



**LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES**  
**Génie Electrique**

**RAPPORT DU PROJET DE FIN D'ETUDES**

**Intitulé :**

**Analyse du blocage de régulation et  
la maintenance des régulateurs en  
charge des transformateurs  
HTB/HTA**

**Réalisé par :**  
**MAZGOUTI Loubna**

**Encadré par :**

**P<sup>r</sup> JORIO Mohammed      FST**

**Mr AMINI Moulay Ali      ONE**

**Soutenu le 12 Juin 2019 devant le jury**

**Pr JORIO Mohammed**

**Encadrant**

**Pr AHAITOUF Ali**

**Examineur**

**Pr EL MOUSSAOUI Hassan**

**Examineur**

## *Dédicaces*

Je dédie ce projet :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mes chères sœurs et à toute ma famille pour leurs encouragements permanents, et leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

Je dédie ce modeste travail et ma profonde gratitude à tous mes amis en témoignage de l'amitié que nous partageons et à tous mes camarades de ma promotion.

Enfin, je dédie à toutes les personnes qui ont participé à ce que ce projet puisse voir le jour.

Merci d'être toujours là pour moi

## **Remerciements**

Au terme de ce travail, je remercie tout d'abord la société l'ONE, pour l'opportunité d'avoir effectué ce stage.

Je profite tout d'abord de l'occasion de présenter mes sincères remerciements à mon encadrant académique de projet **Monsieur le professeur JORIO Mohammed**, pour l'encadrement exemplaire et l'intérêt qu'il a accordé au travail effectué durant toute cette période.

Mes plus vifs remerciements s'adressent en parallèle à Monsieur Moulay Ali Amini, Chef du Service Exploitation Distribution, Direction Provinciale Fès qui m'a bien accueilli au sein de la société, et qui a permis à ce travail de voir le jour, ses conseils et ses remarques m'ont été d'une très grande utilité et m'ont guidé pour l'élaboration des différentes phases de ce travail.

Je tiens à remercier tous les techniciens qui m'ont accompagné durant ma période de stage et qui nous ont fourni toutes les informations et les connaissances nécessaires.

Je tiens à remercier tous les professeurs membres de jury **Monsieur le professeur AHAITOUF Ali**, et **Monsieur le professeur EL MOUSSAOUI Hassan**, du grand honneur que vous faites en acceptant de juger ce travail. Je vous exprime toute mes reconnaissances et mon respect.

Enfin, je remercie tous les enseignants du département Génie électrique ainsi que tout le corps pédagogique et administratif de notre Faculté des Sciences et Techniques.

## **Résumé**

Mon PFE s'est déroulé au sein de l'office national de l'électricité à Fès, qui s'occupe de la distribution de l'énergie électrique sur toute l'étendue territoire national.

L'objectif principal attendu lors de PFE était une démarche claire de la maintenance du régleur en charge qui est un organe principal dans les transformateurs de puissance HTB/HTA.

A travers notre étude, on a identifié différentes opérations à mener pendant la maintenance périodique de ce régleur pour éviter l'incident de blocage de régulation du changeur de prise nous basant sur plusieurs analyses concernant les aspects électriques et l'état du régleur.

## **Liste des abréviations**

**BT** : basse tension

**HT** : haute tension

**MT** : moyenne tension

**HTA** : Haute Tension catégorie A

**HTB** : Haute Tension catégorie B

**KV** : kilovolt

**THT** : très haute tension

**VTI** : visite type 1

**VTII** : visite type 2

**VTIII** : visite type 3

**DPF** : la direction provinciale de Fès

**ONE** : office national de l'électricité

## **Liste des figures**

**Figure 1** : parc éolien

**Figure 2** : centrale thermique

**Figure 3** : central hydraulique

**Figure 4** : l'organigramme de la direction régional de Fès

**Figure 5** : schéma unifilaire simplifié d'un poste source

**Figure 6** : transformateur de puissance

**Figure 7** : principe de fonctionnement du transformateur

**Figure 8** : régleur en charge

**Figure 9** : représentation schématique de transformateur avec changeur de prise

**Figure 10** : la dynamique de régleur en charge

**Figure 11** : principe de commutation des changeurs de prise en charge

**Figure 12** : coffret de commande

**Figure 13** : disjoncteur

**Figure 14** : contacteur

**Figure 15** : fin de course

**Figure 16** : moteur en courant continu

**Figure 17** : les contacts du régleur

**Figure 18** : le coffret de commande

**Figure 19** : la vanne

**Figure 20** : les organes du régleur

**Figure 21** : régleur en charge

**Figure 22** : multimètre

## **Liste des annexes**

**Annexe 1** : schéma de puissance de l'armoire de commande

**Annexe 2** : schéma de commande

**Annexe 3** : table de résultat d'analyse d'huile diélectrique

# **Table des matières**

REMERCIEMENTS .....	3
RESUME.....	4
LISTE DES ABREVIATIONS .....	5
INTRODUCTION GENERALE .....	9
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE L'ONE .....	10
1. LA PRODUCTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE : .....	10
2. LE TRANSPORT DE L'ENERGIE ELECTRIQUE : .....	11
3. LA DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE : .....	11
CHAPITRE 2 : POSTE DE TRANSFORMATION HTB/HTA .....	13
1. DEFINITION : .....	13
2. LES DIFFERENTS ELEMENTS D'UN POSTE : .....	14
1. DEFINITION : .....	14
2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT : .....	15
3. LES CONSTRUCTIONS DE TRANSFORMATEUR DE PUISSANCE:.....	15
CHAPITRE 3 : ETUDE DU REGLEUR EN CHARGE .....	16
<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>16</b>
<b>II. CHANGEUR DE PRISES (REGLEUR EN CHARGE) : .....</b>	<b>16</b>
1. DEFINITION : .....	16
2. FONCTIONNEMENT : .....	17
3. PRINCIPE DE COMMUTATION DES CHANGEURS DE PRISES EN CHARGE : .....	18
<b>III. LE COFFRET DE COMMANDE DU REGLEUR EN CHARGE : .....</b>	<b>19</b>
1. DEFINITION : .....	19
2. SYSTEME D'ENTRAINEMENT : .....	20
3. PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT : .....	20
<b>IV. ANALYSE D'INCIDENT DE BLOCAGE DE REGULATION DU REGLEUR EN CHARGE : .....</b>	<b>21</b>
1. COMMANDE DU REGLEUR EN CHARGE : .....	22
1.1-DISJONCTEUR : .....	22
1.2-CONTACTEUR : .....	22
1.3-FINS DE COURSES : .....	23
1.4-MOTEUR : .....	23
2. ANALYSE D'HUILE DIELECTRIQUE : .....	24
3. ANALYSE L'ETAT DU REGLEUR : .....	25
<b>V. CONCLUSION : .....</b>	<b>25</b>
CHAPITRE 4 : LA MAINTENANCE DES REGLEURS EN CHARGE .....	26
<b>I. PRESENTATION DE LA MAINTENANCE : .....</b>	<b>26</b>
1. DEFINITION : .....	26
2. PRINCIPES GENERAUX DE LA MAINTENANCE DE REGLEUR EN CHARGE : .....	27
<b>II. ELABORATION DU PLAN DE MAINTENANCE : .....</b>	<b>27</b>
1. CLASSIFICATION DES OPERATIONS DE LA MAINTENANCE : .....	27
2. DEMARCHE CLAIRE DE MAINTENANCE DES REGLEURS EN CHARGE : .....	28
<b>III. CONCLUSION : .....</b>	<b>31</b>
CONCLUSION GENERALE .....	32
ANNEXES : .....	34

## **Introduction générale**

La mission confiée à l'office nationale de l'électricité est de satisfaire la demande de sa clientèle en énergie électrique à tout instant dans les meilleures conditions de qualité de service, de sécurité et au moindre coût, ainsi la continuité de fournir de l'énergie électrique doit être assurée selon les valeurs normales pour lesquelles le matériel a été défini en tension et fréquence nominale.

