau électrique. (Figure 18)[20]



Fig II-18 circuit bouchon

II.5 . Les technologies d'un poste électrique :

Il existe deux technologies principales pour les postes électriques haute tension :

La technologie isolée dans l'air, dite aussi conventionnelle. Dans ce cas, les conducteurs électriques haute tension sont séparés par une distance d'air qui en assure l'isolation. Ces postes peuvent être réalisés en extérieur, ou bien en bâtiment. Cette variante permet de réduire les dimensions du poste, les équipements haute-tension, notamment les isolateurs, étant à l'abri des intempéries et de la pollution.



Fig II-19 poste électrique isolée par l'air AIS

La technologie à isolation gazeuse, dite aussi blindée. Dans ce cas, les conducteurs électriques sont encapsulés dans une enveloppe métallique remplie d'un gaz, l'hexafluorure de soufre (SF₆), dont les propriétés diélectriques très supérieures à celles de l'air permettent de réduire les distances d'isolation.



Fig II-20

poste électrique isolation gazeuse SF₆

Ces postes se distinguent particulièrement par : leur rentabilité, une sécurité d'exploitation élevée, un blindage sécurisé, une grande étanchéité au gaz, des coûts d'exploitation réduits, une absence de maintenance, une bonne accessibilité, une longue longévité.

II.6 La comparaison entre ais et gis :

La technologie dite blindée possède des avantages techniques par rapport à la technologie dite conventionnelle : compacité, fiabilité, maintenance réduite. Cependant son coût de fabrication représente un investissement supérieur à celui de la technologie conventionnelle. Une analyse du coût du cycle de vie, en intégrant les aspects de coût du terrain, investissement, fiabilité, maintenance (détection de fuite) et finalement recyclage du gaz SF₆ et démantèlement peut montrer qu'elle est finalement globalement moins chère. Mais les conclusions de ce genre d'analyse sont fortement dépendantes du coût du terrain à l'endroit où le poste est implanté

Un GIS occupe beaucoup moins d'espace qu'une station conventionnelle, environ 10 %. Il ne présente pas de risque de fuite d'huile ou d'explosion due à son inflammation. Leur fiabilité est très élevée, en particulier parce que les matériels sont protégés contre les agressions de l'environnement : insensibilité aux aléas climatiques donc peu de vieillissement, pas de risque de défaut électrique dû à l'avifaune, ... Ils sont simples à maintenir, en particulier parce qu'en dehors des traversées il n'y a pas de pièces isolantes à nettoyer; l'essentiel du travail de maintenance consiste en une vérification du bon fonctionnement. De plus la pollution n'a pas d'influence sur leurs propriétés Ils sont également moins sensibles aux séismes

Pour ces raisons les GIS sont utilisés principalement dans les espaces urbains ou industriels où la place est rare et dans toutes les zones où les problèmes de pollution sont importants (zones à haute activité industrielle, zone désertiques et soumis aux vents de sables, régions côtières soumises aux embruns). Leur compacité, et la facilité d'installation en bâtiment permettent également aux GIS de se fondre plus facilement dans leur environnement et ainsi de ne pas dégrader l'esthétique d'un lieu. De même dans les zones côtières ou en montagne les problèmes causés respectivement par le sel et la neige sont contournés.

L'installation d'un poste blindé est considérablement plus simple que celle d'un poste traditionnel, le travail de BTP est beaucoup plus limité et les pièces peuvent déjà être préassemblées en usine. Les GIS sont également silencieux.

Sur les matériels modernes, l'enveloppe métallique des GIS forme une cage de Faraday qui rend l'installation insensible aux interférences électromagnétiques extérieures et inversement rend ses propres émissions nulles.

- a- **Aspects économique** : À cause de leur plus haut niveau de technologie et de leurs coûts de développement plus élevés, les GIS sont en général plus chers que les postes conventionnels. Toutefois cet écart de coût a tendance à baisser au fil des ans, de plus les coûts de maintenance étant moins élevés pour les GIS le coût initial est partiellement amorti. Enfin la place moindre occupée.
- b- **Propriétés électriques** : Le SF₆ est un excellent milieu diélectrique. En effet, dans des conditions comparables, la rigidité diélectrique du SF₆ est plus du double de celle de l'air (voir figure 13). Cette propriété est essentiellement due au caractère électronégatif de la

molécule de SF₆ qui capte les électrons libres et prévient le phénomène d'avalanche à l'origine de l'amorçage

Le SF₆ est également un excellent fluide de coupure, pour les trois principales raisons suivantes :

- la haute énergie de dissociation du SF₆ entraîne le refroidissement efficace de l'arc.
- les ions fluor issus de la dissociation sont très électronégatifs et captent rapidement les électrons libres.
- la recombinaison très rapide des molécules de SF₆ dissociées autorise des rétablissements de tension très sévères.[21]

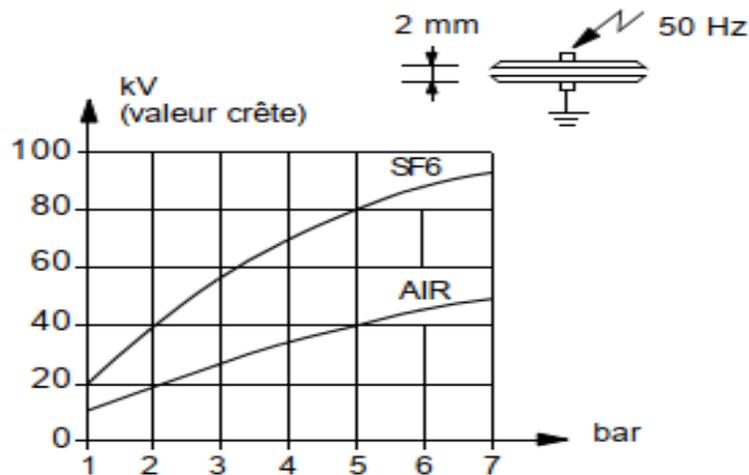


Fig II-21 la rigidité diélectrique du SF₆ [23]

II.6.1 Comparaison des systèmes GIS et AIS pour réseaux de distribution urbains :

La combinaison de disjoncteurs HT isolés au gaz (GIS) et de câbles HT présente d'importants avantages par rapport aux systèmes formés de disjoncteurs isolés à l'air (AIS) et de lignes aériennes. En raison de leur compacité et de leur flexibilité, les postes GIS peuvent être installés à proximité des centres de consommation d'énergie, ce qui permet une configuration beaucoup plus efficace, tant pour le système HT que pour le réseau de distribution MT. Les économies en investissements et en frais d'exploitation compensent largement les frais plus élevés des GIS et des câbles. Les avantages s'étendent à une fiabilité accrue et à la possibilité d'implanter un poste GIS complet dans un bâtiment existant, par ex. lorsqu'un terrain adéquat n'est pas disponible. [22]

II.6.2 Comparaison des coûts GIS/AIS :

(Valeurs actuelles sur une période de 10 ans)

CV_{rel} : Valeur actuelle relative

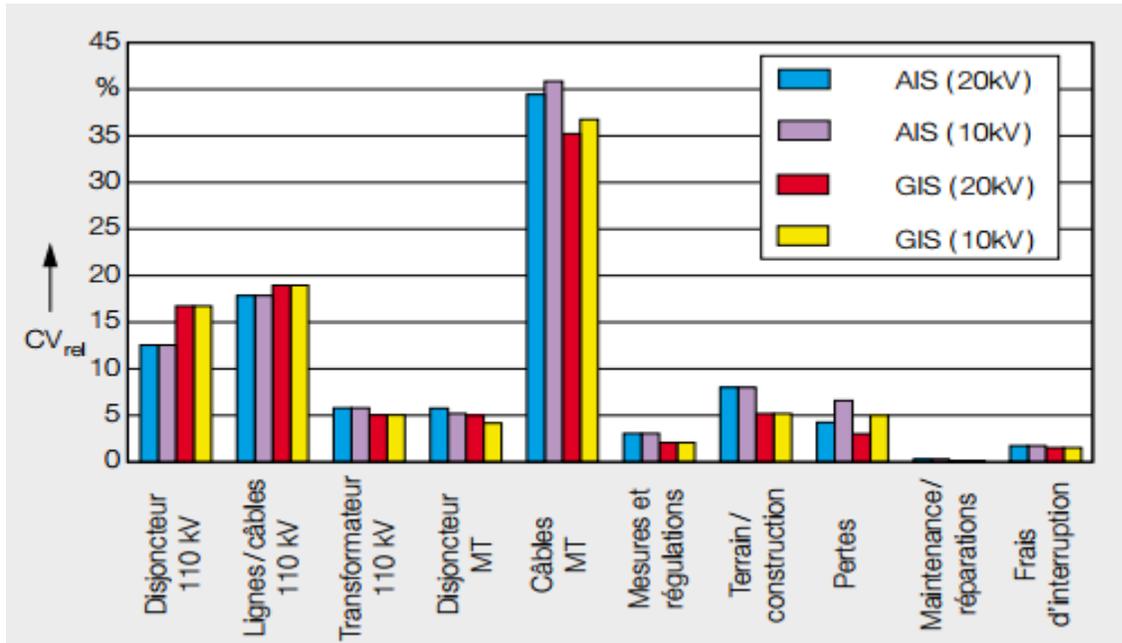


Fig II-22 comparaison des coûts GIS/ AIS

Les premiers frais à considérer dans la comparaison sont ceux des installations de disjoncteurs. Ceux-ci sont considérablement plus élevés pour le GIS que pour la solution AIS.