Les lignes de transport d'énergie électrique haute tension HTB constituent une partie essentielle d'un réseau électrique qui doit assurer la continuité d'électricité entre les postes d'interconnexion et les postes source avant la distribution d'électricité aux consommateurs HTA et BT. Ce qui n'est pas toujours le cas, car ces lignes sont souvent exposées à des incidents ou défauts qui peuvent interrompre ce service et engendrer des pertes financières importantes pour les industriels et des désagréments pour les simples consommateurs.

Dans le cadre de mon projet de stage, l'objectif est de définir une démarche claire de maintenance des régulateurs en charge des transformateurs HTB/HTA de la DPF en se basant sur l'analyse des incidents de blocage survenus et l'analyse d'huile diélectrique.

Ce rapport s'organise de la manière suivante : dans le premier chapitre, on présentera le lieu de stage.

Dans le deuxième chapitre, on s'intéressera à la description de poste source HTB/HTA et les transformateurs de puissance. Ensuite, le troisième chapitre sera consacré au régulateur en charge et l'analyse d'incident de blocage de régulation.

Dans le dernier chapitre on parlera d'élaboration d'une démarche de maintenance de ce type de matériel.

Enfin, nous terminerons ce rapport par une conclusion générale.

# **Chapitre 1 : présentation de l'ONE**

## **I. Introduction**

La consommation électrique au Maroc dépasse les 24000 GWh et évolue à un rythme de 6 à 8% par an. Cette tendance haussière de la demande reflète le dynamisme socio-économique que connaît notre pays et résulte de l'effet induit par la forte amélioration de l'accès aux services socio-économiques.

## **II. Présentation de L'ONEE/BE**

Après l'indépendance, le Maroc a décidé de prendre lui-même en main le secteur électrique pour l'organiser, le soutenir et garantir le service public.

C'est un établissement administré par un conseil d'administration présidé par le premier ministre et géré par un directeur général nommé par dahir.

## **III. Activités effectuées au sein de l'ONEE**

Doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, l'ONEE opère dans les trois métiers clés du secteur électrique à savoir, la production, le transport et la distribution de l'énergie électrique.

### **1. La production de l'énergie électrique**

Le parc de production compte des ouvrages hydrauliques, thermiques et éoliens, totalisant une puissance installée de 7342,2 MW.



**Figure 1: parc éolien**



**Figure 2 : Centrale thermique**



**figure 3: central hydraulique**

En tant que producteur national, l'ONEE a la responsabilité de fournir sur tout le territoire du Royaume et à tout instant une énergie de qualité. Ceci est assurée par des moyens

de production exploités directement par l'ONEE, par des ouvrages confiés à des producteurs concessionnels, des autos producteurs et par l'interconnexion.

## **2. Le transport de l'énergie électrique**

Le transport de l'électricité est un monopole naturel dont la gestion est confiée exclusivement à L'ONEE pour garantir la sécurité d'approvisionnement du pays couvrant la quasi-totalité du territoire national, le réseau de transport est constitué de lignes de 400 kV, 225 kV, 150 kV et 60kV.

D'une longueur totale de plus de 22 995km de lignes THT/HT, le réseau de transport national est interconnecté aux réseaux Espagnol et Algérien dans le but de renforcer la fiabilité et la sécurité d'alimentation et d'intégrer le marché national de l'électricité dans un vaste marché Euromaghrébin.

## **3. La distribution de l'énergie électrique**

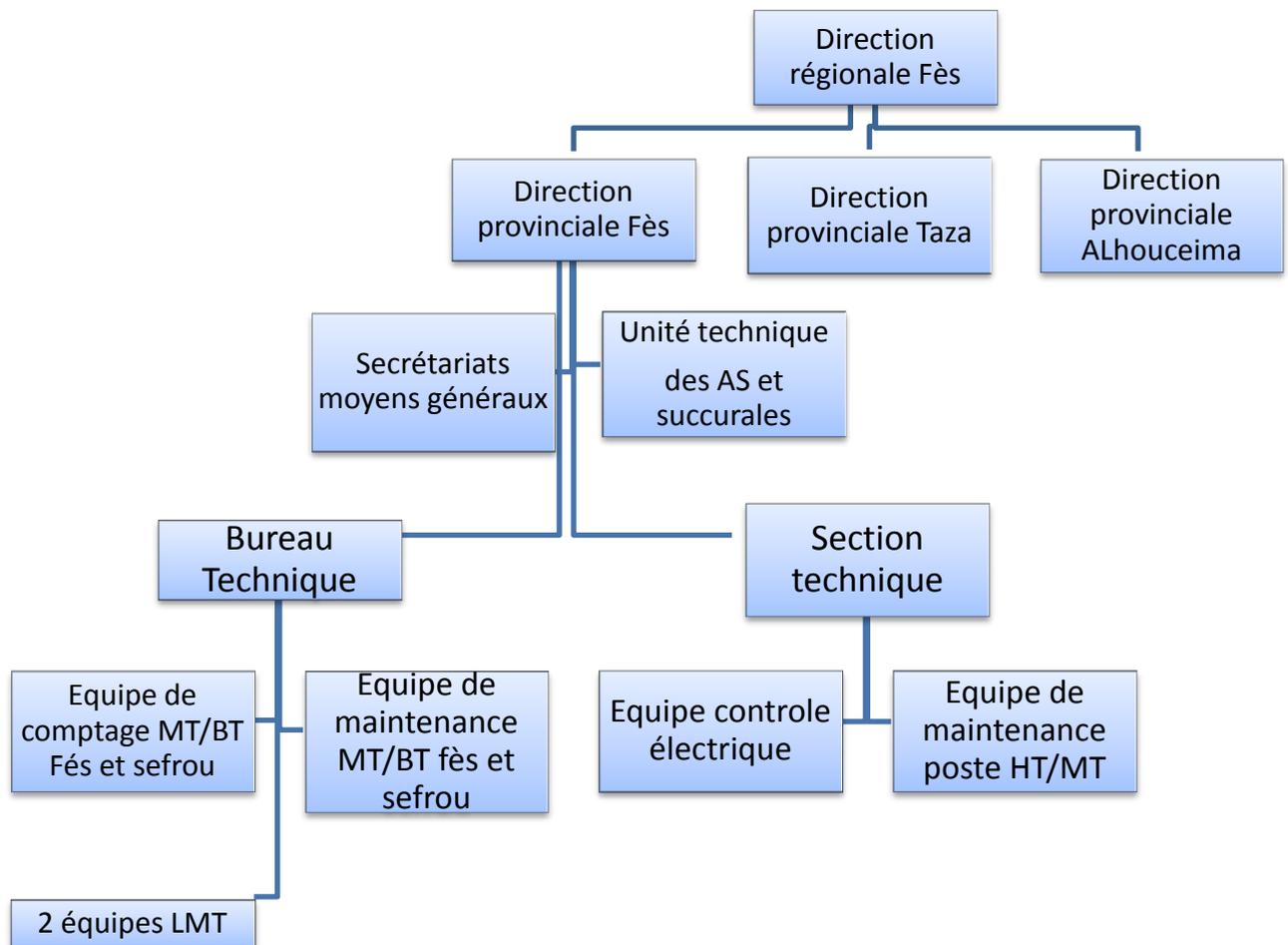
La distribution de l'énergie électrique est assurée :