Les coûts des liaisons 110 kV, on obtient des conditions analogues. Bien que dans la variante GIS, les câbles sont beaucoup plus courts que les lignes aériennes du système AIS, les frais de capitaux et de construction du système GIS sont plus élevés.

Les frais de maintenance n'ont pas d'influence sur la classification des variantes. La variante GIS provoque des frais plus bas à cause du plus petit nombre d'inspections par travée (pour le GIS une fois tous les 8 ans, AIS une fois tous les 5 ans), avec moins de travées pour le GIS

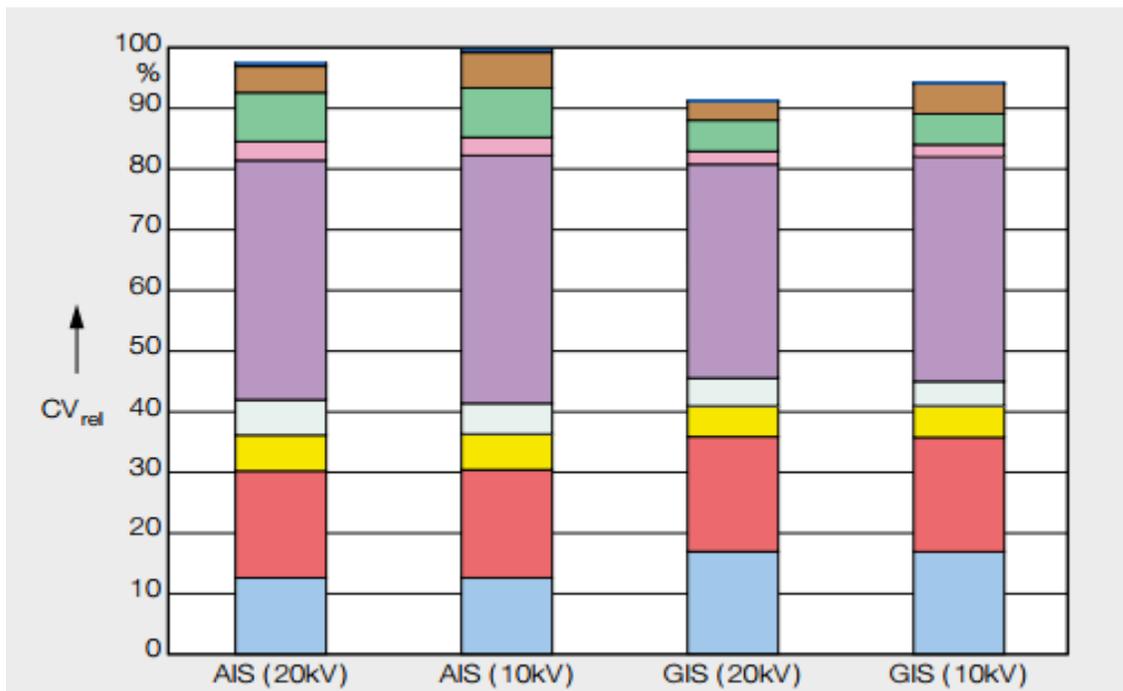
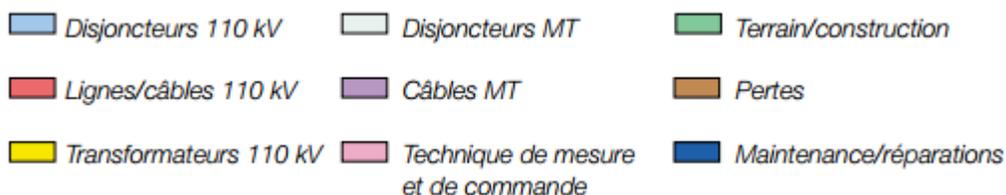


Fig II-23 *Comparaison des coûts de cycle de vie des variantes GIS et AIS (valeurs actuelles sur une période de 10 ans)*



Des différences significatives existent également entre les alimentations MT de 10 et 20 kV. Grosso modo, un réseau de 20 kV peut transporter le double d'énergie d'un réseau de 10 kV pour une section de câbles identique. Cela soit diminue les investissements en équipements primaires (par le plus petit nombre de câbles MT), soit provoque des pertes moindres pour une même section de câble.

Les coûts des câbles MT sont extrêmement élevés dans les deux variantes (environ 40 % des coûts de cycle de vie et des valeurs actuelles).

La comparaison directe des variantes 10 et 20 kV pour des technologies HT analogues montre les avantages de la solution 20 kV. Ce résultat est plausible et correspond aux expériences faites en planification effective.

CONCLUSION :

Dans ce chapitre nous a permis d'identifier les fonctions principales et secondaires d'un poste source ainsi que le fonctionnement de quelques équipements s'y trouvant, ces derniers sont conçus et installés en général pour de longue durée et assurer une continuité de service

Aussi, nous avons cité les deux technologies GIS et AIS et on a fait la comparaison entre eux

Les postes électriques utilisant une technologie à isolation dans l'air sont fortement déconseillés en zone urbaine et pour des raisons de sécurité. On préférera des postes à isolation gazeuse installés en bâtiments solution idéale en zone urbaine (4 à 6 fois moins que pour un isolement en technologie en espace libre).

En résumé, le système GIS constitue une solution efficace en coûts, flexible et fiable pour des systèmes d'alimentation pour des régions à haute densité énergétique.

Chapitre III

Le poste blindé de SKT 400KV

III.1.Introduction :

Un poste électrique sous enveloppe métallique (gaz insulated substation 'GIS' dénommé aussi poste blindé) est un poste électrique dont l'isolation est réalisée par un gaz isolant typiquement de l'hexafluorure de soufre (SF6), et dont l'enveloppe métallique externe est mise à la terre. Dont le but est de raccorder la centrale à cycle combiné de TERGA au réseau aérien 400KV algérien.

Dans ce chapitre on va donner une description générale du poste blindé 400KV et de l'appareillage de ce poste et des relais de protection.

III .2 Description générale :

III.2.1 Poste Sous Enveloppe Métallique (PSEM) type T155-2 : [23]

Le poste comprend :

- 3 travées départ câble :
 - Arrivée groupe 1 (AR GR 1)
 - Arrivée groupe 2 (AR GR 2)
 - Arrivée groupe 3 (AR GR 3)
- 3 travées départ traversée aérienne :
 - Ligne 1 : Sidi Ali Boussidi 1 (SLB1)
 - Ligne 2 : Sidi Ali Boussidi 2 (SLB2)
 - Ligne 3 : Hassi Ameer (HAA)
- 1 travée mesures :
 - Mesures
- 1 travée couplage :
 - Couplage

Ce poste blindé 400KV, dont les enveloppes sont constituées d'alliage d'aluminium et sont remplies de gaz SF6, est divisé en compartiments étanches. Le contrôle de l'étanchéité est assuré par des détecteurs de fuite.

Pression de gaz :

| | |
|------------------------|---------------|
| Pour isolement | 3.5 b relatif |
| Pour fluide extincteur | 7.5 b relatif |