- Soit directement par l'ONEE, notamment en zones rurales et dans quelques centres urbains.
- Soit par des Régies de distribution qui sont au nombre de 7 Régies, placées sous la tutelle du Ministère de l'Intérieur.
- Soit en gestion déléguée dans les villes de Casablanca, Rabat, Tanger et Tétouan qui est assurée par des opérateurs privés (Lydec, Redal, Amendis)

## **IV. Présentation de la Direction Régionale de Distribution de FES:**

La mission technique HT/MT de la direction régionale de distribution de Fès consiste à assurer la planification, la réalisation, la conduite et la maintenance des ouvrages du réseau de distribution MT situés sur le territoire de la direction dans les meilleures conditions de sécurité, de qualité et au moindre coût.

Dans ce qui suit nous donnons l'organigramme de la Direction Régionale de Fès



**Figure 4 : l'organigramme de la direction régionale de Fès**

## **V. Conclusion**

Il a été question dans ce chapitre de présenter la structure de tutelle du lieu de stage, l'ONE, et de donner un bref aperçu de la composition de son système électrique.

## Chapitre 2 : Poste de transformation HTB/HTA

### I. Introduction

Le principe du réseau de distribution d'énergie électrique c'est d'assurer le mouvement de cette énergie en transitant par des lignes ou câbles HTA et entre les différents postes de livraison (ou les postes sources HTB/HTA).

### II. Description générale

#### 1. Définition

Un poste source est un poste de transformation où la tension HTB (60kV) issue du réseau de transport est abaissée pour alimenter le réseau de distribution HTA (22 kV), représenté sur la figure 5.

Les postes électriques ont trois fonctions principales :

- ✓ L'interconnexion entre les différentes lignes électriques (assurer la répartition de l'électricité entre les différentes lignes issues du poste)
- ✓ La transformation de l'énergie en différents niveaux de tension.

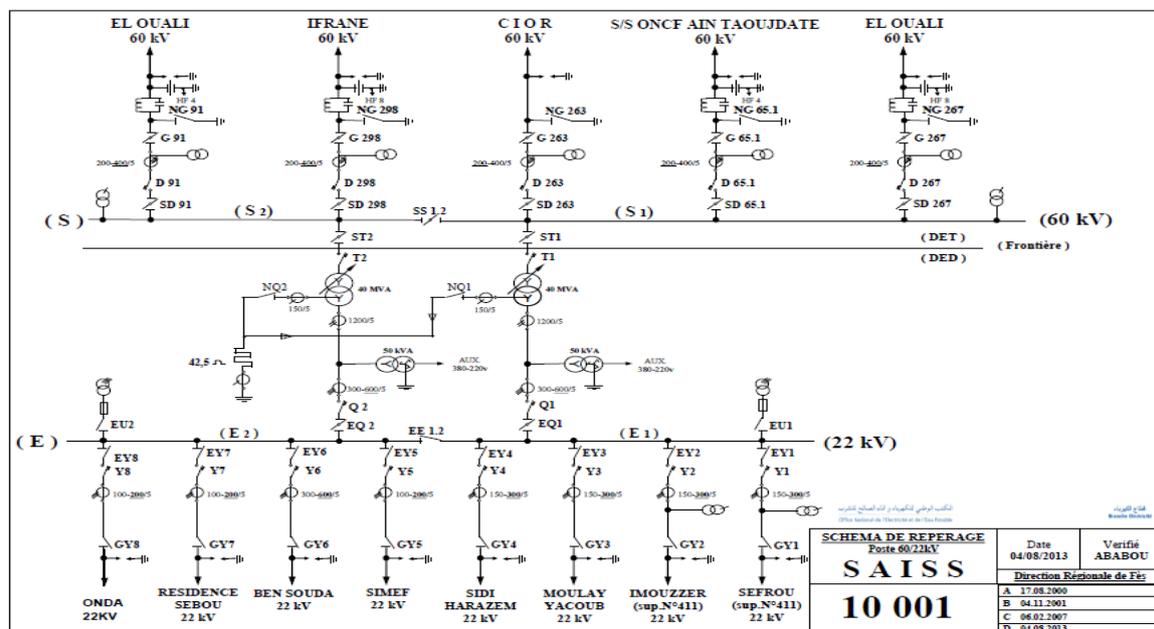


Figure 5 : Schéma unifilaire simplifié d'un poste source

## 2. Les différents éléments d'un poste

Les postes sources comportent des appareils principaux suivants :

- ✓ Transformateurs de puissance ;
- ✓ Disjoncteurs,
- ✓ Sectionneurs ;
- ✓ Parafoudres ;
- ✓ Sectionneurs de terre ;
- ✓ Transformateurs de tension ;
- ✓ Transformateurs de courant;
- ✓ Jeu de barres ;
- ✓ Cellules ;

### III. Transformateur de puissance

#### 1. Définition

Le transformateur de puissance est l'élément central dans un poste de transformation. En général, les postes HTB/HTA sont équipés de deux transformateurs de puissance dont un seul est en service, le second étant disponible et prêt à être mis en service en cas d'anomalie ou d'avarie du premier. Leur permutation peut se faire, soit manuellement, ou par un dispositif de permutation automatique, ils sont de couplage étoile/étoile(Yyn0) (figure6).



**Figure 6 : Prise de vue du poste source douiyat .Transformateur de puissance**

## 2. Principe de fonctionnement

Pour assurer sa fonction, un transformateur est constitué de deux bobines primaire (HT) et secondaire (MT) couplés par un circuit magnétique, chaque bobine est composée d'un certain nombre de spires selon la puissance de l'appareil (figure 7). Plus la puissance est élevée plus le nombre de spires est important. Les transformateurs de distribution sont ceux qui abaissent de tension et élèvent de courant qui garde la fréquence et la puissance constante. Si 2 bobines sont placées sur un circuit magnétique et si l'une d'elles (B1 de  $n_1$  spires) est parcourue par un courant alternatif  $I_1$  sous la tension  $V_1$ , elle crée dans la deuxième bobine (B2 de  $n_2$  spires) une fém.  $V_2$  de même fréquence telle que :

$$V_1/V_2 = n_1/n_2 \text{ et } I_1/I_2 = n_2/n_1.$$

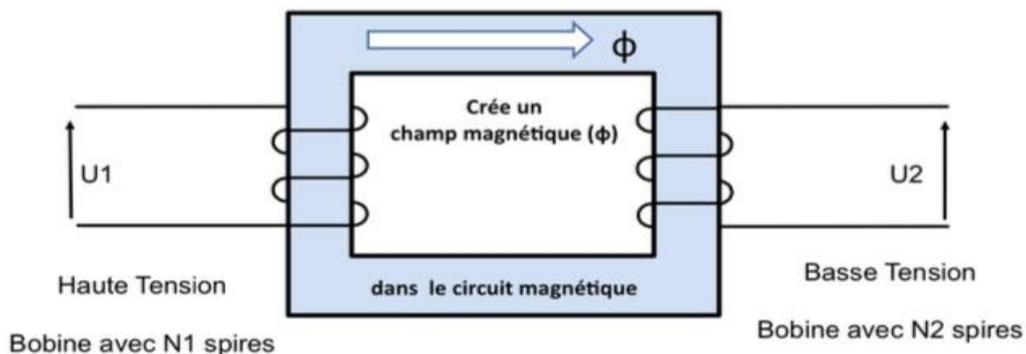


Figure 7 : principe de fonctionnement du transformateur

## 3. Les constructions de transformateur de puissance

Ce transformateur de puissance est composé des principaux éléments suivants :

- ✓ Circuit magnétique
- ✓ Enroulements (bobinage)
- ✓ Traverses HT/MT
- ✓ Cuve et galets de roulement
- ✓ Dispositif de réfrigération
- ✓ Changeur de prises en charge
- ✓ Huile isolante

## IV. Conclusion

Ce chapitre nous a introduit dans le monde des réseaux électriques, à travers les plages de tension, les types de réseaux et les postes électriques, et ainsi le fonctionnement de transformateur HTB/HTA.

## **Chapitre 3 : Etude du régleur en charge**

### **I. Introduction**

Les gestionnaires de réseau garantissent une tension « fixe » à leurs clients. Pour cela, ils doivent la réguler, et l'organe principal leur permettant de réglage se trouve au sein du transformateur : c'est le régleur, ou changeur de prises.

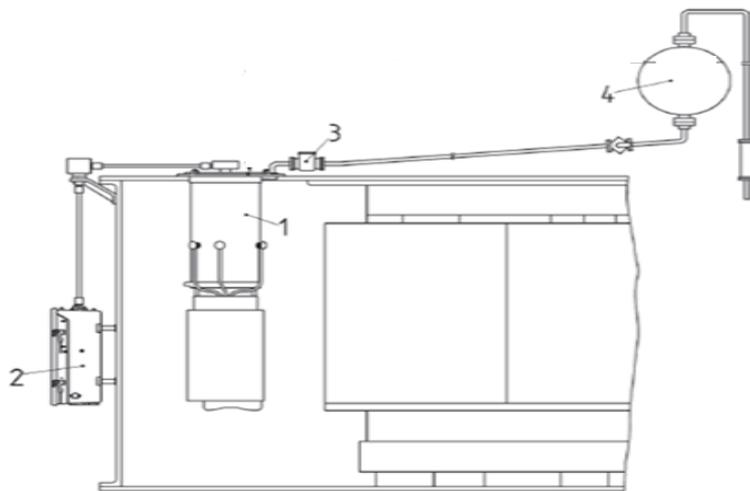
**La problématique réside dans le régleur comme étant un organe principal dans le transformateur et son incident qui est le blocage de régulation chose qu'on a découverte à travers plusieurs analyses.**

### **II. Changeur de prises (Régleur en charge)**

#### **1. Définition**

Un changeur de prises est un composant électrique situé dans un transformateur de puissance permettant de faire varier son rapport de transformation. Dans ce but, il fait varier le nombre de spires d'un enroulement du transformateur par pas : des prises permettent de connecter une partie ou la totalité du bobinage électrique ( figure 8).

Le changeur de prise permet comme son nom l'indique de changer de prise. Il existe deux types de changeur de prises: les changeurs de prises hors circuit qui nécessitent de couper la tension à leurs bornes pour permettre le changement de prise et les changeurs de prises en charge (Régleur en charge) qui permettent de changer de prises sous tension (figure8).



**Figure 8: représentation schématique de transformateur Avec changeur de prise charge**

1. changeur de prise en charge
2. entraînement à moteur
3. Relais de protection
4. conservateur d'huile de changeur de prise en charge



Figure9 : régleur en charge

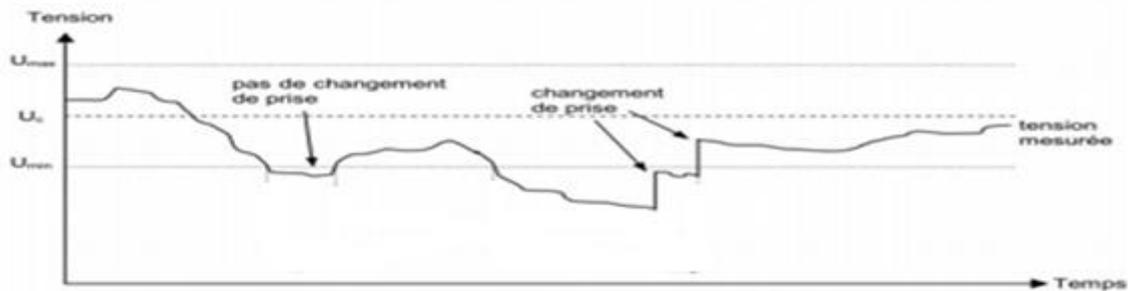
## 2. Fonctionnement

Physiquement, un changeur de prises permet de modifier l'inductance de l'enroulement primaire ou secondaire d'un transformateur de puissance et la majorité des transformateurs ont leur enroulement de réglage connecté au primaire. Pour ce faire un enroulement supplémentaire appelé enroulement de réglage est intégré au transformateur, il est connecté en série à l'un de ses enroulements. Il est subdivisé en petites sections d'un nombre de spires régulier qu'on peut brancher séparément, on dit que l'on branche telle ou telle « prise ».

Pour économiser de l'isolation, et ainsi réduire la taille et les coûts du transformateur, l'enroulement de réglage est intégré directement à l'un des deux autres enroulements quand cela est possible. Il est nettement séparé dans les transformateurs de grande puissance.

Le régleur en charge installé au transformateur HTB/HTA est le moyen de réglage de la tension le plus utilisé dans le réseau de distribution HTA. En effet la puissance provient en général du primaire et est transporté vers le secondaire, la tension appliquée se trouve au primaire. En faisant varier l'inductance de l'enroulement primaire, on peut maintenir la tension constante, l'utilisation de l'enroulement primaire permet d'exploiter le transformateur au plus proche de sa limite sans prendre le risque de la saturation. Par ailleurs, le courant traversant l'enroulement primaire est plus faible que celui traversant le secondaire.

Ceux-ci permettent d'ajuster la tension des jeux de barre HTA en fonction de l'évolution des charges et des fluctuations de la tension amont. Un régleur en charge typique possède 21 prises avec le pas 0.625%, c'est-à-dire qu'il permet de modifier le rapport de tension dans l'intervalle  $\pm 5\%$ (figure 10).