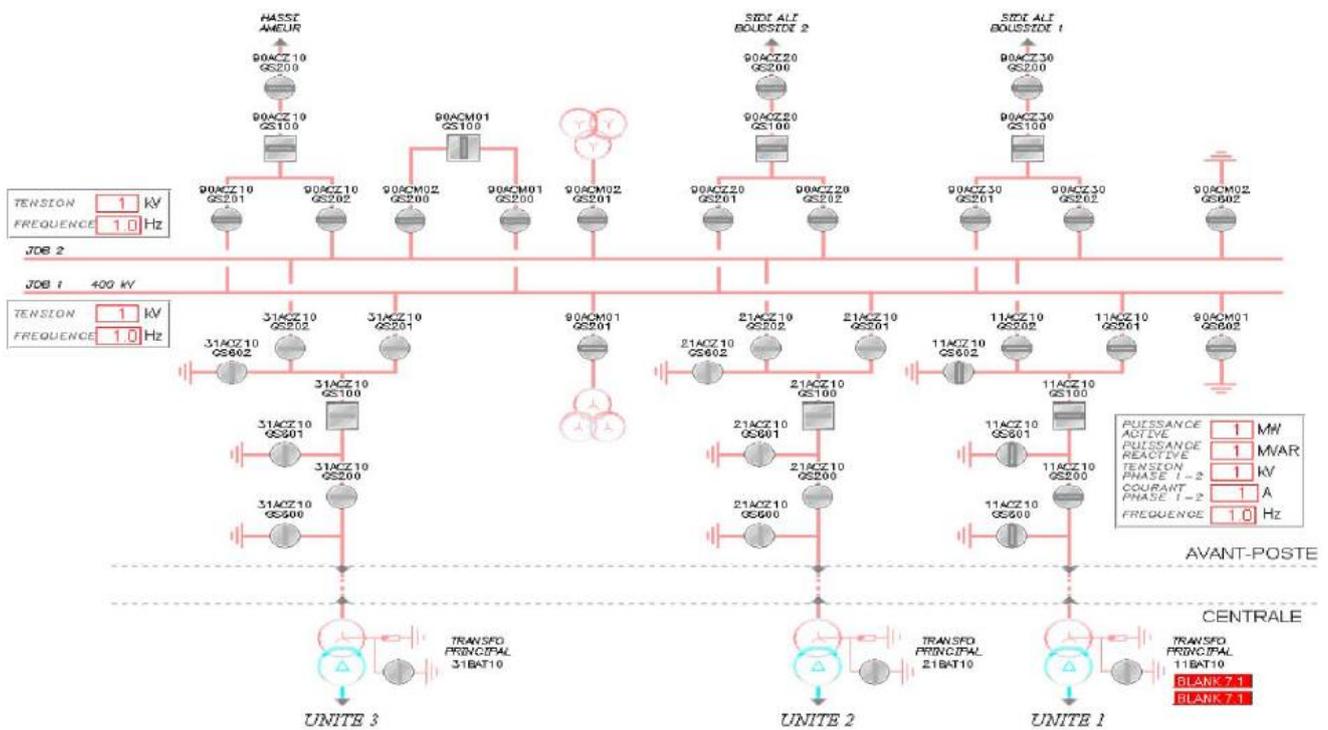


fig III-1 schéma unifilaire d'alimentation du poste blindé.

L'une des caractéristiques fondamentales de nos postes blindés isolés au gaz est leur flexibilité très élevée obtenue grâce à l'utilisation de la technologie modulaire.

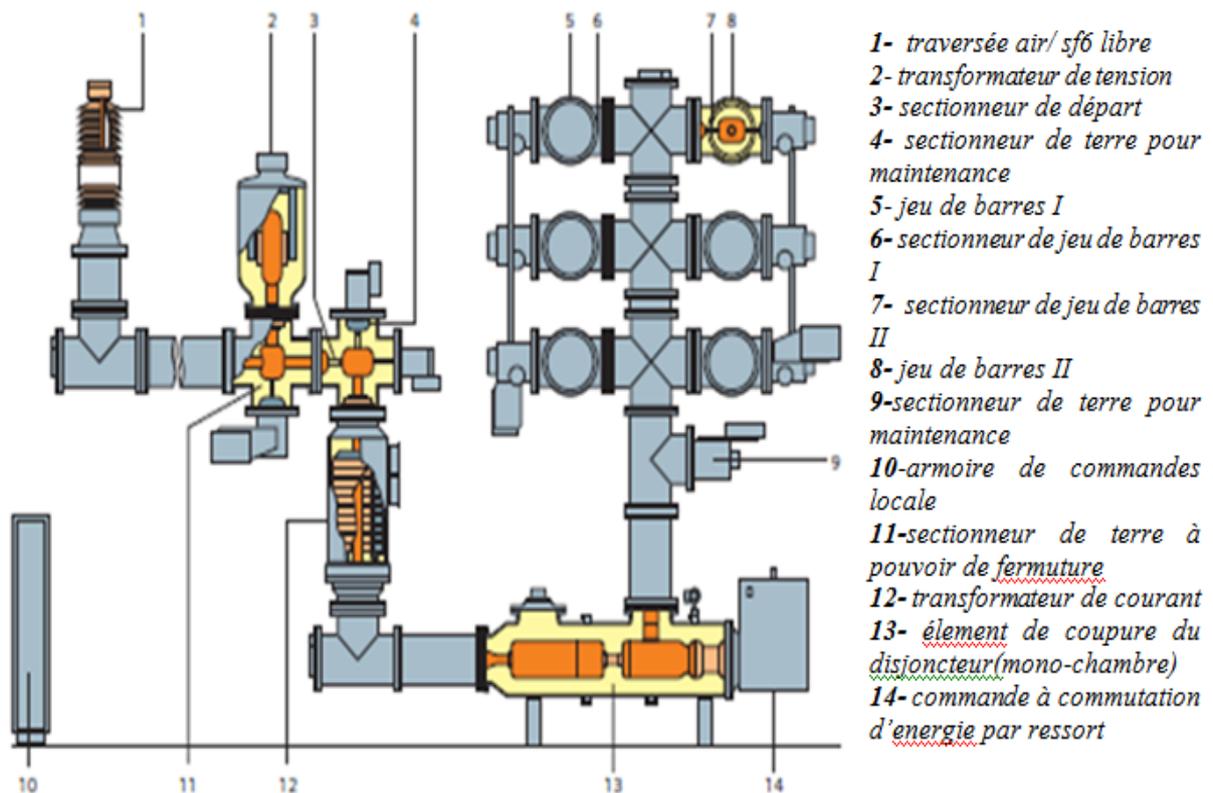


Fig III-2 structure typique avec double jeu de barres

III.2.2 Equipements Haute Tension 400 KV :

III.2.2.1 Disjoncteurs GIS T155-CB : [24]

L'élément central du poste haute tension isolé au gaz est le module disjoncteur, Il y a 7 disjoncteurs. Chaque un installé entre deux sectionneurs à des fins d'isolement, et leur fonctionnement est contrôlé par un système de verrouillages pour assurer une opération séquentielle correcte.

Le disjoncteur T155-CB isolé au SF6 se compose de trois pôles horizontaux et de trois mécanismes de commande de type FK 3-12.

Le mécanisme de commande est unipolaire. Il est fixé à la cuve du pôle du disjoncteur. Chaque pôle comporte deux éléments de coupure en série à soufflage auto pneumatique, l'agent d'extinction est le gaz SF6.

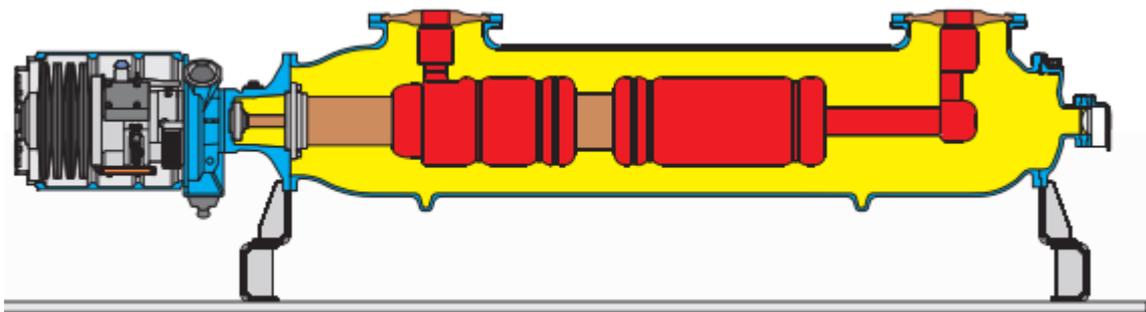


Fig III-3 disjoncteur avec mécanisme d'entraînement

a- Principe de fonctionnement de l'extension de l'arc électrique :

Pour la partie chambre de coupure au moment d'une ouverture des contacts malgré l'excellente isolation du SF6, un arc électrique va se former. Afin de pouvoir limiter ses effets destructeurs, il convient de le stopper le plus rapidement possible. La technique utilisée est de le souffler avec du SF6 au passage au zéro de courant, l'arc se stoppe et le soufflage vient régénérer le milieu en SF6 afin de recréer une bonne isolation.