**Figure 10 : la dynamique de régleur en charge**

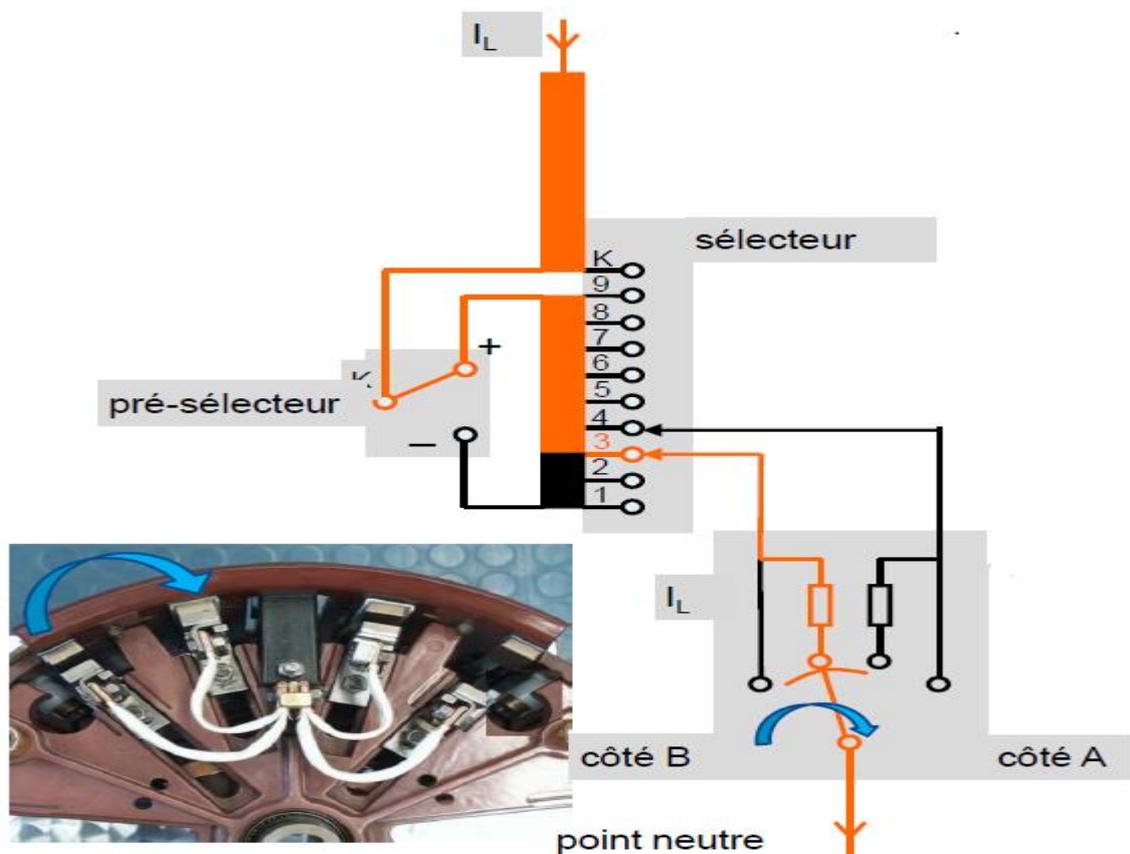
Le réglage de la tension aux bornes du secondaire d'un transfo HTB/HTA est obtenu à l'aide des prises placées sur l'un des enroulements principaux ; ces prises permettent la mise en service d'un certain nombre de spires, entraînant ainsi la modification du rapport de transformation. Le passage d'une prise à une autre se fait sans interruption ni mise en court-circuit des spires des enroulements.

### 3. Principe de commutation des changeurs de prises en charge

Le changeur de prise des grands transformateurs se compose de deux parties :

Un sélecteur qui va sélectionner la prise par laquelle le courant va passer. La sélection s'effectue sur la branche qui est mise hors courant par le commutateur. Il y a une sélection active sur chaque branche.

Le commutateur permet de faire transiter le changeur de prises d'une prise à l'autre sans interrompre le service. Il dispose de deux résistances pour limiter le courant de commutation, pendant la commutation (qui durée de 50 à 100 ms selon les modèles), il y a un moment où les deux prises sont connectées ensemble. En situation normale, les résistances ne sont évidemment pas utilisées (figure11).



**Figure 11 : principe de commutation des clangueurs de prises en charge**

Le mécanisme d'entraînement doit à la fois être rapide, pour limiter la durée d'arc, et fiable. Il est en général assuré par un moteur en courant continu.

### **III. Le coffret de commande du régleur en charge**

#### **1. Définition**

Le changeur de prise est actionné par un entraînement à moteur, cet entraînement est constituée par un coffret en alliage léger muni d'une porte dans lequel est placée tout l'appareillage nécessaire au fonctionnement.

Le couple d'entraînement est produit par un moteur par l'intermédiaire d'une série d'engrenage.

L'entrainement est réalisé selon le principe pas à pas, c'est-à-dire que le passage d'une position à une autre est accompli sans interruption possible par un seul signal de commande.

Cette action est assurée par une came de commande effectuant une révolution par changement de prise.

## 2. Système d'entraînement

Le système d'entraînement comprend la courroie, la boîte de courroie, le moteur, les dispositifs aux deux positions de fin de course et le dispositif de transmission pour l'entraînement manuel, la courroie est installée dans une boîte en fonte d'aluminium. Quand la fin de course est atteinte, le dispositif fait tourner l'arbre de cliquet qui bloque le mouvement de la courroie et puis le fonctionnement du moteur. Le disjoncteur de protection Q1 s'enclenche et l'arbre de sortie s'arrête (figure12).

Le mécanisme de signalisation de position de service constitue le disque de came qui déclenche l'interrupteur en fin de course, le disque d'affichage de position de prise, l'indicateur de position du mécanisme et transmetteur de signaux de position, Le bloc d'indication de position est fixé à côté du système d'entraînement par courroies.

Le changeur de prises et le disque de came font un tour pour une opération de changement de prise. Le compteur de manœuvres affiche le nombre cumulé de manœuvres qu'effectue le changeur de prises.



**Figure 12 : Prise de vue du poste source Sefrou. Coffret de commande**

## 3. Principes de fonctionnement

Ce circuit est composé du circuit de moteur (circuit principal) et le circuit de commande :

➤ ***Circuit de moteur :***

Les bornes de moteur sont raccordées aux bornes X1 / 1, 2, 3 d'alimentation L via un contacteur K3, K1/K2; S6A/S6B commutateur de fin de course, et Q1 le disjoncteur de protection (voir annexe 1).

➤ ***Le circuit de commande :***

Le circuit de commande est raccordé aux L et N via X1/6,7, Q1, et la tension de contrôle est coupée une fois l'un des Q1, S18, S8 déclenche. Disjoncteur Q1 est interverrouillé avec le Circuit de commande.

Q1 disjoncteur de protection est doté d'une bobine d'interruption qui peut être mise en service par le Biais du bouton d'arrêt d'urgence, le circuit de sécurité ou le circuit de protection contre le passage de plusieurs positions. Le circuit de sécurité constitue un commutateur à cames S12, S14 et les contacteurs auxiliaires K1, K2. Un contacteur N / O K37 est utilisé pour la protection contre passage de plusieurs positions (voir annexe 2).

**IV. Analyse d'incident de blocage de régulation du régleur en charge**

Depuis l'installation de transformateur 40 MVA au poste Saiss en 2007 jusqu'à la date 05/05/2019, un seul incident est survenu sur le régleur, il y a apparition d'un blocage de régleur en charge au niveau du poste source 60/22kv Saiss province Fès.

Dans le but de chercher l'existence des anomalies, à l'origine du blocage de régulation, l'équipe chargée de contrôle, commande et maintenance HTB/HTA, effectue plusieurs analyses au niveau du coffret de commande, du régleur en charge et les caractéristiques d'huile diélectrique .

## 1. Commande du régleur en charge

### 1.1-Disjoncteur



**Figure 13 : disjoncteur**

Il convient d'installer des disjoncteurs de protection de circuits. En cas de surcharge ou de court-circuit, le disjoncteur ne coupe que le circuit concerné pour assurer la protection du circuit et de ses appareils contre tout dommage.

Les disjoncteurs sont conçus pour ouvrir et fermer manuellement le circuit d'un moteur et pour la possibilité de redémarrage automatique après coupure momentanée de la tension de commande, et blocage en cas d'inversion tournant.

Le blocage par la surcharge empêche les commutations du changeur de prises.

### 1.2-Contacteur



**Figure 14 : contacteur**

Les contacteurs magnétiques sont de gros relais destinés à ouvrir et à fermer un circuit de puissance. On les utilise dans la commande des moteurs dont la puissance est entre 0,5 kW et plusieurs centaines de kilowatts. Comme pour les moteurs, et les dimensions principales des contacteurs sont standardisés par les organismes de normalisation. Et on a dans le coffret de commandes du régleur deux contacteurs l'un qui augmente les nombres de prises et l'autre pour diminuer.

### 1.3-Fins de courses



**Figure 15 : fins de courses**

L'interrupteur de fin de course à la position correspondante est déclenché. En conséquence, le moteur ne peut plus marcher, et on a deux interrupteurs de fins de courses pour position 1 et position 21.

### 1.4-Moteur



**Figure 16 : moteur en courant continu**

Le stator bobiné est composé de trois bobines qui créent 3 champs magnétiques. Ces bobines étant alimentées par un système de courants triphasés créent chacune un champ magnétique variable.

La composition de ces trois champs magnétiques crée un champ magnétique tournant qui entraîne le rotor en rotation par la création d'une force électromagnétique, et ce moteur fonctionne en courant continu.

A cause des échauffements, les bobines brûlent chose qui a un effet primordial dans le blocage de la régulation de régleur.

## 2. Analyse d'huile diélectrique

Pour bien diagnostiquer l'état de l'huile diélectrique, l'équipe spécialisée dans la maintenance prennent un échantillon d'huile minérale et la analyse dans la direction exploitation de Mohammedia contrôles chimiques.

L'huile diélectrique utilisée dans le régleur en charge se dégrade dans le temps à cause de l'oxydation et de l'hydrolyse (reprise d'humidité), ce qui entraîne une baisse de leur pouvoir isolant.

Le diagnostic de l'état du régleur en charge (changeur de prise) et notamment du système d'isolation se fait en réalisant plusieurs analyses de l'huile diélectrique, les analyses réalisées sur l'huile du changeur de prises sont :

- ✓ Indice de coloration
- ✓ L'aspect : détermine la limpidité et l'absence de composés anormaux
- ✓ Indice d'acidité : mesure le degré d'acidité du diélectrique pour anticiper son niveau de dégradation (risque de corrosion des pièces métalliques)
- ✓ Teneur en eau : mesure du taux d'humidité du liquide diélectrique pour prévenir les risques liés (amorçages ou cheminements / perforations électriques des isolants)
- ✓ La rigidité diélectrique (tension de claquage) : détermine le seuil de claquage du diélectrique soumis à un champ électrique pour prévenir les risques associés (amorçages)

La mesure de la tension de claquage de l'huile consiste à placer dans l'huile à tester deux électrodes, normalisées à une distance de 2,5 mm l'une de l'autre. La tension est ensuite augmentée à vitesse constante de 2 kV/s jusqu'à l'apparition d'une décharge électrique. La tension de claquage est ainsi atteinte.

(Voir annexe 3)

Les caractéristiques principales requises pour huile minérale sont:

- Une faible viscosité et un bon point d'écoulement pour assurer sa circulation.
- Une bonne stabilité chimique vis-à-vis des phénomènes d'oxydation et de décomposition.
- Une rigidité diélectrique élevée.

### 3. Analyse l'état du régleur



**Figure 17 : les contacts du régleur**

Le changeur de prise possède un sélecteur en charge contient des contacts mobiles, ces derniers peuvent supporter un très grand nombre de manœuvres de commutation.

Dans le cas des transformateurs de puissance normaux, le sélecteur exécute environ 20 manœuvres par jour. Les contacts peuvent provoquer dans un blocage de régulation s'ils ont dépassé le nombre de manœuvre.

### **V. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu général sur le changeur de prises et son fonctionnement ainsi l'analyse d'incident de blocage de régulation.

# Chapitre 4 : La maintenance des régleurs en charge

## I. Présentation de la maintenance

### 1. Définition

La maintenance est l'ensemble des activités destinées à maintenir, à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement pour accomplir une fonction.

Il existe en général deux types de maintenance :

- ✓ La maintenance préventive ;
- ✓ La maintenance corrective ;

#### ➤ La maintenance préventive :

la maintenance préventive a pour objet d'éviter tous dysfonctionnement sur l'équipement ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échancier établi d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage ou de critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service. Ce type de maintenance se subdivise en deux sous-types dont :

- ✓ **la maintenance préventive systématique** : les remplacements des pièces et des fluides ont lieu quel que soit leur état de dégradation, et de façon périodique.
- ✓ **la maintenance préventive conditionnelle** : les remplacements ou les mises en état des pièces ont lieu après une analyse de leur état de dégradation.

#### ➤ La maintenance corrective :

Cette maintenance est effectuée après défaillance suivant la nature des interventions, on distingue deux de mises en état de fonctionnement :

- ✚ **La réparation** : remise en état de fonctionnement conforme aux conditions données.
- ✚ **Le dépannage** : remise en état provisoire qui sera obligatoirement suivie d'une réparation.

## 2. Principes généraux de la maintenance de régleur en charge

La politique générale de la maintenance du régleur en charge répond aux principes de la maintenance préventive d'une part et de la maintenance corrective d'autre part.

La maintenance préventive intègre les visites périodiques et les tâches d'entretien courant confiées au personnel de la conduite. Le dépannage ou la réparation intervient dans le cas des pannes. Cette opération est confiée aux équipes spécialisées.

## II. Elaboration du plan de maintenance

### 1. Classification des opérations de la maintenance

La maintenance préventive qui effectuée en trois types de visites, qui permettent de classifier les actions de maintenance selon la nature de l'action. L'intérêt de cette nouvelle classification est de déterminer les responsabilités de chaque équipe ainsi de faciliter la communication entre le personnel et la maintenance.

#### ➤ Visite type I :

Cette visite entre dans le cadre des contrôles et les inspections des postes sans aucune intervention. Il consiste à contrôler l'état des installations et les éventuelles anomalies : fuite d'huile, bruit anormal sur le coffret de commande, échauffement...etc.

#### ➤ Visite type II :

Cette visite regroupe les actions ayant pour objectif de réduire la probabilité qu'un appareil tombe en panne, ou qu'il se dégrade, en faisant des opérations de nettoyages , de graissages etc. Ainsi des tests et des essais sont faits sans démontage d'appareil.

#### ➤ Visite type III :

Cette visite comprend les actions de maintenances qui ont un enjeu et nécessitent un démontage de l'appareil. Elle peut comprendre:

- ✓ La dépose des pièces soumises à l'arc pour contrôle, entretien et remplacement éventuel.
- ✓ Remplacement d'huile diélectrique par une huile neuve traitée.
- ✓ Entretien et essais de la commande et remplacement éventuel des pièces présentant des signes de fatigue.

## 2. Démarche claire de maintenance des régleurs en charge

Parmi les tâches les plus importantes et les plus difficiles pour un service de maintenance sont celles de la réalisation d'un plan de maintenance. Car il demande de faire des études et des analyses pour déterminer les types de maintenance pour le changeur de prises, ainsi les actions à mettre en place et leur périodicité.