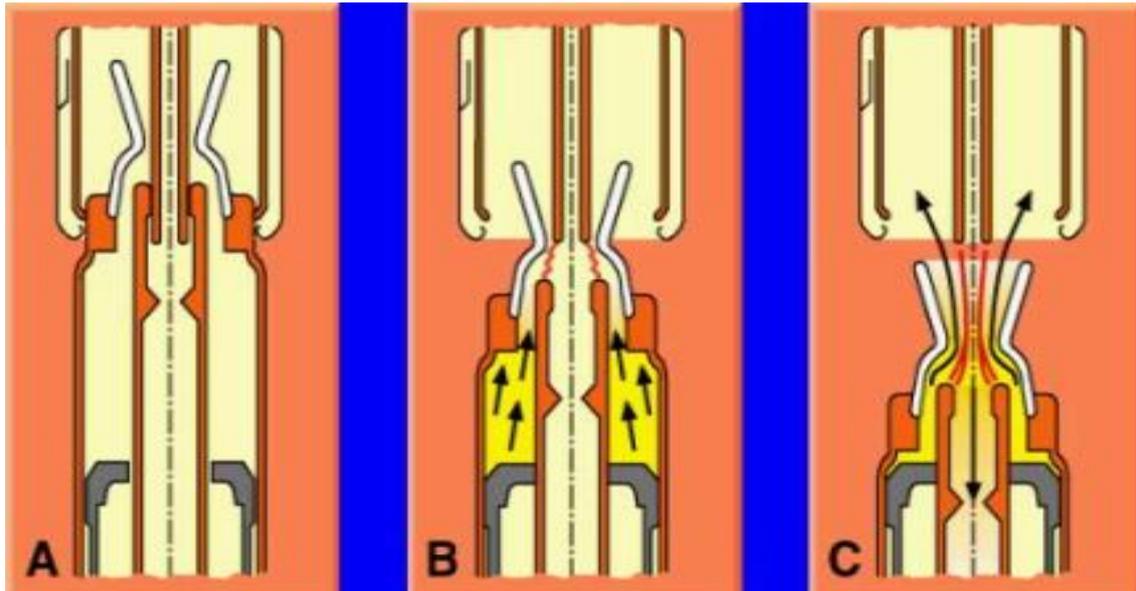


Fig III-4 soufflage de l'arc électrique

III.2.2.2 Sectionneurs GIS Type : T155-DS [23]

Il y a 22 sectionneurs de ce type. Le fonctionnement des sectionneurs est verrouillé avec les disjoncteurs afin d'assurer un fonctionnement correct

Le sectionneur a pour fonction d'isoler différentes parties des circuits électriques. Il est capable d'établir ou d'interrompre les courants de boucle et les courants capacitifs de charge à la mise sous ou hors tension de parties de poste.

Ce sectionneur est constitué de trois pôles séparés, reliés par une tringleriez extérieure à une commande de type T155-ME manuelle ou électrique.

Un indicateur optique lié mécaniquement à l'arbre de transmission permet de vérifier la position ouverte ou la position fermée du sectionneur. [23]

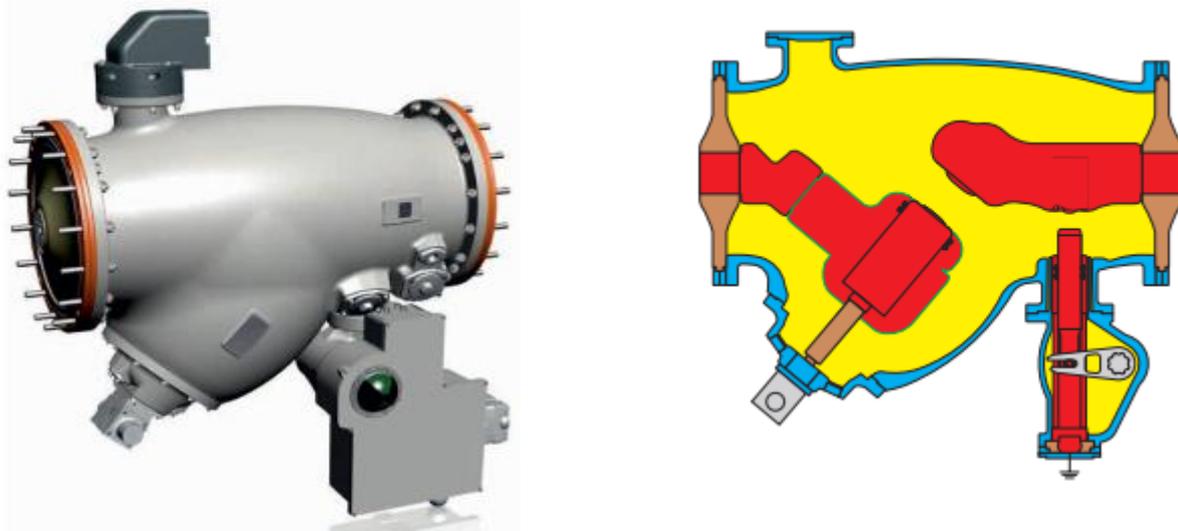


Fig III-5 sectionneur Type : T155-DS

III.2.2.3 Sectionneurs de terre rapides SF6 avec pouvoir de fermeture type T155-EF :

IL y a 6 sectionneurs de ce type. Les opérations de contact ou de coupure en service sont gérées électriquement par le local de contrôle-commande via l'armoire de commande locale reliée au système de commande T155-ME. En l'absence de tension auxiliaire, le sectionneur de terre peut également être actionné manuellement par la manivelle.

Les sectionneurs de terre rapides sont utilisés pour la mise à la terre et résistent aux courts-circuits des lignes et câbles à haute tension raccordés à l'appareillage SF6 [23]

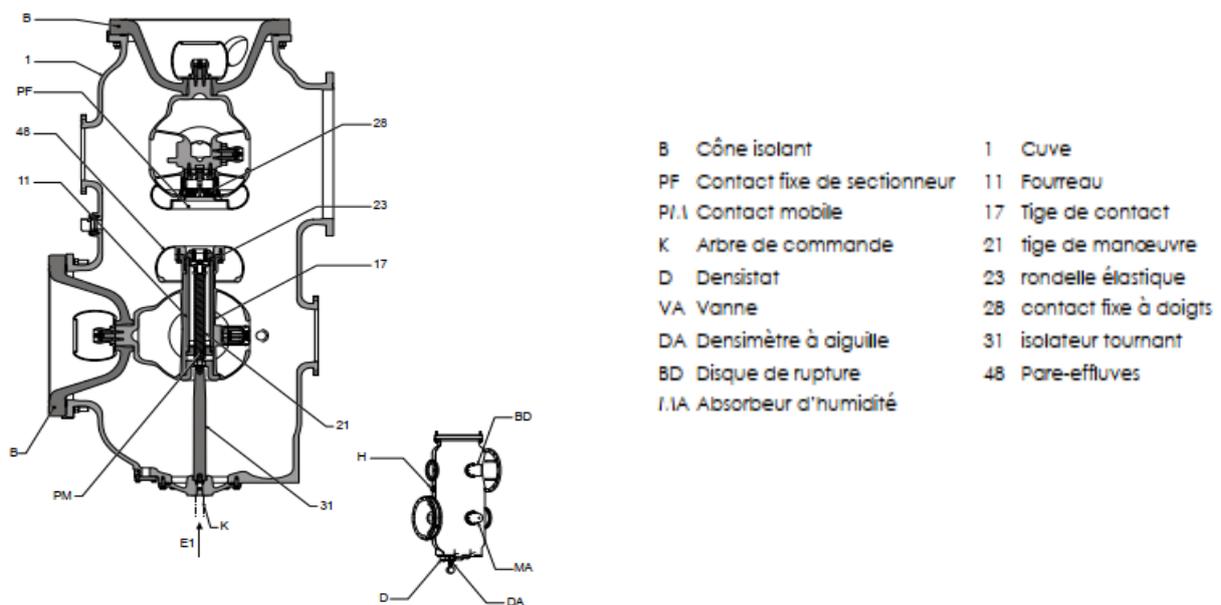


Fig III-6 sectionneur avec MALT rapide

III.2.2.4. Sectionneurs de terre lents SF6 type T155-ES :

Il y a 18 sectionneurs de ce type Les sectionneurs de terre lents sont utilisés pour mettre à la terre des sections d'appareillage SF6 hors tension, par exemple dans le cadre de mesures de maintenance ou de travaux d'extension.

Ils ne sont pas conçus pour établir ou couper des courants. En position fermée, ils sont protégés contre les court-circuit. [23]

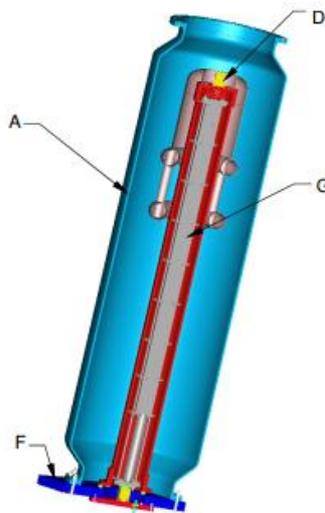
III.2.2.5 Parafoudres blindés type PSA :

Les parafoudres sont destinés à protéger le poste blindé contre des surtensions transitoires élevées et à limiter la durée et l'amplitude du courant de fuite.

Le parafoudre est composé :

- d'une enveloppe,(A)
- d'éléments de connexion (D)
- d'un ensemble de fixation et de raccordement basse tension (F)
- d'une partie active (G)

La partie active du parafoudre est constituée de résistances non linéaires à l'oxyde de zinc sans éclateur. Cette partie active est placée directement dans l'enveloppe du parafoudre en contact avec le SF6 sous la même pression que les autres compartiments du poste blindé.



FigIII-7 parafoudre blindé

III.2.2.6 Barres et connexions :

Le poste est constitué d'un double jeu de barres.

Les contacts sont constitués de cuivre, et les barres d'alliage.