### ➤ Périodicité de la maintenance :

L'entretien des régleurs en charge doit être programmé comme suit :

- ✓ Visite Type I : chaque mois ;
- ✓ Visite Type II : 2 fois par an (à l'exception de la mesure de l'isolement et de l'analyse d'huile diélectrique : 1 fois par an) ;
- ✓ Visite Type III : 1 fois par 5ans ou 70 000 manœuvres ;

### ➤ Opérations de maintenance des régleurs en charge :

Les étapes de la maintenance consistent en plusieurs sortes. Nous avons à faire des opérations :

#### **a) Le contrôle visuel concernant la VTI, effectuée mensuellement sans coupure, elle consiste en :**

- ✚ L'état des câbles et des coffrets du régleur
- ✚ Vérifier le fonctionnement du chauffage des coffrets du régleur
- ✚ Le niveau d'huile
- ✚ L'état de la mise à la terre du coffret et de la cuve
- ✚ L'état de la peinture de la cuve
- ✚ Repérer des fuites d'huile éventuelle
- ✚ Relever l'index du compteur de passage des prises (nombres de manœuvres)
- ✚ Vérifier s'il y a la présence de bruit anormal sur le coffret

**b) Entretien périodique concernant VTII, avant de procéder ces opérations il convient de consigner, protéger l'appareil à entretenir et délimiter la zone du travail par un balisage.**

Avant toute intervention sur le changeur de prises en charge, il faut débrancher le transformateur des deux côtés HT/MT et assurer une mise à la terre correcte. Demander un certificat signé au technicien chargé de l'opération et isoler le coffret du régleur de la terre de masse, les opérations consistent au :

- ✚ Nettoyage de la cuve du transformateur (à peindre si nécessaire) ;
- ✚ Graissage du mécanisme de commande
- ✚ Contrôle des prises du 1 au 21 manuellement
- ✚ Procéder au dépoussiérage des coffrets du régleur
- ✚ éliminer les fuites d'huile éventuelle ;
- ✚ Prélever l'huile diélectrique pour analyse (1 fois par an)
- ✚ Mesurer l'isolement entre la cuve et le coffret du régleur
- ✚ Relever l'index de manœuvre
- ✚ Nettoyer des niveaux d'huile du régleur en charge
- ✚ Vérification du serrage
- ✚ Vérification du fonctionnement des équipements et reprise éventuelle du régleur en charge
- ✚ Contrôle d'accouplement
- ✚ Contrôle des fins de courses

**c) Entretien systématique concernant la VTIII :**

Pendant mes différentes sorties pour la maintenance du régleur avec l'équipe spécialisée de l'ONE au poste source HTB/HTA d'IFRANE, DRISS PREMIER .Et précisément pour la visite type III du changeur de prise, on intervient dans l'équipe de la société NEXANS pour maintenir ce régleur, les travaux consistent au :

- ✚ Mettre le régleur et la commande sur la prise médiane



**Figure 18 : le coffret de commande**

- ✚ Avant de commencer il faut fermer la vanne du régleur



**Figure19 : la vanne**

- ✚ Vidanger la cuve du régleur

l'entretien des clangueurs de prises se bornent à la surveillance du corps insérable et de l'huile, après avoir vidangé l'huile, on fait le démontage du commutateur pour traiter l'état de tous les composants du régleur :

- ✚ Entretien des organes du régleur



**Figure 20 : les organes du régleur**

- ✚ Remplacement des contacts auxiliaires et principaux



**Figure 21 : régleur en charge**

- ✚ Contrôle des résistances de passage et s'assurer que les résistances ne sont pas endommagées



**Figure 22 : multimètre**

- ✚ Remplacement de l'huile par une huile traitée
- ✚ Et enfin le remontage et mise en place du changeur de prise dans le transformateur et essayer la marche électrique en tournant le commutateur local.

### **III. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents types de visite ,les opérations qu'on doit effectuer pendant ces visites, et l'intervention à effectuer au cours de la maintenance.

## *Conclusion générale*

Ce stage de fin d'étude est une occasion de développer mes connaissances en génie électrique, de capitaliser une expérience, d'avoir un esprit critique, de développer les relations humaines et d'apprendre à travailler en groupe.

Ce travail qui s'inscrit dans le cadre de mon projet de fin d'étude répond à mes objectifs : la découverte l'étude du transformateur HTB/HTA, en particulier le régleur en charge et son importance. L'aspect sécurité passant aussi par la maintenance avec des visites systématiques de 3 types.

Après avoir analysé toutes les causes pouvant survenir sur le régleur en charge et causer un blocage de régulation, on a constaté que les caractéristiques d'huile diélectrique ne satisfont pas les conditions d'un bon état, l'endommagement de disjoncteur, et la dégradation des contacts. Comme solution pour éviter ce blocage il faut suivre le mode opératoire de maintenance du changeur de prises et leur périodicité et de faire des prévisions de maintenance systématique.

## **Bibliographie & Webographie**

[1]Cahier des charges général postes HTB

[2]Cahiers techniques de l'ONEE

[3]Site officiel de l'O.N.E <http://www.one.org.ma/>

[4][https://fr.wikipedia.org/wiki/Changeur\\_de\\_prises](https://fr.wikipedia.org/wiki/Changeur_de_prises)

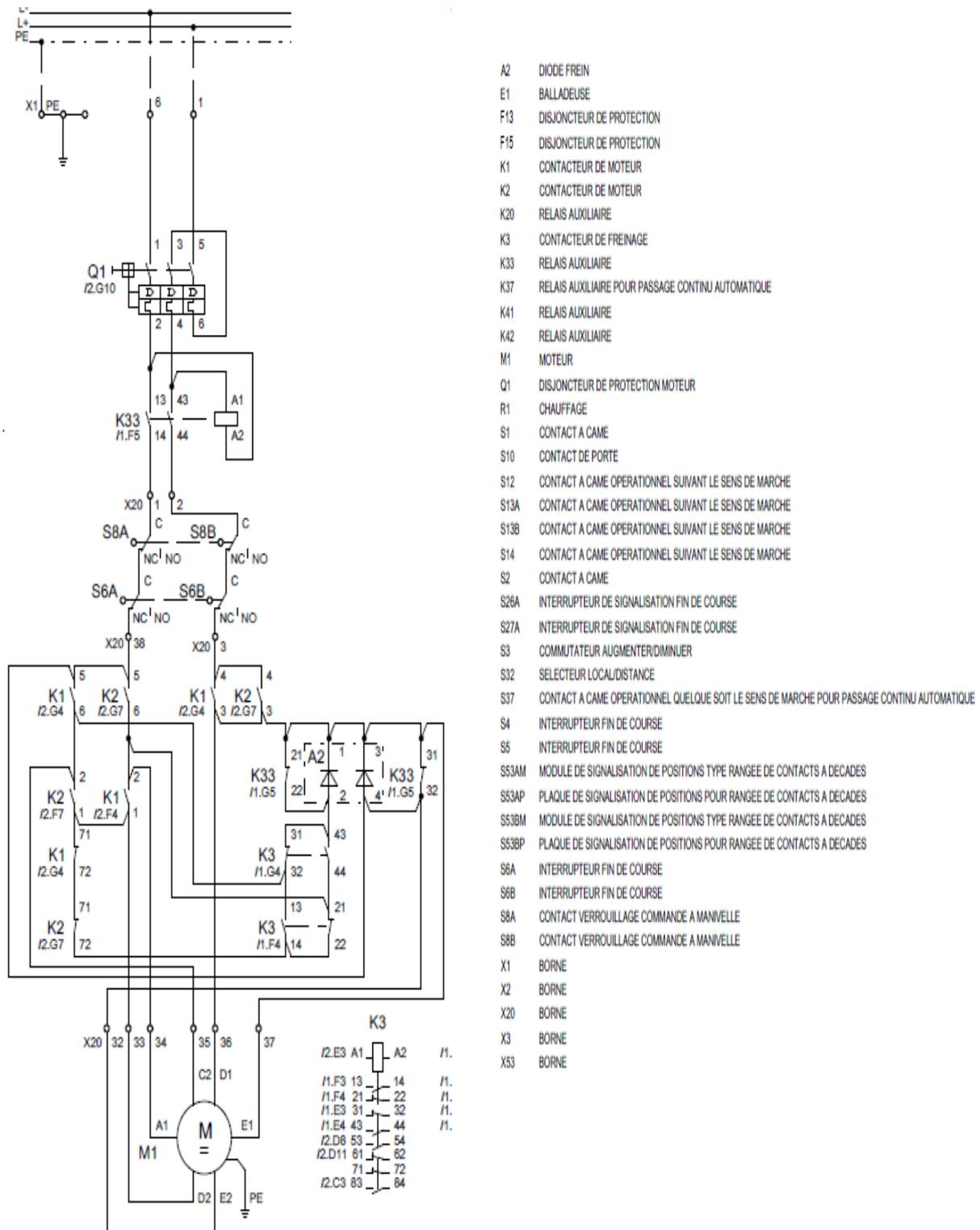
[5]<http://tpmattitude.fr/methodes.html>