Un traitement des surfaces des contacts est réalisé : polissage et argenture

| | |
|---------------------------------------|--------------|
| Courant nominal jeu de barres | 5000A à 40°C |
| Courant nominal travée ligne | 1600A |
| Courant nominal travée arrivée groupe | 1250A |
| Courant nominal couplage des barres | 4000A |



Fig III-8 jeu de barres

III.2.2.7 Transformateurs de courant type T155-CT :

Les transformateurs de courant fournissent un courant secondaire proportionnel au courant primaire pour le fonctionnement des équipements de mesure et de protection.

Il y a 8 ensembles de transformateurs de courant triphasés installés.

Le transformateur de courant sert uniquement à mesurer le courant à des fins de protection et de mesurage. Toute autre utilisation de cet élément est interdite et ne correspond pas à la fonction définie.

Côté secondaire, les transformateurs de courant sont toujours raccordés à une charge. Les enroulements des noyaux non utilisés doivent être court-circuités.

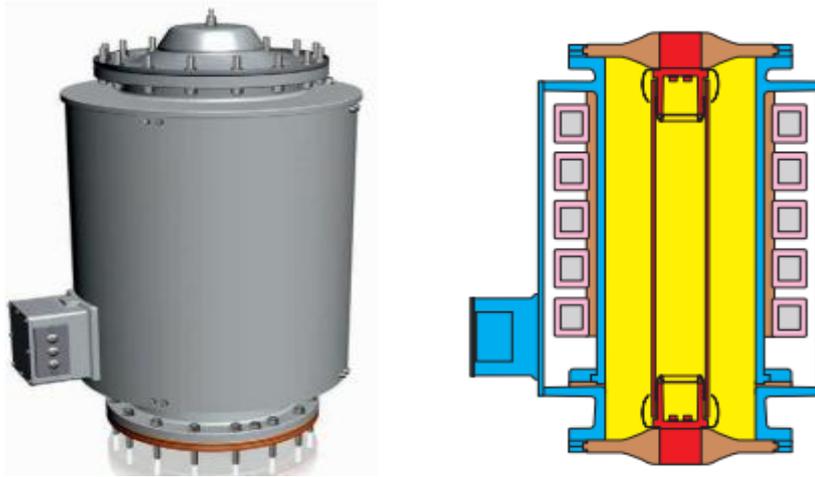


Fig III-9 transformateur de courant

III.2.2.8 Transformateurs de tension type UFV 420 :

Il y a 5 ensembles de transformateurs de tension installés. Ces transformateurs de tension sont de type inductif et sont situés à l'intérieur d'un compartiment de gaz indépendant.

Le cœur du transformateur de tension est constitué d'un noyau composé de tôle magnétique sur lequel sont disposés le ou les enroulements secondaires basse tension et l'enroulement primaire haute tension.

Le transformateur de tension est équipé d'un bornier connecté à un système d'anti-Ferro résonance via un câble blindé.

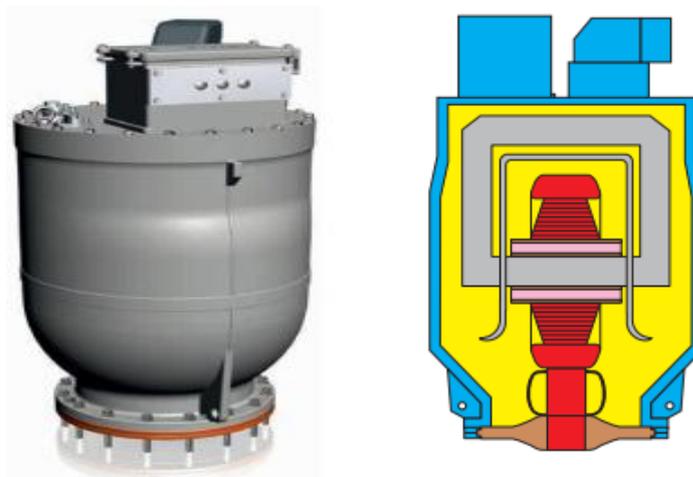


Fig III-10 transformateur de tension

III.2.2.9 Traversées aériennes SF6/air

La traversée aérienne SF6/air en matière isolante permet de raccorder le poste blindé à des lignes aériennes par l'intermédiaire de barres de connexion en aluminium.

L'isolation de la traversée SF6/air est réalisée par le gaz SF6 à une pression identique à celle du poste blindé.

Il y a 3 ensembles de traversées aériennes SF6/air installés.

Le compartiment étanche SF6 pour chacune des 3 traversées aériennes est le G4. [25]

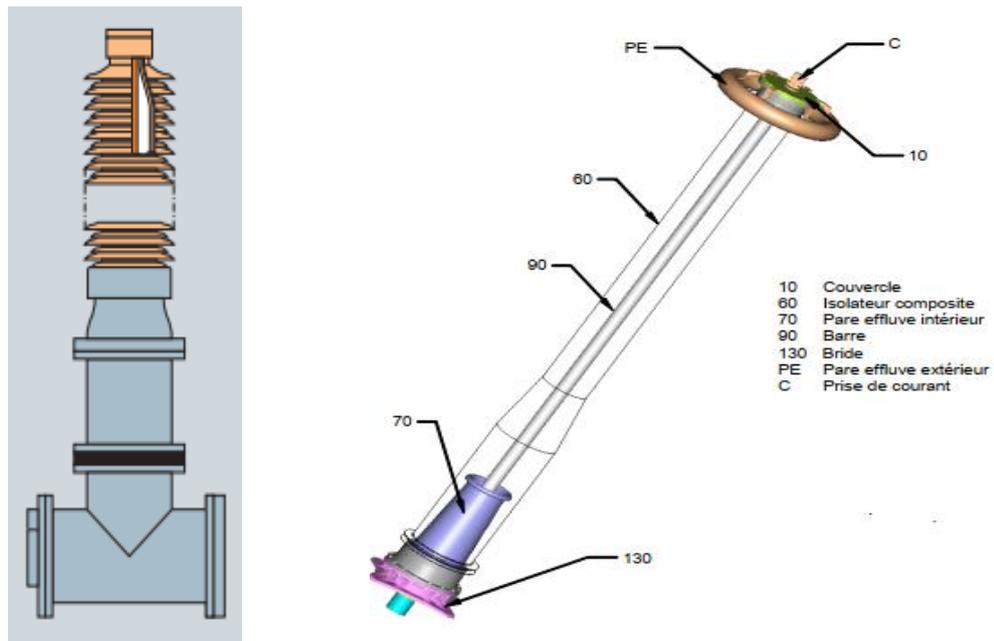


Fig III-11 transition SF6 aérienne [23]

III.2.2.10 Boîtes à câbles T155 :

La boîte à câbles permet d'effectuer le raccordement des câbles haute tension aux conducteurs du poste blindé.

Il y a 3 ensembles de boîtes à câbles T155 installés.

Le compartiment étanche SF6 pour chacune des 3 boîtes à câbles est le G4.

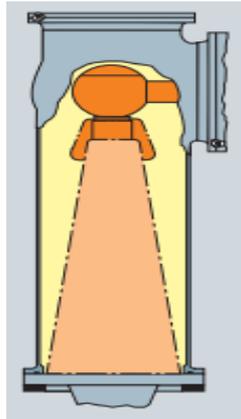


Fig III-12 boîte à câble

III.3 Système à gaz SYSTEME SF6 :

III.3.1 L'hexafluorure de soufre SF6 :

L'hexafluorure de soufre (SF6) est largement utilisé, sous sa forme gazeuse, dans l'appareillage à haute et très haute tension, fabriqué par AREVA, que ce soit dans les disjoncteurs, dans les postes sous enveloppe métallique, ou dans les liaisons, sous enveloppe métallique .

III.3.2 Groupe de Service de Gaz SF6 :

Le Groupe de Service de Gaz SF6 permet d'assurer les fonctions suivantes :

- Récupération et stockage du gaz SF6
- Mise à l'atmosphère du compartiment
- Vide de l'air du compartiment
- Remplissage du compartiment en gaz SF6 [23]

III.3.3 Pression et densité du GAZ :

Les caractéristiques électriques de l'appareillage SF6 dépendent de la densité du SF6, c'est-à-dire de la masse de SF6 introduite dans un compartiment de volume donné.

A température constante, un accroissement de la densité du gaz se traduit par une augmentation de la pression exercée par le gaz sur les parois du compartiment.

A densité constante, le volume du compartiment étant invariable, la pression du gaz varie dans le même sens que la température.

La densité du gaz restant invariable puisqu'on ne change ni la quantité de gaz, ni le

volume du compartiment qui le renferme, les caractéristiques électriques de l'appareillage seront inchangées.

La mesure directe de la densité du gaz étant difficile, il est indispensable de connaître avec précision la pression absolue du gaz et sa température [23]

III.4 Les anomalies dans un réseau électrique:

III.4.1 Les courts-circuits:

Les courts-circuits sont des phénomènes transitoires, ils apparaissent lorsque l'isolement entre deux conducteurs de tension différentes ou entre un conducteur sous tension et la terre est rompu.

Ils engendrent des courants très importants dans les éléments constituant le réseau.

Le courant de court-circuit (triphase) est une donnée essentielle pour le dimensionnement des équipements électriques.

III.4.2 Les surtensions:

On distingue différents types de surtension telle que :

- Les surtensions de manœuvres.
- Les surtensions de foudre.
- Les surtensions lentes.

Conséquences : Claquage et Vieillessement de l'isolation.

III.4.3 Les surcharges:

La surcharge d'un appareil est caractérisée par un courant supérieur au courant admissible, les origines de surcharges sont :

- Les courts-circuits.
- Les pointes de consommation.
- L'enclenchement des grandes charges.

Les surcharges provoquent des chutes de tension importantes sur le réseau et accélèrent le vieillissement des équipements de réseau.

III.4.4 Les oscillations:

Les oscillations de la tension et du courant sont dues aux variations plus ou moins rapides de la charge qui agit directement sur la vitesse de rotation (fréquence) des machines de production de l'énergie électrique. Elles sont liées directement à la mécanique des machines électriques, c'est la raison pour laquelle on les appelle phénomènes transitoires électromécaniques.

III.4.5 Les déséquilibres :

Les déséquilibres sont généralement dus à la mauvaise répartition des charges sur les trois phases. Ils apparaissent surtout dans les réseaux de distribution, ils donnent naissance à la composante inverse du courant, cette composante provoque :

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

Contre toutes les anomalies précédemment citées, il a lieu d'élaborer une philosophie de protection de tout le système électrique.[29]

III. 5 système de protection :

Le système de protection électrique est un grand système compliqué, donc on ne peut pas conçu un seul appareil pour protéger tout le système.

Le but essentiel de la protection est de non seulement détecter les défauts, mais aussi commander automatiquement les appareils de coupure nécessaires pour éliminer le défaut

Les grandeurs utilisées pour détecter un défaut sont :[30]

- La vitesse.
- La pression.
- La température.
- L'apparition de fumée.
- La tension U.
- La fréquence F.
- L'intensité I.
- La vitesse de variation (la dérivée) de U, I ou F.
- La puissance apparente $S = UI$.
- La puissance active $P = UI \cos \psi$.
- La puissance réactive $Q = UI \sin \psi$.
- L'impédance $Z = U/I$.

III.6 Calcul réglage des protections :

On prend comme exemple la ligne aérienne HASSI AMEUR , voila ses caractéristiques :

III.6.1 Caractéristiques de la ligne : [31]

| | |
|---|-----------------|
| Tension nominale | $U_N=400KV$ |
| Courant de défaut maximum | $I_{cc}=40KA$ |
| Durée sous condition de défaut | 1s |
| Constante de temps du réseau | 45ms |
| Fréquence nominale | 50 Hz |
| Courant nominale lignes | $I_{NL}=1600 A$ |
| Courant nominal primaire TC's phase | 1600A |
| Courant nominal primaire TC's neutre | 1600A |
| Courant nominal secondaire TC's phase | 1A |
| Courant nominal secondaire TC's neutre | 1A |
| Rapport de transformation TC's phase | 1600A |
| Rapport de transformation TC's neutre | 1600A |
| Tension nominale primaire TP's | 400KV |
| Tension nominale secondaire TP's | 100V |
| Rapport de transformation TP's | 4000 |
| Facteur d'impédance primaire/Secondaire | 0.400 |

III.6.2 la protection principale de distance :

Une protection de distance est un relais de protection à la capacité de détecter une panne à une distance prédéfinie sur une ligne de transport ou un câble d'alimentation depuis son emplacement .Sa doté des fonctions suivantes de mesure, de contrôle-commande, d'analyse après défaut et d'autodiagnostic.



fig III-13 un relais de protection à distance Numérique p444

Chaque ligne électrique a une résistance et une réactance par kilomètre en fonction de sa construction ; ainsi son impédance totale sera une fonction de sa longueur ou de sa distance. Un relais distant observe donc le courant et la tension et compare ces deux quantités en s'appuyant sur la loi d'Ohm.

Le principe de la protection de distance est schématisé ci-dessous :

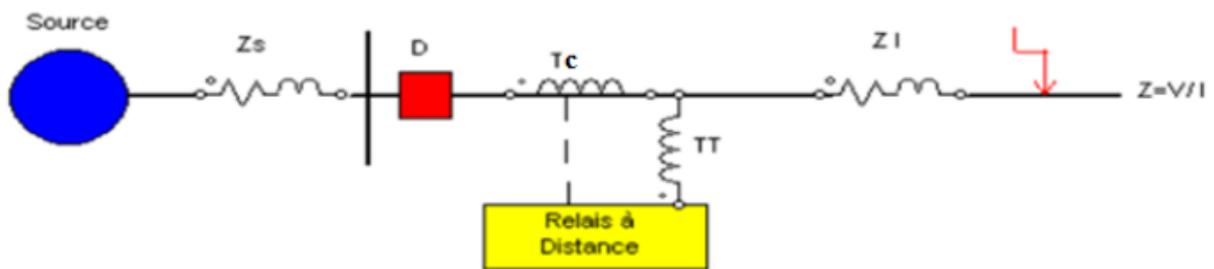


Fig III- 14 Principe de base du fonctionnement

a) Les données de la ligne protégée :

| | |
|--|---|
| Longueur de la ligne (1) | 96Km |
| Impédance directe de la ligne (valeurs HV) (1) | $Z_d=0.03+0.33i \Omega/\text{km}$ |
| Impédance homopolaire de la ligne (valeurs HV) (1) | $Z_0= 0.11+0.75i \Omega/\text{km}$ |
| Impédance directe de la ligne | $1,152+12,672i \Omega$ (coté secondaire) |
| Module | $12,724 \Omega$ (coté secondaire) |
| Angle | $84,8^\circ$ |
| Impédance homopolaire de la ligne | $4,224+28,8i \Omega$ (coté secondaire) |
| Module | $29,108 \Omega$ (coté secondaire) |

Angle $81,7^\circ$

b) Réglage des zones :

Le principe de la protection de distance est basé sur la loi d'Ohm :

$$U = Z \times I$$

Sachant que $Z_L = R_L + jX_L$

Au cas de défaut ; le courant I augmente, la tension U diminue ce qui fait que l'impédance de la ligne varie ; On remarque que l'impédance de la ligne est proportionnelle à la longueur (L), donc pour déterminer la longueur où se trouve le problème, il suffit de connaître l'impédance c.à.d. L'image de la tension et courant à partir des transformateurs de mesures TT et TC. La ligne à protéger doit être partagée par trois zones avale et une zone amont

Le schéma conventionnel de la protection à distance est illustré à la figure suivante :

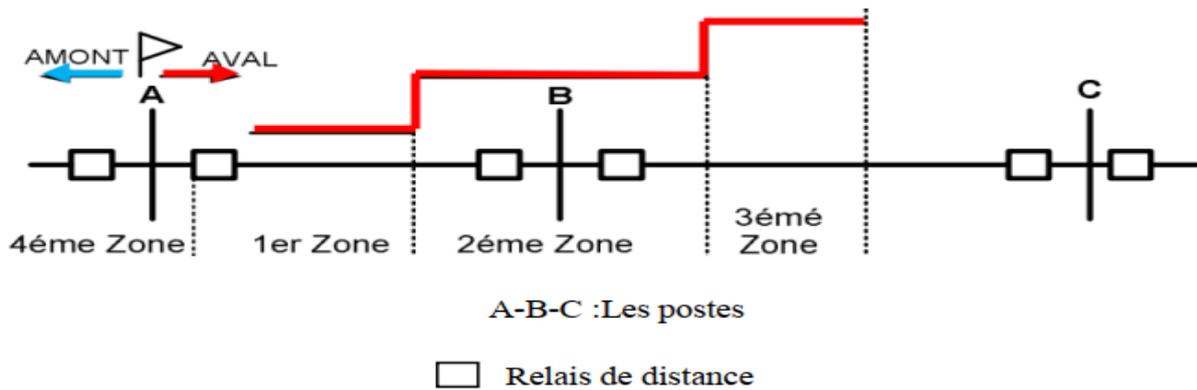


Fig III-15 Schéma du principe de la sélection des zones de mesure

Zone 1 : La direction de cette zone est "aval" : 80% de la ligne

Module de l'impédance la zone Z1 $Z_1 = 10,179 \Omega$ (coté secondaire)

Réglage de temporisation de la zone 1 : La temporisation est réglée à zéro, ce qui assure un fonctionnement instantané. cependant un léger délai peut être ajusté lorsque des anciens ne sont plus adaptés à la coupure d'un courant de court circuit doué d'une forte composante continue.