[6]<http://www.qualiteonline.com/question-207-quelle-est-la-difference-entre-la-maintenance-corrective-et-preventive.html>

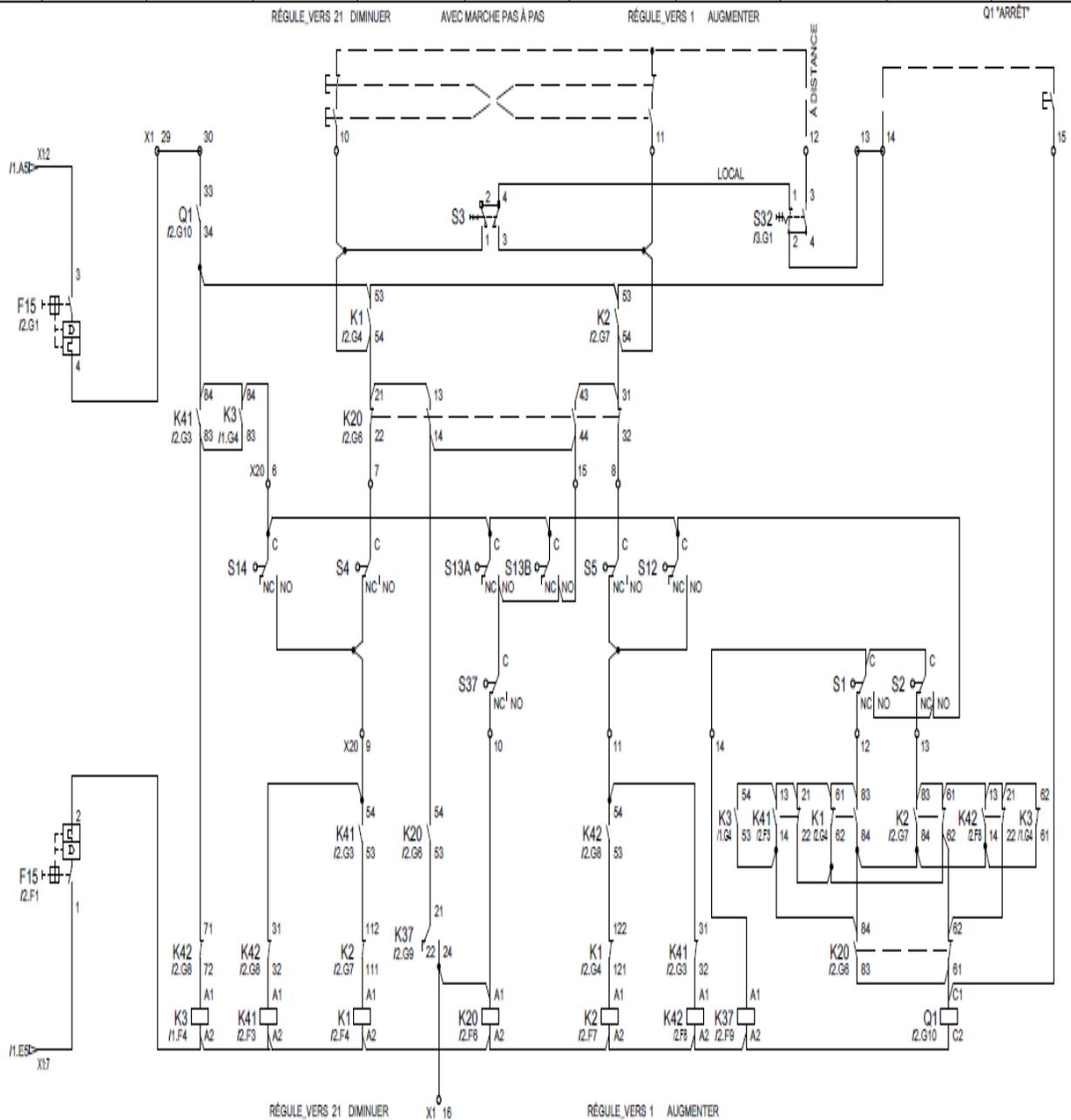
[7][https://fr.wikipedia.org/wiki/Transformateur\\_de\\_puissance](https://fr.wikipedia.org/wiki/Transformateur_de_puissance)

## Annexes :

### Annexe 1 : schéma de puissance de l'armoire de commande



## Annexe 2 : schéma de commande



### Annexe 3 : table de résultat d'analyse d'huile diélectrique « minérale »

Marque d'huile : -  
 Organe : Régleur en charge type JANSEN VIII N°450077 TR N°1 22KV  
 Prélèvement Effectué par : le client  
 Température de l'échantillon au moment du prélèvement : 18°C

Caractéristiques	Unité	Méthodes d'Analyses	VALEURS LIMITES ADMISES CEI 60 422 (2005)	Résultats
Aspect				Limpide
Indice de coloration		ASTM D 1500	6	3,5
Densité à 20 °C		ASTM D 287	0,895	0,883
Teneur en eau mesurée	ppm	CEI 60814 (Aout 1997)	non interprétable	22,55
Teneur en eau corrigée si la température de prélèvement > 20°	ppm		U> 170kV = 10 72,5 <U< 170kV = 15 U<72,5kV = 25	
Saturation (si la temperature < 20°C)	%		0 - 5%: isolation à sec	44,51
			6 - 20%: modérément humide	
			21 - 30%: isolation humide	
			>30%: extrêmement humide	
Indice d'Acide	mgKOH/g	NF ISO 6618 (Déc 1997)	U> 170kV = 0,15 72,5 <U< 170kV = 0,2 U<72,5kV = 0,3	0,220
Rigidité électrique d= 2,5mm	KV	CEI 60156 (Juillet 1995)		44,00