Alors : $T_1 = 0s$

Zone2: La direction de cette zone est " aval " 100 % de la ligne + 50 % de la ligne adjacente plus courte

Module de l'impédance la zone Z2 $Z_2=20,677 \Omega$ (coté secondaire)

Temporisation de la zone 2 (tz2) : est réglée en coordination avec le temps d'élimination de la zone 1 pour des lignes adjacentes. La durée d'élimination complète du défaut est la somme du temps de fonctionnement en zone 1 aval plus le temps de coupure du disjoncteur associé.

Alors $T_2=0.3s$ Ce temps doit être réglé chaque fois que la protection doit se coordonner avec les autres protections de la zone 2 ou avec des protections de secours plus lentes sur des circuits adjacents.

Zone3 :La direction de cette zone est " aval " « est réglée à 100 % de la ligne + 125 % de la ligne adjacente plus longue

Module de l'impédance la zone z 3 $Z_3=54,144 \Omega$ (coté secondaire)

Temporisation de la zone 3 :est déterminée selon le même principe que tZ2

Alors $T_3=1.5s$

Zone 4 : La direction de cette zone est " amont " est réglé à 10% de la ligne

Module de l'impédance la zone Z4 $Z_4=1,272 \Omega$ (coté secondaire)

Temporisation de la zone 4 : doit se coordonner avec n'importe quelle protection pour les lignes adjacentes en amont du relais. **Alors $T_4=1s$**

c) Compensation résiduelle pour les défauts terre

Pour des défauts à la terre, le courant résiduel (calculé : somme des vecteurs des entrées de courants de phases ($I_a + I_b + I_c$)) est supposé s'écouler dans le chemin résiduel du circuit de boucle de terre. Ainsi, la portée de boucle de la terre de n'importe quelle zone doit généralement être prolongée par un facteur de multiplication de $(1 + kZ_0)$ comparé à la portée directe pour l'élément correspondant de défaut de phase. kZ_0 est le coefficient de compensation homopolaire et il est calculé comme suit :

kZ_0 Res. Comp, $|kZ_0| = \frac{(Z_0 - Z_d)}{3 \cdot Z_d}$ Càd. Comme un rapport.

kZ_0 Angle, $\angle kZ_0 = \angle \frac{(Z_0 - Z_d)}{3 \cdot Z_d}$ Réglé en degrés.

Avec :

Z_{LD} = Impédance directe pour la ligne, $Z_{LD}=1,152+12,672i \Omega$ (coté secondaire)

Z_{LO} = Impédance homopolaire pour la ligne , $Z_{LO}= 4,224+28,8i \Omega$ (coté secondaire)

$$\begin{aligned} Z_{L0}-Z_{LD} &= (4,224+28,8i) - (1,152+12,672i) \\ &= 3.072+16.128i \\ &= 16.384 / 79.2^\circ \end{aligned}$$

$$KZ0 = (16.384 / 79.2^\circ) / 3 * 12.724 / 84.8^\circ = 0.43 / -5.6^\circ$$

$$\text{Comp.rés.KZ0} = 0.43 \quad (\text{réglé pour KZ1 ,KZ2 ,KZ3 and KZ4})$$

$$\text{Argument de KZ0} = -5.6^\circ \quad (\text{réglé pour KZ1 ,KZ2 ,KZ3 and KZ4})$$

d) Réglage des seuils résistifs

- Pour les éléments Phase – Phase :

La valeur R est en ohms boucle.

La valeur R doit être divisée par 2 (pour une caractéristique phase/phase).

L'angle de l'élément de mise en route (QUAD) est l'argument de l'impédance directe de la ligne (valeur ajustée dans les réglages).

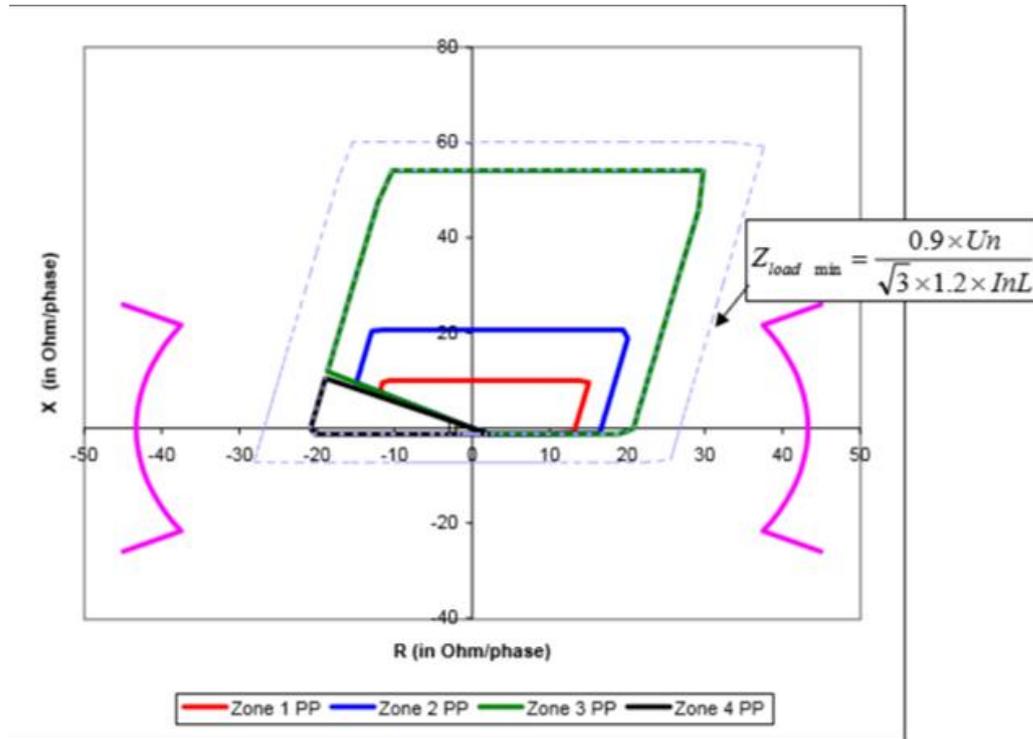
Alors : $RZ_{*ph} (\Omega/\text{phase}) = RZ_{*ph} (\Omega/\text{boucle}) / 2$

$$\begin{aligned} RZ1_{ph} &= 26,61 \Omega/\text{boucle (coté secondaire)} \\ &\quad \mathbf{13,31 \Omega/\text{phase (coté secondaire)}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RZ2_{ph} &= 33,28 \Omega/\text{boucle (coté secondaire)} \\ &\quad \mathbf{16,64 \Omega/\text{phase (coté secondaire)}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RZ3\&4_{ph} &= 41,60 \Omega/\text{boucle (coté secondaire)} \\ &\quad \mathbf{20,80 \Omega/\text{phase (coté secondaire)}} \end{aligned}$$

Courbe dessinée en valeur secondaire :



- **Pour les éléments Phase – terre :**

Remarque : Dans un schéma en Ω /phase la valeur R doit être divisée par $1+KZ$ (pour un diagramme phase-terre)

2. L'angle de l'élément de mise en route (QUAD) est l'argument de $2Z_1+Z_0$ (Z_1 : Z direct, Z_0 : Z homopolaire)

3. Voir le calcul de KZ au paragraphe (c) On doit respecter : $Z_p < Z_4$ ou $Z_p < Z_3$

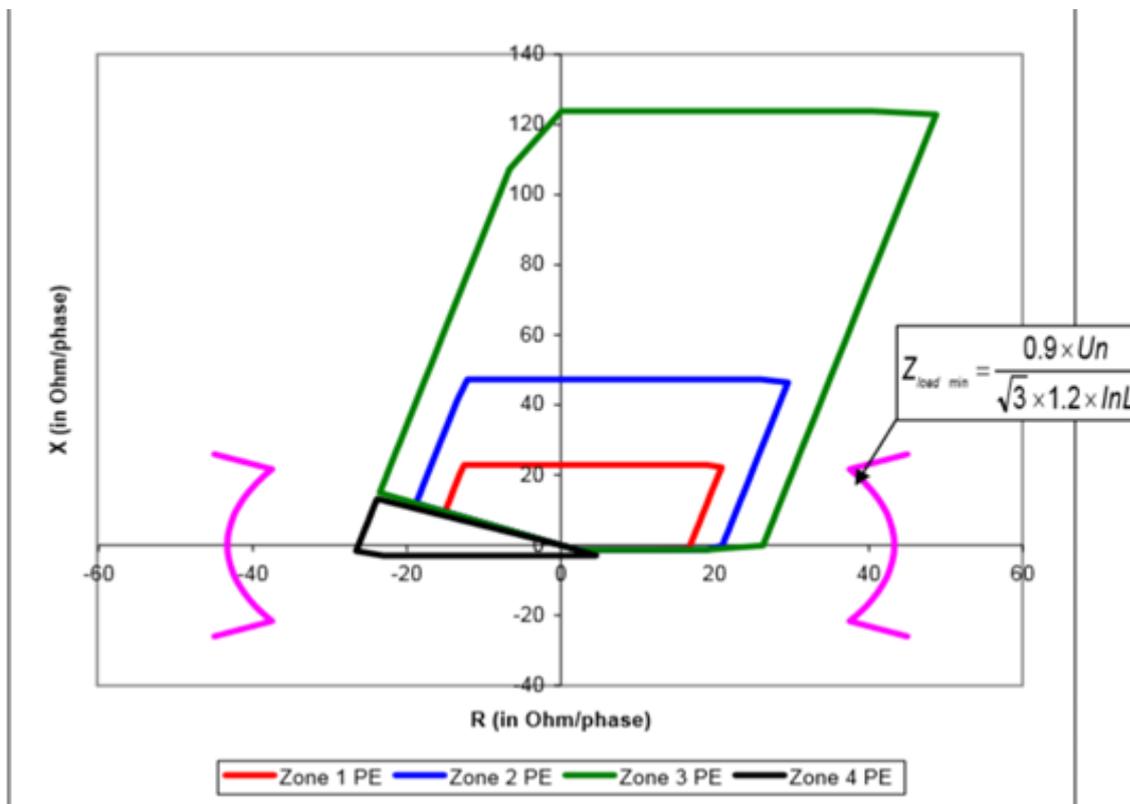
Alors: $RZ * g(\Omega/\text{phase}) = RZ * g(W/\text{boucle}) / (1+kZx)$

RZ1g = 24,04 Ω /boucle (coté secondaire)
16,81 Ω /phase (coté secondaire)

RZ2g = 30,04 Ω /boucle (coté secondaire)
21,01 Ω /phase (coté secondaire)

RZ3and4g = 37,57 Ω /boucle (coté secondaire)
26,27 Ω /phase (coté secondaire)

Courbe dessinée en valeur secondaire :



Toutes les valeurs précédentes devront être programmées dans les relais de le poste blindé , afin de les rendre en mesure de répondre à toutes sortes de défauts.

Conclusion :

Ce chapitre donne une image représentative du poste blindé 400 KV, il passe par les principes de fonctionnement, les avantages et les points positif qui donnent la priorité d'installé un poste pareil.

Le poste blindé a des propriétés d'isolement excellentes. Il garantit aussi une souplesse, une sécurité d'exploitation plus élevée et l'alimentation par poste blindé est la stabilité du réseau, pas de maintenance et pas de manque a gagnée.

Afin d'assurer la protection des biens et des personnes, le fonctionnement des lignes électriques est gouverné par des protections qui assurent la détection de la présence des éventuels défauts et procède à l'élimination de leurs effets.

Conclusion Générale :

Dans ce travail, devra atteindre toutes les parties de poste électrique de SKT « GIS », ses fonctions regroupent le contrôle, la surveillance, la protection, la mesure et la communication...

Ce poste HT sont installés dans des enveloppes étanches utilisant le gaz SF₆ possédant des propriétés d'isolement excellent et dont la rigidité diélectrique est 2.5 fois plus grande que celle de l'air à la même température et pression. Il garantie aussi une souplesse et une sécurité d'exploitation plus élevée, La flexibilité de nos postes est très élevée grâce à l'utilisation de la technologie modulaire, il ne présente pas de risque de fuite de gaz ou d'explosion à son inflammation, La technologie (blindé) ne demande pas de maintenance sauf pour des cas d'incidents.

Afin de limiter les dégâts que peuvent causer les défauts survenus sur un réseau électrique et d'éviter les répercussions que le maintien d'un défaut aurait sur le fonctionnement général du réseau (en particulier la stabilité), il est indispensable de mettre hors tension le plus rapidement possible l'élément du réseau (ligne) en défaut. Cette opération est confiée aux systèmes de protection.

Les protections existent dans le marché sous plusieurs marques, pour cela, et avant de procéder au calcul des valeurs de réglage des lignes électriques, on doit toujours savoir les marques des équipements de protection déjà installé, aussi on doit rassembler les différentes caractéristiques techniques des lignes électriques, cela nous permet de calculer les différentes valeurs de réglage des protections.

Le bon calcul des valeurs des réglages assure le bon fonctionnement des lignes concernées par ces réglages, cela se traduit par l'assurance de la qualité et la continuité de service.

Références bibliographiques :

- [1] DOCUMENT TECHNIQUE centrale électrique Terga SKT and Alstom
- [2] Société Algérien De Production De L'électricité de Terga, « document technique »
- [3] Alstom document turbine à Gaz centrale électrique (Sharikat KahrabaTerga)
- [4]Centre de formation de la centrale électrique, « document technique Vue d'ensemble de la centrale
- [5]GE Energie, « document technique : Alternateurs refroidis à l'hydrogène » General Electric Company, 2007.
- [6] Alstom document turbine à vapeur centrale électrique (Sharikat Kahraba Terga)
- [7]Power Alstom (document ingénierie électrique Terga)
- [8]]Sandrine Blanchard, « Les groupes électrogènes à l'origine d'intoxications », Le Monde, 9 janvier 2008.
- [9]Prendre des photos de la centrale Sharikat KahrabaTerga
- [10] Power Plant Training Center Alstom 2007.
- [11]Alstom document (Fonctionnement de la turbine à gaz/ Dispositif de Maintenance électrique)
- [12]Société ABB (Système MEGATROL Manuel d'utilisation)
- [13] document TRG/13/G/CBP10-----/DO/862 ‘’concept de synchronisation’’.
- [14]<http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=601-03-02>
- [15]W.D.STEVENSON, « Eléments of Power System Analysis »,4th Edition,2005

- [16] Jean-Michel DELBARRE poste à haute et très haute tension, Rôle et structure technique de l'ingénieur, traité du génie électrique, D4570
- [17] livre Théodore wildi électrotechnique avec la collaboration de Gilbert Sybille (ingénieur , institut de recherche d'Hydro-Québec)
- [18] poste sous enveloppe métallique ELK-3C 420KV /ABB
- [19] S.MEDJMADJ & A. BPUKHALFA, « Surveillance des transformateurs de puissance : approche de la redondance matérielle et quelques extensions
- [20] poste électrique - wikipédia
- [21] Document AREVA TRG/00/E/A-----P60/MM/002
- [22] ABB Review 1999-02-19-26_fr
- [23] Dossier de Maintenance Equipements poste blindé 400kV n° TRG/00/E/A-----P60/MM/002.
- [24] document NOT 431.8015 F/ Disjoncteur SF6 type T155-CB
- [25] Avant poste blindé 400kV - Croquis appareils - Interface ligne aérienne TRG/00/E/A-----P60/EA/005
- [26] Ph. CARRIVE, « Réseaux de Distribution - Structure et Planification », Techniques de l'Ingénieur, Traité Génie électrique D 4210, 2006
- [27] M. LAMI, « Protection et Surveillance des Réseaux de Transport d'Énergie Électrique », Volume 2, Electricité de France (EDF), février 2003
- [28] G.F. MOORE, «Évolution des disjoncteurs des réseaux de transport» Revue Générale de l'Électricité, septembre 1971

[29]W.D Stevenson, "Elements of Power System Analysis", 4th éd.,
McGraw-Hill Book

[30]R. L Sullivan «Power System Planning", 1977, McGraw-Hill;

[31] DOCUMENT TECHNIQUE (NOTE DE CALCUL REGLAGE DES
PROTECTIONSTRG/00/E/A-----P60/CA/005

Résumer

Le but de poste blindé « GIS » est de raccorder la centrale à cycle combiné de TERGA au réseau aérien 400KV algérien. Ses fonctions regroupent le contrôle, la surveillance, la protection, la mesure et la communication. La flexibilité de nos postes est très élevée grâce à l'utilisation de la technologie modulaire, il ne présente pas de risque de fuite de gaz ou d'explosion à son inflammation

Ce poste à des propriétés d'isolement excellentes, ilgarantit aussi une souplesse et une sécurité d'exploitation plus élevée.

La technologie (blindé) ne demande pas de maintenance sauf pour des cas d'incidents.

Abstract:

The purpose of the armoured substation GIS is to connect the terga combined cycle power plant to the Algerian 400KV aerial network .these functions include control ,monitoring, protection ,measurement, communication...the flexibility of ourpostsisvery high thanks to the use of modular technology , it does not present a risk of gas leak or explosion has its ignition.

This poste has excellent isolation properties , it also guarantees greater flexibility and operational safety.

Shielded technologies does not require maintenance except for incidents .

الخلاصة

الغرض من المحطة الفرعية المدرعة "جيس" هو توصيل محطة توليد الطاقة ذات الدورة المركبة ثارقة بالشبكة الجوية الجزائرية و تشمل هذه الوظائف التحكم و الرصد و الحماية و القياس و التواصل ... مرونة مشاركاتنا عالية جدا بفضل استخدام التكنولوجيا المعيارية , لا يمثل خطر تسرب الغاز و لا انفجاره عند الاشتعال.

هذه المحطة لديها خصائص عزل ممتازة كما انها تضمن المزيد من المرونة و السلامة التشغيلية .

التكنولوجيا المحمية لا تتطلب الصيانة باستثناء الحوادث.